KAS TONUSU BOZUKLUKLARI ve FİZYOTERAPİ-REHABİLİTASYON

EDİTÖR

Prof. Dr. Uğur CAVLAK
Biruni Üniversitesi

EDİTÖR YARDIMCILARI

Prof. Dr. Filiz ALTUĞ
Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Arzu GÜÇLÜ GÜNDÜZ
Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Birgül BALCI
Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Burcu ERSÖZ HÜSEYİNSİNOĞLU
Marmara Üniversitesi

Doç. Dr. Muhammed KILINÇ
Hacettepe Üniversitesi

İSTANBUL TIP KİTABEVLERİ

©İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti

Kas Tonusu Bozuklukları ve Fizyoterapi-Rehabilitasyon © 2022

ISBN: 978-625-8103-00-7

Yasalar uyarınca, bu yapıtın yayın hakları İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti.'ye aittir. Yazılı izin alınmadan ve kaynak olarak gösterilmeden, elektronik, mekanik ve diğer yöntemlerle kısmen veya tamamen kopya edilemez; fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

UYARI

Medikal bilgiler sürekli değişmekte ve yenilenmektedir. Standart güvenlik uygulamaları dikkate alınmalı, yeni araştırmalar ve klinik tecrübeler ışığında tedavilerde ve ilaç uygulamalarındaki değişikliklerin gerekli olabileceği bilinmelidir. Okuyuculara ilaçlar hakkında üretici firma tarafından sağlanan her ilaca ait en son ürün bilgilerini, dozaj ve uygulama şekillerini ve kontrendikasyonları kontrol etmeleri tavsiye edilir. Her hasta için en iyi tedavi şeklini ve en doğru ilaçları ve dozlarını belirlemek uygulamayı yapan hekimin sorumluluğundadır. Yayıncı ve editörler bu yayından dolayı meydana gelebilecek hastaya ve ekipmanlara ait herhangi bir zarar veya hasardan sorumlu değildir.

Bölümlerin içindeki tüm bilgi ve görsellerden bölüm yazarları sorumludur.

Yayına Hazırlayan: İstanbul Medikal Sağlık ve Yayıncılık Hiz. Tic. Ltd. Şti
Yayıncı Sertifika Numarası: 12643
Yayın Koordinatörü: Seda Şahin
Dizgi ve Mizanpaj: İstanbul Tıp Kitabevleri
Baskı ve Cilt:

Şubelerimiz
Merkez Turgut Özal Caddesi Börekçi Veli Sokak No: 4/A
Çapa-İstanbul Tel: 0212.584 20 58 (pbx)

Kadıköy Rasimpaşa Mahallesi Rıhtım Caddesi Derya İş Merkezi No: 28/16-17
Kadıköy-İstanbul Tel: 0216.336 20 60

Online Alışveriş
www.istanbultip.com.tr

Satış Hattı
0506 866 97 04

İthaf

Ülkemizde nörolojik rehabilitasyonu başlatan,
devam ettiren ve geliştiren tüm meslektaşlarımıza...

ÖNSÖZ

Nörolojik bilimlerdeki gelişmeler tıbbın birçok alanından daha hızlı olmaktadır. Son yıllarda nörobilimdeki gelişmeler ve merkezi sinir sisteminin daha iyi anlaşılması, nörorehabilitasyonda da farklı bakış açılarını ortaya koymaktadır.

Kas tonusu bozuklukları, rehabilitasyonda karşılaşılan en önemli problemlerden bir tanesidir. Anormal tonus; hastanın kontraksiyonun hızı ve şiddetini değiştirebilme, postür veya segmenti değişik pozisyonlara yerleştirebilme ve orada tutabilme, hareketin yönünü değiştirebilme ya da gevşeme gibi yeteneklerini etkilemektedir. Tonustaki değişiklikler, rehabilitasyonun uzun sürmesine ve sekonder problemlere neden olmaktadır. Bu nedenlerle nörorehabilitasyon multidisipliner yaklaşım olmadan ele alınabilecek bir bilim dalı değildir.

"KAS TONUSU BOZUKLUKLARI VE FİZYOTERAPİ-REHABİLİTASYON" kitabında tonus bozuklukları her yönü ile ele alınmış, bilim ile uygulama arasında köprü kuracak bir bakış açısıyla güncel bir kaynak olarak hazırlanmıştır.

Tonus bozukluklarını ve rehabilitasyonunu çok yönlü ele alan bu kitabın hazırlanmasında emeği geçen, farklı klinik ve akademik geçmişleri olan yazarları gönülden kutluyor, çalışmalarında başarılar diliyorum.

Sevgi ve saygılarımla,

Prof. Dr. A. Saadet OTMAN

2022, Ankara.

Teşekkür..



Bu kitabın ana fikri Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Nörolojik Rehabilitasyon Anabilim Dalı ev sahipliğinde düzenlenen 4. Nörolojik Fizyoterapi Sempozyumu'nda doğmuştur. Sempozyumun ana teması ***"KAS TONUSU BOZUKLUKLARI ve FİZYOTERAPİ-REHABİLİTASYON"*** idi. Sempozyum Türkiye Fizyoterapistler Derneği Nörolojik Fizyoterapi Çalışma Grup üyeleri tarafından büyük bir titizlik ve özveriyle düzenlendi. Bizler, editör kurulu üyeleri olarak;

Türkiye Fizyoterapistler Derneği Dönem Başkanı Prof. Dr. Bülent Elbasan'a, Nörolojik Fizyoterapi Çalışma Grubu Dönem Başkanı Prof. Dr. Arzu Güçlü Gündüz'e ve grup üyelerine;

Prof. Dr. Sevil Bilgin,
Doç. Dr. Özge Ertekin,
Prof. Dr. Çiğdem Öksüz,
Doç. Dr. Gözde İyigün,
ve

Pamukkale Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Nörolojik Rehabilitasyon Anabilim Dalı öğretim elemanlarına; değerli katkıları ve emekleri için çok teşekkür ederiz. Ayrıca, "KAS TONUSU BOZUKLUKLARI VE FİZYOTERAPİ-REHABİLİTASYON" başlıklı bu kitabımızda bölüm yazarlığı yapmış tüm bilim insanlarına en içten duygularımızla teşekkür ederiz. Saygılarımızla…

Editör Kurulu Üyeleri
2022.

BÖLÜM YAZARLARI

(Yazar soyadına göre alfabetik sıra ile)

Prof. Dr. Esat Adıgüzel
Pamukkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tuba Can Akman
Pamukkale Üniversitesi

Uzm. Dr. Taylan Altıparmak
Çankırı Devlet Hastanesi

Prof. Dr. Filiz Altuğ
Pamukkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ayça Aracı
Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi

Prof. Dr. Hülya Arıkan
Atılım Üniversitesi

Prof. Dr. Kadriye Armutlu
Hacettepe Üniversitesi

Dr. Ayşegül Güngör Aydın
Virginia Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ender Ayvat
Hacettepe Üniversitesi

Doç. Dr. Birgül Balcı
Dokuz Eylül Üniversitesi

Doç. Dr. Ayla Fil Balkan
Hacettepe Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Emre Baskan
Pamukkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Miray Budak
İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Feyzan Cankurtaran
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi

Prof. Dr. Uğur Cavlak
Biruni Üniversitesi

Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu
Gazi Üniversitesi

Dr. Fzt. Serkan Davut
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Eylem Değirmenci
Pamukkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Fadime Doymaz
Kıbrıs İlim Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Duray
Süleyman Demirel Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent Elbasan
Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Çağdaş Erdoğan
Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Suat Erel
Pamukkale Üniversitesi

Doç. Dr. Özge Ertekin
Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Selçuk Göçmen
Anadolu Sağlık Gurubu

Dr. Fzt. Özden Canbay Gökçek
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Arzu Güçlü Gündüz
Gazi Üniversitesi

Prof. Dr. Nevin Atalay Güzel
Gazi Üniversitesi

BÖLÜM YAZARLARI

(Yazar soyadına göre alfabetik sıra ile)

Prof. Dr. Hasan Hallaçeli
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Doç. Dr. Burcu Ersöz Hüseyinsinoğlu
Marmara Üniversitesi

Doç. Dr. Esra Doğru Hüzmeli
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi

Prof. Dr. Deniz İnal İnce
Hacettepe Üniversitesi

Uzm. Dr. Tuğçe İnce
Ege Üniversitesi

Prof. Dr. Ceyla İrkeç
Lokman Hekim Akay Hastanesi

Doç. Dr. Gözde İyigün
Doğu Akdeniz Üniversitesi

Uzm. Fzt. Ecem Karanfil
Hacettepe Üniversitesi

Dr. Fzt. Güzin Kara
Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Erdoğan Kavlak
Pamukkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Beliz Belgen Kaygısız
Lefke Avrupa Üniversitesi

Doç. Dr. Hilal Keklicek
Trakya Üniversitesi

Dr. Fzt. Müşerrefe Nur Keleş
Gazi Üniversitesi

Doç. Dr. Muhammed Kılınç
Hacettepe Üniversitesi

Uzm. Dr. Murat Kocaoğlu
Hatay Devlet Hastanesi

Prof. Dr. Nilüfer Çetişli Korkmaz
Pamukkale Üniversitesi

Gökçen Köseli
İstanbul

Dr. Öğr. Üyesi Hilal Denizoğlu Külli
İstanbul Atlas Üniversitesi

Doç. Dr. Ebru Çalık Kütükcü
Hacettepe Üniversitesi

Doç. Dr. Nedim Ongun
Burdur Devlet Hastanesi

Prof. Dr. Murat Oto
Pamukkale Üniversitesi

Prof. Dr. Arzu Razak Özdinçler
Biruni Üniversitesi

Uzm. Fzt. Asiye Tuba Özdoğar
Dokuz Eylül üniversitesi

Doç. Dr. Melda Sağlam
Hacettepe Üniversitesi

Uzm. Fzt. Fettah Saygılı
Adnan Menderes Üniversitesi

Prof. Dr. Ferhan Soyuer

Dr. Öğr. Üyesi Fatih Söke
Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Prof. Dr. F. Gül Yazıcıoğlu
Hacettepe Üniversitesi

Prof. Dr. İ. Engin Şimşek
Dokuz Eylül Üniversitesi

Prof. Dr. Ela Tarakcı
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

BÖLÜM YAZARLARI

(Yazar soyadına göre alfabetik sıra ile)

Doç. Dr. Devrim Tarakcı
İstanbul Medipol Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan Tekgül
Ege Üniversitesi

Uzm. Fzt. Gülsüm Tıkaç
Siirt Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Melda Soysal Tomruk
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Doç. Dr. Zeynep Tüfekçioğlu
İstanbul Aydın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Tuna
Gazi Üniversitesi

Dr. Fzt. Ayşe Ünal
Pamukkale Üniversitesi

Doç. Dr. Naciye Vardar Yağlı
Hacettepe Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Meltem Yazıcı Gülay
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım
Hacettepe Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1: Morfolojik ve fonksiyonel olarak alt ve üst motor nöron.....1-21
Prof. Dr. Esat Adıgüzel. Dr. Ayşegül Güngör Aydın, Gökçen Köseli

Bölüm 2: Alt ve üst motor nöron bozukluklarında patofizyoloji 22-28
Prof. Dr. Eylem Değirmenci

Bölüm 3: Kas tonusu kontrolü ve fizyolojisi.....29-42
Prof. Dr. Nevin Atalay Güzel, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Tuna, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu

Bölüm 4: Merkezi sinir sistemi hasarı sonrası kasta meydana gelen adaptif değişiklikler.....43-57
Prof. Dr. Nevin Atalay Güzel, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Tuna, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu

Bölüm 5: Refleksler ve kas tonusu.....58-99
Prof. Dr. Nilüfer Çetişli Korkmaz, Doç. Dr. Esra Doğru Hüzmeli, Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Duray

Bölüm 6: Kas tonusu bozuklukları ve klinik tanımlama 100-121
Doç. Dr. Nedim Ongun, Prof. Dr. Çağdaş Erdoğan

Bölüm 7: Artmış kas tonusu ve ağrı.....122-130
Dr. Öğr. Üyesi Emre Baskan, Prof. Dr. Uğur Cavlak

Bölüm 8: Kas tonusu ve üst ekstremite fonksiyonları ile ilişkisi.....131-148
Doç. Dr. Özge Ertekin, Uzm. Fzt. Asiye Tuba Özdoğar

Bölüm 9: Tonus bozukluklarında yürüyüş.....149-166
Doç. Dr. Hilal Keklicek, Prof. Dr. F. Gül Yazıcıoğlu

Bölüm 10: Kas tonusu değerlendirmesi.....167-198
Uz. Fzt. Ecem Karanfil, Doç. Dr. Ayla Fil Balkan, Prof. Dr. Kadriye Armutlu

Bölüm 11: Hipotonus ve fizyoterapisi.....199-207
Doç. Dr. Birgül Balcı, Dr. Öğr. Üyesi Melda Soysal Tomruk

Bölüm 12: Çocuklarda hipotoni ve rehabilitasyon.....208-222
Dr. Fzt. Müşerrefe Nur Keleş, Prof. Dr. Bülent Elbasan

Bölüm 13: Hipertonus ve fizyoterapi.....223-264
Prof. Dr. Filiz Altuğ, Prof. Dr. Erdoğan Kavlak

Bölüm 14: Distoni ve fizyoterapi.....265-307
Dr. Öğr. Üy. Fatih Söke, Uzm. Fzt. Fettah Saygılı, Prof. Dr. Arzu Güçlü Gündüz

İÇİNDEKİLER

Bölüm 15: Kas tonusu bozukluklarının tedavisinde nörofizyolojik yaklaşımların kullanımı 308-326
Doç. Dr. Burcu Ersöz Hüseyinsinoğlu, Prof. Dr. Arzu Razak Özdinçler

Bölüm 16: Kas tonusu bozuklukları ve denge eğitimi..... 327-371
Prof. Dr. Ferhan Soyuer, Dr. Öğr. Üyesi Feyzan Cankurtaran, Dr. Öğr. Üyesi Meltem Yazıcı Gülay

Bölüm 17: Nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozuklukları ve kardiyopulmoner rehabilitasyon 372-408
Prof. Dr. Hülya Arıkan, Prof. Dr. Deniz İnal İnce, Doç. Dr. Melda Sağlam, Doç. Dr. Naciye Vardar Yağlı, Doç. Dr. Ebru Çalık Kütükcü

Bölüm 18: Tonus bozukluklarında bantlama prensipleri 409-430
Dr. Öğr. Üyesi Hilal Denizoğlu Külli

Bölüm 19: Kas tonusu bozukluklarında teknoloji destekli rehabilitasyon 431-448
Doç. Dr. Muhammed Kılınç, Dr. Öğr. Üyesi Ender Ayvat, Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım

Bölüm 20: Kas tonusu bozukluklarında ortezleme prensipleri 449-464
Prof. Dr. Suat Erel, Prof. Dr. İ. Engin Şimşek

Bölüm 21: Artmış kas tonusu ve gevşeme eğitimi 465-477
Dr. Öğr. Üyesi Fadime Doymaz

Bölüm 22: Tonus bozukluklarında mobilite yardımcıları ve kendine yardım aletleri 478-497
Prof. Dr. Ela Tarakcı

Bölüm 23: Kas tonusu bozukluklarında uygun tekerlekli sandalye seçimi . 498-519
Dr. Öğr. Üyesi Ayça Aracı, Prof. Dr. Uğur Cavlak

Bölüm 24: Kas tonusu bozukluklarında ev içi düzenlemeler ve ev güvenliği ... 520-547
Dr. Fzt. Güzin Kara, Prof. Dr. Uğur Cavlak

Bölüm 25: Kas tonusu bozukluklarında farmakolojik tedavi..... 548-560
Prof. Dr. Ceyla İrkeç, Uzm. Dr. Taylan Altıparmak

Bölüm 26: Erişkin nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozukluklarında botulinum toksin uygulamaları 561-582
Doç. Dr. Zeynep Tüfekçioğlu

İÇİNDEKİLER

Bölüm 27: Erişkin nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozukluklarında botulinum toksin uygulamaları sonrası rehabilitasyon yaklaşımları..... 583-621
Prof. Dr. Nilüfer Çetişli Korkmaz, Dr. Öğr. Üyesi Tuba Can Akman

Bölüm 28: Çocuklarda görülen kas tonusu bozukluklarında botulinum toksin uygulamaları..... 622 -633
Uzm. Dr. Tuğçe İnce, Prof. Dr. Hasan Tekgül

Bölüm 29: Çocuklarda görülen kas tonusu bozukluklarında botulinum toksin uygulaması sonrası rehabilitasyon yaklaşımları 634-648
Dr. Öğr. Üyesi Miray Budak, Doç. Dr. Devrim Tarakcı

Bölüm 30: Kas tonusu bozukluklarında ortopedik cerrahi uygulamaları.. 649-664
Prof. Dr. Murat Oto

Bölüm 31: Çocuklarda görülen alt ekstremite kas tonusu bozukluklarına yönelik ortopedik cerrahi uygulamaları sonrası rehabilitasyon yaklaşımları 665-669
Dr. Fzt. Özden Canbay Gökçek, Dr. Fzt. Serkan Davut, Prof. Dr. Hasan Hallaçeli

Bölüm 32: Erişkin nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozukluklarında nöroşirürjikal cerrahi uygulamaları..... 700-719
Prof. Dr. Selçuk Göçmen, Uzm. Dr. Murat Kocaoğlu

Bölüm 33: Erişkin nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozukluklarında nöroşirürjikal cerrahi uygulamaları sonrası rehabilitasyon yaklaşımları .. 720-749
Prof. Dr. Filiz Altuğ, Dr. Fzt. Ayşe Ünal, Uzm. Fzt. Gülsüm Tıkaç

Bölüm 34: Kas tonusu bozuklukları ve rehabilitasyonu ile ilgili kanıta dayalı araştırmalar..... 750-791
Doç. Dr. Gözde İyigün, Dr. Öğr. Üyesi Beliz Belgen Kaygısız

Morfolojik ve Fonksiyonel Olarak Alt ve Üst Motor Nöron

1

Prof. Dr. Esat Adıgüzel, Dr. Ayşegül Güngör Aydın,
Gökçen Köseli

GİRİŞ

Sinir sistemi bir bütün olmasına rağmen eğitimin bir gereği olarak merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi olarak ikiye ayrılmıştır. Merkezi sinir sistemi içinde yerleşmiş sinir hücresinin periferde uzanan aksonlarının veya periferde yerleşmiş sinir hücresinin merkezi sinir sistemi içinde seyreden santral uzantılarının olduğunu göz önüne alırsak bu daha iyi anlaşılır. Sinir hücrelerini, yani nöronları sinir sisteminin yapı taşları olarak kabul edersek, glia hücreleri de harcı gibidir. Nasıl ki yalnız başına taşlarla bina olmaz ise, sadece sinirlerin de fonksiyonel olması beklenemez.

Sinir hücresinin anlaşılması ancak Camillo Golgi'nin (1843-1926) bulduğu boya yöntemi ve Santiago Ramon y Cajal'ın (1852-1934, Kahal okunur) bu boya yöntemini kullanarak yapmış olduğu histolojik beyin incelemeleri ve yaptığı mükemmel **çizimlerle mümkün** olmuştur. Bu çalışmalar sayesinde sinir sistemi içerisindeki hücre çeşitliliği ve mimarisi anlaşılabilir hale gelmiştir. Bu ana kadar sinirlerin, birbirinin devamı borular veya damarlar gibi olduğu düşünülürken, çalışmalar sonrası sinir uzantıları olan nöritlerin birbirleri ile yaptığı sinapslar aracılığı ile iletişim kurduğu anlaşılmıştır. Bu konuda aynı dönem bilim insanları olan Golgi ve Cajal da birbirlerine zıt görüş ileri sürmüşlerdir. Golgi, nöritlerin birbirinin devamı olduğu konusunda ısrar etmiştir. Ancak Cajal, nöritlerin birbiri ile devamlı olmadığı, birbirleri ile temas halinde oldukları konusunda ısrarcı olmuştur. Bu görüş "nöron doktrini" olarak modern sinirbilimin temellerini oluşturmuştur. Her iki bilim insanının 1906'da Nobel Ödülünü paylaşmalarından sonra, 1950'lerde elektron mikroskopunun geliştirilmesi ile nöronun tüm detayları ortaya konulmuştur. Nöronun anlaşılması da bu temel üzerine

oturmaktadır. Nöron yapısı ve çeşitliliği anlaşılmadan, alt ve üst motor kavramının anlaşılması oldukça zordur. Bu nedenle konuyu öğrenme isteğinde olanların öncelikle bir hücre olarak nöronu kavramasında yarar vardır.

Nöron, yaşamsal faaliyetlerin devam ettiği bir gövde (soma) ve buna bağlı uzantılardan (nörit) oluşmaktadır. Soma içinde yer alan organeller ve sitoplazma yapısı diğer hücrelerle benzerlik göstermektedir (çekirdek, golgi aygıtı, mitokondri, granüllü-granülsüz endoplazmik retikulum vb.). DNA yapısının yer aldığı 5-10μm çapındaki çekirdek yani nukleus çift tabakalı nukleus zarı ile çevrilidir. Tüm organlarda olduğu gibi, yaşamsal ve fonksiyonel faaliyetleri yönlendirecek yönetecek olan genetik kod burada olduğu için, nukleus ve hücre gövdesi zarar gördüğünde nöron da ölüme sürüklenir. Şimdiye kadar sanılanın aksine sinir hücrelerinin bazılarında daha belirgin olmak üzere bölünme özelliği de devam etmektedir, örneğin hippocampus, gyrus dentatus (özellikle granüler hücre tabakası) gibi.

Hücre sitoplazması içinde bulunan organeller diğer hücrelerde olduğu gibi protein sentezi, enerji metabolizması gibi faaliyetlerden sorumludur. Ancak nöron fonksiyonunun anlaşılması için hücre zarı yapısının, fonksiyonunun ve zarla ilişkili proteinlerin anlaşılması gereklidir. Ayrıca nörona özel şeklini veren bir hücre iskeleti de yer almaktadır. Hücre iskeleti, mikrotubuller, mikrofilamentler ve nörofilamentlerden oluşmaktadır. Bu yapılar vücut iskeletindeki yapılar gibi statik değil dinamik yapılardır. Mikrotubuller 20 nm çapında, tubulin moleküllerinden oluşan ve nöritlerin içine doğru uzanan boru şeklinde yapılardır. Mikrotubul ilişkili proteinlerde (microtubule associated proteins, MAP) bu yapıların fonksiyonundan sorumludur. Örneğin, Alzheimer hastalığında mikrotubul ilişkili protein olan "tau" değişiklikleri suçlanmaktadır.

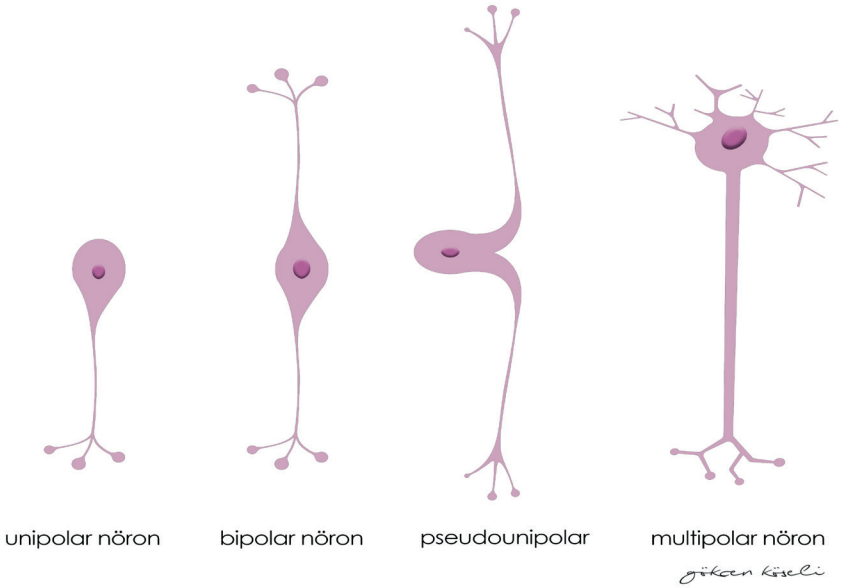
Mikrofilamentler, hücrenin her yerinde bulunan yaklaşık 5 nm çapında aktin iplikleridir. Bu yapılar hücre zarı ile bağlantılar kurup, hücre içini bir ağ gibi örerek hücre şeklinin korunmasını sağlar.

Nöroflamentler ise biraz daha kalın olup yaklaşık 105 nm çapında protein iplikleridir. Hücrenin şeklini koruma açısından daha sert bir iskelet oluştururlar.

Hücre gövdesinde üretilen veziküller, mikrotubuller üzerinde kinezin proteini yardımı ile hareket ettirilerek aksonal uçlara taşınır. Bu taşınma gövdeden uzağa (anterograd) olduğu gibi, uzaktan gövdeye doğru da olabilir (retrograd).

Motor nöronların da merkezi sinir sistemi içinde serebral korteksden medulla spinalise, buradan da perifere uzandığı göz önüne alınırsa, aksonal yapı içindeki hareketliliğin anlaşılması açısından ultrastruktürel yapıların ne kadar önemli olduğu anlaşılabilir.

Şekil açısından nöronlar çeşitlilik gösterse de motor nöronlar genellikle multipolar yani çok kutuplu hücre özelliği gösterir. Kutuplar, nöritlerin (akson, dendrit uzantıları) hücre gövdesine bağladıkları yerlerdir. Aksonun bağlandığı alan akson tepeciği olarak adlandırılır. Multipolar nöronlarda dendrit yerleşimi gövde üzerinde dağılmış durumdadır. Dendritler aracılığı ile toplanan bilgiler (sinyaller) akson üzerinden hedef hücrelere veya yapılara gönderilir. Bu açıdan aksonun yapısına bakacak olursak akson zarı granüllü endoplazmik retikulum bulunmayışı ile gövde zarından farklılık gösterir. Bu da akson içinde protein sentezi olmadığı anlamına gelir. Yani akson üzerinden fonksiyon gösterecek proteinler, gövdede üretilip buraya taşınır. Bu da serebral kortekste yerleşik bir motor nöronun, medulla spinalis ön boynuzundaki alt motor nörona kadar uzanan bir aksonla protein ilettiği anlamına gelir. Akson ucunda bulunan sinapslar bu proteinlerin diğer nöron üzerindeki reseptöre ulaşmasını sağlar.



Şekil 1.1: Nöronun şekil olarak sınıflandırılmasına örnek olacak çizimler yer almaktadır. Soldan sağa doğru tek kutuplu nörondan çok kutuplu nörona doğru örnekler yer almaktadır. Nöronlarda bilgi akışının yönü akson dendrit farkını ortaya koymaktadır. Genellikle uzun olan akson bilginin hücreden uzağa doğru taşınmasına yarar. Psudo unipolar ve bipolar nöronlarda akson kısa olabilir. Bu nöronlar daha çok duyu nöronlarıdır. Unipolar nöron ancak gelişme aşamasında görülen nöronlardır.

Aksonlar uzandıkları yol boyunca kollateraller yani yan dallar verir. Bu kollateraller sayesinde oluşturulacak fonksiyonun kontrolünü sağlayacak yan bağlantılar da gerçekleştirilmiş olur. Bu yan dallardan bazıları aksonun çıktığı nörona veya yakınındaki bir nörona da gidebilir. Geri besleme ile oluşturulan kontrol mekanizması açısından bu bağlantılar önem taşımaktadır. Akson çapı insanda 1-25 μm arasında değişebildiği gibi kalamar gibi bazı deniz canlılarında 1mm çapında akson görmek mümkündür. Bu canlılar, laboratuvar araştırmalarında akson çalışmaları için idealdir. Akson tepeciğinden başlayan akson, akson terminalinde sonlanır, burada bir başka nöron veya organ ile (kas gibi) buluşma gerçekleşir. Nöronlar arasındaki buluşmaya sinaps denir. Akson sonlanmadan önce yan dallar verip bir ağaç kökü gibi saçaklanarak terminal dallanmayı oluşturur. Periferde bu dallanma motor nöron için birden fazla kas hücresinin innervasyonundan sorumlu olurken, sinir sistemi içinde refleks ve kontrol mekanizmalarını oluşturan bağlantılar sağlar. Sinapsların olduğu alanlar hafif genişlemeler gösterdiği için terminal buton olarak adlandırılır. Bu uçlar 50 nm çapında veziküller içerek kadar genişlemiştir. Cajal'ın iddia ettiği gibi bu sinapslarda bir hücre duvarı biter, diğer hücre duvarı başlar. Aradaki mesafe sinaptik aralık olarak adlandırılır. Bu aralıkta akson ucunda sona eren mikrotubuller, bol miktarda sinaptik veziküller ve enerji metabolizmasını düzenleyen mitokondriler yer alır. Akson sonlanmaları başka bir nöronun dendritinde, aksonunda ya da gövdesinde bulunur. Sinapslar hem nöron fonksiyonu, hem de ilaç veya toksin gibi birçok maddenin etkisinde rol oynayan önemli yapılardır.

Dendritler nöron gövdesi üzerinde uzanan ağaç dalları gibidir. Şekil, dağılım ve özelliklerine göre nöronların sınıflandırılması yapılmaktadır. Dendrit üzerindeki sinaps alanları postsinaptik membran olup özelleşmiş protein olan reseptörleri barındırır. Sinaptik aralığa bırakılan nörotransmitterlerin bu reseptörlere bağlanarak uyarıyı başlatması veya inhibe etmesi söz konusudur. Bazı nöronların (örneğin "medium spiny neuron" orta dikenli nöron) dendritleri özel yapılar olan dikensi çıkıntılarla kaplıdır. Dendritik spine olarak adlandırılan bu yapıların sinaptik aktivite ile ilişkili olduğu düşünülmekte, mental retardasyon gibi bazı durumlarda morfolojilerinin bozulması bu düşünceyi desteklemektedir.

Nöronların morfolojisine göre sınıflandırılması nöritlerin durumuna göre yapılmaktadır (Şekil 1.1). Tek nöriti olan sinir unipolar, iki nöritli olan bipolar, çok nöritli olan ise multipolar nöron olarak adlandırılır (polus: kutup). Bunun dışında nöronları denritlerine, bağlantılarına, akson uzunluklarına, taşıdıkları nörotransmitterlere göre de sınıflandırmak mümkündür. Sınıflandırmanın hangi amaçla yapıldığı önemlidir.

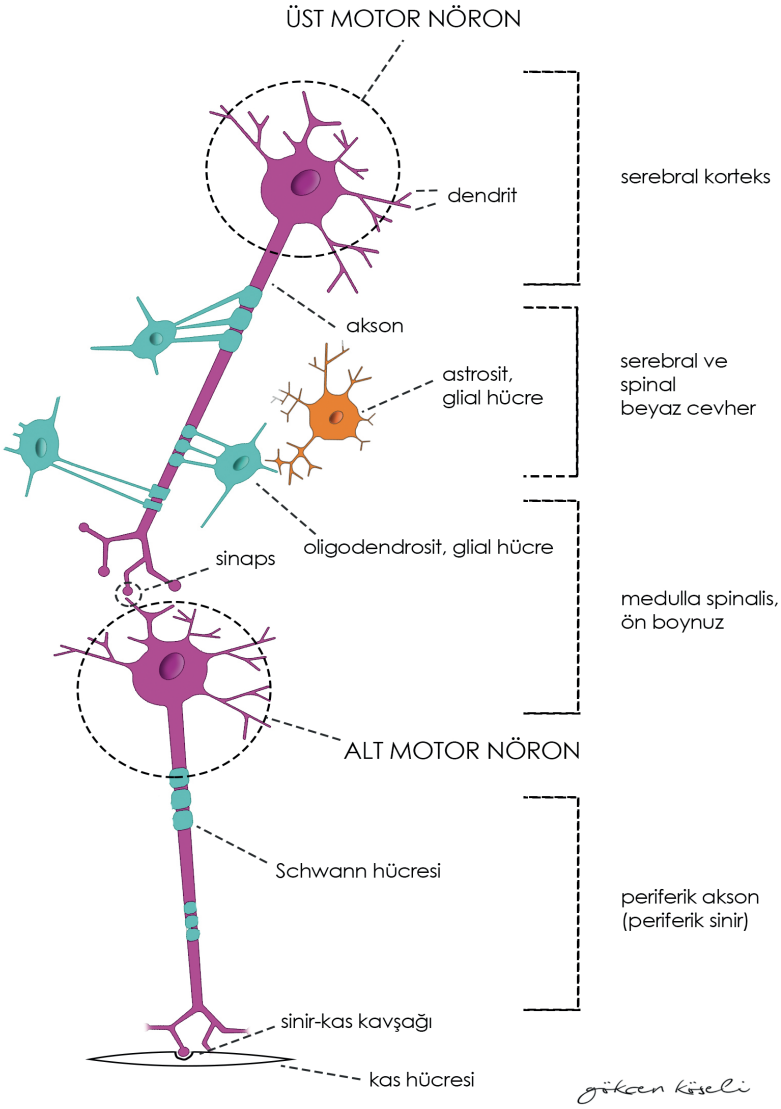
Merkezi sinir sistemi içinde yer alan nöron dışındaki hücreler topluca glia olarak adlandırılır. Bu hücrelerin fonksiyonları ilk başlarda çok anlaşılmamış olsa da, günü-

müzde glia hücrelerinin nöron fonksiyonunda yaşamsal öneme sahip olduğu bilinmektedir. Bu hücreler iyon dengesinden sorumlu olan astrositler, miyelinizasyondan sorumlu oligodendrositler ve periferde yer alan Schwann hücreleri, makrofaj özellikteki mikroglia hücreleri ile diğer sinir dışı hücreler olan ependimal hücrelerden oluşmaktadır.

Astrositler sinir sistemi içinde en yoğun olan hücrelerdir. Hücre dışı alanın kimyasal dengesinden sorumludur, potasyum iyonlarının dengesi hücre dışı ortamda bu hücreler tarafından sağlanır. Bu hücrelerin, çevreledikleri yapılardan ortaya çıkan kimyasalların yayılmasını engelledikleri düşünülmektedir. Bazı kimyasalların bertaraf edilmesinde de rol oynarlar.

Oligodendrosit ve Schwann hücreleri daha iyi tanımlanmış ve görevleri ortaya konulmuş hücrelerdir. Motor nöron açısından en önemli özellik, Schwann hücresinin periferik sinirlerdeki aksonların miyelinizasyonundan sorumlu olmasıdır. Oligodendrositler ise merkezi sinir sistemi içindeki miyelinizasyondan sorumludur. Ayrıca bir oligodendrosit sitoplazmik uzantıları ile birçok aksona myelin kılıf oluştururken, bir Schwann hücresi akson üzerindeki her iki Ranvier düğüm arasında küçük bir alanı kaplayacak şekilde şekilde miyelin kılıf oluşturur.

Ependimal hücreler merkezi sinir sisteminde beyin omurilik sıvısı dolaşan boşlukları döşeyen hücrelerdir. Beyin gelişimi sırasındaki roller hücre göçü açısından önemlidir. Mikroglialar ise sinir sisteminin fagositleri gibi davranan savunma hücreleri olarak tanımlanabilir. Dejenerasyon veya harabiyet durumunda bu hücrelerin fonksiyonları artar.



Şekil 1.2: Grafikte üst ve alt motor nöronun yerleşim alanları ile bu hücrelere eşlik eden glia hücreleri temsilen yer almaktadır. Üst motor nöronun beyin sapında yer alanları bu grafikte gösterilmemiştir. Oligodendrosit ve Schwann hücresinin yaptığı myelin kılıf farkı görülmektedir, her bir Schwann hücresi sadece küçük bir bölümü kaplamaktadır. Bu kılıfın tüm akson boyunca devamlı olduğu unutulmamalıdır. Burada sadece örnek birkaç hücre resmedilmiştir.

Merkezi sinir sistemi içinde sinir hücresinin yerleşimi

Merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi öz olarak aslından birbirinden ayrı olmayan yapılardır. Ancak öğrenmeyi kolaylaştırma açısından bu ayrıma gidilmesi söz konusudur. İlk bakışta merkezi sinir sistemini oluşturan yapılar kabaca telencephalon, diencephalon, mesencephalon, metencephalon (pons ve cerebellum), myelencephalon (medulla oblongata) ve medulla spinalis'dir. Gelişim sürecine dayandırılan bu sınıflandırma kaba anatomik özelliklerden yola çıkılarak yapılmıştır. Fonksiyonel açıdan bu yapıları birbirinden ayıran sınırlar ve özellikler olmadığı gibi her bir bölümün diğeriyle olan komşu kısmı birbirinden ayırt edilemez. Üst motor nöron bu yapılar içinde seyrederken bir bölümden diğerine devamlı olarak seyreder. Kısaca bilimsel kaynaklarda kullanılan ayrımlar ve sınıflamalar fonksiyonel veya hücresel açıdan bakıldığında anlamsız kalabilir.

Merkezi sinir sistemi içinde yer alan nöronların bulunduğu alanlar, ifade olarak nöron gövdesinin bulunduğu yeri işaret eder. Bu bölgeler miyelin içermediği için boz (gri) renkte görünür. Substantia grisea (boz madde) olarak adlandırılan bu doku yapısı, telencephalon kesitlerinde dış kısmı kaplayan kabuk şeklinde (cortex cerebri) yer alırken, telencephalon derininde, diencephalonun içinde ve beyin sapında (mesencephalon, pons ve medulla oblongata) adacıklar halinde bulunur. İç kısımlardaki bu adacıklar nucleus (çekirdek) olarak adlandırılır. Cortex cerebri içinde yer alan üst motor nöronun aksonu, bu yapılar boyunca substantia alba (ak madde) içinde seyrederek medulla spinalis'e iner (Şekil 1.2, 1.3).

Üst motor nöron kavramı primer motor alanda yerleşik efferent nöronlar için kullanılsa da, cortex cerebrinin her alanı iskelet kasının kontrolünde rol alan tractus corticospinalis için lif kaynağı oluşturur. Bu nedenle cortex cerebri yapısını anlamak da bu konu açısından önemlidir.

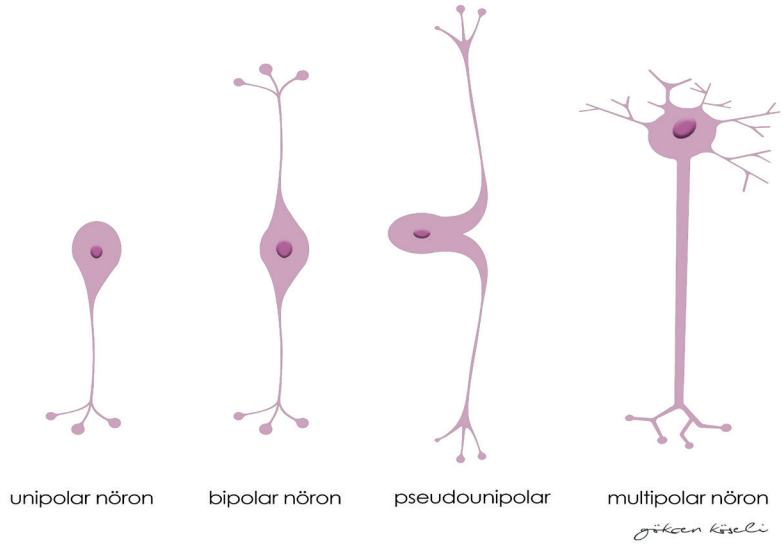
Alt motor nöronlar, beyin sapındaki motor çekirdeklere (kraniyal sinirlere ait) ve medulla spinalis'in ön boynuzuna yerleşmiştir (spinal sinirlere ait). Bu iki alan, öz olarak embriyonel dönemde nöral tüpün bazal plağından gelişen yapılardır. Başlangıçta kanal şeklindeki tüpün medulla spinalis düzeyinde tam olarak kapanması, alt motor nöronların medulla spinalis'in ön boynuzunda yer almasına neden olurken, beyin sapında özellikle pons'da ve medulla oblongata'nın üst yarısının arkasında dördüncü ventrikülün yer alması nedeni ile üst motor nöronlar bu yapıların orta hattına yakın bulunur. Cortex cerebri ve medulla spinalis'in motor nöronlarla ilgili bazı detayları aşağıda verilmiştir.

Cortex cerebri

Dış görünüşü açısından gyrus ve sulcus adı verilen kıvrımlarla kaplı olan cortex cerebri, bu kıvrımlar sayesinde yarım küre şeklindeki iki bölümü üzerinde geniş bir yüzeye sahiptir (Şekil 1.3). Fissura longitudinalis cerebri ile ikiye ayrılmış olan hemispherium cerebri (beyin yarımküreleri) üzerindeki en belirgin oluşum yandan bakıldığında

görülen sulcus lateralis'dir. Bu yarımküreler birbirinin ayna görüntüsü olacak şekilde benzer yapıları içerse de, ayrıntılı bakıldığında bire bir aynı olmadıkları kolaylıkla görülür. Sulcus lateralis dışında bulunan sulcus ve gyrus yapıları ders kitaplarında tanımlandığı gibi olmamasının yanı sıra, her iki hemisfer karşılaştırıldığında bile farklı şekillerdedir. Buna rağmen klasik olarak cerebrum dış görünüşü itibarı ile lobus frontalis, lobus parietalis, lobus occipitalis, lobus temporalis ve lobus insularis olmak üzere 5 farklı loba ayrılır. Bunun yanı sıra fonksiyonel sınıflandırmanın da işin içine katılması ile corpus callosum çevresinde yerleşmiş korteks yapıları lobus limbicus olarak adlandırılmıştır (Şekil 1.3).

İskelet kası motor fonksiyonunu ortaya çıkartan temel uyarılar frontal lob kaynaklıdır. Frontal ve parietal lobları birbirinden ayırdığı kabul edilen sulcus centralis'in önünde kalan alan primer motor alan olarak adlandırılır ve histolojik olarak agranüler korteks yapısındadır. Burada bulunan kortikal tabakalarda duyu ile ilgili kortikal tabakalardan farklı olarak granüler hücre tabakası kaybolur ve piramidal hücre tabakası belirgindir. Özellikle bu bölgedeki piramidal hücrelere diğer alanlardan daha büyük oldukları için, 1874'de bu hücreleri tanımlayan Ukrayna'lı bilim insanı Vladimir Alekseyevich Betz'e atfen Betz'in dev piramidal hücreleri denir. Bu hücrelerin aksonları tractus corticospinalis fonksiyonlarının temel uyarılarını taşırlar (Şekil 1.4).



Şekil 1.3: Beyin hemisferi ve beyin sapının yandan görünümünde yer alan yapıların çizimi. Metin içinde de belirtildiği gibi özellikle korteks yapıları çok farklılık göstermektedir. Bu çizimde temsili olarak sınırlar renklerle ayrılmış olmasına rağmen anatomik sınırlardan bahsetmek zordur.

Beyin Lobları ve Primer Motor Alan

Beyin korteksi yukarıda da bahsedildiği gibi sınırları çok net olmasa da loblara ayrılmıştır. Bu yapılar birbirinin devamı olan yapılar olmasına rağmen, elektrofizyolojik çalışmalar ve hücre mimarisi ile ilgili histolojik çalışmalar sayesinde bu yapıların farklı özellikler gösterdiği saptanmıştır. Bu konuda oldukça fazla çalışan bilim insanı olmasına rağmen (Theodor Meynert, Vladimir Betz, Alfred Walter Campbell, Grafton Elliot Smith) en son kabul gören hücre mimarisi çalışmaları, Alman bilim insanı Korbinian Brodmann (1868-1918) ve Grek kökenli bilim insanları Constantin von Economo (1876 -1931) ile Georg N. Koskinas (1885-1975) tarafından yapılan haritalandırmadır. Ancak sadece hücre mimarisinin incelenmesi ile yapılan bu korteks haritaları fonksiyonlar ile birebir örtüşmemektedir. Brodmann tarafından yapılan haritalandırma günümüzde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, elektrofizyolojik çalışmalar olmadan beynin herhangi bir fonksiyonel alanını saptamak mümkün değildir. Nasıl ki beyin dış görünüşü iki hemisfer arasında aynı değil ise fonksiyonel alanlar da her hemisfere ve her bireye özgü farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle insanda yapılacak beyin ameliyatlarına yol gösterici olması bakımından ya ameliyatlar uyutulmadan yapılmakta, ya da ameliyat öncesi ciddi elektrofizyolojik çalışmalar ile fonksiyonel alanların sınırları ve yerleşimleri ortaya konulmaktadır.

Sonuç olarak dış yapısı itibarı ile beyni tam sınırlar belirleyerek loblara ayırmak aslında zordur. Ama geleneksel yöntemle dış görünüşüne bakılarak beyin loblarına yerleşimlerinden dolayı lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis ve lobus occipitalis isimleri verilmiştir. Ancak lobus insularis ve lobus limbicus lokalizasyondan çok şekil itibarı ile verilmiş isimlerdir (insula: ada, limbus: kenar). Sulcus lateralis ile frontal ve temporal loblar birbirinden belirgin olarak ayrılsa da diğer lobların sınırlarını ayırt etmek zordur. Her ne kadar sulcus centralis'in frontal ve parietal lobları ayırdığı iddia edilse de, bu oluğu beyin üzerinde göstermek pratikte zordur. Motor fonksiyonlar ile ilgili olan frontal lobun "motor" ve "premotor" bölgelerindeki üst motor nöronlar, istemli motor hareketin planlanması ve karmaşık uyarı dizilerinin kontrolünden sorumludur ve doğrudan beyin sapı ile medulla spinalis'deki alt motor nöronların bulunduğu yerel sinir ağlarına bağlanırlar. Motor ve premotor alanlardan kaynaklanan indirekt bağlantılar da yine alt motor nöronlara dolaylı yolaklarla ulaşıp istemli hareket sırasındaki vücut postürünün korunmasını sağlar.

Hareketin kontrol merkezleri

Genel olarak bakıldığında hareketin kontrol edildiği merkez birden fazladır. Medulla spinalis'in ön boynuzu ve beyin sapında bulunan alt motor nöronların bulunduğu (yerel nöron bağlantıları ile birlikte) alanlar kasa ulaşan son merkez olma ayrıcalığı taşır. Alt motor nöronlara doğrudan veya yerel nöron bağlantıları aracılığı ile bağlanan üst

motor nöronların (serebral korteks ve beyin sapındaki nukleuslarda yer alanlar) bulunduğu alanlar, planlama ve karmaşık impulslardan sorumlu merkezdir. Son olarak doğrudan alt motor nöron veya yerel nöron bağlantılarına doğrudan uzanmayan serebellum ve bazal ganglia tarafından oluşturulan merkezler bulunmaktadır. Bu merkezlerin fonksiyonları oldukça iyi tanımlanmıştır. Her biri ayrı ayrı fonksiyonlara sahip olmalarına rağmen birlikte uyumlu çalışmaları sonucunda amacına uygun, ekonomik ve kontrollü hareketin oluşmasını sağlarlar.

Serebral korteksin motor ve premotor alanlarında yer alan üst motor nöron gövdeleri topografik yerleşim gösterir. Özellikle primer motor alandaki nöronlar sorumlu oldukları kas gruplarına göre haritalandırıldıklarında, el, yüz, ağız gibi yapılara ait nöronların daha fazla olduğu görülür. İnsan resmine dönüştürülen bu temsili grafik "motor homonculus" olarak adlandırılır. Bu merkez medulla spinalis'de yer alan merkezi kumanda ve kontrol eder.

Beyin sapında yer alan üst motor nöronlar ise nucleus ruber, nuclei vestibulares, nuclei reticulares gibi yapılarda yer alırlar. Bu yapılar öz olarak serebellum başta olmak üzere diğer beyin yapılarından aldıkları afferentlerle motor fonksiyon üzerinde dolaylı olarak etkilidir. Bu çekirdeklerden başlayan yollar tractus rubrospinalis, tractus vestibulospinalis, tractus reticulospinalis gibi aynı adlarla anılır: Bu yollar da yine medulla spinalis'de yer alan merkez üzerinde kontrol özelliğine sahiptir.

Medulla spinalis'de yer alan merkez yukarıda da bahsedildiği gibi kas üzerinde kumanda ve kontrol özelliği gösterir. Burada, sadece iskelet kasının kontrolü üzerinde durduğumuz için düz kas ve kalp kasının innervasyon özelliklerinden bahsedilmemektedir. Her kas lifi bir akson dalı ile innerve edilir ve bir aksonun innerve ettiği kas lifi sayısı değişebilir. Bu ünite (bir nöron ve innerve ettiği kas liflerinin bütünü) bir motor ünite olarak adlandırılır. Otuz üç çift somitten gelişen iskelet kası, medulla spinalis üzerinde otuz üç segment ile temsil edilir. Ancak son üç somit ve segment rudimente kaldığından gelişmiş insanda otuz bir çift spinal sinir görülür. Medulla spinalis'in ön boynuzunda alt motor nöronların dizilimi medialde aksiyal, lateralde ise distal kas gruplarını kontrol edenler bulunacak şekildedir. Torakal spinal segmentlerde ön boynuz çok ince bir sütun halini alır. Servikal ve lumbosakral spinal segmentlerde ise ekstremitelerin kas innervasyonu sebebiyle daha fazla alt motor nöron bulunduğu için oldukça geniş bir ön boynuz yapısı vardır. Bu hücre grubu bir sütun halinde uzandığı için columna grisea anterior olarak da isimlendirilir.

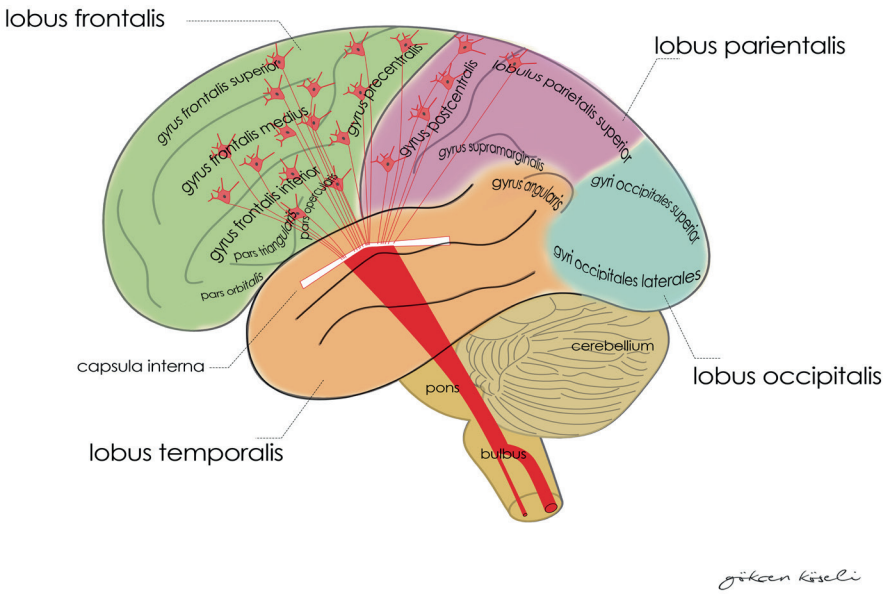
Bazal çekirdekler (veya basal ganglia) ve serebellum motor kontrolden sorumlu yapılar arasında daha belirgin sınırlar gösteren nöron yığınlarından oluşurlar. Bağlantıları da oldukça iyi tanımlanmıştır. Serebellum morfolojik olarak da merkezi sinir sistemi içinde ayrı bir yapı olarak geliştiği için anatomisi daha iyi tanımlanmıştır. Bağlantılar açısından ise bazal çekirdekler gibi oldukça karmaşık donanıma sahiptir.

ALT ve ÜST MOTOR NÖRON BAĞLANTILARI

İstemli hareketin "motor organı" olan iskelet (çizgili) kasının kontraksiyonu 'alt' motor nöronlar tarafından başlatılır. Bu nöronların (α motor nöronlar) hücre gövdelerinin medulla spinalis'in ön boynuzunda veya beyin sapındaki kraniyal sinirlerin motor çekirdeklerinde bulunduğu yukarıda da belirtilmişti. Medulla spinalis ön boynuzunda bulunmaları durumunda aksonlarını, spinal sinirlerin ön kökleri ve spinal sinirler ile beyin sapındaki kraniyal sinir çekirdeklerinde bulunmaları durumunda ise kraniyal sinirler aracılığıyla doğrudan iskelet kaslarına gönderirler. Alt motor nöronun sağlıklı bir hareketi ortaya çıkarması için gerekli nöronal bağlantı-uyarı silsilesi medulla spinalis ve beyin sapındaki yerel nöron devreleri aracılığıyla belirlenir. Bu bağlantılar ve uyarıların kaynakları aşağıda açıklanmıştır.

ALT MOTOR NÖRON BAĞLANTILARINI KONTROL EDEN YAPILAR

Üst merkezlerden inen tractus corticospinalis gibi motor yollar, 'üst motor' nöronların aksonları tarafından oluşturulur (Şekil 4). Üst merkezlerden inen yollar yerel devreleri etkileyerek alt motor nöronun aktivitesini düzenler**.** Üst motor nöronların hücre gövdeleri ya serebral kortekste ya da nucleus vestibularis, colliculus superior gibi farklı beyin sapı yapılarında bulunur. Serebral korteks kaynaklı olanlar, istemli hareketin planlanması, başlatılması ve sonlandırılması gibi uyarılar taşırken, beyin sapından başlayanlar daha çok odiovizüel ve vestibuler uyarılarla ilgili olarak baş, boyun, göz, gövde hareketlerinin oryantasyonu, postür ve kas tonusu gibi fonksiyonlardan sorumludur. Üst motor nöronun aksonları, beyin sapı ve medulla spinalis'deki alt motor nöronun da içinde bulunduğu yerel devre nöronları ile iletişim halindedir. Medulla spinalis ön boynuzu ve beyin sapı kraniyal sinir çekirdeklerinin bulunduğu alanlarda yer alan yerel devre nöronları, duyu nöronlarından direkt input alır, böylece beyin sapı ve medulla spinalis seviyesinde yönetilen önemli duyu motor reflekslere aracılık eder. Bu sebeple alt motor nöronlar çeşitli kaynaklardan iskelet kasına nöral bilginin iletildiği **son ortak yoldur**. Sonuç olarak **iskelet kasına giden bir uyarı en sonunda alt motor nörondan geçmek zorundadır**. Bu nöronun kasa gönderdiği uyarının özellikleri kasın kasılmasını belirleyen en önemli faktördür. Bu nedenle hareketin "**son ana yolu**" alt motor nörondur. Bu metin içinde medulla spinalis içinde yer alan inen yollar ve periferik sinir dağılımlarına yer verilmemiştir. Okuyucu bu yollar ile ilgili ayrıntıları, periferik sinir dağılımlarını herhangi bir nöronatomi kaynağından okuyarak tamamlayabilir.



Şekil 1.4: Tractus corticospinalis'in temsili olarak seyri, motor, premotor ve duysal alanlardan gelen lifler temsil edilmiştir. Primer motor alandan katılan hücreler arasında dev piramidal hücreler de yer almaktadır. Burada capsula interna'nın diencephalon seviyesinde ve derinde yer aldığı unutulmamalıdır. Bulbus (medulla oblongata) düzeyindeki çaprazlaşan lifler tractus corticospinalis lateralis'i oluştururken, diğer lifler tractus corticospinalis anterior'u oluşturur.

SEREBELLAR ORGANİZASYON VE MOTOR HAREKETİN MODULASYONU

Motor hareketlerin düzenlenmesinde, amaca uygun gerçekleştirilmesinde ve koordinasyonunda görevli olan serebellum kaynaklı efferent lifler, beyin sapı ve medulla spinalis'de bulunan yerel devrelere veya alt motor nörona doğrudan ulaşmazlar. Bunun aksine serebellum, üst motor nöronun aktivite örüntüsünü değiştirerek, gerçekleşen motor hareketi, yapılması planlanan harekete göre uyumsuz ve hatalı kısımlarını giderecek şekilde düzenler. Bu sebeple serebellumun, üst motor nöron ile efferent bağlantılarının yanı sıra, yapılan hareket ve postür ile ilgili bilgi sağlayan afferentleri de vardır. Bu sayede serebellumda motor hataların tekrarlanmasını önleyen bir hafızanın oluşması da sağlanır.

Serebellum üç tabakalı bir korteks yapısı ve derininde bulunan serebellar çekirdeklerden oluşur. Korteks ve çekirdeklerde nöron hücrelerinin gövdeleri yer alır. Serebellumun afferentleri hem serebellar kortekse hem de derin serebellar çekirdeklere projekte olur. Serebellumun korteksinden başlayan efferentleri önce derin serebellar çekirdeklere, daha sonra motor nöronun aktivitesini düzenlemek üzere beyin sapındaki ve diensefalondaki yapılara, dolaylı olarak da serebral kortekse ve medulla spinalis'e projekte olur. Serebral korteks ve beyin sapı ile resiprokal bağlantılar gösteren serebellum büyük bir döngünün kilit yapısıdır. Bu lif döngüsü göz önüne alındığında serebellumun primer fonksiyonu, üst kortikal yapılardan (serebral) gelen projeksiyonlar sayesinde yapılması planlanan motor hareket ile yapılmakta olan hareket arasındaki farkı (motor hata) belirlemektir. Belirlenen motor hataların düzeltmeleri, motor hareket devam ederken kullanılabileceği gibi motor hafıza olarak belleğe aktarılabilir.

Serebelluma gelen afferent lifler kaynağına göre üç ana kısma dağılır; serebroserebellum vestibuloserebellum ve spinoserebellum. Primatlarda oldukça gelişmiş olan serebroserebellum, lateral serebellar hemisferlerin çoğunu kapsar ve serebral korteksin birçok kısmından afferent lifler alır. Serebroserebellum, konuşma gibi ardışık motor hareketlerin planlanması ve doğru olarak gerçekleştirilmesi gibi yüksek beceri gerektiren motor hareketlerin düzenlenmesinde önemli bir göreve sahiptir.

Geleneksel tanımlamaya göre filogenetik olarak en eski kısım olduğu iddia edilen vestibuloserebellum kaudal kısımda olup, flokkulus ve nodulus bölümlerini içerir. Postür ve dengenin sağlanmasında gerekli motor düzeltmelerin gerçekleştirilmesi için bu kısım beyin sapındaki vestibüler çekirdeklerden afferent lifler alır.

Serebellar hemisferlerin median ve paramedian alanlarından oluşan spinoserebellumun lateral kısmı, distal kasların hareketi ve yapılmakta olan hareketin devam ettirilmesi ile ilgili olarak medulla spinalis'den direk afferent lifler alan tek serebellum kısmıdır. Spinoserebellumun santral kısmı (vermis) proksimal kasların hareketinden ve vestibular afferentlerden gelen afferent lifler aracılığıyla göz hareketlerinin düzenlenmesinden sorumludur.

SEREBELLUMUN AFFERENTLERİ

Serebelluma gelen afferent lifler yukarıda da bahsedildiği gibi serebral korteks, medulla spinalis, vestibuler çekirdekler gibi farklı yapılardan başlamaktadır. Bu afferent liflerin en uzun seyirlisi, serebral korteksten başlayıp pontin çekirdekler aracılığıyla serebelluma ulaşan liflerdir. Bu afferent liflerin çoğu serebroserebellumda sonlanır. Frontal lobun primer motor ve premotor korteks, anterior parietal lobun primer ve sekonder somatik duyu alanları, oksipital lobun primer ve parietal lobun sekonder görme alanı korteksten kalkan afferent liflerin çoğunluğunun başlangıcını oluşturur. Serebelluma

gelen görsel afferent lifler, hareketli görsel uyaranın işlenmesi ile ilgili kortikal alanlardan kaynaklanmaktadır. Kortikal yapılardan gelen liflerin çoğu ara durak olarak ponsta bulunan pontin çekirdeklerde sinaps yaptıktan sonra serebelluma ulaşır ve bu lifler tractus corticopontocerebellaris adını alır. Ponsun bir yarısında bulunan çekirdeklerden başlayan lifler serebellumun karşı yarısına gittiği için pons yüzeyindeki transvers çizgilenmeler çıplak gözle de görülebilir. Transvers seyreden pontoserebeller liflerin arasından medulla spinalis'e doğru inen kortikospinal yolağa ait lifler birbirlerinden ayrılıp fasiküllere bölünürler. Burada bahsedilen kortikopontoserebellar liflerdeki çaprazlaşma sayesinde, serebral korteksin bir yarısından gelen lifler serebellumun karşı yarımına ulaşır.

Serebellumun vestibuloserebellum kısmına projekte olan lifler arasında sekizinci kraniyal sinirden (n. vestibulocochlearis) kaynaklanan (vestibuler gangliondan doğrudan gelirler) ve medulla oblangata'daki vestibular çekirdeklerden kalkan aksonlar vardır. Bu duyusal aksonların dışında, periferden gelen proprioseptif impulsların ara durağı olan medulla spinalis'de bulunan Clarke nukleusundan gelen ve spinoserebelluma projekte olan aksonlar da vardır.

Serebellumun ana görevlerinden biri, koordine hareketin yapılması sırasında ekstremitenin pozisyonu ve vücut postürünün korunmasıdır. Pozisyon ve postürün korunmasıyla ilgili vestibular ve spinal impulslar iç kulaktan, kas iğciklerinden, vücudun hareketi ve pozisyonunu algılayan mekanoreseptörlerden kaynaklanan afferent lifler serebellumun özellikle vestibuloserebellum kısmında sonlanır.

Tüm serebellum, beyin sapındaki locus ceruleus ve nukleus olivarius inferior'dan düzenleyici afferentler alır. Bu çekirdekler, serebellar devrelerin aracılık ettiği öğrenme ve bellekte görevlidirler.

SEREBELLUMUN EFFERENTLERİ

Vestibuloserebellumdan vestibular çekirdeklere olan direkt projeksiyonların haricinde, serebelluma ait efferentler, serebellar korteksten serebellar çekirdeklere projekte olur. Serebellar çekirdeklerden çıkan lifler ise talamus aracılığıyla primer ve premotor kortekste ve beyin sapında bulunan üst motor nörona projekte olur. Bu döngü sayesinde yapılması planlanan hareket ile hareketin performansı sürekli olarak karşılaştırılarak, hareketin amaca uygun ve düzgün bir şekilde yapılması sağlanır.

Serebellumun efferentlerinin kaynağı olan derin serebellar çekirdekler dört tanedir. Bunlar; nucleus dentatus, nucleus emboliformis, nucleus globosus ve nucleus fastigii'dir. Nucleus emboliformis ve nucleus globosus'un ikisine birden nucleus interpositus adı verilir. Derin çekirdeklerin her biri serebellar korteksin farklı bölgesinden afferent lifler alır. Dentat çekirdeğin afferentleri serebro-serebellumdan, interpositus

çekirdeklerinin spinoserebellumdan, nuclus fastigii'ninkiler ise vestibuloserebellumdan kaynaklanmaktadır.

Serebellum, serebral korteksin aksine kendi tarafındaki (ipsilateral) vücut yarısının kaslarının koordinasyonundan sorumludur. Bu nedenle serebellumun bir yarısından çıkan lifler serebral korteksin diğer yarısına ulaşmak durumundadır. Sonuç olarak, bu iletişim ağı üzerinde bulunan yapılardan, serebellumun nucleus dentatus'undan çıkan lifler çaprazlaşıp karşı taraf talamustaki ventrolateral çekirdek kompleksinde sinaps yaparak serebral kortekse ulaşırlar. Serebral korteksten çıkan üst motor nöron aksonlarının büyük bir kısmının beyin sapında, geri kalan bölümünün ise medulla spinalis'de orta hattı çaprazlayarak alt motor nöronlara ulaştığı göz önüne alınır ise, serebellum hemisferlerinin nasıl kendi tarafındaki iskelet kasını koordine ettiği anlaşılır (Şekil 1.4).

Serebroserebellumun serebral korteksten afferent lifler alması ve aynı serebral hemisfere efferent lif göndermesi nedeniyle motor hareketin modülasyonunun temel olarak serebroserebellumdan yapıldığı söylenebilir. Serebroserebellum sadece serebral korteks değil aynı zamanda kas, kiriş, bağ ve eklem kapsülü gibi periferik hareket elemanlarından da yoğun proprioseptif uyarılar alır. Bu iki ayrı kaynaktan gelen uyarıların işlenmesinden sonra, talamus aracılığıyla serebral kortekste bulunan üst motor nörona düzenleyici sinyaller gönderilir. Hareketin amaca uygun olarak, kontrollü, düzenli ve akıcı olarak gerçekleştirilmesi, serebroserebellumun bu bağlantı halkası sayesinde olur. Hareketin konforlu olmasında serebroserebelluma ulaşan modülatör girdilerin önemi oldukça açıktır. Eğer afferent uyarılarda sorun olursa, serebellar modulasyonda bozulacaktır. Diabetes mellitus gibi nöropatinin yoğun görüldüğü kronik hastalıklarda, hastaların serebellar sorunu olmamasına rağmen postürleri ve hareketleri olumsuz olarak etkilenmektedir.

Yukarıda verilen bilgilerden de anlaşıldığı üzere, serebellum serebral korteks ile doğrudan değil, talamik çekirdekler aracılığı ile bağlantı kurar. Dolayısı ile talamus da ara yapı olarak hareketin, yani iskelet kasının modülasyonunda önemli bir aracıdır. Kabaca talamusun bu fonksiyonla ilgili bölgesi iki alt bölüme ayrılabilir. Bunlar ventral lateral çekirdek kompleksi ve 'X Alanı'dır. Bu her iki çekirdek grubundan çıkan lifler primer motor ve premotor alanlara ulaşır. Böylece serebellumdan çıkan impulslar, istemli hareket için gerekli olan karmaşık kas kasılmaları için uyarıyı sağlayan üst motor nörona ulaşmış olur. Serebellumun ikinci bir bağlantı grubu da beyin sapına doğru uzanır. Derin serebellar çekirdeklerden çıkan lifler mezensefalon, pons ve medulla oblongata'daki retiküler formasyon, colliculus superior, vestibular çekirdekler ve nucleus ruber gibi yapılarda sonlanırlar. Bu yapılardan başlayan yollar, medulla spinalis'de bulunan alt motor nörona inen yollar aracılığı ile ulaşarak motor aktivitenin kontrolüne yardımcı olur. Bu yollarla ilgili detaylı bilgiye burada yer verilmemiştir.

Serebroserebellumun önemli bir özelliği de, periferden sağlanan geri bildirimin, yorumlanmasından elde edilen sonuçlara göre serebral korteksin non-motor alanlarına motor hatalara ilişkin geri bildirim göndermesidir. Bu fonksiyonu sağlayan lifler karşılıklı olarak kapalı bir devre oluşturur. Yani serebellum, kendisine afferent lif sağlayan kortikal alanlara efferent lifler gönderir. Bu kapalı devreler, farklı kortikal alanlardan afferent lifler alan ve premotor/motor korteksin belirli bölgelerindeki üst motor nörona geri efferent lifler gönderen 'açık devrelere' paralel olarak çalışır.

BAZAL ÇEKİRDEKLER (NUCLEI BASALES, BASAL GANGLIA)

İstemli hareket, korteks ve beyin sapında üst motor nöronların bulunduğu motor alanlar tarafından başlatılır. Bu motor alanlarda bulunan üst motor nöronlar, beyin sapı ve medulla spinalis'deki alt motor nöron ve yerel devrelerin aktivitesini kontrol ederek bu fonksiyonu gerçekleştirir. Bazal çekirdekler, başlatılan motor hareketin kontrolünde önemli rol oynar. Bu yapılar da yerel devrelere veya alt motor nörona direk projekte olmaz, üst motor nöronun aktivitesini düzenleyerek hareketi etkilerler.

Bazal çekirdekler telensefalonun derinine ait nöron gövdelerinin oluşturduğu kümeler (boz madde kitlesi) olup, fonksiyonel ve anatomik olarak birbirinden farklı olan nöronlardan oluşurlar. Klasik anatomi kitaplarında, nucleus caudatus, putamen ve globus pallidus'un yanı sıra bunlara komşu beyaz cevher yapıları da bazal çekirdekler arasında sayılmasına rağmen, fonksiyon açısından ilişkiler ortaya çıkarıldıkça, komşu beyaz cevher yapılarının bazal çekirdeklerle ilişkisi olmadığı anlaşılmıştır. Bu bölgeye uzak olan substantia nigra veya subtalamik nukleus gibi bazı yapılar da bağlantıları nedeni ile bazal çekirdekler içinde değerlendirilmektedir. Bu bakış altında, nucleus caudatus ve putamen'in ikisine birden striatum veya neostriatum adı verilir. Striatum bu sisteme gelen afferentleri aldığı için temel olarak bazal çekirdeklerin giriş kapısı olarak kabul edilebilir. Bazal çekirdeklerin iç bağlantıları ile oluşan son uyarılar talamusun dorsal kısmına ulaşır (ventrolateral çekirdek, VL), buradan kalkan lifler ise yoğun olarak serebral korteksin 6.alanına uzanır. Böylece serebral korteksten projeksiyonlar alan bazal çekirdekler (striatum) ile serebruma (özellikle suplemental motor alana) talamus aracılığı ile projekte olan bazal çekirdekler arasında bilgi akışının sağlandığı bir döngü oluşur. Bu döngü sayesinde planlanan harekete ilişkin serebral korteksin özellikle frontal, prefrontal ve parietal bölümlerinden kalkan motor emirler bazal çekirdeklere de ulaşır, istemli hareketlerin başlatılması, durdurulması ve seçilmesinde fonksiyon gösterir.

Bazal çekirdekler tarafından oluşturulan döngüdeki nöronların üst motor nöronlara olan etkisi istemli hareketin normal seyri için gereklidir. Bu döngüdeki yapılarda meydana gelen karışıklıklar sonucu, motor hareketi başlatan ve sonlandıran emir-

ler arasında uyumsuzluklar olur. Bu da hareketin başlama, devam etme ve durması arasındaki düzenliliğin kaybolmasına yol açar. Bu düzensiz hareket, normalde bazal çekirdekler tarafından sağlanan denetim kontrolünün olmaması sonucu, anormal üst motor aktivitesinden kaynaklanır. Örnek olarak Parkinson Hastalığındaki bulgular göz önüne alınırsa, bu düzensizlik daha iyi anlaşılabilir. Serebral korteks ile bazal çekirdekler arasında motor hareketin düzenlenmesi için oluşan döngüde, bazal çekirdeklere gelen kortikal afferentlerin hedefi striatum, talamusa olan efferentlerin kaynağı ise globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata'dır. Diğer bir deyişle globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata bazal çekirdeklerin çıkış kapısı niteliğinde kabul edilebilir. Bazal çekirdekler arasındaki bağlantılar iki türlü seyreder, direkt ve indirekt yolaklar: direk yolak serebral korteks, striatum, globus pallidus medialis ile substantia nigra pars reticulata, talamus (VLo) ve tekrar serebral kortekse ulaşacak sıralamayı takip eder. İndirek yolak ise serebral korteks, striatum, globus pallidus lateralis, subtalamik nukleus, globus pallidus medialis ile substantia nigra pars reticulata, talamus ve yine serebral kortkse projekte olur. Striatum'dan kalkan aksonların oluşturduğu bu iki farklı döngüden ilki (direk) monosinaptik bağlantı, diğeri (indirek) polisinaptik bağlantıdır. Direk döngü, serebral korteksten striatum'daki nöronlar üzerine olan eksitatör nöronlar ile başlar. Eksitatör özellikli glutamaterjik lifler striatum'dan globus pallidus medialise ve substantia nigra pars reticulataya projekte olan inhibitör nöronların aktivitesini arttırır. Globus pallidus medialisden talamusa giden efferentler lifler de inhibitör özellikteki GABAerjik nöronlardır. Talamusa giden GABAerjik inhibitör nöronlar, globus pallidus medilise gelen inhibitör lifler tarafından inhibe edilir. Böylece globus pallidus medialisin talamus üzerindeki inhibitör etkisi ortadan kalkar. Eksitatör özellikteki talamokortikal bağlantılar (ventrolateral çekirdekten yardımcı motor alana) aracılığıyla yardımcı motor alandaki hareket ilişkili nöronların deşarjları kolaylaşır.

Korteksin talamus aracılı eksitasyonu, direk döngüde yer alan yapılardaki nöronların kimyasal özellikleri sebebiyle gerçekleşir. Korteksten putamen'e gelen glutamaterjik lifler putamen nöronlarını uyarırken, bu nöronlar globus pallidus nöronlarını inhibe eder. Globus pallidus'da yer alan nöronlar (GABAerjik nöronlar) dinlenme durumunda spontan olarak aktiftir ve talamusu inhibe eder. Globus pallidus'da bulunan inhibitör nöronların inhibe olması (disinhibisyon) ile talamus inhibisyonu ortadan kalkar ve glutamaterjik lifler ile korteks aktivasyonu artırılır. Artan korteks aktivitesi eş zamanlı olarak çalışan indirek döngü ile dengelenir.

İndirekt döngüde ise glutamaterjik kortikal lifler striatum'u uyarır. GABAerjik striatal nöronlardaki artmış aktivite globus pallidus lateralis aktivitesini azaltır. Subtalamik çekirdek nöronları, globus pallidus lateralis'deki GABAerjik nöronların spontan aktiviteleri sebebiyle inhibisyon altındadır. Globus pallidus lateralis aktivitesindeki

azalma, subtalamik çekirdek nöronlarının (Glutamaterjik nöronlar) disinhibisyonu ile sonuçlanır. Disinhibisyon sonucu artmış subtalamik çekirdek aktivasyonu, globus pallidus internus'a olan eksitasyonu artırır. Globus pallidus internus'daki GABAerjik nöronların aktivitesinin artması, talamik nöronlarda inhibisyona ve dolayısıyla korteks aktivitesinde azalma ile sonuçlanır.

Bazal Çekirdeklere olan Projeksiyonlar

Bazal çekirdeklere gelen afferentlerin sonlandığı ana yerin, striatum olarak isimlendirilen nucleus caudatus ve putamen olduğu yukarıda da ifade edilmişti. Korteksin farklı kısımlarından gelen bu aksonlar striatum'da bulunan orta dikenli nöronlar olarak adlandırılan nöronların dendritlerine ulaşır. Orta dikenli nöronların oluşturduğu büyük dendritik ağaç, korteks, talamus ve beyin sapı yapılarından gelen girdileri birleştirir. Orta dikenli nörondan çıkan aksonlar, globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata'da bulunan nöronlara projekte olur. Bu iki yapı da bazal çekirdeklerin efferentlerinin ana kaynağı olarak talamusa projekte olur. Serebral korteksten başlayıp yine serebral kortekse, talamusa ve medulla spinalis'e giden yollara ait kollateral aksonlar, striatum'da bulunan orta dikenli nöronların dikenli çıkıntıları üzerinde eksitatör glutamaterjik sinapslar oluşturur. Tek bir orta dikenli nöron ile sinaps yapan çok sayıda kortikal akson bulunmaktadır. Bu durum orta dikenli nöronun tüm afferentleri bütünleştirmesine olanak sağlar.

Striatum'daki orta dikenli nöronlara kortikal liflerden farklı olarak internöronlardan, talamus'tan (intralaminar ve orta hat çekirdeklerinden) ve beyin sapından (aminerjik çekirdekten) da afferent lifler gelir. Korteksten gelen nöronlar ile beynin daha alt kısımlarından gelen nöronların orta dikenli nöron üzerinde sinaps yaptıkları yerler birbirinden farklılık gösterir. Korteksten gelen lifler dikenli çıkıntılar üzerinde sinaps yaparken, yerel devre nöronları ve daha alt kısımlardan gelen lifler dendritik uzantı ve somaya yakın olarak sinaps yapar. Bu şekilde daha distal kısımlardan gelen kortikal sinaptik aktivasyonu da düzenleyebilir.

Primer görme ve primer işitme alanları dışında neokorteksin neredeyse tüm bölgeleri doğrudan striatum'a projeksiyon lifleri gönderir. Temporal, insular ve singulat korteksten daha yoğun olmak üzere tüm korteksten başlayan lifler, kortikostriatal yol adını alarak nucleus caudatus ve putamen'e ulaşır. Nucleus caudatus ve putamen ayrı ayrı incelendiğinde, korteksin farklı kısımlarından afferent lifler aldıkları görülür. Bu durum iki yapının farklı fonksiyonellik göstermesine neden olur. Nucleus caudatus özellikle asosiyasyon alanları ve göz hareketlerini kontrol eden frontal lobdaki motor alandan projeksiyonlar alırken; putamen, parietal lobdaki primer ve sekonder somatik duyusal korteks alanları, oksipital ve temporal lobdaki sekonder görme korteksinden, frontal lobdaki premotor ve motor kortekslerden ve temporal lobdaki işitme asosiyas-

yon alanından lifler alır. Özetle kortikostriatal yol içinde farklı işlevlere hizmet eden birden fazla paralel yol birlikte seyretmektedir.

Beyin sapındaki substantia nigra'nın pars compacta kısmından kaynaklanarak orta dikenli nörona gelen aminerjik afferentler dopaminerjiktir. Bu dopaminerjik lifler, orta dikenli nörona gelen kortikal sinapslara yakın olarak yerleşerek kortikal afferentleri ayarlar.

Orta dikenli nöron üzerine korteksten ve beyin sapından gelen lifler, aksiyon potansiyelinin üretildiği başlangıç segmentine uzak olarak sonlanır. Eş zamanlı olarak farklı beyin bölgelerinden gelen eksitatör özellikteki lifler orta dikenli nöronu aktif olarak tutar. Genellikle sessiz olan orta dikenli nöron, hareketin başlaması ile aksiyon potansiyelleri üreterek aktif hale gelir. Başlatılmak üzere olan hareketten birkaç saniye önce orta dikenli nöronun deşarjları artar. Bu deşarjlar başlayan hareketin bir parçasıdır. Putamen'deki nöronların deşarjları vücut hareketlerinden önce, nucleus caudatus nöronlarının deşarjları göz hareketlerinden hemen önce artar.

Bazal Çekirdeklerin Efferentleri

Bazal çekirdeklerin efferentlerinin kaynağı olan globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata'dan kalkan lifler, beyin sapı ve talamusun belirli bölgelerine projekte olur. Talamusa gelen lifler özellikle ventral anterior, ventrolateral ve intralaminar çekirdeklerde sonlanır. Bu talamik çekirdekler de korteksin motor alanlarına projekte olur. Bazal çekirdeklere projekte olan frontal korteks bölgeleri, talamik projeksiyonlarla bazal çekirdeklerden geri lifler alır. Bu şekilde farklı kortikal alanlardan kaynaklanan ve bazal çekirdekler ve talamustan geçerek tekrar frontal lobdaki motor alanlara geri dönen bir döngü oluşur.

Globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata'daki nöronlardan başlayan efferent lifler, bazal çekirdekler ile korteks ve beyin sapında bulunan üst motor nöronlar arasında bağlantı kurar. Bu iki çekirdek yapısında bağlantısallıkları açısından farklılık vardır. Globus pallidus medialis'den kalkan lifler talamusun ventral anterior ve ventral lateral çekirdeklerinden geçerek korteksteki motor alanlara ulaşırken; substantia nigra pars reticulata'dan çıkan aksonlar talamusa uğramadan colliculus superiordaki üst motor nöronlara ulaşır.

Globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata fonksiyonel olarak benzerdir. Substantia nigra pars reticulata ve globus pallidus'un embriyojenik olarak ortak kökenli oldukları, gelişim sırasında capsula interna ait lifler ile birbirinden ayrıldıkları çalışmalarla gösterilmiştir. Striatum'daki orta dikenli nöronlardan globus pallidus medialis ve substantia nigra pars reticulata'ya gelen projeksiyonların sonlanma yerleri, striatum'da orjinlendikleri yapıya göre farklılık gösterir.

Bazal çekirdeklerden beyin sapına inen pallidal ve nigral projeksiyonlar, yürüme ve dengeyle ilişkili beyin sapı ve medulla spinalis'deki motor devreleri etkileyen yolları oluşturur. Bazal çekirdeklerden ve serebellumdan gelen girdiler, beyin sapı çekirdeklerinde hareketin düzenlenmesi için bütünleştirilir. Pedunkülopontin çekirdek, bazal çekirdekler ve talamusa olan geri projeksiyonları aracılığıyla bazı geri-besleme devrelerinin parçasıdır. Substantia nigra pars reticulata'dan orjinlenen efferentler talamusa uğramadan, baş ve göz hareketlerinin kontrolüne katılan colliculus superior'daki üst motor nöronlara gider.

Globus pallidus internus ve substantia nigra pars reticulata nöronların GABAerjik olması sebebiyle, bazal çekirdeklerin efferent lifleri inhibitör özelliktedir. Striatal nöronlar yüksek spontan aktiviteye sahiptir. Spontan aktiviteleri ile colliculus superior ve talamustaki nöronları tonik olarak inhibe ederek istenmeyen hareketleri önlerler. Striatal orta dikenli nöronların GABAerjik inhibitör olması sebebiyle, korteksten striatum'a ulaşan eksitatör afferentlerin net etkisi, globus pallidus ve substantia nigra pars reticulata'daki spontan aktif inhibitör nöronların inhibisyonudur.

İstemli vücut hareketinin olmadığı durumda, talamusun ventral anterior ve lateral çekirdeklerindeki ara nöronlar, globus pallidus nöronları tarafından inhibisyon altındadır. Orta dikenli nöronun aktivitesi ile pallidal nöronlar inhibe edildiğinde, talamik nöronlar disinhibe olur ve diğer yapılardan gelen afferent lifleri korteksteki üst motor nöronlara aktarabilir. Bu disinhibisyon, üst motor nöronun hareketi başlatan yerel devre nöronları ve alt motor nöronlara emirleri göndermesine olanak sağlar. Tonik inhibisyondaki anormal azalma, üst motor nöronun aşırı uyarılması sonucu istek dışı hareketliliğe yol açan bazal çekirdek disfonksiyonuna sebep olur.

Sonuç

Motor kontrol merkezi sinir sisteminin oldukça kompleks fonksiyonlarından birisidir. Yoğun afferent ağ sayesinde bilgi akışı ile desteklenen bu sistem dört ana merkezden yönetilmektedir. Bunlar serebral korteks, beyin sapı ile medulla spinalis ön boynuzu, serebellum ve bazal çekirdekler olarak ortaya çıkmaktadır. Medulla spinalis ön boynuzunda ve beyin sapında bulunan alt motor nöronlar kasa ulaşan son nöron olma özelliğinden dolayı "son ana yol" olarak değerlendirilir. Buraya ulaşan impulsların özelliği hareketin koordinasyonu, amaca uygunluğu ve ekonomik olmasının yanında kasın tonusu ve istirahati için de önem arz etmektedir. Bu nedenle üst merkezlerdeki afferent ve efferent bağlantılar hareketin kontrolünde belirleyici role sahiptir. Bu nedenle üst ve alt motor nöronların serebellum ve bazal çekirdeklerle bağlantılarıyla birlikte ele alınması motor hastalıklar ve tedavilerinin anlaşılması için elzemdir. Bu bölümde de mümkün olduğu kadar bu bağlantılar üzerinde durularak klasik anatomi bilgisin-

den kaçınılmaya çalışılmıştır. Okuyucu medulla spinalis içinde yer alan inen yollar ve periferik sinir dağılımları ile ilgili ayrıntıları herhangi bir nöronatomi kaynağından okuyarak tamamlayabilir.

KAYNAKLAR

1- Ann B. Butler, William Hodos-Comparative Vertebrate Neuroanatomy (Second Edition)-John Wiley and Sons, New Jersey. 2005.

2- Cheney PD. Role of cerebral cortex in voluntary movements. Phys Ther. 1985.

3- Garey L. History of Neuroscience: Korbinian Brodmann (1868-1918), IBRO History of Neuroscience. 2002.

[http://www.ibro.info/Pub/Pub_Main_Display.asp?LC_Docs_ID=3521]

4- Jürgen KM, Paxinos G, Voss T. Atlas of the Human Brain, 3rd Edition-Academic Press, Boston. 2007.

5- Kushchayev SV, Moskalenko VF, Wiener PC, Tsymbaliuk VI, Cherkasov VG ve ark. The Discovery of the Pyramidal Neurons: Vladimir Betz and a New Era of Neuroscience. Brain, 2011;135(Pt 1):285-300. doi: 10.1093/brain/awr276.

6- Leslie P. Gartner, James L. Hiatt. Color Atlas and Text of Histology, Sixth Ed. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore. 2013.

7- Patestas M, Leslie P. Gartner-A LP. Textbook of Neuroanatomy-Wiley-Blackwell, Malden, USA.2006, May;65(5):624-35.

8- Purves D, Augustine GJ, Fitzpatrick D, Katz LC, LaMantia AS, McNamara JO, Williams SM. Neuroscience. 2001; 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates.

9- Berne RM, Matthew NL, Koeppen BM, Bruce A. Stanton. Berne and Levy Physiology_ Mosby. 2008.

Alt ve Üst Motor Nöron Bozukluklarında Patofizyoloji

2

Prof. Dr. Eylem Değirmenci

MOTOR NÖRON HASTALIKLARINDA PATOGENEZ

Motor nöron hastalıkları (MNH), motor nöronların ilerletici dejenerasyonu ile sonuçlanan çeşitli hastalık durumlarına verilen addır. Motor nöron hastalıkları altta yatan patolojiye ve klinik prezentasyonuna bağlı olarak herediter veya kazanılmış olarak ortaya çıkabilirler. Bu hastalıklarda altta yatan mekanizma hala tam olarak anlaşılmamış olmakla birlikte, çalışmalar genetik faktörler ve ana moleküler yolaklarda fonksiyon bozukluğunun önemini ortaya koyan sonuçlar ortaya koymaktadır.

Motor nöron hastalıklarının altında yatan primer patojenik süreç büyük oranda çok faktörlüdür. Bu seçici hücre ölümüne yol açan faktörler ise, genetik faktörler, oksidatif stres, eksitotoksisite, protein aggregasyonu ve aksonal transport ve mitokondri gibi kritik hücresel yapıların hasarı olarak sıralanabilir. Ayrıca son yıllarda motor nöron hücre hasarında komşu nonnöronal hücreler ve belli moleküler sinyal yolakların disfonksiyonu üzerinde de durulmaktadır. Tüm bu süreçlerin ise apoptotik hücre ölümü ile sonuçlandığı belirtilmektedir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1- Motor nöron hastalıklarında altta yatan patolojik faktörler
Genetik faktörler
Oksidatif stres
Eksitotoksisite
Protein aggregasyonu
Kritik hücresel yapıların hasarı
Nonnöronal hücresel disfonksiyon
Apoptosis

Tablo 2.1'de özetlenen ana patolojik faktörler teker teker ele alınırsa;

Genetik Faktörler

Motor nöron hastalıklarının patogenezinde RNA metabolizma bozukluklarını işaret eden genetik faktörler mevcuttur. Bu faktörler hem ailesel hem de sporadik formlar ile ilişkili bulunmuştur. Bunlar arasında en sık adı geçen ve RNA-bağlanma proteinleri olan TARDBP (*Trans active response DNA binding protein*) ve FUS/TLS'dur (*Fused in Sarcoma/Translocated in Sarcoma*). Ayrıca son yıllarda C9orf72 geninde heksanükleotid tekrar genişlemesinin MNH'nin en sık rastlanan genetik nedeni olarak bildirilmektedir. TARDBP (*Trans active response DNA*) geni TDP-43 proteini kodlar ve mutasyonları ailesel MNH'nin %3'ü ve sporadik MNH'nin %1,5'u kadarından ve FUS/TLS geni ise ailesel MNH'nin %4'ü ve sporadik MNH'nin %1,5'u kadarından sorumludur. Bu proteinler RNA-ilişkili yolaklarda yer alırlar ve hücre içinde nükleus ve sitoplasma arasında yer alırlar. Normalde FUS ve TDP-43 daha yoğunlukta nükleusda bulunurken, MNH mutasyonu olan durumlarda sitoplazmada toplanarak stres granüllerini oluştururlar. Bu TDP-43 ve FUS pozitif stres granülleri hücrede birikerek hem normal proteinin fonksiyonun kaybına hem de biriken proteinlerin toksik özellik göstermesine yol açarlar. C9orf72 gen mutasyonu ise ailesel vakaların %40, sporadik vakaların %7'sinden sorumludur. Bu mutasyonda GGGGCC (G4C2) heksanüklid tekrarında genişleme olur ve sağlıklı kişilerde 0-20 arasında olan tekrar sayısı mutasyonu taşıyan MNH hastalarında yüzler ve hatta binlere ulaşabilir. Bu mutasyonun etkisi tam olarak bilinmemekle birlikte C9orf72 geninin normal fonksiyonun kaybı ve artmış G4C2 tekrarlarının RNA transkripsiyonunda fonksiyonunun toksisite kazanması iki olası mekanizmadır.

Oksidatif Stres

Nöronlar gibi bölünmeyen hücrelerde oksidatif stresin etkileri katlanmış olabilir ve MNH'de serbest radikal ürünleriyle hücresel hasarla birlikte nöronal fonksiyonlarda yaş ilişkili bozulmanın ana potansiyel nedeni olabilir. Oksidatif stres konusunda üzerine en çok durulan mutasyonlardan biri anahtar bir antioksidan hücresel koruma proteinini kodlayan SOD1 (süperoksit dismutaz1) mutasyonudur ve bu mutasyon familyal MNH vakalarının %20'sinde alta yatan nedendir. Sporadik vakalarla olan benzer klinik ve patolojik mekanizmalar nedeniyle ortak patofizyolojik mekanizmaların varlığı düşünülmektedir. Mutant proteinin toksik fonksiyon kazanması, oksidatif hasar veya metallerin yanlış kullanımı olası mekanizmalardır. Mutant enzimde enzimim aktif bakıra daha fazla bağlandığı ve hücreyi hasara uğratan peroksinitrit ve hidrojen radikalleri gibi serbest radikallerin artışına yol açtığı bildirilmiştir.

Eksitotoksisite

Glutamat, beyindeki eksitotoksinler için en önemli örneklerden birisidir. Sinaptik aralıkta bulunan Glutamat konsantrasyonu en fazla 1 milimolar düzeyine kadar yükselir ve bu durum milisaniyeler içerisinden çevre nöronlar ve glial hücreler üzerinde bulunan EAAT'ler (Eksitatör amino asid transporterları) ile normal düzeyine indirilir. Glutamat iyonotropik reseptörlerin (*N-methyl-D-aspartate* (NMDA) ve *a-amino-3-hydroxy-5- methyl-4-isoxazoleproprionic acid* (AMPA)) aşırı derece uyarılmasıyla kalsiyum-bağımlı enzimatik yolakları aktive ederek nörodejenerasyona yol açar. Glutamat aracılı eksitotoksisite aynı zamanda oksidatif stresi artırarak intrasellüler organallerin hasarı ve proinflamatuar sitokinlerin salınımı ile sonuçlanır. Ayrıca MNH'de hem hayvan hem de insan çalışmalarında astrositik glutamat transposterı olan EAAT-2nin ekspresyonunun ve aktivitesinin azaldığı bildirilmiştir (mnd2- 59,60). Postsinaptik bölgede artan kalsiyum geçirgen GluR2 (Glutamat reseptör subünit-2) içeren AMPA reseptörlerinin artmış ekpresyonunun da olduğu MNH'de bildirilen diğer moleküler anormalliklerdendir. Artmış hücre içi kalsiyum özellikle mitokondri olmak üzere diğer hücre içi organellerde potansiyel değişikliklerine yol açarak membran potansiyelinin kaybı oksidatif ve nitrozatif stresle sonuçlanır ve bu sitotoksik stres bir proapoptotik Bcl-2 ailesi üyesi olan Bax'ın translokasyonuna ve apoptotik süreçlerin başlamasına yol açar.

Protein Aggregasyonu

Motor nöron hastalıklarında protein aggregatları patolojik belirleyicilerdir. Bu protein aggregatları genellikle ubiquitin-pozitifdirler ve hastadaki mutasyona göre mutant SOD1 ve mutant FUS proteinleri olabilirler. Ancak asıl hem ailesel hem de sporadik vakalarda en sıklıkla saptanan protein TDP-43'dür. Bu aggregatlar daha çok proteinlerin yanlış katlanması sonucu uygun fonksiyonlarını yerine getirememesi sonucu ortaya çıkarlar ve özellikle mitokondial hasar ile ilişkilidirler. Hücredeki oksidatif stres de TDP-43 proteininin aggregasyonu arttırır. Tüm bu mutant proteinlere karşı motor nöron hücrelerinin neden daha duyarlı olduğu ise hala net olarak bilinmemektedir. Normalde proteinlerin doğru olarak katlanması ve aggregatların oluşumunun önlenmesi moleküler şaperonlar ve ubiquitin proteozom sistemince sağlanır ve MNH'de bu yapıların da normal fonksiyonlarının bozulduğunu gösteren çalışma modelleri mevcuttur.

Kritik Hücresel Yapıların Hasarı

Bu hücresel yapılardan mitokondri MNH patogenezinde üzerine durulan en önemli hücre içi organeldir. Mitokondri intrasellüler ATP sentezinin yanında hücre içi kalsiyum depolarını sağlama, intrasellüler serbest radikallerin oluşumu ve apoptotik hücre ölüm yolaklarının başlatılmasında görev alır. Geç başlangıçlı MNH'de mitokondrial fonksiyonların yaşla ilişkili olarak bozulması potansiyel bir faktör olarak görülür. Motor nöron hastalıklarında yapılan çalışmalarda mitokondri morfolojisinin bozulması, volümünün artışı ve motor akson terminallerinde kalsiyum seviyelerinin artışı bildirilmiştir. Ayrıca mutant SOD1 ekpresyonunun mitokondride şişme, mitokondrial solunum zincirinde bozulma, bozulmuş hücre biyoenerji durumu ile birlikte mitokondrial proteozomlarda etkilenmelerin de olduğu bilinmektedir.

Motor nöron hastalıklarının patogenezinde önemli olan diğer hücresel yapılar ise nöroflamentlerdir. Nöroflament proteinler hücre iskeletini oluştururlar, hücre şekli ile çapının korunması ve aksonal transport gibi olayların devamından sorumludurlar. Bu proteinler MNH'de hasar için potansiyel subsellüler hedeflerdir ve MNH için bu proteinlerin akümülasyonu patolojik bulgulardan biridir. Nörofilamentlerin hücre içinde aşırı derecede toplanması, hücre içi kinazların disregülasyonu ve aksonal trasnportun sınırlarının bozulmasına yol açar.

Nonnöronal Hücresel Disfonksiyon

Son yıllarda MNH'nin patogenezine katkıda bulunan veya hastalık seyrinde kötüleşmelere yol açan nedenler arasında aktive mikroglia ve astrositleri içeren nonnöronal hücrelerin üzerinde çok durulmaktadır. Bazı çalışmalarda motor nöronların dejenerasyonu için sadece mutant SOD1'in yeterli olmadığı ve patogenetik süreçte nonnöronal hücrelerin fonksiyonunda ortaya çıkan bozulmaların da gerekli olduğunu bildirilmiştir. Bu hücrelerden mikrogliaların aktivasyonu reaktif oksijen ürünleri, nitrik oksit, proteazlar ve interlökin-1B, tümör nekroz faktör a ve interlökin-6 gibi proinflamatuar sitokinlerin salınımını arttırırlar. Burada nonnöronal hücrelerin aktivasyonun daha karışık olduğu da vurgulanmalıdır, çünkü bu proinflamatuar sitokinlerin yanında nöroprotektif etkileri de uyarıcı fonksiyona sahiptirler, bu nedenle bu hücrelerin aktivasyonunun koruyucu bir reaksiyon olarak mı ortaya çıktığı yoksa patogenetik süreçte ayrıca sorumlu mu oldukları hala sorgulanabilir.

Apoptosis

Apoptosis hücrelerin enerji bağımlı bir hücresel ölüm programı ile kontrollü olarak ortadan kaldırılmasına verilen isimdir. Apoptosisde anahtar olay proteolitik enzimlerin yapısal ve düzenleyici proteinler olan Bcl2 onkoproteinlerini hasarlamasıdır. Hücredeki sitotoksik stres bir proapoptotik Bcl-2 ailesi üyesi olan Bax'ın translokasyonuna yol açar. Bax, p53 ve Par-4 gibi apoptotik proteinler mitokondri içinden sitozole sitokrom C salınmasına yol açarlar ve bu da apoptosis proteaz aktive edici faktöre (Apaf-1) bağlanarak apoptozom adı verilen oligomeri oluşturur. Apoptozom ise daha sonra kaspaz-9 ve kaspaz-3'ü aktive eder. Aktive olan kaspazlar çok sayıda hücresel substratı (DNA-tamir enzimleri (PARP) ve deoksiribonükleaz gibi) parçalarlar. Eksitotoksik kaskatlar post-sinaptik dendritlerde başlar ve daha sonra hem lokal dejenerasyon veya plastisiteye yol açarlarken hem de hücre ölümü ile sonuçlanacak olan bu sinyalleri hücre gövdesine ulaştırırlar. Son nokta ise aktifleşen tüm bu yolakların sonucunda hücrede serbest radikal artışı, nitrik oksit birikimi, proteolisis, endonükleazların ve proteazların aktivasyonu ile hücre ölümünün gerçekleşmesidir. Özellikle SOD1 ilişkili MND'de yapılan çalışmalar motor nöron hücrelerinin oksidatif stress altında kaldıklarında apoptosis ile öldükleri lehinedir.

Sonuç olarak motor nöron hastalıklarının patogenezi çoklu patogenetik faktörlere bağlı olup hala günümüzde tüm bu iç içe geçmiş olaylara etkili tedavi edici yöntem ve ilaçlar bulunamaması şaşırtıcı değildir. Neden bu süreçlere motor nöron hücrelerinin daha yatkın olduğu sorusunun yanıtlanması için ise yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Abramov AY, Duchen MR. Mechanisms underlying the loss of mitochondrial membrane potential in glutamate excitotoxicity. Biochim Biophys Acta 2008; 1777(7-8): 953-64.
2. Aguirre T, Van Den Bosch L, Goetschalckx K, Tilkin P, Mathijs G, Cassiman JJ, et al. Increased sensitivity of fibroblasts from amyotrophic lateral sclerosis patients to oxidative stress. Ann Neurol. 1998; 43(4):452-7.
3. Ash PE, Bieniek KF, Gendron TF, Caulfield T, Lin WL, Dejesus-Hernandez M, et al. Unconventional translation of C9ORF72 GGGGCC expansion generates insoluble polypeptides specific to c9FTD/ ALS. Neuron. 2013; 77(4):639-46.
4. Beal MF. Mitochondria and the pathogenesis of ALS. Brain. 2000; 123 (7):1291-2.
5. Bentmann E, Haass C, Dormann D. Stress granules in neurodegeneration–lessons learnt from TAR DNA binding protein of 43 kDa and fused in sarcoma. FEBS J. 2013; 280(18):4348-70.
6. Cookson MR, Menzies FM, Manning P, Eggett CJ, Figlewicz DA, McNeil CJ, et al. Cu/Zn superoxide dismutase (SOD1) mutations associated with familial amyotrophic lateral sclerosis (ALS) affect cellular free radical release in the presence of oxidative stress. Amyotroph Lateral Scler Other Motor Neuron Disord. 2002; 3(2):75-85.
7. Cozzolino M, Pesaresi MG, Amori I, Crosio C, Ferri A, Nencini M, Carrì MT. Oligomerization of mutant SOD1 in mitochondria of motoneuronal cells drives mitochondrial damage and cell toxicity. Antioxid Redox Signal. 2009; 11(7):1547-58.
8. Degirmenci E. Amino Acid Transmitters and Glutamate Excitotoxicity. Turkiye Klinikleri J Neurol-Special Topics 2010; 3(1):14-20.
9. Facchinetti F, Sasaki M, Cutting FB, Zhai P, MacDonald JE, Reif D, et al. Lack of involvement of neuronal nitric oxide synthase in the pathogenesis of a transgenic mouse model of familial amyotrophic lateral sclerosis. Neuroscience. 1999; 90(4):1483-92.
10. Gonzalez-Scarano F, Baltuch G. Microglia as mediators of inflammatory and degenerative diseases. Annu Rev Neurosci 1999; 22:219–40.
11. Gros-Louis F, Lariviere R, Gowing G, Laurent S, Camu W, Bouchard JP, et al. A frameshift deletion in peripherin gene associated with amyotrophic lateral sclerosis. J Biol Chem. 2004; 279(44):45951-6.
12. Kabashi E, Valdmanis PN, Dion P, Spiegelman D, McConkey BJ, Vande Velde C, et al. TARDBP mutations in individuals with sporadic and familial amyotrophic lateral sclerosis. Nat Genet. 2008; 40(5):572-4.
13. Lino MM, Schneider C, Caroni P. Accumulation of SOD1 mutants in postnatal motoneurons does not cause motoneuron pathology or motoneuron disease. J Neurosci. 2002; 22(12):4825-32.
14. Majounie E, Renton AE, Mok K, Dopper EG, Waite A, Rollinson S, et al. Frequency of the C9orf72 hexanucleotide repeat expansion in patients with amyotrophic lateral sclerosis and frontotemporal dementia: a cross-sectional study. Lancet Neurol. 2012; 11(4):323-30.
15. Mark LP, Prost RW, Ulmer JL, Smith MM, Daniels DL, Strottmann JM, et al. Pictorial review of glutamate excitotoxicity: fundamental concepts for neuroimaging. AJNR Am J Neuroradiol 2001; 22(10): 1813-24.
16. Mattson MP. Excitotoxic and excitoprotective mechanisms: abundant targets for the prevention and treatment of neurodegenerative disorders. Neuromolecular Med 2003; 3(2): 65-94.

17. Menzies FM, Ince PG, Shaw PJ. Mitochondrial involvement in amyotrophic lateral sclerosis. Neurochem Int. 2002; 40(6):543-51.
18. Nakamura T, Lipton SA. Cell death: protein misfolding and neurodegenerative diseases. Apoptosis 2009; 14(4): 455-68.
19. Rohrer JD, Isaacs AM, Mizielinska S, Mead S, Lashley T,Wray S, et al. C9orf72 expansions in frontotemporal dementia and amyotrophic lateral sclerosis. Lancet Neurol. 2015; 14(3):291-301.
20. Rossi S, Cozzolino M, Carrì MT. Old versus New Mechanisms in the Pathogenesis of ALS. Brain Pathol. 2016; 26(2):276-86.
21. Shaw PJ. Molecular and cellular pathways of neurodegeneration in motor neurone disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2005; 76(8):1046-57.
22. Upton-Rice MN, Cudkowicz ME, Mathew RK, Reif D, Brown RH Jr. Administration of nitric oxide synthase inhibitors does not alter disease course of amyotrophic lateral sclerosis SOD1 mutant transgenic mice. Ann Neurol. 1999; 45(3):413-4.
23. Vucic S, Rothstein JD, Kiernan MC. Advances in treating amyotrophic lateral sclerosis: insights from pathophysiological studies. Trends Neurosci. 2014; 37(8):433-42.
24. Warraich ST, Yang S, Nicholson GA, Blair IP. TDP-43: a DNA and RNA binding protein with roles in neurodegenerative diseases. Int J Biochem Cell Biol. 2010; 42(10):1606-9.
25. Wilhelmsen KC, Forman MS, Rosen HJ, Alving LI, Goldman J, Feiger J, et al. 17q-linked frontotemporal dementia-amyotrophic lateral sclerosis without tau mutations with tau and alpha-synuclein inclusions. Arch Neurol. 2004; 61(3):398-406.

Kas Tonusu Kontrolü Ve Fizyolojisi

3

Prof. Dr. Nevin A. GÜZEL, Dr. Fzt. Zeynep TUNA, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu

GİRİŞ

Bir kasın uzamaya karşı gösterdiği direnç anlamına gelen *kas tonusu*, iskelet kaslarının istirahat halinde bile genel bir gerim altında olmasını sağlar. Bu istirahat gerim düzeyi, gerim reflekslerinin bir sonucudur. Gerim refleksi, kasın gevşeyip boyunun uzamasına cevap olarak ortaya çıkar. Böylece, kası her daim hafif kasılı halde tutarak *kas tonusunun* oluşmasını sağlar. Başka bir deyişle, iskelet kasının gevşek haldeyken bile bir miktar kasılı durumda olmasına *kas tonusu* denir. Tonusun oluşmasını sağlayan yapıların işleyişine geçmeden önce "postural tonus" teriminden de bahsetmek gerekir. Postural tonus, dik durduğumuz zaman yerçekimi kuvvetini dengelemek için antigravite kaslarında meydana gelen aktivite artışı olarak tanımlanmaktadır. Dik duruşu korumak için gereklidir. Bu gerçeğin en çarpıcı göstergelerinden biri şudur: Kişi bilincini kaybettiğinde, kaslar tonusunu kaybeder ve kişi oturma pozisyonunu ya da ayakta duruşunu sürdüremeyen bir yığın halinde yere çöker. Postural tonus için, antigravite kaslarındaki kontraksiyonun yanı sıra, birçok sistemden gelen duyusal girdiler de gereklidir. Reseptörler aracılığıyla somatosensoriyal sisteme giren uyarılar, medulla spinaliste bulunan negatif geribildirim mekanizmalarına sağladığı bilgi sayesinde kas tonusunun korunmasını sağlar. Çünkü kas ve tendonlardaki gerim reseptörleri gerilmenin derecesini tespit ederek, bu bilgiyi medulla spinalise iletir; böylece kasın boyundaki değişikliklerle ilgili sürekli bir bilgi akışı söz konusudur. Bu akış sürekliliği sayesinde kas tonusunun kontrolü ve korunması mümkün olur. Bu sinyali ileten afferent sinirde yada spinal kordun arka kökünde meydana gelen bir lezyon, sürekli bilgi akışının bozulması nedeniyle postural tonusun değişmesiyle sonuçlanır.

Kas tonusu aktif hareket oluşturmaz ancak kasları uyarana cevap vermeye hazır halde tutar. Eklem eklemlerin stabilizasyonuna ve postürün korunmasına kas tonusu yardımcı olurken, kas tonusunun korunması ve hareketlerin koordinasyonu ise gerim reflekslerinin doğru çalışmasıyla mümkün olmaktadır. Gerim refleksinin kasın uzaması durumunda uyarılması ve aktivasyonunun artması, postural tonusu sağlamanın yanı sıra, çevresel uyaranlara karşı refleks yanıt oluşturabilmek için de önemlidir.

Postural tonusun sağlanmasında, gerim refleksinin temel fonksiyonu özellikle gövdenin büyük ekstansör kaslarının aktivitesini düzenleyerek dik duruşun sürdürülmesini sağlamaktır. Kas tonusunun motor komponentini oluşturan ve medulla spinalisin ön boynuzunda yer alan alfa ve gama motor nöronlar, intrafuzal ve ekstrafuzal kas lifleriyle bağlantılıdır. Bu motor nöronların aktivitesi ise duyusal girdiler ve santral sinir sisteminin daha üst merkezleri, özellikle de beyin sapında yer alan retiküler formasyon tarafından kontrol edilir. Bu kontrolde, gelen merkezi sinir sistemine ulaşan somatosensoriyal girdilere cevap oluşturan serebellum, bazal ganglionlar, talamus ve vestibüler sistemin de modülasyon etkisi söz konusudur. Aşağıdaki bölümlerde, ismi geçen bu merkezlerin kas tonusuna etkileri detaylı şekilde açıklanacaktır.

Yukarıda kısaca anlatılan ve ilerleyen bölümlerde detaylı açıklanacak olan nöral mekanizmaların yanı sıra, nöral olmayan mekanizmalar da kas tonusuna katkıda bulunmaktadır. Kas hücresinin membranında oluşan iyon hareketleri hücrenin polarize halini değiştirmek suretiyle, kimyasal, fiziksel ve elektriksel uyaranlar ise direkt kasa etki ederek kas tonusunu etkiler.

Somatosensoriyal Sistemin Kas Tonusu Üzerinde Etkisi

Kişinin hayatta kalabilmesi, iç ve dış çevrede oluşan değişiklikleri fark etmesi (duyu) ve bu uyaranları bilinçli olarak yorumlayıp (algı) cevap oluşturmasıyla mümkündür. Duyusal sistemler, iç ve dış ortamdan kaynaklanan fiziksel ve kimyasal sinyalleri elektriksel olarak iletebilen aksiyon potansiyellerine dönüştürür. Böylece gelen uyarılar, bilgi olarak santral sinir sisteminde ilgili alanlara iletilir.

Somatosensoriyal sistem, merkezi sinir sisteminin en alt seviyesinden başlayan afferent duyusal sinyallerin periferden alınıp en üstte yer alan duyusal assosiasyon korteksinde diğer duyu sistemleriyle birleştirilmesi ve yorumlanmasına kadar geçen süreci kapsar. Vücudun duyusal sisteminin bir parçası olan somatosensoriyal sistemde gelen uyarıları iletilebilen bilgiye, yani aksiyon potansiyeline dönüştüren ilk yapı reseptörlerdir. Reseptörler 3 grupta incelenebilir:

- Eksteroseptörler, vücudun dışından orijin alan uyaranlara karşı duyarlıdır. Derideki dokunma, basınç, ağrı ve ısı reseptörleri ve özel duyuların (görme, işitme, denge, tat, koku) reseptörleri bu gruptadır.

- İnteroseptörler, iç organlar ve kan damarları gibi vücudun içinden gelen uyarılara yanıt vermektedirler ve kimyasal değişiklikler, doku gerilmesi ve ısı gibi değişen uyaranları sürekli monitörize etmektedirler.
- Propriyoseptörler iskelet kaslarında, tendonlarda, eklemlerde, ligamentlerde ve kemik-kasları saran bağ dokusunda bulunur ve internal uyaranlara yanıt verirler. Organların içerdiği reseptörlerin ne kadar gerildiğine göre vücut hareketlerini sürekli monitörize eder ve beyne kesintisiz bir bilgi akışı sağlarlar. Kas tonusunun oluşumunda kritik rol oynarlar.

İskelet kasında tonusun oluşumu ve hareketlerin ortaya çıkmasında önemli olan iki duyusal girdi söz konusudur. Bunlardan ilki, kasın uzunluğu hakkında kas iğciği adı verilen propriyoseptörlerden sağlanan bilgidir. İkincisi ise, golgi tendon organı isimli propriyoseptörler aracılığıyla elde edilen ve o kasa ait tendonun gerim miktarı hakkındaki bilgidir. Bu iki tip propriyoseptör hem spinal reflekslerde anahtar rol oynar hem de üst merkezlere bilgi akışı sağlar.

Tablo 3.1: Afferent reseptör ve efferent motor nöronların özellikleri

AFFERENTLER				
Reseptör	**Akson**	**Akson çapı**	**Hızı**	**Fonksiyonu**
Kas iğciği	Ia	12-20	70-120	Uzunluğun değişim oranı
	II	4-12	20-70	Statik uzunluk
Golgi tendon organı	Ib	12-18	70-110	Kas gerilimi
EFFERENTLER				
Motor nöron	**Hedef**	**Akson çapı**	**Hızı**	**Fonksiyon**
α motor nöron	Ekstrafuzal kas lifi	8-13	40-80	İstemli kontrol
γ motor nöron	İntrafuzal kas lifi	3-8	20-50	Kas iğciği hassasiyetini ayarlama

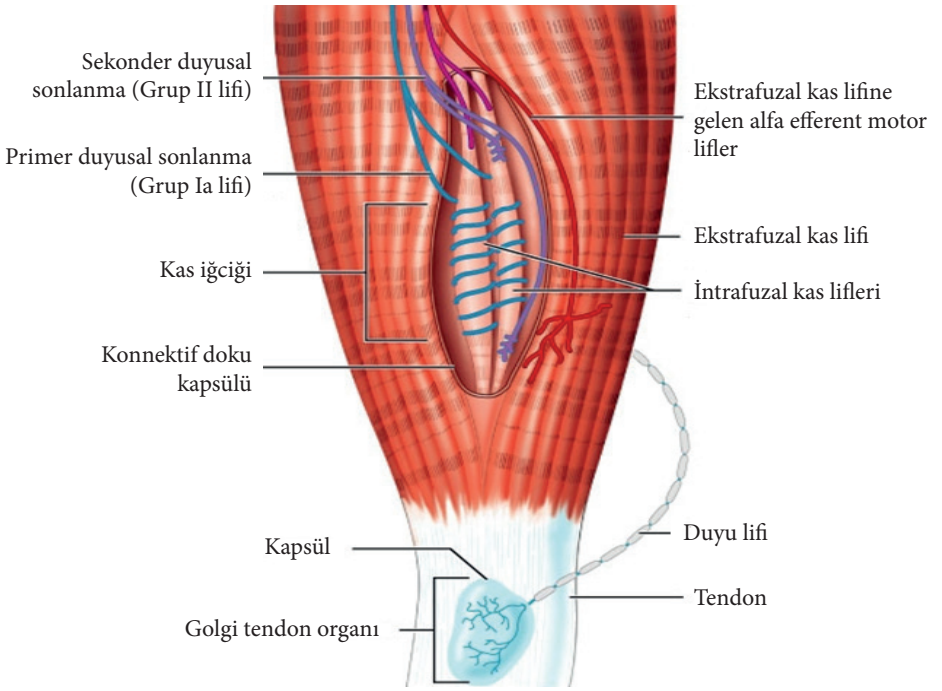
Feher J, Spinal Reflexes (2012), Quantitative Human Physiology: An İntroduction, 400-408

Kas iğciği

Kas iğciği hemen hemen tüm iskelet kaslarında bulunur ve intrafuzal lifler olarak da adlandırılır. İskelet kasının kontraktil özellik gösteren asıl lifleri ise ekstrafuzal lifleri olarak adlandırılır. Kas iğciği, kasın uzunluğu ile ilgili bilgiyi afferent nöronlar aracılığıyla merkezi sinir sistemine gönderir. Gelen bilgi burada ilgili vücut segmenti-

nin pozisyonunu saptamada kullanılır. Ayrıca aynı bilgi, gerim refleksi yoluyla motor nöronları uyararak tonusu düzenlemede de anahtar rol oynar.

Kas iğcikleri ortalama 3-10 ekstrafuzal life karşılık 1 tane olacak sayıda ve ekstrafuzal liflerin arasında yerleşmiş olarak bulunur. Ekstrafuzal liflerin ¼'ü boyda olan intrafuzal lifler, kas liflerine paralel yerleşimlidir. El ve derin boyun kasları gibi ince motor hareketler oluşturan kaslarda sayıca daha fazla bulunduğu bilinmektedir. Temel görevi, paralel yerleşimi sayesinde kasın boyundaki değişiklikleri algılamaktır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Kas iğciğinin yerleşimi ve yapısı

Kas iğciklerinin yapısına bakıldığında ortada nükleer kese adı verilen lifler ve bunların etrafında yaklaşık iki katı sayıda nükleer zincir adı verilen liflerden oluşur. Mekik şeklinde ve kapsülle sarılı olan bu yapı, ekstrafuzal liflerin arasında yerleşmiştir.

- Nükleer kese lifleri bir kas iğciği içerisinde 2-3 adet bulunur. Bu liflerin çekirdekleri orta kısımda toplandığından bu ekvatorial bölge şişkince görünür. Bu görünümü

nedeniyle kese olarak tanımlanmıştır. Orta kısmının kasılma özelliği yoktur ancak elastisitesi sayesinde uzatıldığında hızla gerilir.

- Nükleer zincir lifleri ise her kas iğciği içerisinde 6-7 adettir. Çekirdekleri lif boyunca tek sıra halinde sıralandığı için zincir olarak tanımlanmıştır. Bu lifler daha az elastik olduğu için yavaş gerime duyarlıdır.

Nükleer kese ve nükleer zincir lifleri, etrafını saran kapsül aracılığıyla ekstrafuzal kas liflerinin tendonlarına bağlanırlar. Hem bu bağlantı hem de paralel yerleşimi nedeniyle, kasın boyunun uzaması ve kısalmasından ekstrafuzal liflerle aynı şekilde etkilenirler. Diğer bir deyişle, kasın boyu her uzadığında kas iğcikleri de uzarken, her kısalmada onlar da ekstrafuzal lifler gibi kısalır.

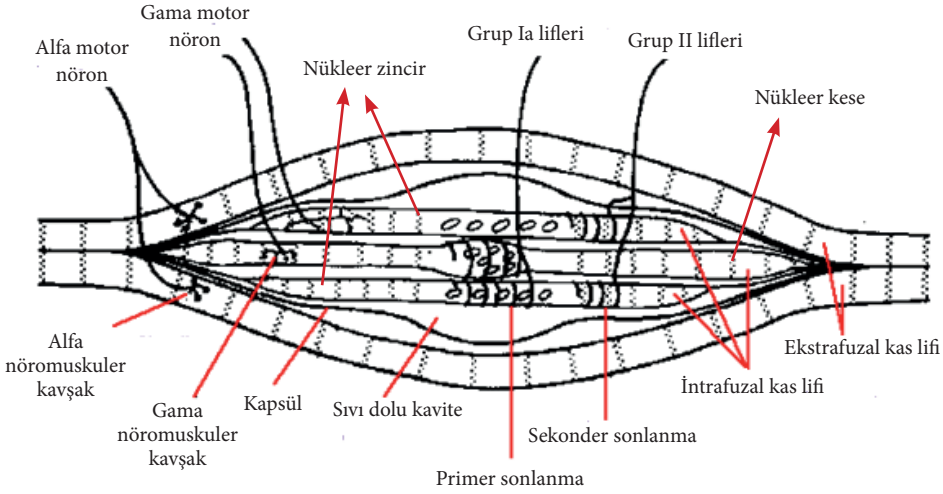
İntrafuzal kas liflerinin etrafı grup Ia ve grup II afferent lifleriyle sarılmıştır. Her iki tip afferent sinir de kalın myelinlidir. Primer afferentler olan Grup Ia daha geniş çaplı olduğu için iletim hızı daha yüksektir.

- Grup Ia duyusal sonlanmaları (primer afferentler); hem kese hem zincir liflerinin ekvatorial bölgesini spiral şeklinde sarar. Kas boyundaki değişimin oranını algılayarak gerilmeye hızla yanıt verir. Grup Ia afferentleri dinamik kas uzunluğuna ve uzunluğun değişim oranına en hassas olan liflerdir.
- Grup II sonlanmalarının (sekonder afferentler); çoğu, nükleer zincir liflerinin ekvatorial kısımlarına komşu olan bölgelerini sarar. Bu bölge daha az elastik ve gerilmeye karşı daha az hassastır. Bu nedenle, sabit düzey ve statik kas uzunluğuna daha hassastır.

İntrafuzal liflerin kutup olarak adlandırılan periferik kısımları gama motor nöronlarla bağlantılıdır. Aktin ve myozin gibi protein içeriği nedeniyle bu kutup bölgeleri kontraksiyon özelliğine sahiptir. İntrafuzal liflerin kutup bölgelerini uyaran gama motor nöronlar, ekstrafuzal lifleri uyaran alfa motor nöronlarla koordineli çalışırlar. Her iki motor nöron grubunun hücre gövdeleri medulla spinalis içerisinde yer alır ve yakın yerleşimleri sayesinde birbirlerinin aktivitesini etkiler.

İntrafuzal lifleri uyaran gama motor nöronlar da kendi içinde iki grupta incelenir:

- dinamik nükleer kese liflerini uyaran gama dinamik motor nöronlar, Grup Ia afferentlerinin cevabını arttırır.
- statik nükleer kese ve zincir liflerini uyaran gama statik motor nöronlar ise dinlenme durumunda kas uzunluğunu algılayan Grup II afferentlerin aktivasyonunu arttırır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2: Kas iğciğinin duyu ve motor bağlantıları

Kas iğciği, kasın boyunda internal ve eksternal gerimle oluşan değişiklikleri algılayabilir. Eksternal gerimle oluşan uzama gerim refleksinin temelini oluşturur ve refleksler bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. Kısaca özetlenecek olursa, tıpkı patella refleksinde olduğu gibi, kasın boyundaki ani uzama durumunda, nükleer kese lifleri uyarılır ve bu uyarı çok hızlı yanıt oluşturan Grup Ia afferentleri ile medulla spinalise taşınır. Burada monosinaptik bir bağlantıyla o kasın alfa motor nöronları uyarılır ve ekstrafuzal kas liflerine giden uyarıyla ilgili kas kasılır.

İnternal gerim ise intrafuzal liflerin kontraktil özellik gösteren kutup bölgelerinin gama motor nöron aktivitesi sonucu uyarılmasıyla oluşur. İnternal gerimde nükleer zincir lifleri rol oynar ve kasın gevşeyip boyunun uzaması durumunda uyarı doğurur. Bu olayda uyarılar, Grup II afferentleriyle medulla spinalise taşınır.

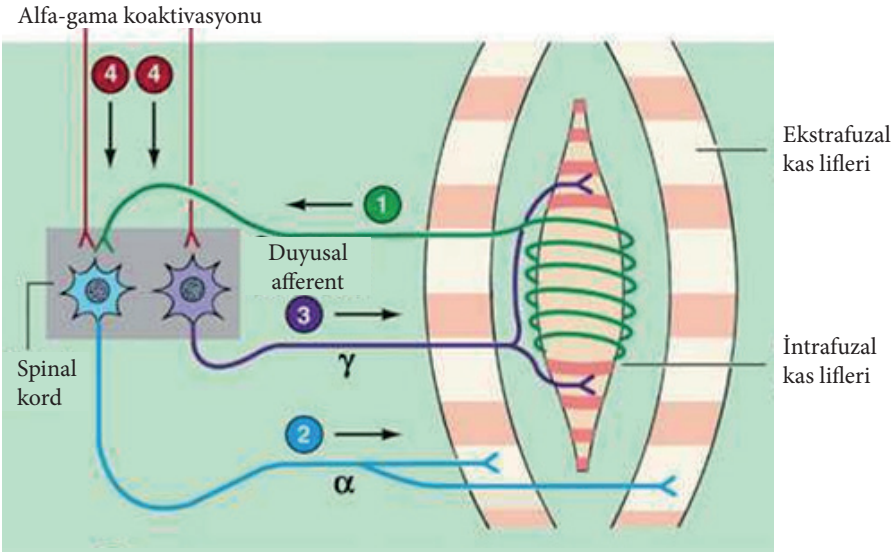
Patolojik tonus

Kas iğciğinin afferent ve efferent bağlantıları tonusta ve kontraksiyonda anahtar rol oynar. Bu nedenle, bu bağlantılardaki herhangi bir sorun, ilgili kasın tonusunda, istemli ve otomatik hareketlerde ve reflekslerde problemle sonuçlanır. Bu bağlantıların kesilmesi durumunda tonusta ve reflekslerde kayıp yaşanırken, bu bağlantıların sağlam kalıp üst merkezlerde sorun yaşanması ise tonusun artışı ve reflekslerin şiddetlenmesiyle sonuçlanmaktadır. Kasta tonusun artması hipertonisite, azalması ise hipotoni olarak adlandırılır.

Alfa-Gama Ko-aktivasyonu

İskelet kasıyla bağlantılı olan motor nöronlar iki grupta incelenir:

- Alfa motor nöronlar merkezi sinir sisteminin iskelet kaslarını kontrol ettiği yolaktaki son ortak yoldur. Güç üretiminden sorumlu olan ekstrafuzal kas liflerini uyarırlar ve hücre gövdeleri medulla spinalis ön boynuzunda yer alır.
- Gama motor nöronlar ise intrafuzal kas liflerinin kutup bölgeleriyle bağlantılıdır. Sinir sistemi göz önüne alındığında, tüm motor nöronların 1/3'ünü kas iğciklerinde sonlanan gama motor nöronlar oluşturmaktadır. Gama motor nöronlar beyin sapındaki retiküler formasyondan impuls alırlar ve hücre gövdeleri medulla spinalis ön boynuzunda, alfa motor nöron gövdelerine komşudur. Aksonları alfa motor nöronlarınınkinden daha küçüktür. Alfa motor nöronlarının aksine, gama motor nöronlar kasların uzamasını veya kısalmasını doğrudan ayarlamazlar, ancak kas iğciklerinin uç kısımlarına gönderdikleri impulslarla iğciğin orta bölümünün uzayıp gerilmesine neden olur. Bu uyarı alfa motor nöronların sürekli ateşlenmesini sağlayarak kas kasılmasına neden olur.



1- Kas iğciği liflerinin duyusal sonlanmalarından gelen afferent input
2- Ekstrafuzal kas liflerine gelen alfa motor nöron
1-2 - Germe refleksi yolu
3- Kas iğciği liflerinin kontraktil uç kısmına gelen gama motor nöron
4- Alfa ve gama motor nöron koaktivasyonuna neden olan inen yollar

Şekil 3.3: Alfa-gama koaktivasyonu

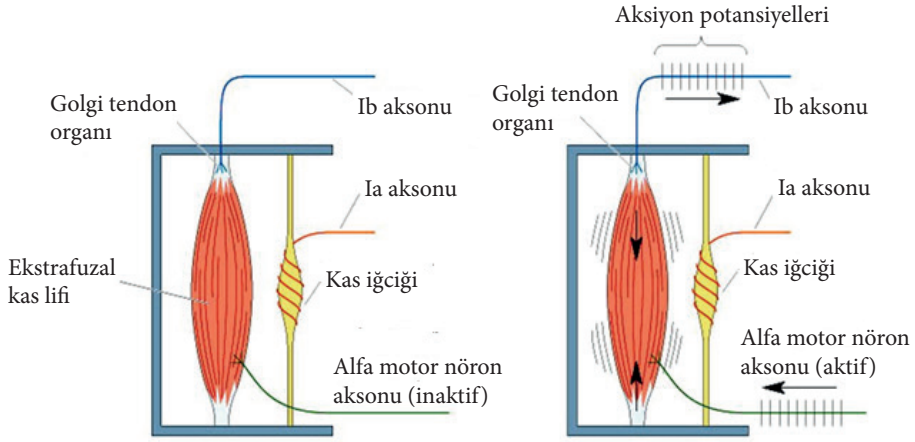
Merkezi sinir sisteminin alfa motor nöronlara gönderdiği her sinyalde, hücre gövdeleri komşu yerleşimli olan gama motor nöronlar da uyarılır. Bu durum "alfa-gama ko-aktivasyonu" olarak tanımlanır (Şekil 3). Böylece alfa motor nöronlar her uyarıldığında alfa-gama koaktivasyonu sayesinde gama motor nöronlar da uyarılmış olur. Alfa motor nöronlara uyarı geldiğinde, ko-aktivasyon sayesinde uyarılan gama motor nöronlar kas iğciğinin kutup bölgesinde kontraksiyon oluşturur. Bu kontraksiyon, ekvatorial bölgenin uzayıp gerilmesiyle sonuçlanır. Bu gerilme etkisi, afferent uyarı doğurarak alfa motor nöronların ateşlemesini arttırır. Böylece devam eden bu mekanizma alfa-gama ko-aktivasyonu olarak adlandırılır. Bu mekanizma sayesinde, bir kasın kontraksiyonu sırasında kontraksiyon gücü arttıkça kasın tonusu da artar.

Golgi Tendon Organı (GTO)

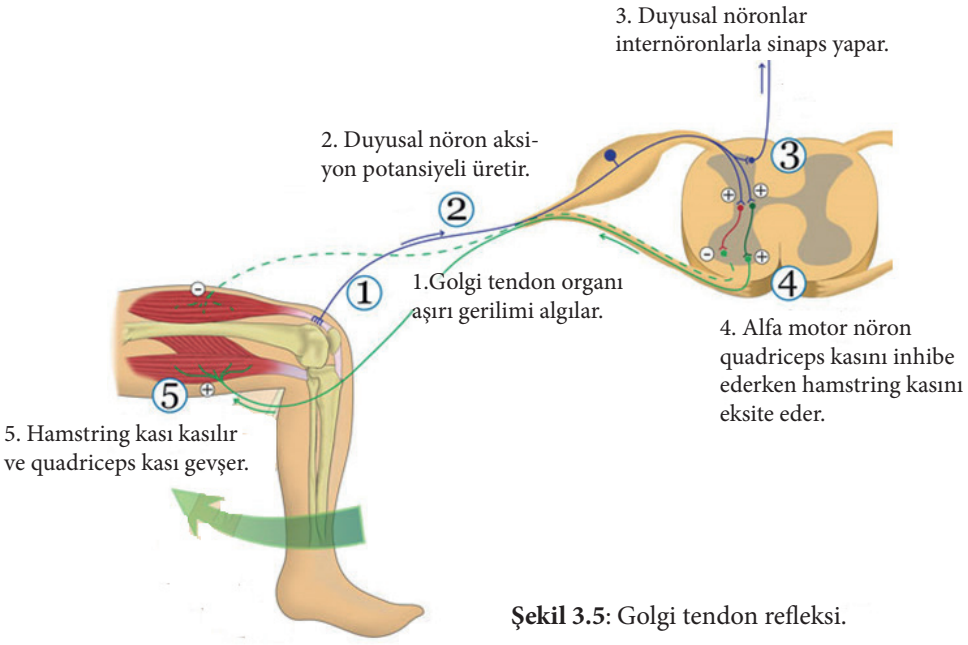
İskelet kasında yerleşimli diğer bir önemli propriyoseptör ise golgi tendon organıdır (GTO). GTO, kas gövdesinin tendonla birleşim yerinde, kas liflerine seri bağlı bir yapıdır. GTO, kasta üretilen kuvvetle ilgili bilgiyi merkezi sinir sistemine taşıyan 1 mm boyunda ve 0,1 mm çapında etrafı kapsülle çevrili bir reseptördür. Bu uyarı iletimini, her bir GTO'ya bağlı olan Grup Ib afferentleri gerçekleştirir. Kas güçlü bir şekilde kasıldığında tendonda artan bir gerilim kuvveti oluşur. Bu durumda tendonun ve dolayısıyla GTO içindeki kollajen liflerin boyu uzar ve lifler arası boşluklar daralır. Bu değişiklik mekanik bir uyarı oluşturarak aksiyon potansiyeli doğurur. Aynı şekilde kas gevşediği zaman da bu kez baskının ortadan kalkması ve daralan boşlukların eski hacmine dönmesi yine mekanik uyarı oluşturur. Kasın kontraksiyon gücü arttıkça tendonun boyu uzayıp gerilimi artacağı için GTO aktivitesi artar. Böylece GTO, merkezi sinir sistemine kas kontraksiyonunun gücü ve tendonun gerim miktarıyla ilgili bilgi sağlar. Bu bilgi, golgi tendon refleksinin afferent yolağını oluşturur. Kasın yaralanmaya karşı korunması, bu afferent bilginin inhibitör mekanizmaları uyarmasıyla sağlanır (Şekil 4). Golgi tendon refleksi refleksler bölümünde daha detaylı açıklanacaktır. Ancak kas tonusu ve kontraksiyona katkısını anlamak için kısaca bahsedilmesi gerekir.

Golgi tendon refleksi: Kasın oluşturduğu kontraksiyon kuvveti arttıkça, tendonun boyu uzar ve gerimi de doğru orantılı olarak artar. Bu durumda, tendondan gönderilen uyarılarla kasın gevşetilmesini sağlayan koruyucu bir refleks ortaya çıkar. Bu reflekse golgi tendon refleksi denir. Kasın aşırı kasılması durumunda bu uyarı Grup Ib afferentleri ile medulla spinalise gider. Uyarılar ön boynuzda bir inhibitör internöron ile sinaps yapar. Bu inhibitör internöron, ilgili kasın alfa motor nöronunu inhibe ederek kasın gevşemesini sağlar. Bu refleks tendonların kopmasını önleyen koruyucu bir refleks olarak büyük önem taşımaktadır. Bu refleks sayesinde ilgili kasın inhibe olmasına otojenik inhibisyon adı verilir (Şekil 5).

Kas iğciği ve GTO, kas tonusu oluşumu ve kontraksiyonda anahtar rol oynayan periferik yapılardır. Bu yapıların yanı sıra, merkezi sinir sisteminin çeşitli seviyeleri de hem bu periferik yapıları etkileyerek indirekt yoldan hem de direkt yolla mekanizmaya katkıda bulunur.



Şekil 3.4: Golgi tendon organı çalışma mekanizması



Şekil 3.5: Golgi tendon refleksi.

Tonusu Oluşturan Supraspinal Mekanizmalar

Afferentler aracılığıyla medulla spinalise gelen duyusal bilgi, hızlı cevapların oluşması için ön boynuza iletilirken aynı zamanda merkezi sinir sisteminde de üst seviyelere taşınır. Bu merkezler, iskelet kasında hareketin ortaya çıkmasının yanı sıra, bu hareketlerin koordinasyonu, anlamı, sınırlandırılması, tersine çevrilmesi ve modülasyonunu da sağlamaktadır. Merkezi sinir sisteminde bu modülasyon ve kontrol hiyerarşik bir düzende çalışır; diğer bir deyişle, her bir merkez bir altında yer alan merkezi kontrol edebilir.

Beyin Sapı ve Retiküler Formasyon

Hiyerarşik sıralamada medulla spinalisin ardından gelen beyin sapı, anatomik olarak da beyin ile medulla spinalis arasında yer alır. Hareketleri başlatan ve postürü kontrol eden nöral devreleri içerir ve bu devreleri hem alt hem üst yapılara bağlar. Yapısal olarak, tüm kranial sinir çekirdeklerini bulunduran, solunum ve dolaşım kontrolü, uyku ve uyanıklık döngüsünün kontrolü ile dikkatin sürdürülmesi, motor koordinasyon ve kas tonusunun düzenlenmesi mekanizmaları gibi hayati sorumlulukları olan merkezi sinir sistemi bölümüdür. Beyin sapının iç kısımlarında yerleşmiş ve özelleşmiş nöron toplulukları ise retiküler formasyonu oluşturur. Bu özel yapı, medulla oblongata, pons ve mezensefalon boyunca yerleşmiş olan ve farklı fonksiyonları olan nöron topluluklarını ve bunların bağlantılarını içerir. Genel olarak, bu alandaki büyük nöronların fonksiyonları motorken küçük nöronların fonksiyonları duyusaldır.

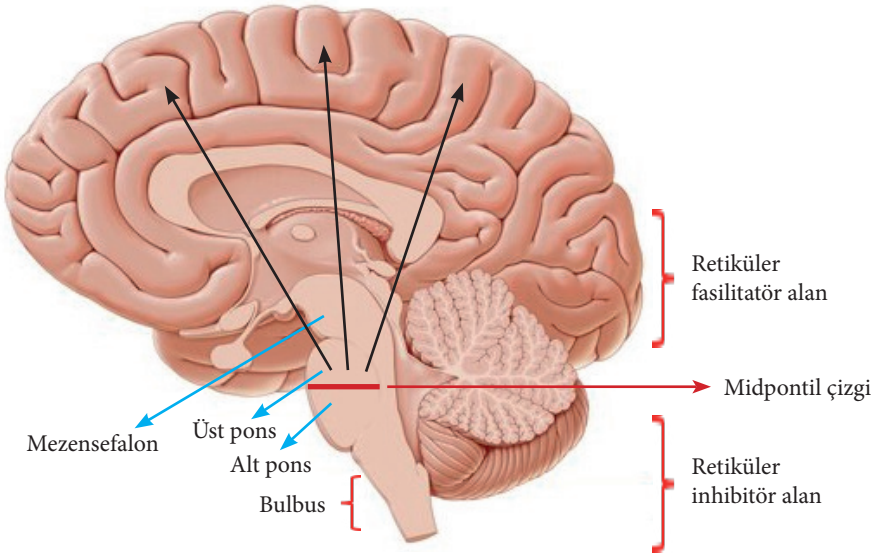
Anatomik olarak beyin sapının ortasından geçtiği varsayılan midpontil çizgi beyin sapını alt ve üst olmak üzere iki parçaya ayırır (Şekil 3.6). Bu horizontal çizginin üstünde kalan ve ponsun üst yarısı ve mezensefalonun oluşturduğu bölüm fasilitatör özelliktedir. Bu bölgeden medulla spinalise inen motor lifler alfa ve gama motor nöronları uyardığından retiküler formasyonun bu bölgesine *retiküler fasilitatör alan* denir. İstirahat sırasında bu bölgeden gelen liflerin taşıdığı küçük elektriksel sinyaller uyarılma eşiği düşük olan bazı alfa ve gama motor nöronları uyarır ve bunlara ait kas liflerinin hafif hafif sürekli kasılmasını sağlar. Böylece kas tonusunu da sağlamış olur. Bir hareket sırasında korteksten emir geldiğinde ise bu alanların deşarjları artar, böylece hem kas kontraksiyonu hem de kasta tonus artışı gerçekleşir.

Retiküler formasyonun bu fasilitatör alanından başlayarak talamus ve en üstte yer alan korteksi aktive eden küçük duyusal nöronların oluşturduğu yapıya ise *retiküler aktivatör sistem (RAS)* denir. Retiküler formasyonun RAS olarak bilinen kısmının nöronları beynin başka bir bölümü tarafından inhibe edilmedikçe serebral kortekse ve talamusa devamlı olarak impuls göndermektedir. RAS lifleri kortekse çıkmadan önce talamusa uğrar. Talamus beynin gerekli duyulara karşı dikkatini yönlendirir. RAS lifleri talamusta genel bir aktivasyon oluşturarak beyinde uyanıklık ve dikkat hali meydana getirir. Ya da talamusun görme, işitme, somatik duyularla ilgili çekirdeklerine gider ve korteksin belli

duyulara karşı dikkatini artırır. Ayrıca RAS beynin uyanıklığını ve alert olma durumunu tayin eder. Yani şuurun açık olmasını sağlar. Geceleri uyku hali ise, beynin bu fasilitatör alanının inhibisyonu ile ortaya çıkar. Aynı zamanda uyku esnasında bu alandan medulla spinalise giden lifler de inhibe olarak kas tonusunun azalmasına neden olur.

Retiküler formasyonun fasilitatör alanları görme, işitme ve somatik duyularla ilgili birçok uyaranın giriş bölgesini oluşturur. Yani bu bölge nöronlarına devamlı olarak bir duyusal giriş söz konusudur. Bu nedenle bu nöronların uyarılma eşikleri düşüktür yani bu nöronlar hipopolarize durumdadır. Bu sayede bu bölgede yer alan nöronlar devamlı küçük deşarjlarla uzaysal sumasyona uğrayarak spontan uyarı doğurabilmektedir.

Retiküler formasyonda midpontil çizginin altında kalan kısım yani ponsun alt kısmıyla bulbus bölgeleri inhibitör özelliktedir ve *bulbo retiküler inhibitör* alan olarak isimlendirilir. Bu alandan çıkan motor sinyaller alfa ve gama motor nöronları üzerinde inhibitör etki yaratır. Bu inhibitör alanın aktive olması RAS'ı ve korteksi inhibe ederek uyanıklığı azaltır. Ancak fasilitatör alanın aksine, bu alan spontan uyarı doğurma özelliğine sahip değildir. İnhibisyon görevini yerine getirebilmek için daha üst merkezlerden uyarılması gerekmektedir. Bu nedenle üst merkezlerde örneğin kortekste bir lezyon oluştuğunda fasilitatör alan spontan deşarj doğurmaya devam ederken, inhibitör alanın uyarıları kesilecektir. Bu durumda kaslarda tonusun artması (hipertonisite) ve reflekslerde şiddetlenme (hiperaktif refleks) görülür.



Şekil 3.6: Beyin sapı retiküler formasyonu

Serebellum

Serebellum, posterior kranial fossaya yerleşmiştir ve serebrumdan sonra merkezi sinir sisteminin en büyük bölümünü oluşturur. Serebellumun genel olarak dengenin korunması, postür ve tonusun düzenlenmesi ve göz hareketlerinin kontrolü gibi görevleri vardır. Serebelluma ulaşan impulslar, propriyosepsiyon duyusunun bilinçdışı kontrolünü sağlar. Serebellum böylece, kas tonusu, kaslar arası koordinasyon, kasların kasılma şekli gibi motor özellikleri ve oturma, ayakta durma ve yürüme gibi aktivitelerde vücudun postürünü ayarlamaktadır. Serebellumun istemli motor hareketleri düzenleyen aktivitesini ise, kortikal motor alanlardan gelen uyarılar sağlar. Serebellum, motor komponentin yanı sıra, duyusal fonksiyonu da oldukça baskın bir merkezi sinir sistemi bölümüdür. Çünkü vücuttaki tüm propriyoseptörlerden, görme ve denge ile ilgili yollardan gelen tüm uyarılar serebelluma uğrar. Serebellum daha çok periferden gelen tüm duyusal girdileri kullanarak vücut pozisyonlarını, postürü ve hareketleri koordine eden bir merkez olarak çalışmaktadır.

Hemen tüm duyusal sistemlerden impuls alan serebellum, hareketler hakkında beyin sapından ve hareketin planlanması hakkında serebral korteksten bilgi alarak bunları yeniden beyin sapı aracılığıyla medulla spinalise gönderir. Serebellumun anatomik ve fonksiyonel bağlantıları, buraya merkezi sinir sisteminin birçok bölgesiyle direkt ilişki sağlamaktadır. Bağlantıları sağlayan üç adet pedinkülü vardır. Pedinkulus serebellaris superior derin serebellar nukleuslardaki nöronlardan gelen sinyalleri talamus aracılığı ile serebral kortekse taşımaktadır. Pedinkulus serebellaris medius motor korteks tarafından başlatılan istemli motor aktivitelerle ilgili bilgiyi ponstan serebelluma taşır. Pedinkulus serebellaris inferior ise bulbus ve serebellumu birbirine bağlamaktadır. Serebellumun medullar bölgesinde ise dört adet derin nukleus bulunur. Serebellumdan çıkan bütün efferent sinyaller bu derin nukleuslardan çıkar. Serebellum lezyonları felce ve duyu kaybına neden olmaz. Öte yandan, geniş alanların harabiyeti sonucunda, derin nukleusların kortekse gönderdiği eksitatorik uyarılar ortadan kalktığı için hipotoni görülür. Ancak anterior lob normalde vestibular nukleusları inhibe ettiğinden, buranın harabiyeti vestibulospinal yollarda inhibisyonun azalmasına ve hipertonisiteye neden olur.

Serebellum anatomik açıdan yukarıda anlatıldığı gibi bölümlere ayrılırken, fonksiyonel olarak da vestibuloserebellum, spinoserebellum ve serebroserebellum olarak üç bölüme ayrılmıştır. Vestibuloserebellum (flokülonodüler lob); vestibüler sistem ve görme alanlarından bilgi alır. Dengenin denetimi ve sağlanması ile göz hareketlerinin kontrolü temel işlevidir. Spinoserebellum; vermis ve serebellum hemisferlerinin intermediat loblar denilen medial bölümlerinden oluşur ve spinoserebellar traktus ile gerilme reseptörlerinden bilgileri alır. Vestibüler, görsel ve işitsel sistemlerin ve somatosensoriyal korteksin de serebellumun bu bölümüne projeksiyonları bulunur.

Spinoserebellumun çıktıları beyin sapı retiküler formasyona, vestibüler çekirdeklere, talamus ve motor kortekse ve orta beyindeki kırmızı çekirdeğe gider. Vermis ve intermediat loblar hareketin doğru bir şekilde yapılmasının kontrolünden sorumludur. Spinal korddan gelen geri bildirimlerle yapılmak istenen motor emri kıyaslayarak hareketteki sapmaları düzeltirler. Spinoserebellumun en önemli görevlerinden biri de kas tonusu üzerindeki rolüdür. Kas tonusunu, kas iğciğine giden gama motor nöronların aktivitesini uyaran fastigial nukleus ve nukleus interpositusların eksitatör aktivitesiyle düzenler. Serebroserebellum ise; beyin sapındaki pontin çekirdeğinden girdi alır ve bu bilgiyi serebral korteksteki geniş alanlara iletir. Serebroserebellum hareket planlanmasında, ayrıca hazırlığında ve motor öğrenme sürecinin bir parçası olarak harekete ilişkin bilgilerin değerlendirilmesinde görev alır. Ayrıca hareketin ince ayarlanmalarının yapılmasında da fonksiyon göstermektedir.

Talamus

Talamus, hem çeşitli duyuların serebral kortekteki primer duyu merkezine iletilmesinde, hem de serebellum ve bazal ganglionlardan gelen hareket ile ilgili bilgilerin serebral korteksin motor bölgelerine iletilmesinde rol alır. Talamus duyuların, motor aktivitelerin ve kortikal uyanıklığın yönlendirilmesinde oldukça önemlidir. Talamusun içinde bulunan nukleuslar bulundukları lokalizasyonlara göre (örneğin; ventral posterolateral) isimlendirilmektedir. Her nukleus kendine ait fonksiyonelliğe sahiptir ve serebral korteksin spesifik bir bölgesine projekte olan veya oradan gelen liflere sahiptir. Talamus serebral kortekse ulaşan bilgilerin iletim istasyonudur. Bir nevi serebral kortekse giriş kapısıdır. Bütün duyular ve vücudun tüm parçalarından gelen afferent uyarılar talamusta birleşirler ve nukleusların en az birisiyle sinaps yaparlar. Burada bilgiler çözümlenip düzenlenmektedir.

Hareketlerin ve kas tonusunun kontrolü, bir dizi serebral ve spinal nöron topluluğunun yapısal aktivitesine dayanır. Hareketleri ve kas tonusunu kontrol eden bu karmaşık işlevsel sistemdeki merkezi yapılardan birinin, talamusun ventrolateral çekirdeği olduğu bilinmektedir. Bu çekirdek motor korteks yolundaki serebellar, striato-pallidal, nigral ve vestibüler projeksiyonların toplayıcısı ve entegratörüdür.

Bazal ganglionlar

Serebral korteksin tabanında bulunan bazal ganglionlar serebral korteksin çoğu alanından bilgiyi alır ve kendi içindeki devrelerde işlediği bilgiyi çıktı olarak tekrar talamus aracılığıyla motor kortekse iletir. Serebellumun lateral hemisferi ile beraber istemli motor hareketin planlanması, başlatılması ve ardışık hareketlerin belirli bir düzende başarılmasında görev alır.

Vestibüler sistem

Vestibüler sistem başın boşlukta pozisyonu ve başın hareket yönündeki ani değişikliklerine karşı hassastır. Vestibüler girdi ayakta duruş ve yürüme sırasında bakış fiksasyonu ve postural stabiliteyi sağlamaya yardım ederek birçok motor yanıtın koordinasyonunda oldukça önemli rol oynar.

Motor korteks

Motor korteks primer motor korteks, premotor korteks ve suplementer alan olarak üç bölümde incelenir. Primer motor korteksin sinyalleri kortikospinal yol aracılığıyla perifere iletilmektedir. Ayrıca, buradan çıkan impulslar alfa motor nöronları uyarırken, alfa-gama ko-aktivasyonu sayesinde gama motor nöronları da polisinaptik bağlantılarla uyarmış olur.

Bir hareketin gücü ve hızı primer motor korteks tarafından kontrol edilmektedir ve bunu ayarlayan impulslar spinal korda kortikospinal yol aracılığıyla iletilir. Kortikospinal yolu temel olarak motor nöronlar oluştururken, somatosensoriyal kortekse ait nöronal bağlantılar da bu yapıya katılır.

Ayrıca premotor korteksten başlayan lifler ekstrapiramidal sistemi oluşturarak bazal ganglionlara, primer motor kortekse ve beyin sapına uğrar. Premotor korteks böylece, ekstrapiramidal projeksiyonlar aracılığıyla istemli bir harekete temel olacak postural tonusu ve pozisyonları hazırlamış olur. Postural tonus, daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi vücudu yerçekimine karşı dik tutarak motor harekete katkıda bulunur.

KAYNAKLAR

1. Bağırıcı F (2017), Motor Sistem, Tıbbi Fizyoloji; Klinik Tıbbın Temelleri, Ağar E, İstanbul Tıp Kitabevi, 91-107
2. Balcı B, Tomruk M, Göz E, Aktar B (2018), Normal Postural Kontrol, Motor Kontrol; Araştırmanın Klinik Uygulamaya Aktarılması, Gündüz AG, Bilgin S, Öksüz Ç, Ertekin Ö, İyigün G, Hipokrat Kitabevi, 158-161
3. Fil A, Salcı Y, Armutlu K (2016), Spastisite ve Yönetimi; Fizyoterapi Rehabilitasyon, Karaduman A, Yılmaz ÖT, Pelikan Kitabevi,195-197
4. Güzel NA, Tuna Z (2018), Motor Kontrolün Fizyolojisi, Motor Kontrol; Araştırmanın Klinik Uygulamaya Aktarılması, Gündüz AG, Bilgin S, Öksüz Ç, Ertekin Ö, İyigün G, Hipokrat Kitabevi, 44-79
5. Kandel E.R, Schwartz J H, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ (2000), Principles of neural science. Fifth Ed. McGraw- Hill Companies, 475-495
6. Lukhanina EP (1995), Role of the ventrolateral nucleus of the thalamus in extrapyramidal motor pathology. Neurophysiology, 27(4), 243-253.
7. Pınar L (2018), Sinir Sistemi ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri, Akademisyen Kitabevi, 151-226
8. Tatar İ, Urfalı B (2017), Periferik Sinir Sistemi ve Refleks Aktivite, Anatomi ve Fizyoloji, Tatar İ, Nobel Kitabevi, 431-502

Merkezi Sinir Sistemi Hasarı Sonrası Kasta Meydana Gelen Adaptif Değişiklikler

4

Prof. Dr. Nevin A. Güzel, Dr. Fzt. Zeynep Tuna, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu

GİRİŞ

Merkezi sinir sistemi (MSS) hasarı, travma, enfeksiyon, dejenerasyon, yapısal defektler, otoimmün hastalıklar veya inme nedeniyle ortaya çıkabilir. Hasarın yeri ve genişliğine göre farklı belirtiler görülür. MSS hasarı sonrası görülen farklı belirtiler arasında, iskelet kaslarının yapı ve fonksiyonundaki değişiklikler önemli yer tutmaktadır. İskelet kasının yapı ve fonksiyon değişikliği denilince ise ilk akla gelen tonus bozukluğu ve istemli hareketlerin kaybıdır.

Normalde ön boynuz alfa motor nörona bağlantılı olduğu nöronlardan gelen eksitatörik ve inhibitörik postsinaptik potansiyeller arasında kompleks bir denge söz konusudur. Bu hassas denge sayesinde kas tonusu sürekli kontrol altındadır. Bu denge ve dolayısıyla kas tonusu, MSS'nin üst merkezleri tarafından regüle edilir. Dolayısıyla, MSS hasarı sonucunda bu hassas ve keskin denge bozulmakta ve tonus bozukluğu görülmektedir.

MSS hasarı sonucu görülen tonus bozukluğu denilince ilk akla gelen hipertonus yani spastisitedir. Spastisite, tonik germe refleksindeki hıza bağlı artışı ifade eder. Spastik kasların, uygulanan gerilme hızıyla doğru orantılı olarak kontraktil aktivite gösterdiği bilinmektedir. Normalde MSS'de üst merkezler, spinal seviyedeki fizyolojik propriyoseptif refleksleri inhibe etmekte ancak MSS hasarında bu kontrol ortadan kalktığı için bir disinhibisyon söz konusu olmaktadır. Bu denge değişiminin sebebi inen ve çıkan yolların ya da etkilenen segmente yakın bölgedeki spinal internöronların hasarıdır.

Spastisite en sık inme, multipl skleroz, spinal kord yaralanması, travmatik beyin hasarı ve diğer MSS lezyonlarından sonra ortaya çıkar. Spastisite klinik olarak üç tab-

loyla kendini gösterir: parezi (iskelet kasının azalmış istemli hareketi); yumuşak doku kontraktürü (özellikle kaslarda kısalık ve eklem sertliği); ve kasın aşırı aktivitesi (gevşeme yeteneğinin azalması). Klinik olarak, spastisitenin neden olduğu istemli motor kuvvet yetersizliği, denge problemleri ve bozulmuş motor kontrol hastada fonksiyonel kısıtlanmalara yol açmaktadır.

Hipertonik bir kasta, gevşeme ve istemli hareket yeteneğinin azalması nedeniyle zaman içerisinde birtakım yapısal değişiklikler görülmektedir. Kas mimarisinin, fizyolojik koşullarda da kontraktil özelliklere göre değiştiği bilinmektedir. Diğer bir deyişle, artmış veya azalmış kullanım, kasın mimari yapısını değiştirir. Ancak spastisitede açıklığa kavuşturulması gereken noktalardan biri de bu durumun kasın kullanımında artmaya mı yoksa azalmaya mı neden olduğudur. Çünkü spastik bir kastaki durum, azalmış veya artmış kullanım kadar basit değildir. Spastisitenin, kas mimarisini değiştirdiği yapılan çalışmalarla gösterilmiştir ancak bu konudaki çalışmalar muhtemelen metodolojik limitasyonlar nedeniyle birbirinden farklı sonuçlar vermektedir. En önemli limitasyonlardan biri, kontrol verisi olarak sağlıklı kişilerden kas biyopsisi almanın çok zor olmasıdır. Bu nedenle yapılan çalışmalarda sonuçlar, referans değerler göz önüne alınarak yorumlanmaktadır.

Sağlıklı bir iskelet kasının histolojik incelemesinde, yakın komşu çokgenler oluşturan sıkıca paketlenmiş bir dizi kas dokusu görülür. Kastaki artan yük kas liflerinin hipertrofisine yol açarken, yük eksikliği de atrofi ile sonuçlanır. Bu nedenle, bir kural olarak, kas liflerinin büyüklüğü kas motor aktivitesinin bir göstergesidir. Spastisiteli hastalardan elde edilen kas biyopsi örnekleri, kas liflerinin çeşidinde ve çapında artış olduğunu ve ekstrasellüler boşluk hacmini dolduran çok sayıda patolojik yapı oluştuğunu göstermiştir.

Artmış veya azalmış kullanım, büyüme çağında da sağlıklı kas yapısını etkilemektedir. Bu nedenle, serebral palsi gibi çocukluktan itibaren görülen hastalıklarda spastik kaslardaki değişikliklere büyümenin getirdiği etkiler de eklenir ve durum biraz daha farklıdır. Çünkü ontogenetik olarak, myozinin embriyonik ve neonatal formları, büyüme esnasında bir olgunlaşma sürecinden geçerek farklılaşır. Bu farklılaşma sürecinde kasın aktivitesi de önemli bir faktördür. Bu nedenle özellikle MSS hasarı görülen çocuklarda kasın yüklenmesi yetersiz kaldığı için motor aktivite seviyesindeki değişiklikler myozinin bu olgunlaşma sürecini de bozmaktadır.

Spastisitenin kas lifi tipleri üzerindeki etkilerini araştıran histolojik çalışmalar, muhtemelen metodolojik farklılıklar nedeniyle birbirinden farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, elde edilen sonuçlardaki farklılık, altta yatan mekanizmaların yorumlanmasını da farklı kılmaktadır.

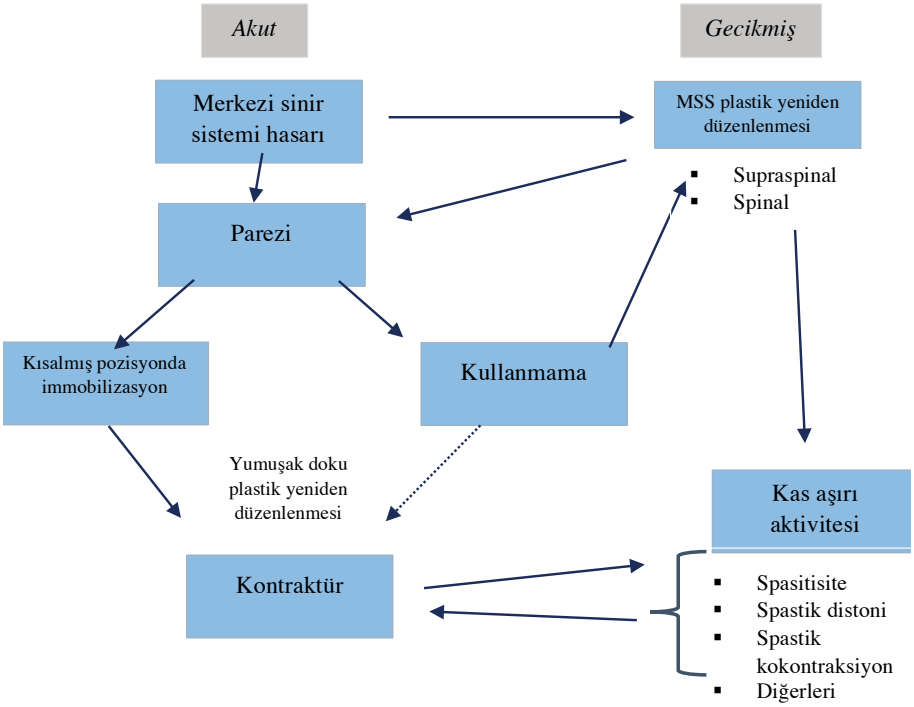
Spastik kasların sağlıklı kaslara göre gerilmeye direncinin daha yüksek olduğu ve bu kasların hücre dışı matriks miktarının daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Bu so-

nuçlar spastik bir kasta sarkomer boyunu düzenleyen yapıların fonksiyonunun bozulduğuna işaret etmektedir. Bu bozulan yapıların başında ise kas hücresinin dev proteini olan ve myozin flamentini Z diskine bağlayarak hücre iskeletine katılan esnek ve ipliksi yapıdaki titin gelmektedir.

Spastik bir kasta konnektif doku, paralizi ve paraliziye bağlı immobilizasyon nedeniyle çarpıcı biçimde değişmektedir. Gerilmeye karşı artan direnci veya intrinsik kas sertliğini açıklamak için üç farklı mekanizma tanımlanmıştır: (1) kas kasılması sırasında bağlanan çapraz köprülerin sayısındaki artıştan kaynaklanan aktif kas sertliği; (2) kas iğciği afferentleri ile alfa motor nöronlar arasında monosinaptik refleks üzerindeki etkilerin azalmasından kaynaklanan nöral aracılı refleks sertlik; (3) kas dokusu içindeki fibrozisin ve diğer yapısal değişikliklerin neden olduğu pasif kas sertliği.

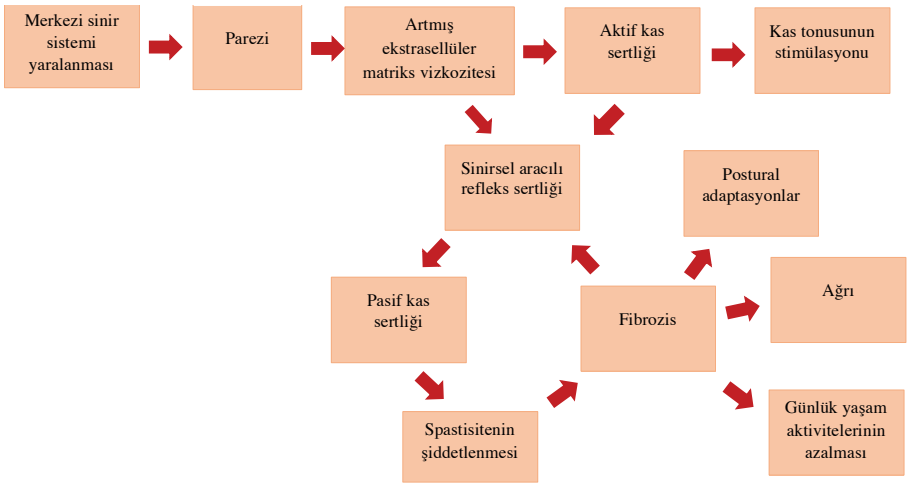
1) *Aktif kas sertliği (Hücre dışı matriksteki değişiklikler):* Yapılan hayvan çalışmalarında immobilizasyon veya parezinin, hücre dışı matrikste hyalüronik asit konsantrasyonlarının artışıyla sonuçlandığı görülmüştür. Hyalüronik asit hücre dışı matriksin ana bileşenidir. İmmobilizasyon ve parezi sonucu hücre dışı matriksin viskozitesi artar ve lifler arasındaki kayma miktarı azalır. Bu durum kasta sertlikle sonuçlanır. Buna ek olarak, sarkomer boyunun kısalması, kasılma sırasında bağlanan çapraz köprü sayısında artışa yol açarak aktif kas sertliğine neden olur.
2) *Nöral kaynaklı kas sertliği (Kas iğciklerinin rolü):* Kas iğciğinin kas tonusuna olan katkısı Bölüm 4'te detaylı olarak açıklanmıştır. Özetle, kasın boyundaki statik veya dinamik değişiklikler, kas iğciğinin ekvatorial bölgesini uyarır. Bu duyusal input afferentlerle spinal korda taşınarak, burada monosinaptik bir bağlantıyla o kasa ait alfa motor nöronları uyarır ve kasın istirahat halinde bile hafif kasılı durumda olmasını sağlar. Böylece kas iğciği kas tonusunun düzenlenmesinde gerim refleksi aracılığıyla primer rol oynar. Dolayısıyla, kas iğciğinin fonksiyonundaki bir bozulma, kas tonusunun değişmesiyle sonuçlanır. Kasın boyunda immobilizasyonun neden olduğu kısalma, kasın boyundaki değişikliklere duyarlı olan kas iğciklerinin uyarılmasını kolaylaştırır ve artırır. Bu durumda artan gerim refleksi aktivitesi ekstrafuzal kas liflerinin de uyarımını arttırmaktadır.
3) *Pasif kas sertliği (Kollajen Birikimi ve Fibrosis):* Spastisite tablosunun süresi uzadıkça, kasta artık geri dönüşü zor yapısal değişiklikler ortaya çıkar. Spastik kaslardaki ekstrasellüler konnektif doku miktarı artışı, özellikle de kollajen konsantrasyonunda artış demektir. Kronik evrede kastaki yoğunluk artışına kas demetleri içinde ve arasındaki kollajen liflerinin artışı da katkıda bulunur. Kollajen birikiminin artması, kasın yapısal özelliğini ve dolayısıyla kontraktil özelliklerini bozmaktadır. Bu yapısal bozulmanın, botoks enjeksiyonu gibi spastisite tedavisinde kullanılan ajanların etkinliğini azalttığı öngörülmektedir.

Spastik bir kasta meydana gelen değişikliklerin altında yatan mekanizmalar henüz aydınlatılamamış olsa da, birçok görüş söz konusudur. Bu görüşlerden bir tanesi de kas liflerinin mekanik özelliklerindeki değişimin, subklinik kontraktürlere yol açabileceğidir. Bu konuda yapılan çalışmalar fonksiyonel bozuklukların, refleks hipereksitabiliteden ziyade subklinik kas kontraktürlerinden kaynaklandığını göstermiştir. Bu nedenle subklinik kontraktürlerin de spasitisiteye katkıda bulunduğu öngörülmektedir (Şekil 4.1).



**Gracies, J. M. (2005). Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, 31(5), 552-571.*

Şekil 4.1: Spastik parezinin patofizyolojisi.



**Stecco, A., Stecco, C., & Raghavan, P. (2014). Peripheral mechanisms contributing to spasticity and implications for treatment. Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports, 2(2), 121-127.*

Şekil 4.2: Spastik sürecin gelişiminde önerilen model.

Spastisitedeki diğer bir mekanizma ise immobilizasyon ve kullanmamadır. Bu iki terim birbirinden farklıdır. İmmobilizasyon, eklem çevresinde pasif veya aktif hareketsizliktir. Kullanmama ise, o ekstremitede isteğe bağlı motor output eksikliğidir. Bunlar iki farklı fenomen olmasına rağmen, özellikle santral sinir sistemi uyarılarının kesintiye uğraması durumunda hastada paralel olarak ortaya çıkmaktadır. İmmobilizasyon durumunda eklemin çevresindeki kaslardan bir kısmı kısalmış pozisyonda kalır ve gerimi azalmış olan bu kas/kasların nöral uyarımı da azalır. Uzun süre kısalmış pozisyonda immobil kalan kasta atrofi (kas kütlesi kaybı), sarkomer kaybı (kısalma) ve bağ yağ doku birikmesi görülür. Bu kontraktür aşamalarına ek olarak, immobilizasyon veya kullanmama (örneğin yatak istirahatı) nedeniyle kasın normal ağırlık taşıma aktivitesinin kaybı da katabolik reaksiyonları tetikler ve böylece iskelet kası kütlesi ve kesit alanı kaybı ve kemik mineralizasyonunda azalma görülür. Spastisitede de immobilizasyon ve kullanmama söz konusudur ve bu süreçlerin sonuçları spastik kaslarda da görülür. Parezi ve hipertonisite nedeniyle kasların kısalmış pozisyonda kalması, kas atrofisi, sarkomerlerin progresif kaybı ve intramusküler konnektif doku birikimine (fibrozis) neden olabilir. Spastik bir kasta intramusküler konnektif dokunun kalitesi ve miktarı, fibrozis oluşumuyla birlikte progresif şekilde modifiye olur (Şekil 4.2). Kısalmış pozisyonda immobilizasyonun periferal etkilerine burada açıklanan değişikliklere ek olarak myotendinoz kavşaktaki dejeneratif değişiklikler ve germenin mekanik lif stimülasyonunu arttırması da dahil edilebilir. Bu periferik etkiler aşağıda açıklanmıştır:

- *Atrofi:* Pareziye bağlı immobilizasyonun neden olduğu kas atrofisi, kasın uzamış pozisyonda immobilize edilmesiyle az da olsa önlenebilir. Çünkü sağlıklı kişilerde bile immobilizasyon, kas liflerinin küçülmesine ve kas kesit alanı ve kas hacminde azalmaya neden olur. Ayrıca kasın normal yüklenmemesi protein sentezi kapasitesini de azaltmaktadır.
- *Sarkomerlerin Kaybı:* Kısalmış pozisyonda tutulan bir kas, bulunduğu dinlenme uzunluğuna adapte olur. Bu durumda, bu kısalmış pozisyonda maksimal gerim oluşturabilmek için sarkomerlerini kaybederler. Bu olaydaki temel uyaran immobilizasyonun kendisinden ziyade kasın tutulduğu boydur. Çünkü nötral pozisyonda immobilize edilen kaslarda sertlik gelişmemiş ve sarkomer sayısı değişmemiştir. Buna paralel şekilde, uzamış pozisyonda immobilize edilen kaslarda ise seri bağlı sarkomer sayısı artmıştır. Bu nedenle bu adaptasyon için temel uyaranın kasın boyu olduğu düşünülmektedir.
- *İntramüsküler Konnektif Doku Birikimi:* İmmobilizasyon, kasta intramüsküler konnektif dokunun miktarı ve kalitesini değiştirmektedir. Bu değişiklikler sonucunda, immobilize edilmiş iskelet kasının sertliği artar, uzayabilme yeteneği azalır ve fonksiyonu bozulur.
- *Artmış Yağ İçeriği:* Kronik hastalarda hemiparetik iskelet kaslarının, paretik olmayan tarafa kıyasla yağ içeriğinin arttığı bulunmuştur. Hem flask hem de spastik parezideki paretik kasların tendonlarında yağ birikimi meydana gelir ve bu anormal yağ birikimi genellikle Ruffini ve Pacini korpüskülleri, Golgi tendon organları ve serbest sinir uçları dahil olmak üzere nöral bağlantısı kopuk ve dejenere mekanoreseptörlerde de görülür.
- *Myotendinöz Kavşakta Görülen Dejeneratif Değişiklikler:* İmmobilizasyon, vasküler yoğunluğun azalmasına ve dolayısıyla myotendinöz kavşakta dejeneratif değişikliklere neden olur. Bu durumun, tendonun çekme kuvvetini azalttığı düşünülmektedir.
- *Mekanik Lif Stimülasyonunda Gerilme ile Artış:* Kısalmış pozisyonda immobilize edildikten sonra kasın uzama yeteneğinin azalması, kas iğciklerinin germe altında uyarılmasını kolaylaştırır. Bu nedenle, germe reflekslerinde ve kas iğciği yanıtlarında bir artış söz konusudur.

Bu bölümde, MSS hasarı denildiğinde ilk akla gelen patolojilerden olan inme ve serebral palside kas mimarisi değişikliklerine ve özellikle sarkopeniye değinilecektir.

İnme Sonrası Kas Mimarisinde Meydana Gelen Değişiklikler

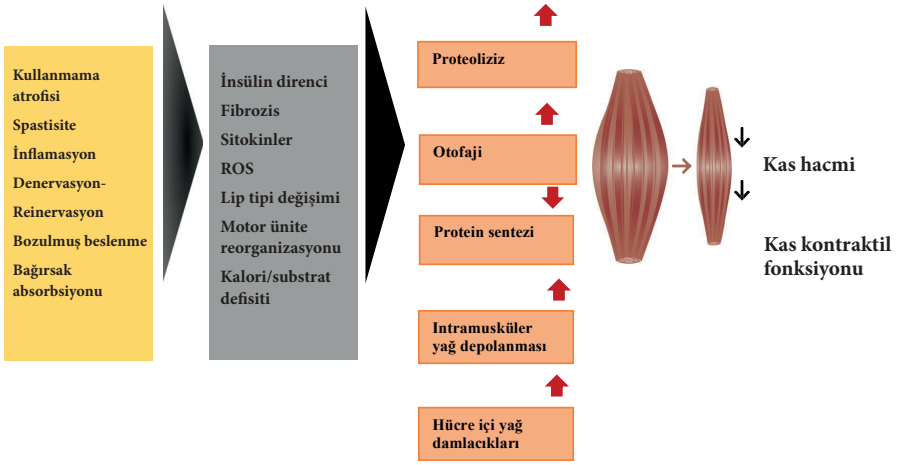
İnme, serebral dolaşımdaki kesinti nedeniyle beyin dokusunun oksijenasyonunda azalmaya neden olan ve bu nedenle vücudun bir tarafında güç kaybı, konuşma bo-

zukluğu, görme problemleri, denge, yürüme ve koordinasyon kaybı gibi semptomlarla karakterize bir hastalıktır. İnme, iskemik beyin hasarından kaynaklanan üst motor nöron defisitlerine neden olur. Kontralateral tarafta oluşan nörolojik defisitlere ve mobilitede azalmaya, iskelet kaslarında meydana gelen yapısal değişiklikler eşlik eder. Kas dokusundaki yapısal adaptif değişiklerin serebral enfarktüsten 4 saat sonra başladığı bilinmektedir. Bu hızlı başlangıç, kasa ait motor nöronların sinaptik aktivitesindeki bozulma ve motor ünite sayılarındaki azalmayla ilişkili olabilir.

İnme sonrası 3 hafta gibi erken bir sürede, kas kütlesinde önemli oranda önemli oranda azalma olduğu gözlenmiştir. Paretik tarafta kas kitlesindeki azalmaya, yağ kitlesi artışı eşlik eder. Ancak paretik tarafta görülen kas kitlesi ve kuvvetin azalması, yağ kitlesi artışı ve bozulmuş glukoz toleransı, benzer şekilde paretik olmayan tarafta da görülmüştür. Bununla birlikte, paretik olmayan taraftaki kas kitlesi kaybı kısmen geri dönüşlüdür. Paretik ve paretik olmayan ekstremitelerde kas kitlesi kaybı, kas liflerinin enine kesit alanında azalma ve intramusküler yağ birikiminde artış gibi uzun dönem kas değişiklikleri inme sonrası 3 hafta ila 6 ay arasında meydana gelmektedir. Kassal değişikliklere kemik mineral dansitesinde azalmanın da eşlik ettiği görülmüştür. İnme sonrası ortaya çıkan bu tablo, iskelet kasındaki adaptif süreçlerin hastanın özür düzeyini arttırdığına işaret etmektedir.

İnme sonrası hemiparetik taraf iskelet kaslarında denervasyon, kullanmama, spasitise, remodeling, myosteatoz ve sarkopeni tablolarının kombinasyonu görülmektedir. Sarkopeni terimi ilk kez kas kitlesi ve kuvvetindeki yaşa bağlı kaybı tanımlamak için geriatrik popülasyonda kullanılmıştır. Sarkopeni yaşlanma ile ortaya çıkan kas kitlesi ve fonksiyonunun geri dönüşsüz kaybını ifade eder, bu nedenle kas kitlesi ve kuvvetinin yanı sıra fonksiyon ölçütlerini de içerir. MSS hastalıklarında sarkopeninin diagnozu, yaşlı popülasyondakinden farklı kriterler gerektirir. İnme ve spinal kord yaralanması gibi MSS hastalıklarında sarkopeninin, malnutrisyon, kullanmama, inflamatuvar ve endokrin hastalıklar gibi birçok faktör sonucu olabileceği ifade edilmektedir (Şekil 4.3). Kas kitlesi kaybına yol açan değişiklikler hücresel, metabolik ve biyomekanik seviyelerde meydana gelir. Bu hastalarda azalmış kas kitlesi ve kas kuvveti gibi sarkopeninin ana klinik göstergeleri ambulatuar şartlar altında değerlendirilebilir.

Sarkopenide sistemik inflamasyon da önemli bir rol oynar. Kronik düşük dereceli inflamasyon ve vücut kompozisyonundaki değişiklikler, sarkopeniye yol açan süreçleri tetikler. İnaktivite ve motor disfonksiyon inme hastalarında vücut kompozisyonunu değiştirmekte, ayrıca katabolik sinyaller (örneğin, sitokinler ve serbest radikaller) de dokuda bozulma ve vücut kompozisyonunda değişiklikler ortaya çıkarmaktadır.



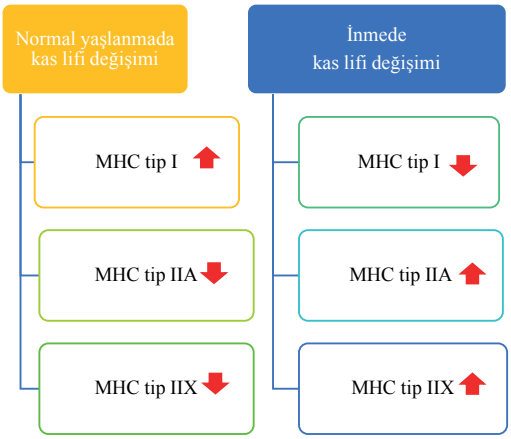
**Scherbakov, N., Sandek, A., & Doehner, W. (2015). Stroke-related sarcopenia: specific characteristics. Journal of the American Medical Directors Association, 16(4), 272-276.*

Şekil 4.3: İnmeye bağlı sakopenide atrofinin oluşma yolları ve mekanizmaları.

İnme ve lif tipi değişimi

Klasik olarak kas lifleri, myofibriler adenozin trifosfataz (mATPaz) histokimyası ile aktivite oluşumuna dayanarak, tip I, tip IIA ve tip IIX olarak sınıflandırılır. Yavaş kas tip I lifleri, yüksek miktarda mitokondri ve oksidatif metabolizma içerir ve yorulmaya karşı dirençlidir. Buna karşılık, hızlı oksidatif-glikolitik tip IIa ve glikolitik tip IIb/x lifleri yorulmaya karşı daha az dirençlidir ve enerjilerini ağırlıklı olarak anaerobik glikolizden elde eder. Normal yaşlanmada, kas doku değişiklikleri hızlı kasılan kas liflerinde azalma (MHC tip IIa ve IIx) ve yavaş kasılan kas lifinde artış (MHC tip I) gibi lif tipi değişiklikleriyle karakterizedir ve bu durum kas kuvvetinde azalma ile sonuçlanır. Böylece 30-60 yaşları arasında kas kuvveti %18 azalır ve 70-90 yaşları arasında %20 daha azalır. Bu kas lif tipi değişikliği motor ünite denervasyonundan ve ardından sağlam komşu kas liflerinin reinervasyonundan kaynaklanır. Hızlı kasılan motor üniteler denervasyon ve reinervasyona karşı daha hassastır.

İnme sonrası meydana gelen en iyi bilinen modifikasyonlardan biri kas lif tipi değişimidir. İnme sonrası azalmış oksidatif kapasite, liflerin atrofisi ve tip I kas lifi kaybı ile lif oranında değişim olabildiği iyi bilinmektedir. İnme hastalarında, tip I liflerinin azalması ve tip IIA ve tip IIX artışı ile yaşlılarda görülen lif tipi değişimi paternine ters bir patern gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Hastaların aktivite düzeyleri değiştiği için bu değişikliğe azalmış mobilite ve kullanmamaya kullanmamaya bağlı görülen adaptasyonlar da eklenmektedir.



* Scherbakov, N., Von Haehling, S., Anker, S. D., Dirnagl, U., & Doehner, W. (2013). Stroke induced Sarcopenia: muscle wasting and disability after stroke. International journal of cardiology, 170(2), 89-94.

Şekil 4.4: Yaşlanmaya ve inmeye bağlı sarkopenide kas lif tipi değişimi.

İnme ve myosteatozis

Myosteatozis, kas dokusunun intramusküler yağlanma ile yer değiştirmesi anlamına gelir. Normal yaşlanma yağsız kitlenin kaybı, yağ kitlesinin artışı ve sedanter yaşam tarzı ile ilişkilidir. Bunlara ek olarak, inmeli hastalarda iskelet kasında görülen diğer bir histolojik modifikasyon da myosteatozistir. Paretik tarafta intramusküler yağlanmanın önemli derecede arttığı yapılan çalışmalarda gösterilmiştir. Ayrıca myosteatoz, potansiyel olarak kas kuvveti azaltmanın yanı sıra (kas atrofisi ve kontraktil olmayan bir doku ile yer değiştirmesi nedeniyle), insülin direncini artırabilen ve böylece diyabet diyabet geliştiren ya da önceden mevcut olanı şiddetlendiren bir risktir.

İnme ve kullanmama atrofisi

Kullanmama atrofisi, kasın protein içeriğinde ve lif çapında azalma ve dolayısıyla kuvvet üretiminde azalma ve çabuk yorulmayla karakterize bir durumdur. Sağlıklı bireylerde kassal immobilizasyon birkaç haftada kuvvette azalmaya neden olmuştur.

İnme sonrası, paretik taraftaki azalmış veya olmayan kassal aktivite ve immobilizasyon, kullanmama atrofisine neden olur. Çünkü kasın fizyolojik olarak yüklenmemesi maladaptif cevaplar ortaya çıkarır. Yapılan çalışmalar akut inmeli hastaların hastanede oldukları süre içerisinde bir günde 40 dakikadan daha az fiziksel olarak aktif olduklarını göstermiştir. Diğer bir deyişle inaktivite, inme sonrası kas atrofisinin önemli bir nedenidir ve bozulmuş beslenme ile birlikte katabolizmayı daha da artırır. Öte yandan, strese bağlı nöroendokrin otonomik aktivite artışı, proinflamatuvar

sitokinler, serbest radikaller ve sistemik hormonal dengesizlikler gibi inme ile ilişkili patofizyolojik mekanizmaların tümü genel katabolik aktivite artışına katkıda bulunabilir. İnaktivite sadece glukoza bağlı enerji metabolizmasını etkilemez, aynı zamanda insülin direnci ile sonuçlanır.

İnme ve Malnütrisyon

Malnütrisyon gıdaların yetersiz alımı sonucu uzun sürede ortaya çıkan, yağsız vücut kütlesi ve deri altı yağ depolarının azalmasına bağlı vücut kompozisyonunda değişiklik ve kademeli bir kilo kaybıyla karakterizedir. Malnütrisyon yaşlanma ve hastalık durumunda ortaya çıkabilir. Malnütrisyon inmeden sonra hastaların %49'unda görülen ortak bir problemdir. İnmeli hastalar bilinç bozukluğu, yutma problemleri, postür bozukluğu, azalmış mobilizasyon, iletişim problemleri, yorgunluk, depresyon ve görsel-algısal bozukluklar nedeniyle yeme ve içme yeteneklerini kaybedebilirler. Ayrıca, inaktivite, yutma ve beslenme güçlüğü söz konusudur.

Malnütrisyon, sarkopeniyi ağırlaştırabilir ve bu nedenle beslenme problemlerini ve yine malnütrisyonu kötüleştirir. Hem kalori hem de makro besin alımındaki azalma, inme sonrası sarkopeninin oluşumuna neden olan faktörler arasında sayılabilir. Özellikle protein alımının azalması kas kitlesi açısından önemli bir rol oynar. Bu hastalarda azalmış kalori alımı, negatif nitrojen dengesi ve dolayısıyla doku kaybı için önemli bir faktör olabilir. Glukoz alımındaki azalma, enerji kaynağı olarak kas proteinlerinin aminoasitlere yıkımını tetikler. Hormonal değişiklikler, inflamasyon ve hareketsizlik gibi diğer faktörlerle birlikte bu süreç hızla sarkopeni gelişme potansiyeli taşıyan bir tablo ortaya çıkarır. Güç ve fonksiyon kaybına ek olarak, kas kütlesi kaybı vücudun glukozu metabolize etme yeteneğini azaltabilir. İnmeli hastaların %80'inin bozulmuş glikoz metabolizmasına veya diyabete sahip olması nedeniyle önemlidir, çünkü bu durumda gelecekte inme geçirme riski iki ila üç kat artmaktadır.

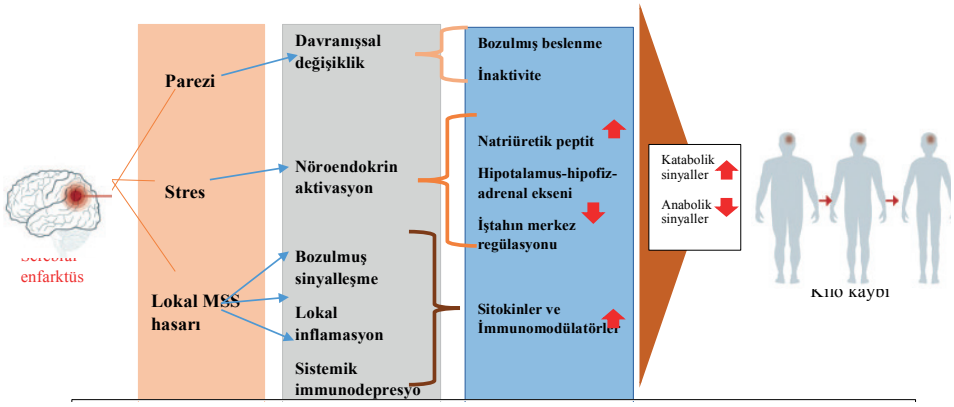
İnme ve Vücut Ağırlığı

İnme sonrası beslenme bozuklukları ve negatif kalori dengesi, vücut ağırlığını değiştirmektedir. Metabolik dengeye bozulmuş beslenme, paralizi ve inaktivitenin yanı sıra nöroendokrin sempatik aktivasyon, ateş, iştah değişimi, sitokinler ve radikal birikimi gibi diğer faktörlerler de etki eder. Katabolizmanın artışı ve anabolizmanın yetersizliği anabolik-katabolik imbalansa neden olur. Bu imbalans, hem yağın ve diğer enerji depolarının tükenmesi hem de kas dokusunun kaybı ile kilo kaybına yol açar ve fonksiyonelliği azaltır. İmmobilizasyon, bozulmuş beslenme, artmış katabolik sinyallerin aktivasyonu (stres, ağrı) gibi bir dizi mekanizma doku kaybına katkıda bulunur.

İnmeden sonra negatif metabolik dengenin kilo kaybıyla sonuçlanıyor olması, inmeden önce aşırı kilolu veya obez olmanın avantaj olabileceği görüşünü ortaya çıkarmıştır. Buna inmenin obezite paradoksu adı verilir.

Kilo kaybı katabolik aktivitenin net sonucunu gösteren genel bir ölçümdür. Ancak katabolik aktiviteden her doku farklı şekilde etkilenebilir. Kas dokusunda katabolik aktivite sonucu kayıp meydana gelirken, yağ doku kas dokusuyla yer değiştirir ve intramusküler yağ dokuda artış görülür. Bu durumda, fonksiyonel kas dokusundaki gerçek azalma, sadece vücut ağırlığının azalmasıyla değerlendirilmemelidir. İnmeli hastalarda yağ doku değişiklikleri olduğu bilinmekte ve yapılan tüm çalışmalar bu değişimin artış yönünde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.5).

Yine katabolik aktiviteden etkilenen diğer bir doku da kemiktir. İnmeden sonra kemik mineral yoğunluğunun azaldığı yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur.



**Scherbakov N, Dirnagl U, Doehner W. Body weight after stroke: lessons from the obesity paradox. Stroke 2011;42:3646–50.*

Şekil 4.5: İnmeli hastalarda sistemik metabolik değişiklikler ve kilo kaybının patofizyolojisine şematik genel bakış.

İnme Sonrası Sempatik ve Nöroendokrin Aktivasyon

İnme sonrasında hipotalamus-hipofiz-adrenal korteks eksenindeki bozulma sonucunda, sistemik nöroendokrin aktivasyon artar ve sempatik aktivite upregüle olur. Bu sempatik aktivite artışı, katabolik aktivite artışına neden olarak enerji verimliliğini düşürür.

Serebral Palsi Sonrası Kas Yapısında Meydana Gelen Değişiklikler

Serebral palsi (SP) beyin hasarı sonucu ortaya çıkan bir klinik tablodur ve iskelet kaslarında tonus değişikliğine neden olur. Sık görülen spastik tip SP'de kaslarda kasın boyu, lif tipi ve ekstrasellüler matriks konsantrasyonu değişir.

Motor ünitelerin kas lifi sayısı, lif içindeki miyozin tipi, asetilkolin reseptörlerinin sentezi, motor nöronunun boyutları ve aktivitesi büyük ölçüde doğum öncesi belirlenir. SP'de santral motor nöronların yaşamın erken evresinde hasarı kas liflerinin farklılaşmasını ve nöromüsküler iletimi bozar. Bu nedenle, perinatal MSS hasarı olan bir bebekte, kas iğciklerinin ve asetilkolin reseptörlerinin yapısal anomalilerinin yanı sıra, kas liflerinin farklılaşmasında bozukluk görülür.

Kas yapısındaki değişiklikler

SP'nin spastik formunda kaslarda çoğu zaman eklem hareketlerini sınırlayan ve fonksiyonel olarak kısa görünmesine sebep olan kontraktürler görünür. Yapılan çalışmalar spastik kasların hacminde azalma olduğunu gösterirken, kastaki kısalmaya rağmen sarkomer boylarının uzadığı rapor edilmiştir. Uzamış sarkomerler nedeniyle kasın normal kuvvetinin sadece %40'ını üretilebileceği belirtilmiştir. Sarkomer boyundaki uzamanın sebebi, atrofi sebebiyle pennasyon açısının azalması veya kemik uzamasına karşın kas büyümesinin yetersiz olması olabilir.

Dokunun mekanik özelliğindeki değişiklikler

Spastik SP'de kasın kollajen içeriğinin artmasının sertliğe sebep olduğu belirtilmiş, bu sertliğe ekstrasellüler matriksteki anormal organizasyonun da katkı sağladığı bildirilmiştir. Bu hastalarda kasların histolojik profilinin de değiştiği, kas lifi çaplarının azaldığı gösterilmiştir.

Lif tipini belirleyen başlıca kas proteini olan miyosin ağır zinciri, SP'li hastalarda da değişmektedir, ancak bu değişikliklerin yönü kaslara göre farklılık göstermektedir. Yapılan çalışmalar spastik kasların lif tiplerinin değiştiğini de göstermiştir ancak metodolojik farklılıklar nedeniyle sonuçlar arasında farklılık olduğu göze çarpmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Arasaki K, Igarashi O et al. (2006). Reduction in the motor unit number estimate (MUNE) after cerebral infarction. J Neurol Sci; 250:27–32.
2. Arsava EM, Aydoğdu İ vd. (2018). İnme Hastalarında Nütrisyonel Yaklaşım ve Tedavi, Türkiye için Uzman Görüşü. Turk J Neurol; 24: 226-242.
3. Bienek R, Marek B et al. (2012). Adiponectin, leptin, resistin and insulin blood concentrations in patients with ischaemic cerebral stroke. Endokrynol Pol; 63:338–45.
4. Carda S, Cisari C et al. (2013). Sarcopenia or muscle modifications in neurologic diseases: a lexical or patophysiological difference. Eur J Phys Rehabil Med; 49(1), 119-130.
5. Carin-Levy G, Greig C et al. (2006). Longitudinal changes in muscle strength and mass after acute stroke. Cerebrovasc Dis; 21:201-7.
6. Celik B, Ones K et al. (2008). Body composition after stroke. Int J Rehabil Res; 31:93-6.
7. Chokroverty S, Reyes MG et al. (1976). Hemiplegic amyotrophy. Muscle and motor point biopsy

study. Arch Neurol; 33:104-10.
8. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP et al. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Age Ageing; 39:412-23.
9. Dam TT, Peters KW et al. (2014). An evidence-based comparison of operational criteria for the presence of sarcopenia. Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences; 69: 584–590.
10. De Deyne PG, Hafer-Macko CE et al. (2004). Muscle molecular phenotype after stroke is associated with gait speed. Muscle Nerve; 30:209-15.
11. Dietz V, Sinkjaer T (2007). Spastic movement disorder: impaired reflex function and altered muscle mechanics. The Lancet Neurology; 6(8): 725-733.
12. Dirnagl U (2012). Pathobiology of injury after stroke: the neurovascular unit and beyond. Ann N Y Acad Sci; 1268:21–5.
13. Doehner W, Schenkel J et al. (2013). Overweight and obesity are associated with improved survival, functional outcome, and stroke recurrence after acute stroke or transient ischaemic attack: observations from the TEMPiS trial. Eur Heart J; 34:268–77.
14. Dupont Salter AC, Richmond FJ et al. (2003). Effects of muscle immobilization at different lengths on tetrodotoxin-induced disuse atrophy. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng; 11:209- 17.
15. English C, McLennan H et al. (2010). Loss of skeletal muscle mass after stroke: a systematic review. International Journal of Stroke, 5(5), 395-402
16. English C, Thoirs K et al. (2012). Changes in fat mass in stroke survivors: a systematic review. Int J Stroke; 7:491–8.
17. Finestone HM, Greene-Finestone LS (2003). Rehabilitation medicine: 2. Diagnosis of dysphagia and its nutritional management for stroke patients. CMAJ; 169:1041–4.
18. Foley NC, Martin RE et al. (2009) A review of the relationship between dysphagia and malnutrition following stroke. J Rehabil Med; 41:707–13.
19. FOOD Trial Collaboration (2003). Poor nutritional status on admission predicts poor outcomes after stroke. Stroke; 34:1450–6.
20. Frontera WR, Grimby L et al. (1997). Firing rate of the lower motoneuron and contractile properties of its muscle fibers after upper motoneuron lesion in man. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, 20(8), 938-947.
21. Gannon J, Ohlendieck K (2012). Subproteomic analysis of basic proteins in aged skeletal muscle following offgel pre-fractionation. Mol Med Rep; 5:993–1000.
22. Geeganage C, Beavan J et al. (2012). Interventions for dysphagia and nutritional support in acute and subacute stroke. Cochrane Database Syst Rev; 10:CD000323.
23. Gracies JM (2005). Pathophysiology of spastic paresis. I: Paresis and soft tissue changes. Muscle Nerve; 31:535-51.
24. Gracies, JM (2005). Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine; 31(5), 552-571.
25. Gündüz AG, Yazıcı G et al. (2019). The effects of early neurodevelopmental Bobath approach and mobilization on quadriceps muscle thickness in stroke patients. Turkish journal of medical sciences; 49(1), 318-326.
26. Hachisuka K, Umezu Y et al. (1997). Disuse muscle atrophy of lower limbs in hemiplegic patients. Arch Phys Med Rehabil; 78:13-8.
27. Hafer-Macko CE, Ryan AS et al. (2008). Skeletal muscle changes after hemiparetic stroke and potential beneficial effects of exercise intervention strategies. J Rehabil Res Dev; 45:261-72.

28. Harris JE, Eng JJ (2010). Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis. Stroke; 41:136–40.
29. Harris ML, Polkey MI et al. (2001). Quadriceps muscle weakness following acute hemiplegic stroke. Clin Rehabil; 15:274–81.
30. Hunnicutt JL, Gregory CM (2017). Skeletal muscle changes following stroke: a systematic review and comparison to healthy individuals. Topics in stroke rehabilitation; 24(6), 463-471.
31. Ito J, Araki A et al. (1996) Muscle histopathology in spastic cerebral palsy. Brain Dev; 18 (4), 299-303.
32. Jakobsson F, Edstrom L et al. (1991). Disuse of anterior tibial muscle during locomotion and increased proportion of type II fibres in hemiplegia. J Neurol Sci; 105:49-56.
33. Jorgensen L, Jacobsen BK (2001). Changes in muscle mass, fat mass, and bone mineral content in the legs after stroke: a 1 year prospective study. Bone; 28:655-9.
34. Jönsson AC, Lindgren I et al. (2008). Weight loss after stroke: a population-based study from the Lund Stroke Register. Stroke; 39:918–23.
35. Kelly-Hayes M, Beiser A et al. (2003). The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: the Framingham study. J Stroke Cerebrovasc Dis; 12:119–26.
36. Klochkova OA, Kurenkov AL et al. (2018). Development of contractures in spastic forms of cerebral palsy: Pathogenesis and prevention. Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery; 6(1), 58-66.
37. Lieber RL (2010). Skeletal muscle structure, function, and plasticity. Lippincott Williams & Wilkins.
38. Lieber RL, Steinman S et al. (2004). Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine; 29(5), 615-627.
39. Mathewson MA, Lieber RL (2015). Pathophysiology of muscle contractures in cerebral palsy. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics; 26(1), 57-67.
40. Marbini A, Ferrari A et al. (2002) Immunohistochemical study of muscle biopsy in children with cerebral palsy. Brain Dev; 24 (2), 63-66.
41. Metoki N, Sato Y et al. (2003). Muscular atrophy in the hemiplegic thigh in patients after stroke. American journal of physical medicine & rehabilitation; 82(11), 862-865.
42. Morley JE, Abbatecola AM, et al. Society on Sarcopenia, Cachexia and Wasting Disorders Trialist Workshop. Sarcopenia with limited mobility: an international consensus. J Am Med Dir Assoc 2011;12(6):403–9.
43. Neckel N, Pelliccio M et al. (2006). Quantification of functional weakness and abnormal synergy patterns in the lower limb of individuals with chronic stroke. Journal of neuroengineering and rehabilitation; 3(1), 17.
44. Nozoe M, Kanai M et al. (2016). Changes in quadriceps muscle thickness in acute non- ambulatory stroke survivors. Top Stroke Rehabil; 23: 8-14.
45. Olsen TS, Dehlendorff C et al. (2008). Body mass index and poststroke mortality. Neuroepidemiology; 30:93–100.
46. Pera J, Dziedzic T et al. (2013). Temporal changes of adiponectin plasma levels in patients with acute ischemic stroke. Neurol Res; 35:988–91.
47. Ramnemark A, Nyberg L et al. (1999). Hemiosteoporosis after severe stroke, independent of changes in body composition and weight. Stroke; 30:755-60.
48. Rosenberg IH (1997). Sarcopenia: origins and clinical relevance. J Nutr May; 127 (5 Suppl.):990S–1S.
49. Ryan AS, Buscemi A et al. (2011). Atrophy and intramuscular fat in specific muscles of the thigh: as-

sociated weakness and hyperinsulinemia in stroke survivors. Neurorehabil Neural Repair; 25:865-72
50. Ryan AS, Dobrovolny CL et al. (2002). Hemiparetic muscle atrophy and increased intramuscular fat in stroke patients. Archives of physical medicine and rehabilitation; 83(12), 1703-1707.
51. Saunders DH, Greig CA et al. (2009). Physical fitness training for stroke patients. Cochrane Database Syst Rev; (4).
52. Scelsi R, Lotta S et al. (1984). Hemiplegic atrophy. Morphological findings in the anterior tibial muscle of patients with cerebral vascular accidents. Acta Neuropathol; 62:324-31.
53. Scherbakov N, Sandek A et al. (2015). Stroke-related sarcopenia: specific characteristics. Journal of the American Medical Directors Association; 16(4), 272-276.
54. Scherbakov N, Von Haehling S et al. (2013). Stroke induced Sarcopenia: muscle wasting and disability after stroke. International journal of cardiology; 170(2), 89-94.
55. Segal M (2018). Muscle Overactivity in the Upper Motor Neuron Syndrome: Pathophysiology. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics; 29(3), 427-436.
56. Sreter FA, Pinter K et al. (1982) Fast to slow transformation of fast muscles in response to long-term phasic stimulation. Exp Neurol; 75 (1), 95- 102.
57. Studenski SA, Peters KW et al. (2014). The FNIH sarcopenia project: Rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences; 69, 547–558.
58. Towfighi A, Ovbiagele B (2009). The impact of body mass index on mortality after stroke. Stroke; 40:2704–8.
59. Vaartjes I, O'Flaherty M et al. (2013). Remarkable decline in ischemic stroke mortality is not matched by changes in incidence. Stroke; 44:591–7.
60. Vemmos K, Ntaios G et al. (2011). Association between obesity and mortality after acute first-ever stroke: the obesity-stroke paradox. Stroke; 42:30–6.
61. Von HS, Morley JE et al. (2012). From muscle wasting to sarcopenia and myopenia: update 2012. J Cachexia Sarcopenia Muscle; 3:213–7.
62. Yoo SH, Kim JS et al. (2008). Undernutrition as a predictor of poor clinical outcomes in acute ischemic stroke patients. Archives of neurology; 65(1), 39-43.
63. Yoshimura Y, Bise T et al. (2018). Systemic inflammation in the recovery stage of stroke: its association with sarcopenia and poor functional rehabilitation outcomes. Progress in Rehabilitation Medicine; 3, 20180011.

Refleksler ve Kas Tonusu

5

Prof. Dr. Nilüfer Çetişli Korkmaz, Doç. Dr. Esra Doğru Hüzmeli,
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Duray

GİRİŞ

Kas tonusu, istirahat halindeki kasta pasif hareket sırasında hissedilen gerginlik olarak tanımlanabilir ve segmenter mekanizmayla sağlanır. Refleks ark içerisinde efferent görevi alfa ve gama motor nöron üstlenirken; grup Ia, grup II ve grup Ib afferent özelliktedir. Kas iğciği ve ektrafuzal lifler effektör organdır. Refleksler, organizmanın ani bir uyarana karşı oluşturduğu istemsiz ve bilinç dışı en hızlı otomatik yanıtlardır. Somatik (iskelet kasları) ve visseral (bilinç düzeyinde fark edilmeyen düz kaslar) refleksleri içeren spinal refleksler, spinal korda gelen afferent sinyalleri ve kasa giden efferent sinyalleri içeren özel bir uyarana karşı oluşan hızlı, stereotipik ve otomatik cevaplardır. Medulla spinaliste entegre edilen spinal refleksler; kas tonusu oluşturur, yer çekimine karşı ayakta durmayı sağlar, tendon reflekslerini ve diğer bazı primitif refleksleri açığa çıkarır ve bazı otonomik olayları kontrol eder. Germe refleksi (miyotatik refleks/derin tendon refleksi) (fazik/tonik/Golgi Tendon Organı refleksi), fleksör refleks (geri çekme refleksi), çapraz ekstansör refleks, pozitif ve negatif destek reaksiyonu spinal kordda bütünleştirilen monosinaptik veya polisinaptik spinal reflekslerdir. İnme gibi üst motor nöron lezyonu durumlarında kas tonusunun arttığı, spastisite ve rijidite geliştiği; alt motor nöron lezyonu sonucu hipotonus oluştuğu bilinmektedir. Spinal refleksler özellikli dış uyaran tarafından tetiklenerek sürekli/stereotipik motor paternler üretirler ancak aynı motor paternler beyin merkezleri tarafından ihtiyaç olduğunda aktive edilebilir ve supraspinal mekanizmalarla modüle edilirler. Eksitatör ve inhibitör internöronların uyarılmasıyla refleks cevabı içeren motor nöronlarda eksitatör polisinaptik potansiyel veya inhibitör polisinaptik potansiyel oluşturularak refleks duyarlılık arttırılıp, azaltılabilir. Motor görev ihtiyaçlarını karşılamak için bağlantılı modülasyonlara ilave olarak, bu özel spinal devreler koşullandırma, duyusal stimülasyon ve kuvvet eğitimi ile modüle edilebilirler.

Kas tonusu, klinik açıdan, istirahat halindeki kasta pasif hareket sırasında hissedilen gerginlik olarak tanımlanabilir ve segmenter bir mekanizmayla sağlanır. Reflekslerde olduğu gibi beyin sapı, serebellum ve serebral hemisferdeki üst nöral yapıların tonus ayarlamasında da rolü vardır. Amaca yönelik hareketler sırasında, kas aktivite paterninin amaca uyup uymadığını kesinleştirmek için merkezi sinir sistemi (MSS) yaygın şekilde bulunan duyusal reseptörlerden bilgiyi kullanır. Refleksler ise, periferal reseptörlerin stimülasyonuna cevap olarak açığa çıkan otomatik ve stereotip hareketlerdir. Spinal refleksler için duyusal uyaran kaslardan, eklemlerden ve deriden gelir. Motor cevaptan sorumlu olan nöral devre ise tamamen spinal kordda yer almaktadır. Biliyoruz ki, refleksler esnek olduğu için normal koşullar altında göreve uyumlandırılabilir. Günümüzdeki görüş ise, reflekslerin merkezi olarak oluşturulan motor komutlar ile karmaşık adaptif hareketlere bütünleştirildiği yönündedir.

Spinal refleksler ile ilgili sistematik çalışmalar yaklaşık 100 sene öncesinden Sherrington'ın çalışmaları ile başlamıştır. Sonrasında ise 19. yüzyılın sonlarında ve 20. yüzyılın başlarında Cajal ve Golgi'nin morfolojik çalışmaları ile sinir sisteminin temel organizasyonu ve nöronların farklı kategorilerinin rolleri tanımlanmıştır. Spinal reflekslerin mekanizmasının, organizasyonunun ve motor davranıştaki rollerinin derinlemesine anlaşılması ise ancak günümüzde gerçekleştirilebilmiştir. Bu ise, spinal nöronların özelliklerinin açıklanması ve farklı deneysel ve patolojik koşullar altındaki değişimlerinin analizi ve bunun yanı sıra ileri düzey morfolojik, elektrofizyolojik, immünositokimyasal ve gelişimsel çalışmalarda ağ örgüsünün tanımlanması ile olmuştur. Spinal reflekslerin günümüzdeki son araştırmaları ise sınırlı motor yetenekleri olan bireylerin rehabilitasyonu ile yakından ilişkilidir.

Reflekslerin nöral temelini ve de mevcut bir aktiviteyi nasıl modifiye ettiğini anlamak için öncelikle spinal korda refleks yolların nasıl organize olduğu hakkında bilgi sahibi olmamız gerekmektedir. Bu bölümde kas tonusu ve kas tonusunda değişiklikler oluşturan spinal reflekslerin yanı sıra spinal reflekslerin organizasyonu ve fonksiyonu ele alınacaktır.

SOMATİK MOTOR SİSTEM ORGANİZASYONU (EFFERENT SİSTEM)

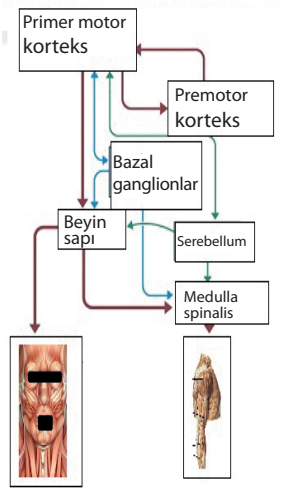
Spinal nöronların motor nöronlar, internöronlar, propriospinal nöronlar ve çıkan yol hücreleri olmak üzere dört temel fonksiyonel tipi vardır. Bunların özelliklerinin ve de iç bağlantılarının bilinmesi motor reaksiyonların anlaşılması açısından önemlidir. Motor nöronlar ise

1) Duyusal sinir liflerin direk etkileri ile,
2) Supraspinal nöronların direk etkileri ile,

3) Duyusal sinir liflerinin veya supraspinal nöronların etkilerini aktaran spinal internöronlar ile olmak üzere 3 yolla aktive edilebilirler.

Bununla beraber duyusal sinir lifleri arasındaki direk bağlantılar motor nöronların üzerine olan tüm sinaptik bağlantıların sadece bir kısmını oluşturur ve duyu liflerinin sadece bir kategorisi ile şekillenir (örn., kas iğciği primer afferentleri kas germeleri ile aktive olur). İnen yol lifleri ve motor nöronlar arasındaki bağlantı da nadirdir ve sadece birkaç eşleşmiş kombinasyonlar ile sınırlıdır.

MSS'den gelen motor emirler somatik ve otonom sinir sistemine dağıtılmaktadır. Son dönemlerdeki kanıtlar, somatik motor sistem organizasyonunda hiyerarşik modelin doğru bir hipotez olmadığını, bu modelin yerini paralel bir modele bıraktığını göstermektedir. Hiyerarşik model üst merkezlerin zarar görmesiyle istemli hareketin engelleneceğini, paralel model ise bir merkez zarar gördüğünde bu merkezin fonksiyonunun diğer merkezlerce üstlenebileceğini savunur. Somatik motor sistemin görevi, özelleşmiş somatik motor yollar ile kas kontraksiyonlarını kontrol etmektir. Bu sistem içerisinde beyinden medulla spinalisteki motor nöronlara uyarı desteği sağlayan üst motor nöronlar (ÜMN) ve medulla spinalisten orijin alıp iskelet kaslarını inerve eden alt motor nöronlar (AMN) yer alır. ÜMN'ler, iskelet kası içerisinde tek bir motor üniteyi inerve eden AMN'ler üzerinde sinaps yaparlar. İstemli bir hareket yapılmak istenildiğinde, frontal asosiyasyon lifleri 'premotor' kortikal bölgeye emir yollayarak motor plan oluşturulur. Bilinçli veya bilinçaltı motor emirler de, 3 motor yol aracılığıyla (*kortikospinal yol, medial ve lateral yollar*) medulla spinalise iletilir. Bu motor yollardaki aktivite bazal ganglionlar ve serebellum tarafından denetlenir ve düzenlenir. Üst merkezlerde gerçekleşen bu sürecin sonunda inen yollar aracılığıyla AMN'ler eksite veya inhibe edilir. AMN aktivasyonu inerve kas içerisinde bir kontraksiyonu tetikler (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Uyarının MSS'nden iskelet kaslarına iletilmesi

Primer motor kortekste piramidal nöronların gösterdiği somatotopik yerleşime *"motor homonkulus"* adı verilir. Bu hücrelerin aktivasyonu vücudun ilgili periferal kaslarında kontraksiyonla sonuçlanır. Motor homonkulustaki vücut parçalarının temsili dağılımı, normal vücut parçalarının boyutsal özelliklerinden oldukça farklıdır. Aslında homonkulus, ulaşılabilen ince motor kontrol derecesinin bir göstergesidir. Örneğin; el, yüz ve dil gibi çeşitli ve karmaşık hareket yeteneğine sahip bölümler daha geniş temsil alanına sahipken, gövde görece olarak daha dar bir temsil alanına sahiptir (Şekil 5.2). Bununla birlikte duyusal ve motor homonkulus arasında önemli farklılıkların olduğu bilinmelidir. Örneğin; ayak tabanı gibi bazı yüksek duyusal hassasiyete sahip bölgeler birkaç motor ünite içerirken göz kasları gibi bol miktarda motor ünite içeren bölgeler ise çok duyarlı değillerdir.



Şekil 5.2. Motor homonkulusta vücut parçalarının temsili dağılımı

Primer motor korteks hücrelerinden başlayan ve kimi zaman piramidal sistem olarak isimlendirilen *kortikospinal yol* alt motor nöronlarla direk sinaps yaparken, indirek olarak medial ve lateral yolların merkezlerini inerve eder. Bu yol motor korteksten çıkan en önemli yoldur. Aslında kortikospinal yol üç inen yolu kapsar. Bunlar; 3.-9., 11. ve 12. kranial sinirlerin motor nükleusları içinde sinaps yaparak göz, mimik, yüz, bazı boyun ve farinks kaslarının bilinçli kontrolünü sağlayan *kortikobulbar yol* ve de ekstremite kaslarını inerve eden ve medulla oblangatanın ventral yüzü boyunca bir çift kalın bant olarak görülen *lateral kortikospinal yol* ve *anterior kortikospinal yol*lardır. *Lateral kortikospinal yol*, kortikospinal liflerin %85-90'ının decussatio pyramidumda çaprazlaşmasıyla oluşurken, çaprazlaşmayan lifler ipsilateral seyrederek *anterior kortikospinal yol*u oluşturur. Kortikospinal lifler, spinal kord üzerindeki etkilerini alfa ve gama motor nöronlar ile bu nöronların çıktılarını düzenleyen ara nöronları aktive ederek oluşturur ve istemli hareketlerin beceri, keskinlik, hız ve çevikliğini sağlar.

Bilinçaltı seviyede gerçekleştirilecek işlemin sonucu olarak somatik motor emirler verebilen, serebrum, diensefelon ve beyin sapı içinde çeşitli merkezler ve bağlantılı olduğu yollar ise *ekstrapiramidal sistemi* (EPS) oluşturur. EPS'nin artık piramidal sistemden ayrı çalışmadığı netleşmiştir. EPS'nin piramidal sistemle olan bağlantıları

sayesinde tüm seviyelerde sağlanan yoğun geri bildirim motor kontrole katkı sağlar (Şekil 5.1.). EPS'yi oluşturan

a) medial yol komponentleri (vestibüler nükleuslar, superior ve inferior kollikuluslar ve retiküler formasyondan başlar) gövde ve proksimal ekstremitelerin kas tonusunu ayarlarken ve kaba hareketlerinin kontrolüne yardım ederken,

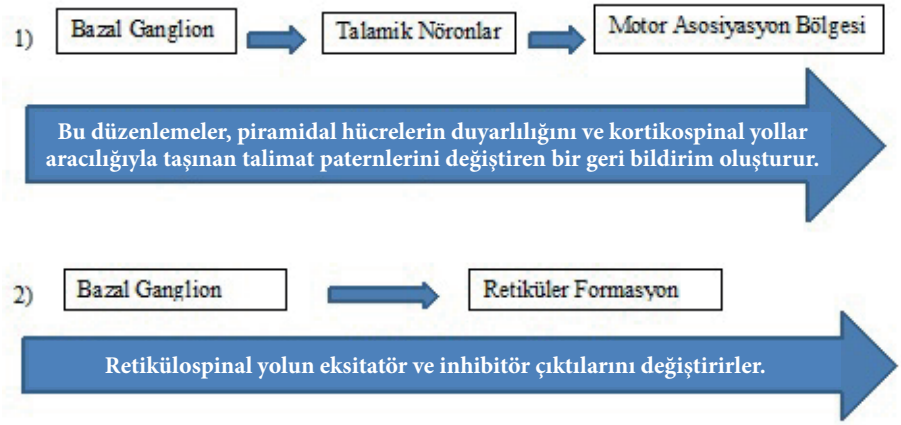
b) lateral yol komponentleri (nükleus ruberden başlar) daha ince hareketleri gerçekleştiren distal ekstremitelerin kontrolüne yardım eder.

Medial ve lateral yollar içerisindeki ÜMN'lerin aksonları, kortikospinal yol tarafından inerve edilen aynı AMN'ler üzerinde sinaps yaparak hareket modifikasyonuna yardım ederler. İnsanlarda rubrospinal yol kısadır ve sadece servikal spinal korda kadar uzanır. Üst ekstremitelerin distal kasları üzerinde kontrol sağlar ancak bu yolun rolü kortikospinal yolla karşılaştırıldığında önemsizdir. Bununla birlikte, kortikospinal yollar hasarlanırsa, bu yollar üst ekstremite kas tonusunun ve motor kontrolünün sürdürülmesinde önemli olabilir.

İleti iskelet kaslarına gitmeden önce motor korteks, serebellum ve bazal gangliondan uyarı alır. Bazal ganglion istemli motor aktivitelerde hareketlerin arka plan paternlerini sağlarlar. Örneğin, gövde ve ekstremitelerin arka plandaki pozisyonlarına karar verebilir, yürüme veya koşma sırasındaki ritmik hareket döngüsünü yönlendirebilirler. Ayrıca serebral korteksin tüm parçalarından gelen girdileri işleyerek çeşitli motor yollardaki ÜMN'lerin aktivitelerini ayarlarlar. Bazal ganglion hareket paterni kurmak ve ayarlamak için iki ana yol kullanır.

Uyarı üst merkezlerce oluşturulup, işlemlendikten sonra medulla spinalise aktarılır. Medulla spinaliste yer alan motor nöronlar *alfa* ve *gama motor nöronlar* olarak sınıflandırılırlar. Motor kontrol için tüm motor emirlerin geçmesi gereken "*son ortak yol*" spinal kordun ventral boynuzunun 9. tabakasında yerleşmiş alfa motor nöronlardan başlar (Şekil 5.1). Her iki motor nöron da iskelet kaslarını uyarmaktadır.

Motor ünitenin bir parçası olan alfa motor nöronlar, iskelet kaslarının inervasyonundan ve istemli kas kontraksiyonundan sorumludur. Bir *alfa motor nöron*; motor korteks, duyusal afferentler ve internöronlardan birçok sinaptik girdi alır. Bu girdilerin sumasyonu, aksiyon potansiyeli ile sonuçlanır. Bazı girdiler duyusal afferentlerden gelirken, bazıları motor korteksten inen ÜMN'lerden gelir. Aksonları ön spinal köklerden çıkar ve iskelet kaslarının ekstrafuzal kas liflerini inerve eder. Alfa motor nöronlar, akson depolarizasyonunu sağlayacak yeterli aksiyon potansiyeline sahiptirler. Uyarım nöromusküler bileşkeye ulaştığında asetilkolin salınımı sağlanır ve motor sinir tarafından inerve edilen tüm ekstrafuzal kas lifleri kasılır. Bazı motor üniteler çok sayıda kas lifi içerirken, bazıları ise birkaç kas lifi içerir. Çok sayıda kas lifi içeren üniteler topa vurmak gibi kaba hareketlerden sorumluyken, az sayıda kas lifi içeren üniteler düğme tutturma gibi ince hareketler için önemlidir.



Şekil 5.3. Uyarının medulla spinalisten çıkışı

Kas iğciklerini inerve eden *gama motor nöron*lar da spinal kordun ön köküne yerleşmişlerdir. Bu lifler, kas iğciklerinin boyunu kontrol eder, böylece kas iğciğinin hangi uzunlukta çalışacağını ayarlar ve MSS'ne (daha çok serebelluma) kas kontraksiyonlarının geri bildirimi için bilgi yollar. Kas iğciği, kas içindeki germe miktarına duyarlı olan özelleşmiş bir yapı olup bu germe miktarını spinal korda iletir. Gama motor nöronlar esas olarak kas iğciğinin içerisinde intrafuzal kas liflerini inerve ederler.

Motor aktivite koordinasyonun çoğu da spinal kordu içine alan kompleks refleks yollarda oluşur. *Spinal refleksler*; proprioseptörler, kas iğcikleri ve ağrı reseptörlerinden spinal kordda işlenecek duyusal bilgilerin alınmasına izin verir ve böylece bilgiler beyne ulaşmadan önce kas kontraksiyonunun modifikasyonunu yapar.

Alfa ve gama motor nöron aktivitesi tarafından sağlanan normal hareketin kontrol edilme derecesi bilinmemektedir. Ancak düşük güç gerektiren postüral hareketler gama motor nöron aktivasyonunun, hız bağımlı hareketler ise direk olarak inen alfa motor nöron aktivasyonunun sonucudur. Bunun yanında alfa ve gama motor nöronlar arasında bir ko-aktivasyon vardır. Gama motor nöronların aktivitesi iğcikleri germeye karşı daha duyarlı yapar ve hareket sırasında daha iyi kontrol için duyarlılığı artırır (Şekil 5.3).

KAS İĞCİĞİ

İskelet kaslarında iki tip duyu reseptörü vardır. Ekstraoküler ve fasyal kaslar hariç tüm iskelet kasları kas iğciği ve golgi tendon organı (GTO) reseptörlerinin her ikisini de içerir. Bu reseptörler proprioseptör olarak da adlandırılırlar**.** Kas boyunca dağılan kas iğciği çoğu araştırmacı tarafından refleks işleminin basit bir organı olarak tanımlan-

maktadır, ancak dağılımı, yapısı, inervasyonu ve MSS ile olan ilişkileri incelendiğinde ne kadar önemli bir yapı olduğu görülür.

Kas iğcikleri, memelilerin tüm iskelet kaslarında var olan kasın uzamasına ve uzama hızındaki değişikliklere cevap veren özelleşmiş duyu alıcılarıdır (Şekil 5.4). Bir kastaki iğcik yoğunluğu, kasın kendi işlevine bağlıdır. Suboksipital kaslar, en fazla proprioseptör yoğunluğu olan kaslardır. Ayrıca postür kontrolü sağlayan yavaş kasılan kaslarda da azımsanmayacak oranda kas iğciği bulunmaktadır. Özellikle intertransvers ve rotatör kaslar yüksek proprioseptör yoğunluğuna sahiptirler. Bazı kaynaklar derin grup kasların hareket açığa çıkarmak veya stabilizasyon amacıyla kasılmadıklarını esas olarak proprioseptif bir organ gibi davrandıklarını bu yüzden de kas iğciği sayısının yüksek olduğunu belirtir. Hareket ne kadar beceri gerektiriyorsa, kas iğciği oranı o kadar artar. Örneğin latissimus dorsi kasında yaklaşık 350 kas iğciği (kas dokusunun gramı başına 1.4 kas iğciği) varken abdüktör pollisis brevis kasında yaklaşık 80 kas iğciği (kas dokusunun gramı başına yaklaşık 30 kas iğciği) bulunur. Kas iğciği konsantrasyonu ve kas fonksiyonu arasındaki bu tip niceliksel ilişkiler, kas iğciğinin yapı ve fonksiyonunun daha derinden incelemesini gerektirmektedir.

Kas iğciği ismi bu yapıların uzun iğ (fusiform) şeklinde oluşundan gelir. Kapsül içerisinde bulunduklarından dolayı, kas iği fibrilleri *intrafuzal kas lifleri* olarak bilinir (Şekil 5.4.). Her kas iğciği bir konnektif doku kapsülü ile çevrelenir ve kapsülden bir sıvı aracılığıyla ayrılır. Fusiform kapsülün dışında ise kasın kontraksiyon ünitesi olan ve düzenli dizilime sahip olan *ekstrafuzal kas lifleri* bulunur (Şekil 5.4.). İntrafuzal lifler de ekstrafuzal lifler gibi kontraktildirler. İntrafuzal kas lifleri kese ve zincir çekirdekli lifler olmak üzere ikiye ayrılır. Bir kas iğciği içinde yaklaşık 2-12 lif bulunur. Kas lifinin çapı yaklaşık 100 μm ve uzunluğu 5-10 mm'dir. Kas iğciği, düzenli kas liflerine paralel uzanır ve distal sonlanmaları kasın tendonuna veya ekstrafuzal kas lifinin yan tarafına bağlanır. Bu paralel diziliş ve özel bağlanma, kas gerilimine yanıt oluşturmak için iğciğe yardım eder.

Kas iğciği inervasyonu

Medulla spinalisin ventral kısmında yer alan alfa motor nöron ektrafuzal kasta kasılmayı sağlarken, gama motor nöron kas iğciğini uyarmaktadır. Kas iğciğinin iki tip afferenti bulunmaktadır.

1) Boy değişiminin hızına duyarlı olan Grup Ia afferent (primer afferent) (fazik).
2) Boy değişmesi miktarından sorumlu olan Grup II afferent (sekonder afferent) (tonik).

Grup Ib lifi ise GTO'nun afferentidir. Refleks ark içerisinde efferent görevi alfa motor nöron ve gama motor nöron üstlenirken; grup Ia, grup II ve grup Ib afferent özelliktedir. Kas iğciği ve ektrafuzal lifler ise effektör organlardır.

1) Duyusal inervasyon: Kas iğciklerinden gelen duyusal bilgi hem grup Ia hem de grup II lifleri ile taşınır. Büyük *grup Ia lifleri*, kese ve zincir çekirdekli liflerin ekvatoryal bölgesini çevreler ve anulospiral sonlanmalar veya primer kas iğciği reseptörlerini şekillendirir. Bu lifler, kas iğciğinin uzunluğu ve kas gerim hızı (fazik yanıt) hakkında bilgi verirler. Bu lifler, sadece kas geriminin dinamik fazında aktiftir, (örn. kas uzunluğundaki değişim sırasında). Daha küçük olan *grup II lifleri* zincir çekirdekli lifler üzerinde nükleer bölgenin ucunda sonlanır. Sekonder kas iğcik afferentleri tarafından bazı kese çekirdekli liflerin de bir kısmının inervasyonu sağlanır ancak ne kadar olduğu bilinmemektedir. Bu lifler çiçek püskülü sonlanmalarını veya sekonder kas iğciği reseptörlerini şekillendirirler. Büyük bir öngörü olsa da, sekonder kas iğciği fonksiyonunu doğrulamak için kesin bir kanıt ortaya atılmamıştır. Bununla birlikte, lif uzunluğundaki hızlı değişimlere karşı oldukça duyarsızdırlar ve bu nedenle tonik cevabın algılanmasından (sadece germenin statik fazı; gerimin sürdürülmesi) sorumlu oldukları düşünülmektedir.

2) Motor inervasyon: Kas iğciğini inerve eden motor nöronlar başta *gama motor nöronlar* olmak üzere, *gama* ve *beta motor nöronlar*dır. Her iki nöron grubunun da dinamik ve statik nöron tipleri vardır. *Dinamik gama motor nöronlar* nükleer kese lifleri üzerinde, *statik gama motor nöronlar* ise nükleer zincir lifleri üzerinde sinaps yaparlar, bu sayede uzun mesafelere yayılırlar. Gama motor nöronlar, ekstrafuzal kas liflerini uyaran alfa motor nöronlardan küçük ve yavaştırlar. Gama motor nöronların fonksiyonu (statik veya dinamik) inerve ettikleri intrafuzal kas lifi duyarlılığını düzenlemektir. Dinamik gama motor nöronların stimülasyonu grup Ia afferent liflerin yanıtını arttırır. Statik gama motor nöronun stimülasyonu ise grup II afferent liflerin yanıtını artırır. Böylece gama motor nöronlar kas uzunluğu ve uzunluğun değişim hızını monitörize ederler.

Afferent deşarj paternleri

Motor nöronların stimülasyonunu takiben dinamik ve statik paternler olmak üzere 2 tip afferent deşarj paterni elde edilir. Hem gama hem de beta motor nöronlar bu iki tip deşarj paternini üretirler. Nükleer kese lifleri *dinamik cevap* gösterirken nükleer zincir lifleri statik cevap gösterir. Dinamik cevapta lifler kas gerilmeye başladığı zaman daha hızlı deşarj olurlar ve devam eden germeye daha az yanıt verirler. *Statik cevap*ta ise lifler kasın gerilim periyodu boyunca artmış oranda yanıt verirler. Statik cevap devam eden gerilim altında kas uzunluğundaki değişim gibi germelere olan yanıtken, dinamik cevap kasın uzama hızı gibi gerilim başladığında verilen yanıttır. Primer sonlanmalar hem dinamik hem de statik yanıt sergileme yeteneğine sahiptir. Bunun anlamı primer sonlanmaların hem uzunluk ve hem de hızdaki değişimlere verdiği cevaptır.

Kas iğciğinin fonksiyonu

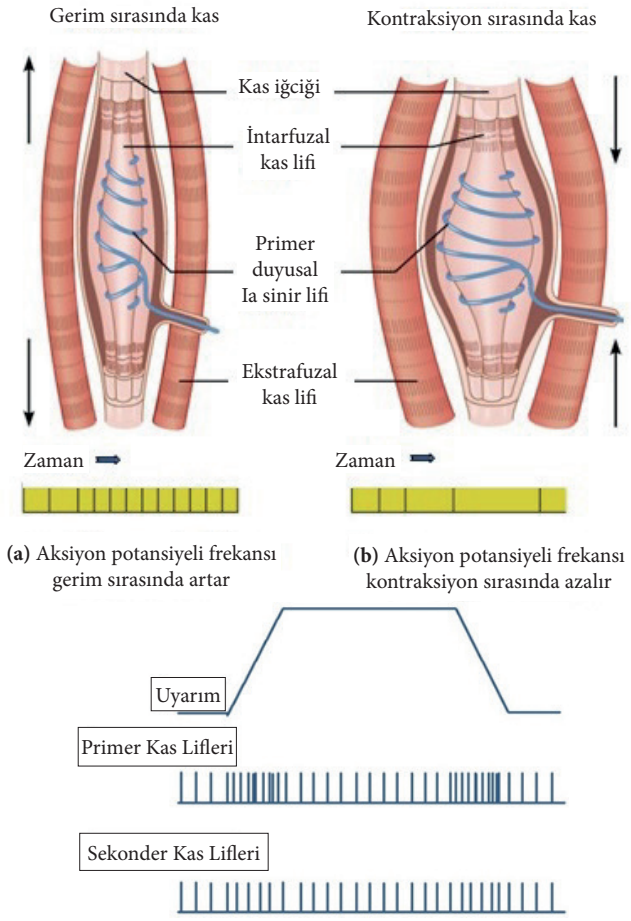
Kas iğcikleri germeye duyarlı olan reseptörlerdir. *Ekstrafuzal kas lifleri* kısaldığında (kasıldığında) veya uzadığında (gerildiğinde), kas iğcikleri bu değişimleri algılayarak ve ekstrafuzal kas liflerine olan paralel yapısı ile ilişkili olarak kasın uzamış veya kısalmış pozisyonundan istirahat uzunluğuna dönmesine yardımcı olurlar.

Kas iğciği, ekstrafuzal kas lifleriyle paralel olduğu için, kasların gerilimiyle gerilir. Kas iğciği gerildiğinde, duyusal sonlanmaların biçimi bozulur ve afferent liflerde germe derecesiyle orantılı bir potansiyel oluşur (Şekil 5.4.). Yani, kasın gerilmesi iğcik afferentlerinin aktivitesini başlatır. İğcik afferentleri spinal kordda alfa motor nöronun hücre gövdesinde sonlanır. Dolayısıyla, iğcik afferent aktivitesi kas kontraksiyonuyla sonuçlanacak olan alfa motor nöronu uyarır. Kas kasıldığında, kas iğciği daha fazla gerilmediği için, iğcik aktivitesi (iğcik afferentlerindeki ateşleme) daha düşüktür. Böylece kas kontraksiyonu, lifleri inhibe ederek kas relaksasyonuna yol açarken, kasın gerilimi kas liflerini gererek kas kontraksiyonuna yol açar. İğciklerden gelen grup Ia ve II afferent girdiler, güçlü eksitatör etkiyi açığa çıkaran motor nöron aktivitesinin kontrolünde önemlidir. Bununla birlikte Renshaw hücre inhibisyonu ve inhibitör internöronlar aracılığıyla alfa motor nöron duyarlılığını etkileyen inen yolları içeren farklı modüle edici etkiler de vardır. GTO'nun afferent aktivitesi de alfa ve gama motor nöronlar üzerine inhibe edici bir etkiye sahiptir.

Kas gerilip yeni uzunluğunda bir müddet tutulduğunda, hem primer hem de sekonder kas lifleri deşarjını artırır ve yeni kas uzunluğu korununcaya kadar deşarjlarını sürdürürler (yavaş adaptasyon örneği). Kas istirahat uzunluğuna geri dönerken, primer iğcik afferentleri bir süre için deşarjlarını durdurur ve yeni dinlenme uzunluğuna ulaştığında deşarjlarını tekrar başlatırlar. Sekonder lifler ise deşarjı durdurmaz ancak uygun oranda yavaşlatırlar (Şekil 5.4). Primer kas liflerinin, germeye dinamik veya hız duyarlı bir cevap verdiğinden daha önce bahsetmiştik. Kas ne kadar hızlı gerilirse, deşarj oranı o kadar yüksektir.



Şekil 5.4. Kas gerimine karşı primer ve sekonder kas liflerinin cevabı



Şekil 5.5.a-b. Kas iğciği aksiyon potansiyeli frekansı.

İğcik duyusal liflerinin sonlanmaları kas lifine (ekstrafuzal lifler) hizmet eden alfa motor nöronlar ile direk eksitatör sinaptik bağlantı kurar. Bu liflerin kontaksiyonu, kası kısaltır ve germe refleksini ve kas kontraksiyonunu sonlandıran iğcik liflerini gevşetir (Şekil 5.5.a-b).

GAMA MOTOR NÖRON

Kas kasılması motor ünite ile sağlanmaktadır. Bir motor ünite medulla spinalisin anteriorundan çıkan bir akson ve bu aksona bağlı tüm kas liflerinden oluşur. Her motor ünite ortalama 100-200 kas lifini uyarır ve kasın kasılmasını sağlar. Kasları hareket ettirmek motor ünitelerce sağlanan kas lifi kasılması yoluyla oluşmaktadır. Kas kasıl-

masının gücü, uyarılan ve kasılan motor ünitelerin sayısı ile belirlenir. Aktif kas kasılması sırasında, intrafuzal kas liflerinin kontraksiyonunu uyaran gama motor nöronlar beyinden çıkan efferentler tarafından uyarılmaktadır. İntrafuzal kas lifi kasılınca kas iğciğinin duyusal nöronları cevap verir ve alfa motor nöron aracılığıyla ekstrafuzal kas lisflerinin kasılması sağlanır. Kas iğciğinin ekvatoral kısmı duyusal özellikteyken kutup bölgeleri kas iğciğinin kasılmasını sağlar. Gama motor nöronların aksonları kas iğciklerinin kasılabilen iki ucuna bağlantı yapar ve bunların kasılmasına yol açarlar (Şekil 5.6). Duyusal alan kasılması sonucu kas iğciği afferentleri grup Ia ve/veya grup II bu uyarıyı almakta ve medulla spinalise götürmektedir. Medulla spinaliste alfa motor nöron uyarılarak ekstrafuzal kas lifinde kasılma başlatılmaktadır. Kasılan bir kasın alfa motor nöronunun uyarıları bir ko-aktivasyon ile gama motor nöronlara da yayılır, gama motor nöronlar kas iğciğini kasınca iğciklerin orta kısmı gerilir. Bir gerilme refleksi başlar, medulla spinalise giden lifler alfa motor nöronları uyarır; böylece kasılan kas daha çok kasılmış olur. Yani kasılan bir kasın tonusu azalmaz aksine artar.

Gama motor nöronun fonksiyonu

Gama motor nöron, kas iğciğini inerve eden ve medulla spinalisin ön boynuzunda bulunan efferent liftir. Gama motor nöron tarafından iletilen sinyaller, intrafuzal liflerin uzunluğunu ve tonusunu değiştirerek kas iğciğinin hassasiyetini arttırır. Böylece kas kontraksiyonu sırasında en uygun cevabı verir. Gama motor nöron aktivitesi arttıkça, kas iğciğinin ince ayar yeteneği daha üst seviyeye çıkar. Bu, grup Ia liflerinin ateşlenme hızını arttırır ve alfa motor nöronları uyarır. Beynin efferent yolları, alfa motor nöronları doğrudan değil, gama motor nöronun refleks döngüsü yoluyla uyarır. Gama motor nöron deşarjı artarsa kas iğciğinin boyu kısalır. Kas iğciğinin boyu kısalırsa daha hassas hale gelir. Böylece kas iğciği ekstrafuzal kasın boyundaki küçük bir miktar uzamayı bile algılayabilir. Bu nedenle refleksler daha kolay alınır. İki çeşit gama motor nöron bulunmaktadır. Dinamik gama motor nöron kese çekirdekli lifleri uyarırken, statik gama motor nöronlar zincir çekirdekli lifleri uyarır.

Kas iğciğinin kasılabilme yeteneğine sahip olan kutup bölgesi (motor bölge) medulla spinalisin ön boynuzunda yer alan gama motor nöronlardan başlayan gama efferent sinirler tarafından inerve edilir. Dinamik gama nöronlar, fazik germe refleksleri ile ilgilidir (yani hareket için kasların kasılması). Aslında, gama nöron sistemi, devamlı ince kas kontrolü için kritik öneme sahiptir. Gama motor nöron, geniş kas gruplarında refleks ve istemli kontraksiyonlar sırasında oluşan hassas ayarlamanın devam ettirilebilmesini sağlar. Gama motor nöronlar hiçbir yerden uyarı almaksızın spontan deşarj yapabilme gibi çok önemli bir özellik taşımaktadır. Bu spontan deşarjlar, kas tonusunu oluşturmaktadır ve gama deşarjı üzerinde korteksten gelen sürekli inhibisyon vardır. MSS'den inen yolların kontrolünde olan gama motor nöronların dinamik tipinde inme gibi MSS'deki bir lezyon sonrası bu inhibisyon ortadan kalkar.

a) Dinamik gama motor nöronlarının artmış aktivitesi sonucu tendon (germe) reflekslerinin aşırı aktif (hiperrefleksi) ve kas tonusunun da artmış olduğu (spastisite) bilinmektedir.
b) Statik gama motor nöronlar ise öncelikli olarak kas tonusunda görevlidir. Parkinson hastalığında olduğu gibi bazal ganglion lezyonlarında statik gama motor nöronlar hiperaktif olmaktadır. Bunda ise tendon refleksleri normalken, pasif hareket sırasındaki kas tonusu (rijidite) artmaktadır.

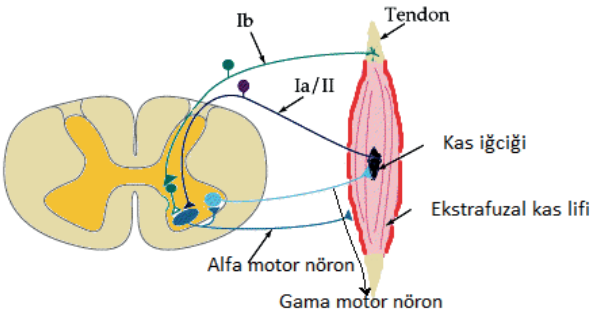
Gama motor nöronun refleks döngüsü

Gama motor nöronun refleks döngüsü;

1) efferent lif olan gama motor nöronlar,
2) nöromusküler istemli kastaki kas iğciği,
3) afferenti grup Ia,
4) alfa motor nöron ve
5) ekstrafuzal kas liflerinden oluşur (Şekil 5.6).

Kas tonusunun kaba ayarlamaları ve kas aktivitesindeki ince ayarlamalar sırasında aktiflenen germe refleksi, gama refleks döngüsünün bütünlüğü sayesinde sağlanmaktadır.

1) Gama motor nöronların asıl görevi germe reseptörlerinin hassasiyetini kontrol etmektir.
2) Supraspial mekanizma ve bazı periferik reseptörler, gamma motor nöronlar aracılığıyla kas iğciğinin ayarlanmasını düzenler.
3) Gama motor nöron tarafından iletilen sinyallerle, intrafuzal liflerin boyu ve tonusu değiştirilerek kas iğciğinin hassasiyeti arttırılır.
4) Gama motor nöron aktivitesi artıkça kas iğciği hassasiyeti iyice yükselir, bu yükselme grup Ia liflerinin ateşlenmesini arttırır ve alfa motor nöronlar uyarılmış olur.
5) Germe reseptörlerinin dış uyarılara karşı hassasiyetinin artması ile germe refleksinin hassasiyeti arttırılmış olur.



Şekil 5.6. Gama motor nöron ve refleks döngüsü

6) MSS'den inen yollar alfa motor nöronu direkt etkilemezken, kontrolü gama refleksi sayesinde yapmaktadır.

Gama motor nöron stimülasyonunun etkileri

Kas aynı zamanda medulla spinalisin ön boynuzunda bulunan efferent lif olan gama motor nöronların stimülasyonuna yanıt olarak da kasılır. Gama motor nöronlar, uyarım hızını ayarlamadan sorumlu dinamik gama ile gerginliği ayarlamadan sorumlu statik gamadan oluşmaktadır. Gama motor nörondaki spontan deşarjlar istirahat halinde kasın belli bir miktarda kasılı olması durumu dediğimiz "kas tonusunu" oluşturmaktadır.

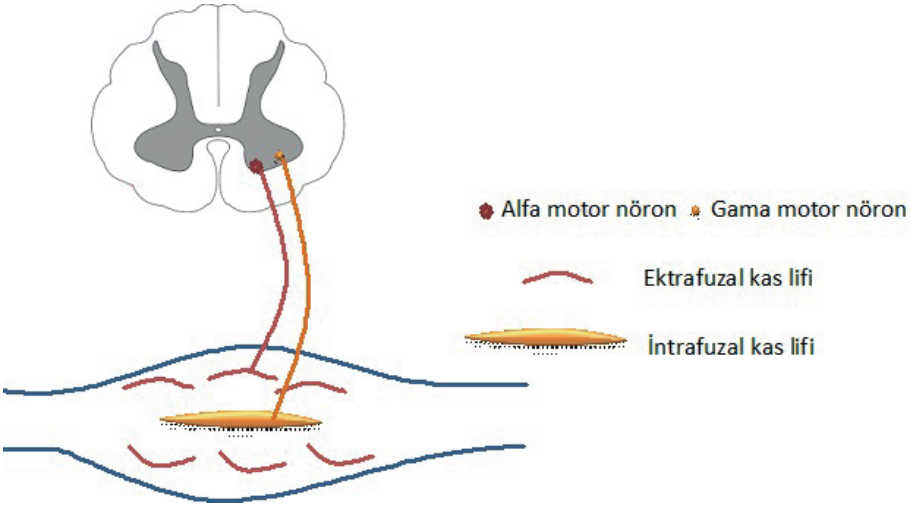
Gama motor nöronun stimülasyonu kas iğciğinin kontraktil elementlerini içeren periferal (uç) kısımlarının kontraksiyonuna neden olur. Bu, kas iğciğinin primer sonlanmalarını içeren santral parçanın gerilimine neden olur ve kas iğciği içindeki primer sonlanmaların şeklini değiştirerek afferent liflerin deşarjını artırır. Afferent lifler alfa motor nöronları stimüle eder ve kas kontraksiyonuna sebep olur. Böylece, gama motor nöronlar gerilim için iğciğin duyarlılığını artırmış olurlar (Şekil 5.7). Alfa motor nöronların stimülasyonuyla gerçekleşen direk kas kontraksiyonu veya gama motor nöronların stimülasyonuyla gerçekleşen indirek kontraksiyonu kas tonusu açısından önemlidir.



Şekil 5.7. Kas gerilimine yanıt olarak kas kontraksiyon mekanizması

ALFA VE GAMA MOTOR NÖRON İŞBİRLİĞİ

İnen yollar alfa motor nöronu uyardığı gibi, gama motor nöronu da uyarır. Dolayısıyla, alfa motor nöron deşarjı ile birlikte gama efferent deşarj da artar. Bu durum *alfa-gama işbirliği (alfa-gama ko-aktivasyonu)* olarak isimlendirilir (Şekil 5.8). Alfa ve gama motor nöron işbirliğinden dolayı, kas kasıldığı sürece kas iğciği deşarja devam eder. Böylece iğcik, kas kontraksiyonu süresince motor nöron deşarjını ayarlar. Bu durumun tersi de geçerlidir. Döngüye dâhil olan alfa motor nöronlar, ekstrafuzal kas liflerini intrafuzal lifleriyle aynı uzunlukta tutmak için sürekli olarak uyarılırlar. Bu mekanizma sayesinde, supraspinal yapılar, uzun süreli eklem stabilitesi için gereken kas tonusunu koruma yeteneğine sahiptirler. Bu mekanizma aynı zamanda, kas uzun süre kullanılmadığında kas sağlığının ve gücünün korunmasında büyük rol oynarken, psikojenik nöromüsküler sendromlarda görülen gerginlik ve spazmdan da sorumludur. Kas iğciği; boyunu yeniden ayarlayana veya ekstrafuzal fazik (istemli) kontraksiyon oluşana kadar, tonik kasılmayı sürdürmeye devam edecektir. Bu sistem, serebellumda ("öğrenilmiş" ince motor becerileri) programlanmış tonik kas iğciği aktivitesinden kaynaklanan "normal" kas kontraksiyonlarıyla da ilişkilidir. Alfa ve gama motor nöron aktivitesi tarafından normal hareketin kontrol edilme derecesi bilinmemektedir. Ancak düşük güç gerektiren postüral hareketler gama motor nöron aktivitesi, hızlı hareketler ise direk olarak inen alfa motor nöron aktivasyonu sonucudur.



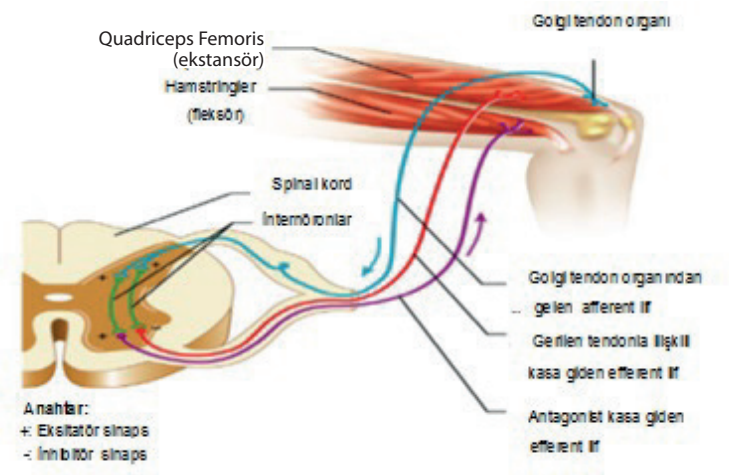
Şekil 5.8. Alfa ve gama motor nöron işbirliğinin mekanizması

GOLGİ TENDON ORGANI

GTO diğer adıyla *nörotendinöz iğcik*, memelilerin iskelet kaslarının tendonunda bulunan, aktif kas gerilimi ile ilgili bilgileri MSS'ne gönderen, afferenti Ib olan, gerilim duyarlı mekanoreseptörlerdir. Kasın gerimi ve gerimindeki değişmenin hızı hakkında sinir sistemine bilgi taşırlar. Uyarıldıklarında kasın çalışmasını inhibe ederek kasın aşırı kasılmasını önlerler. Grup I b lifleri, sinyallerini medulla spinalisin arka boynuzlarına götürürler.

GTO sayısı kaslar arasında büyük oranda değişmektedir, ancak çoğu durumda kas içindeki kas iğciği sayısından daha az sayıda bulunurlar ve genel olarak bir kasta 10-100 adet bulunmaktadır. GTO genelde tendon ve aponevrozları oluşturan kollajen iplikçikleri ile kas lifi arasında, nadiren de tendonun içerisinde yer alır. Özetle kasın son noktası ile tendonun son noktası arasında bulunur. Tek bir GTO'ya eklenen kas lifi sayısı değişkendir, ancak çoğu durumda 3-50 lif bir GTO'ya bağlanır. GTO'nun afferenti olan grup Ib lifleri GTO'nun ekvatoruna yakın bir yerde kapsüle girer. Her bir GTO reseptörünü miyelinli geniş bir tane Ib lifi uyarır.

GTO, kas tonusundaki değişimlere hassas ve aktif kas kontraksiyonuyla değişen gerilime duyarlı proprioreseptördür. GTO pasif kas gerimi ile aktifleşmesine rağmen bu durumda GTO'nun eşiği çok yüksek olduğu için, kas germesi ile nadiren aktive olmaktadır. Tendona basınç olduğunda ise, iğciğin içerisinde yer almaları ve yakında bulunan tendon liflerinin sıkıştırması nedeniyle sinir sonlanmaları aktive olurlar. Artmış kas gerginliği GTO'yu uyarır ve afferentler medulla spinalise gelir. Medulla spinalis ön boynuza lokalize olmuş büyük alfa motor nöronlar ile sinaps yapar. Kas iğciği refleksinden farklı olarak, bu refleks inhibe edici karakterdedir. Afferent golgi tendon nöronları uyarıldığında, nöronlar kasılan kası inhibe eder ve agonist kas gevşer (Şekil 5.9). Bunun amacı ise kasta kasılma ile oluşan aşırı gerilmeyi önlemektir. Böylelikle hem kası ve hem de tendonu korumaktır. Bunun yanı sıra, GTO için son yıllarda farklı bir görüş ortaya atılmıştır. GTO'nun kasılan kastaki liflerin homojen çalışmasını sağlamak amacıyla çok çalışan lifleri inhibe ettiği böylece az çalışan liflerin aktif olmak zorunda kaldıkları öne sürülmüştür. Böylece sadece belli bir grup lifi aşırı çalışmaktan ve dolayısıyla yaralanmaktan korunduğu iddia edilmektedir.



Şekil 5.9. Golgi tendon organı refleks döngüsü

SPİNAL REFLEKSLER

Refleksler, organizmanın ani bir uyarana karşı oluşturduğu istemsiz ve bilinç dışı en hızlı otomatik yanıtlardır. Refleks reaksiyonlar öğrenilmiş hareketlere göre farklılık göstermektedir, çünkü yeni doğan bir bebekte bile başlatılabilir ve meydana gelebilir. Amaca yönelik hareketlere göre de farklılık göstermektedir çünkü uyarana cevap olarak "otomatik olarak" daha fazla veya az uyarılabilir ve bilinçli bir planlama veya karar verme süreci gerektirmez. Bu nedenlerle motor sistem irdelenirken spinal reflekslerin detaylı şekilde ele alınması gereklidir. *Spinal refleksler*; beynin işe karışmadığı omuriliğin doğrudan kendisinin cevap oluşturduğu hızlı reflekslerdir. Somatik (iskelet kaslarının kasılması) ve visseral (bilinç düzeyinde fark edilmeyen düz kasların kasılması) refleksleri içeren spinal refleksler, spinal korda gelen afferent sinyalleri ve kasa giden efferent sinyalleri içeren özel bir uyarana karşı oluşan hızlı, stereotipik ve otomatik cevaplardır. Özetleyecek olursak medulla spinaliste integre edilen spinal refleksler;

a) kas tonusu oluşturur ve yer çekimine karşı ayakta durmayı sağlar,

b) tendon reflekslerini ve diğer bazı primitif refleksleri açığa çıkarır ve

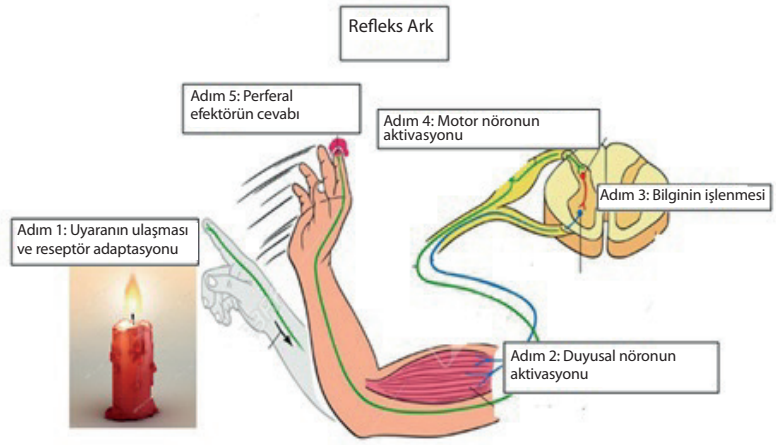
c) bazı otonomik olayları kontrol eder.

Spinal refleksler, hem MSS'den inen yolların hem de medulla spinaliste yer alan internöronların kontrolü altındadır. Spinal düzeydeki canlılar basit fonksiyonların birçoğunu ve lokal kas gruplarının koordinasyonunu, spinal refleksler sayesinde sağlarlar. Spinal refleksler birçok motor hareketin sağlıklı bir şekilde yapılması kadar postür ve hareket kontrolünde de önemli role sahiptirler. Birçok postüral düzenleme mekaniz-

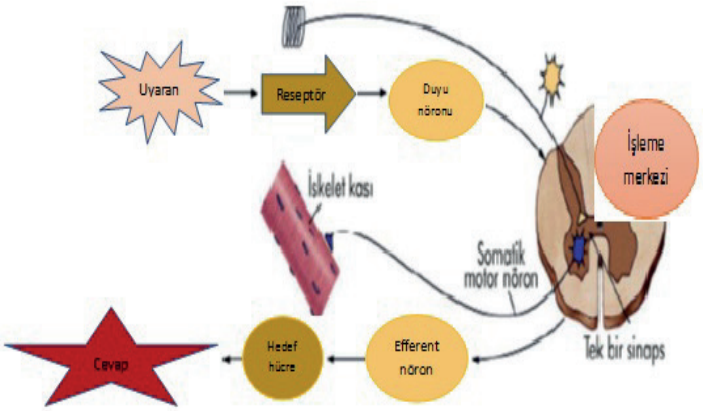
ması esas olarak spinal reflekslerin duyarlılık eşiğini değiştirerek motor fonksiyonların kontrol edilmesini sağlar. Vücut içi ve dışı durumlar hızlı ve beklenmedik şekillerde değişebilir. Böyle zamanlarda bu refleksler, organlar veya organ sistemlerinin fonksiyonlarında da hızlı ayarlamalar yaparak hemoastazisi korur. Refleks döngü içerisindeki afferent ve efferent aksonlar arasındaki bağlantılar bir taneden çok çeşitli sayılara kadar değişebilir, bu ise reflekslerin farklı nitelikte olmasını açıklar. Refleks için en basit yol, duyusal reseptörden motor nörona gelen afferent aksonun yansımasıdır. Refleksler tek bir kasın kontrolünü içerebileceği gibi, bir grup sinerjistik kasın, agonist-antagonist kas çiftinin veya kontralateral ekstremite kaslarının kontrolünü içerebilir. Genellikle aynı uyaran sürekli aynı cevabı doğurur. Bu durum mevcut çevrede verilebilecek uygun ve hızlı cevapların üretilmesini sağlar (örn. ağrıya karşı çekme refleksi). Spinal reflekslerin latansı yaklaşık 10-20 msn, supraspinal reflekslerinki ise 50 msn veya daha fazladır.

Refleks ark

Nöral aktivitenin temel birimi olan ve tek bir spinal refleksin oluşturduğu ağa *refleks ark* denir. Bir refleks; reseptör organdan başlar, afferent nöron ve merkez efferent nörondan ilerleyerek periferal effektör organda biter. Refleks ark içinde gerçekleşen 5 adım Şekil 5.10.a'da gösterilmiştir.



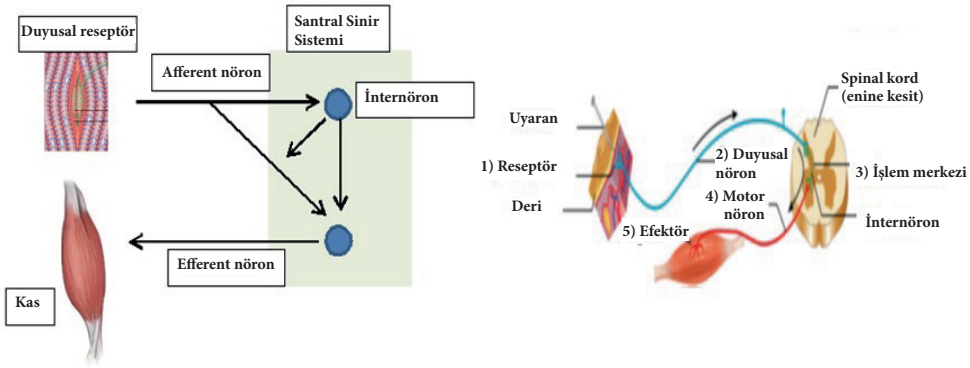
Şekil 5.10.a. Uyarının refleks ark içerisindeki iletimi



Şekil 5.10.b. Uyarının refleks ark içerisindeki iletimi

Bir spinal refleks halkasına 3 fonksiyonel nöron grubu katkı sağlar: *afferent nöronlar, internöronlar, efferent nöronlar*. Bilgi taşınmasında bu nöronlar arasında kurulan bağlantı Şekil 5.10.a-b ve 5.11'de gösterilmiştir. Afferent nöronlar periferden gelen uyarıyı medulla spinalise taşırlar. Tüm nöronların yaklaşık %99'unu oluşturan internöronlar, afferent ve efferent girdiler arasındaki etkileşimi modüle ederler. Efferent nöronlar ise medulla spinalisten perifere uyarı taşırlar.

Spinal refleksler, spinal kordun bir segmentini içeren basit *monosinaptik refleks*lerden, birden fazla segmenti içeren *polisinaptik refleks*lere kadar geniş bir aralığı kapsar. İntersegmental refleks ark olarak isimlendirilen en karmaşık spinal reflekslerde birçok segment, kooordine ve yüksek çeşitlilik gösteren motor cevap için etkileşirler. Sıklıkla çalışılan spinal refleks yol, grup Ia afferentlerin agonist motor nöronlara monosinaptik projeksiyonudur.



Şekil 5.11. Spinal reflekste görevli 3 fonksiyonel nöron grubu

Spinal kord birçok spinal refleksin kontrolünde görevli olup, spinal kordda bütünleştirilen monosinaptik veya polisinaptik spinal refleksler temelde 4 tanedir.

1) Germe refleksi (miyotatik refleks).
2) Fleksör refleks (geri çekme refleksi).
3) Çapraz ekstansör refleks.
4) Pozitif ve negatif destek reaksiyonu örnek olarak verilebilir. Pozitif ve negatif destek reaksiyonu normal bireylerde gözlenmez, sadece spinal düzey kontrole maruz kalan insanlarda ve hayvanlarda gözlenir.

Monosinaptik refleks

Monosinaptik refleksler duyusal nöronun motor nöronla direkt sinaps yaptığı ve arada tek bir sinaps olduğu için, bu reflekste duyusal girdi ve motor çıktı arasında minimal bir gecikme vardır ve ileti hızı çok yüksektir. Bu reflekslerin latansları (dinlenme periyodu) kısadır ve 1-2 msn kadardır. Bu refleksler özel bir uyarana karşı santral sinir sisteminin hızlı ve stereotipik cevap oluşturmasını sağlarlar. Monosinaptik refleks iki şekilde değerlendirilebilir.

1) Hoffman ve M cevabı.
2) Tendon darbeleme refleksi.

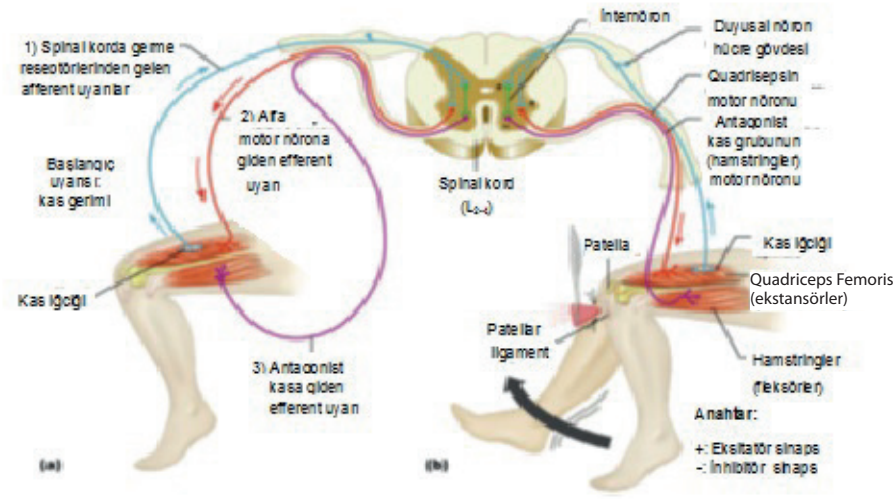
Monosinaptik refleks, sinir tarafından inerve edilen kasta seğirme cevabı üreten periferal sinire tek bir elektriksel şok (stimulus) uygulanmasıyla uyandırılır. Elektriksel olarak uyandırılan monosinaptik cevap *Hoffman (H) refleksi* olarak bilinir. H refleksi sıklıkla soleus kasında çalışılmaktadır, ancak kişi dinlenme halindeyken bu refleks Quadriseps Femoris, Hamstringler, Tibialis Anterior ve Flexor Carpi Radialis kaslarından da elde edilebilir. H refleksi, periferal sinire ulaşılabilen birçok ekstremite kasından kaydedilebilir. Periferal sinire uygulanan elektrik akımı ilk önce en büyük çaplı, en son ise en küçük çaplı aksonlarda aksiyon potansiyeli oluşturur. Grup Ia afferentlerin çapı alfa motor nöronun efferent aksonlarından biraz daha büyük olduğu için, bu uyarıma daha duyarlıdırlar. Stimulus arttıkça efferent aksonlarda da aksiyon potansiyelleri oluşur ve *M dalgası* olarak adlandırılan kısa latanslı (5 ms) cevabı uyandırır.

Monosinaptik refleks kas tendonuna uygulanan kısa darbeleme ile de uyandırılabilir. Bu cevap *tendon darbeleme refleksi* olarak bilinir. İki monosinaptik refleks arasındaki en büyük farklılık, tendon darbeleme refleksi kas iğciğini geren mekanik bir stimulusa karşı verilen cevabı gösterirken; H refleksi, kas iğciğini atlayarak elektrik stimülasyonu ile yapay olarak cevabın oluşturulmasıdır. Yani tendon darbeleme refleksinin şiddeti hem grup Ia afferent yolun duyarlılığı hem de gama motor nöronlar tarafından algılanan kas iğciği duyarlılığına dayanır.

Polisinaptik refleks

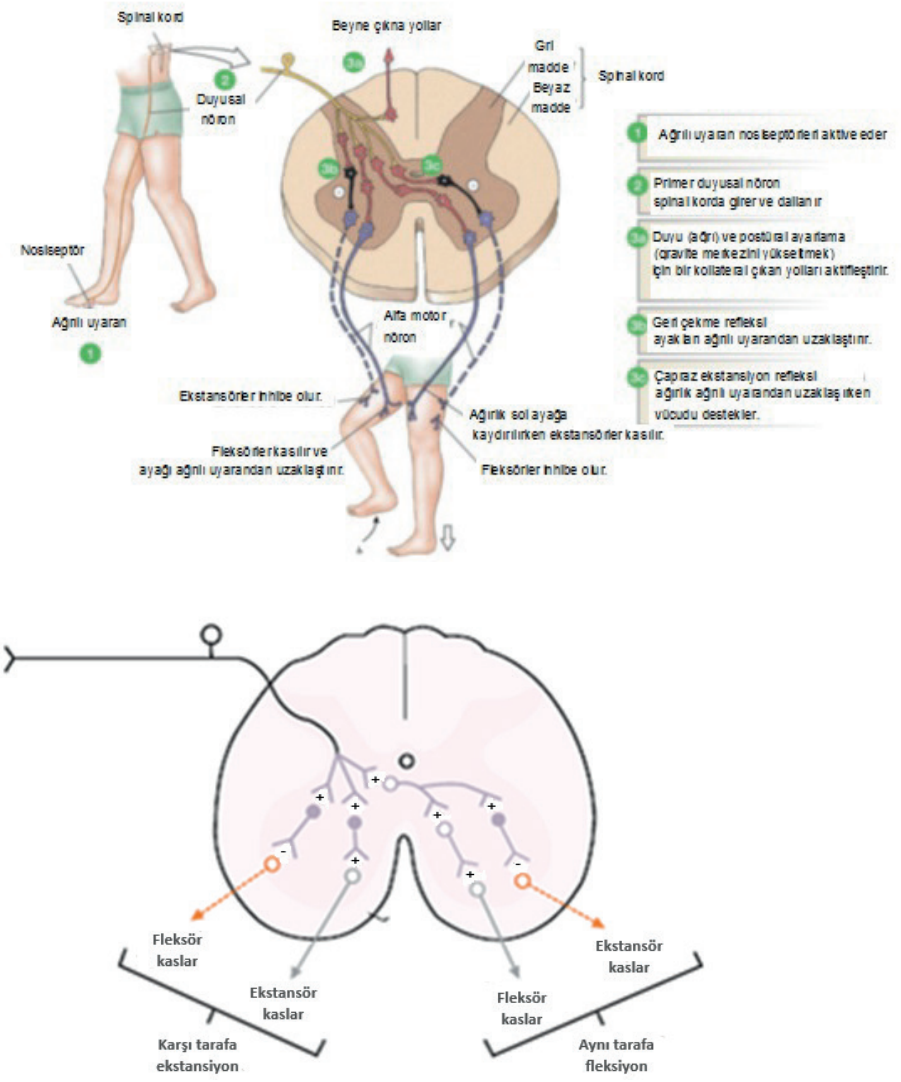
Polisinaptik refleksler, duyusal nöronla motor nöron arasında bir veya daha fazla ara nöronun bulunduğu reflekslerdir. Araya giren sinaps sayısı birden fazla olduğu için latans uzar. Monosinaptik reflekse göre daha karmaşıktır ve farklı kas gruplarının kontrolünde devreye girerler (Şekil 5.12.a). Polisinaptik refleksler, basit bir tendon refleksinden ayakta durma, yürüme ve koşma ile ilişkili çeşitli karmaşık reflekslere kadar değişir. Tüm polisinaptik refleksler 5 temel özelliğe sahiptir.

1) İnternöronal havuzları içerirler.
2) İntersegmental dağılıma sahiptirler.
3) Resiprokal inhibisyon gerektirirler.
4) Refleksif motor yanıtı devam ettiren yansıyan döngülere sahiptirler.
5) Çeşitli refleksler, koordine ve kontrollü cevabı sağlamak için işbirliği yaparlar.



Şekil 5.12.a. Refleksler:

Monosinaptik refleks (germe refleksi): Germe refleksini açığa çıkaran monosinaptik yollardır. Kas iğciğinden çıkan afferent aksonlar 2 farklı motor nöron ile eksitatör bağlantı kurar: çıktığı aynı kası ve de sinerjistik kası inerve eden alfa motor nöronlar. Antagonist kasları inerve eden motor nöronları inhibe etmek için internöronlara da etki ederler.



Şekil 5.12.b. Refleksler:

Polisinaptik refleks (fleksiyon refleksi): Spinal korddaki polisinaptik yollar fleksiyon ve çapraz ekstansiyon reflekslerini açığa çıkarırlar. Bir eksitatör yol ipsilateral fleksör kasları inerve eden motor nöronları aktive eder, böylece ekstremite zararlı uyarandan uzaklaştırılır. Diğer bir yol aynı anda kontralateral ekstansör kasları inerve eden motor nöronları uyarır, böylelikle de ekstremiteyi çekme sırasında destek sağlar. İnhibitör internöronlar, antagonist kasları uyaran motor nöronların refleks cevap sırasında inaktif olmalarını sağlar.

GERME REFLEKSİ (MİYOTATİK REFLEKS) (DERİN TENDON REFLEKSİ)

Germe refleksi, en çok bilinen monosinaptik refleks olup miyotatik refleks ve derin tendon refleksi olarak da adlandırılmaktadır. Afferent ve efferent nöronlar arasında sadece bir adet sinaps bulunduğundan dolayı uyarıya çok hızlı cevap verilmektedir. İskelet kas uzunluğunun otomatik ayarlanmasını sağlar. Sinir inervasyonu tam olan bir iskelet kası gerildiği zaman germeye cevap olarak verilen refleks kontraksiyondur. Kas uzunluğunu artıran stimulus duyusal nöronu aktive eder ve gerilen kasın kontraksiyonunu sağlayan motor nöronlar devreye girer (Şekil 5.12.a). Aksiyon potansiyeli miyelinli A tipi lifler tarafından taşınır. Germe refleksi genellikle postüral dengenin sürdürülmesinde kullanılır. Örneğin aşil tendonu gerildiği zaman, dik postürü devam ettirmek için germe refleksi kasları geri doğru çeker. Patellar refleks ise, dik postürü devam ettirmek için ayaktan ziyade dizde açığa çıkar. Germe refleksinin özellikleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 5.1).

Tablo 5.1. Germe refleksinin özellikleri

Reseptörü	Kas iğciği
Afferentleri	Grup Ia afferentler
Diverjans	Az sayıda
Latans	Kısa (monosinaptik olarak)
Hedef Kas	Aynı kas
Resiprokal İnervasyon	Tek resiprokal inervasyon
Yanıt	Lineer veya stereotipik
Durasyon	Uyaran kesildiğinde refleks durur
Özelleşme	Bir kas grubuna özeldir
Lokal işaret	Yok
Önemlilik	Baskın refleks değildir

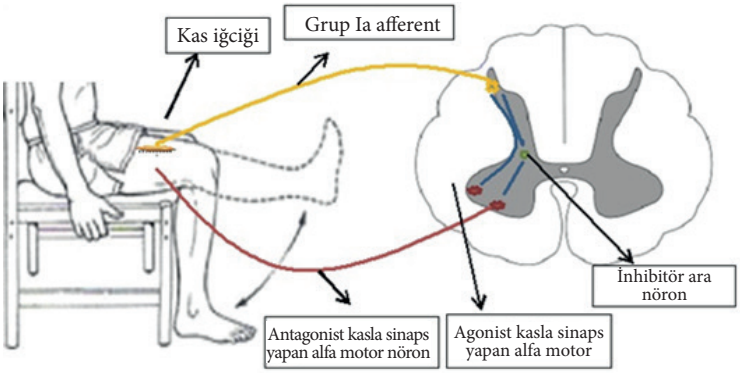
Tonik ve de fazik olmak üzere iki adet germe refleksi bulunmaktadır. Fazik germe refleksinde cevap kısa ve hızlıyken, tonik germe refleksinde uyarı devam ettiği sürece kasta kontraksiyonu devam etmektedir.

Fazik germe refleksi

"*Derin Tendon Refleksi (DTR)*" olarak da adlandırılan fazik germe refleksi nörolojik muayenelerde rutin olarak test edilen patellar refleksin temelini oluşturur. Bu refleksi

başlatan primer reseptör kas iğciğidir. Kas iğcikleri birkaç istisna hariç tüm iskelet kaslarında bulunur. Germe refleks döngüsünün şematik gösterimi, Quadriceps Femoris kasının germeye karşı verdiği refleks cevap üzerinden Şekil 5.12.a ve Şekil 5.13'de sunulmuştur. Patellar tendona refleks çekici ile hızlı bir şekilde vurulduğunda, tendon ve Quadriceps Femoris kası gerilir ve kas iğciği içindeki intrafuzal lifler kısa bir süre için deforme olur. İntrafuzal liflerin etrafındaki afferent aksonlar içerisindeki iyon kanalları açılarak, *grup Ia* afferetlerini deşarj eder. Bu hızlı iletim yapan afferent lifler spinal kordda alfa motor nöronlar üzerinde sinaps yapar ve kas iğciğinin bulunduğu agonist kasın ekstrafuzal kas liflerini inerve eder. Grup Ia lifleriyle iletilen uyarılar alfa motor nöron eksitasyonuyla sonuçlanır ve agonist kasta (bu vaka için Quadriceps Femoris kası) dizin ekstansiyonuna yol açan hızlı bir kontraksiyon ortaya çıkarır. Bu kontraksiyon ani ve fark edilebilen bir tekmeyle sonuçlanır. Kaslar kasıldıkça, kas lifleri dinlenme uzunluğuna döner. Zamanla duyusal nöronların aksiyon potansiyelinin azalması ile kas tonusu düşer ve bacak sallanması biter (Şekil 5.12.a ve 5.13).

Biceps, triceps, styloradial, patella ve de achilles refleksi nörolojik muayenede en çok kullanılan DTR'lerdir (Tablo 5.2). Tendona uygulanan kısa süreli ve ani bir germe ile uyarılırlar.



Şekil 5.13. Derin tendon refleksi

DTR muayenesinde kullanılan hiporefleksi terimi, DTR'nin az olması iken, hiperrefleksi terimi normalden çok daha fazla ya da klonus gibi tekrarlayıcı tepki alınmasıdır (Şekil 5.13). DTR değerlendirmesi sırasında alınan cevaba göre DTR'nin durumu yorumlanmaktadır (Tablo 5.3).

Tablo 5.2. Sık kullanılan derin tendon reflekslerinde kullanılan teknik, beklenen cevap ve segmental inervasyon

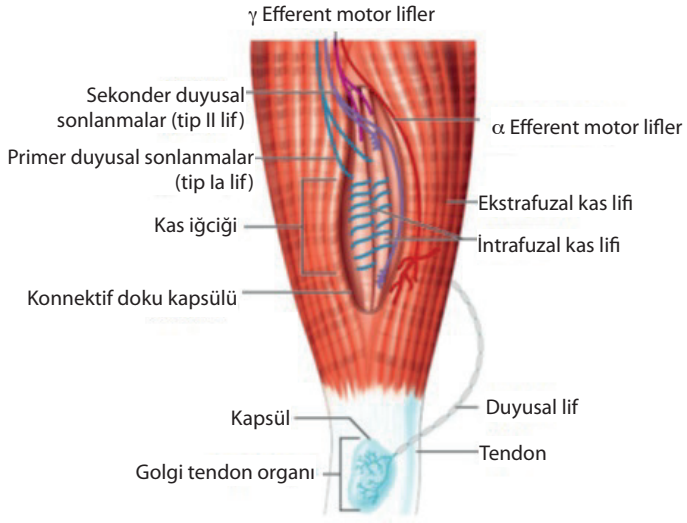
Refleks	Teknik	Normal cevap	Segmental inervasyon
Biceps	Ön kol dirsekten yarı fleksiyonda iken sol el parmağı Biceps Brachialis kasının tendonu üzerine yerleştirilip üzerine çekiçle vurulur.	Önkolun fleksiyonu	C5-6
Triceps	Omuz abduksiyonda iken önkol bedene paralel pozisyonda tutularak serbestçe aşağıya sarkıtılır. Bu pozisyondayken Triceps Brachialis tendonuna vurulur.	Önkolun ekstansiyonu	C6-7
Brachioradial	Kol yarı pronasyonda iken radiusun styloid çıkıntısına vurulur.	Önkolun fleksiyonu ve hafif supinasyonu. Parmaklarda da hafif bir fleksiyon görülebilir.	C5-6
Patella	Hasta muayene masasının kenarına oturarak ayaklarını sarkıtmış durumdayken patella tendonuna vurulur.	Dizin ekstansiyonu	L2-4
Achille	Yatar durumda bacak hafifçe dış rotasyona ve dizden fleksiyona getirilir. Bu sırada muayene eden kişi avucunu ayak tabanına koyarak ayağı bilekten hafifçe dorsal fleksiyona getirip achille tendonuna vurur.	Ayak bileğinin plantar fleksiyonu	S1

Tablo 5.3. Derin tendon refleksi derecelemesi

0	**0**	Kayıp veya alınmıyor.
+	**1+**	Azalmış.
++	**2+**	Normal.
+++	**3+**	Artmış, fakat her zaman patolojik değil.
++++	**4+**	Belirgin hiperaktif, patolojik, sıklıkla klonusla birlikte (bir vuruşa birkaç hareketle cevap).

Tonik germe refleksi

Tonik germe refleksi ise sadece MSS hasarı sonucu oluşmaktadır ve kas tonusunu değerlendirmek amacıyla kası gererken ortaya çıkmaktadır. Tonik germede, germe uygulandığı süre boyunca kastaki kasılma devam etmektedir. Kas iğciğindeki primer ve sekonder sonlanmalar bu refleksin afferentidir. Ateşlenen grup Ia ve II afferentleri uyarıyı medulla spinalise götürmekte, orada da inen yollarla kasılma sağlamaktadır. MSS hasarı sonucu presinaptik inhibisyonun ortadan kalkması nedeniyle kas tonusu artmakta ve devamlı kontraksiyon oluşmaktadır. (Şekil 5.14)



Şekil 5.14. Tonik germe refleksi.

Her kas iğciğinin orta segmenti, spinal korda duyusal afferent ile bağlanan mekanik reseptör olarak görev görür. Kasın gerilmesi ise, kas iğciği germe reseptörlerini ve ilişkili duyusal lifleri aktive eden kas iğciği liflerini gerer.

ZIT (İNVERSE) GERME REFLEKSİ (GOLGİ TENDON ORGANI REFLEKSİ)

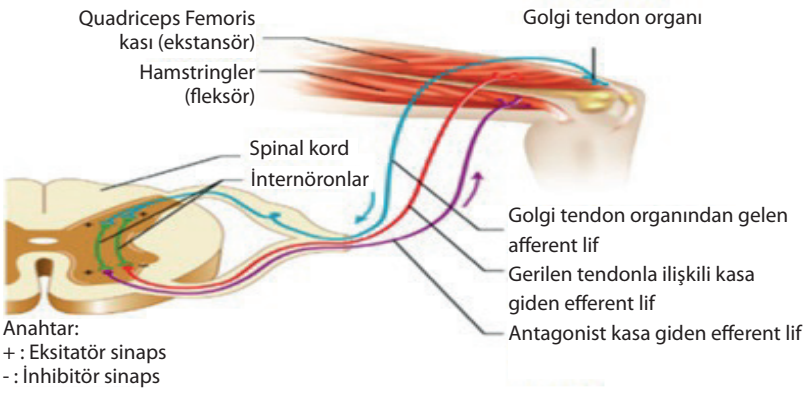
Zıt germe refleksi için motor ünite aktivitesi, kas iğciği yerine kasın tendonuna yerleşen GTO tarafından düzenlenir. Kas iğciği düşük eşikli bir reseptör olup kas uzunluğuna duyarlıyken, GTO yüksek eşikli bir reseptör olup kas gerilimini algılar. Kasın kontraksiyonu veya gerilimi (örn. tüm ekstremite hareketlerinde), GTO aktivasyonu için yeterli uyaranı oluşturur. GTO'lar, kas üzerine uygulanan germeye karşı nispeten duyarsız olmalarına rağmen kas kontraksiyonu sırasında maruz kalınan gerilime son derece duyarlıdırlar. Bu nedenle GTO aktivitesi pasif ve aktif durumlarda farklıdır. *Pa-*

sif germe, tendon üzerinde büyük bir etki oluşturmadığı için GTO'nun etkili uyarımını sağlamaz. Fakat *aktif germe* sağlayan kas kontraksiyonu tendonu daha büyük ölçüde gerdiği için, GTO kas kontraksiyonuna cevap olarak aktif bir şekilde deşarj olur. GTO aktivasyonu için gereken asıl uyarı, tendonda oluşan kuvvetlerdir. Kas iğciği uzunluk geribildirimi sağlarken, GTO kuvvet geribildirimi sağlar.

GTO refleksinde, kasın kasılması ile tendon kollajenleri gerilerek GTO'nun duyusal nöronları olan Ib liflerinin uyarılması ve o kasa ait olan alfa motor nöronu inhibe eden internöronların uyarılması gerçekleşmektedir. GTO aktivasyonunu sağlayan grup Ib afferentleri, agonist kası inerve eden alfa motor nöronu inhibe eden internöronlarla (inhibitör etkisi olan glisin mediatörünü salgılayarak) eksitatör sinaps yapar. Germeye cevap olarak, o kasa ait olan alfa motor nöronun inhibisyonu sağlanarak tendonun ait olduğu kasta gevşeme sağlanır ve kas kontraksiyon süresi azaltılır (Şekil 5.14, Şekil 5.15). GTO stimülasyonuyla oluşturulan bu etki (örn. agonist kasın kontraksiyonunun azalması) *"zıt (inverse) germe refleksi"* veya *"golgi tendon organı refleksi döngüsü" veya "otojenik inhibisyon"* olarak isimlendirilir.

Germe refleks aktivitesi sırasında kas iğciği ile GTO denge halindedir. Kas iğciği, kastaki, GTO da tendon boyundaki değişimlere hassastır. Resiprokal inervasyon olayı burada gerçekleşmeye başlar ve antagonist kaslar uyarılmış olur. GTO refleksinin ana işlevi, koruyuculuk ve normal kas aktivitesinde gerginliği düzenlemektir. Bundan dolayı GTO refleksi *otojenik inhibitör refleks* olarak da bilinir.

Kortikospinal yol hasarı sonucu oluşan *sustalı çakı fenomeni*, GTO refleksinin aşırı aktivasyonu sonucu oluşur. Örneğin ekstremite hipertonik iken ekstansör kaslardaki (örn. Triceps Brachialis kası) kas iğciğinin artmış hassasiyeti sonucu fleksiyon yönündeki harekete direnç gösterilir. Daha sonra kastaki gerilme GTO refleksini uyaracak düzeye gelir ve GTO, kası gevşetip fleksiyona izin verir. Kasın uzamasını sağladığı için *"uzatma reaksiyonu"* olarak da adlandırılır.



Şekil 5.15. Refleks döngüsü

GTO refleksi, germe refleksinin zıttıdır. Kasın kasılması GTO'yu aktive eder. Afferent golgi tendon nöronları uyarılır, nöronlar kasılan kası inhibe eder ve antagonistik kas aktive olur. Böylece kasılan kas gevşer iken antagonist kas kasılır.

Gama motor nöronlar aracılığıyla germe refleksi modülasyonu

Spinal kord ön boynuzuna yerleşmiş olan gama motor nöronlar, alfa motor nöronlar arasına karışarak kas iğciğinin polar (kutup) uçlarını inerve ederler. Aktivasyonları polar uçlarda kontraksiyon ürettiğinden orta kısımda yer alan kas iğciği gerilir ve iğcik deşarjı başlar. Bu demek oluyor ki; gama motor nöronların birinci fonksiyonu ekstrafuzal kas lifini kasmak değil, spinal mekanizmayı yeniden ayarlamak ve grup Ia afferent liflerinin deşarjını arttırmaktır. Bu durum iğcik mekanizmasını devreye sokarak alfa motor nöronun refleks aktivasyonuna sebep olur.

Gama motor nöronlar da supraspinal kontrol altındadır. Özellikle retiküler formasyondan inen motor lifler (örn. lateral ve medial retikülospinal yollar) olmak üzere üst merkezlerden (örn. serebral korteks ve lateral vestibüler çekirdekler) inen yollar gama motor nöronları eksite veya inhibe ederek kas tonusunu ayarlayabilirler. Örneğin medial retikülospinal yol tarafından gama motor nöron eksitasyonu kas tonusunu arttırır ve germe refleksinin fasilitasyonuna neden olur. Zıt olarak, lateral retikülospinal yolun aktivasyonu gama motor nöron inhibisyonuna neden olarak germe refleksi inhibisyonuna neden olur. Normal hareketler sırasında monosinaptik (kısa latanslı) refleks bileşenleri, polisinaptik (uzun latanslı) refleks bileşenlerince takip edilir. Eğer bir MSS lezyonu söz konusuysa, supraspinal kontrolün azalmasıyla spinal düzeyde refleks aktivite değişimi görülür ve spastisite gibi kas tonusu artışı ve anormal hareket paternleri açığa çıkar. Spastik kasın monosinaptik refleks aktivitesinde artış (germe refleksi de monosinaptik bir reflekstir), polisinaptik refleks aktivitesinde ise azalma görülür. Bu durum agonist-antagonist kaslar arasında ko-aktivasyon bozukluğuna yol açmaktadır.

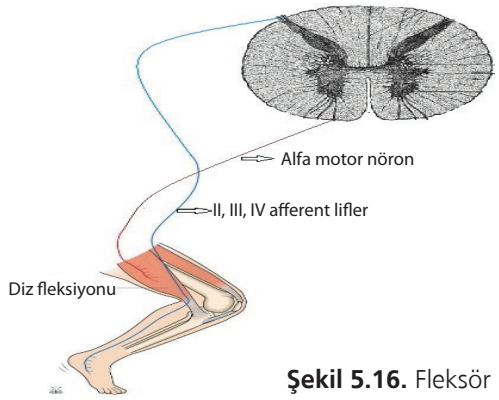
Kas iğciği refleksinin varlığından dolayı, kası uzatmak amacıyla yapılan germeler yavaş ve oldukça nazik yapılmalıdır. Hızlı ve güçlü yapılan germeler kasın ani kontraksiyonuna yol açacağından yararsızdır ve tercih edilmemelidir. Öte yandan bu koruyucu kas iğciği refleksi kas kuvvetini artırmak vb. amaçlar için kullanılabilir. Atıcılık, dövüş vb. sporlarda atletlerin geriye doğru bir salınımla yapacakları atış, vuruş veya salınımları güçlendirdiği gözlenir. Geri doğru olan bu salınım germe refleksini uyararak ileri yönlü salınımın gücünü artırır. Piliometrik eğitim, kasın hızlı gerimini içeren bu tip egzersizleri kullanır. Elastik geri çekilmenin sağladığı pasif katkı, geriye doğru salınımla oluşturulan kasın gerimi ile elde edilir. Bu durum, güç kazanımına yol açar ve *prodüktif antagonizm* olarak adlandırılır.

FLEKSÖR REFLEKS (GERİ ÇEKME REFLEKSİ)

Geri çekme refleksi olarak da bilinen *fleksör refleks*, adından da anlaşılabileceği üzere herhangi bir stimulusa karşı meydana gelen fleksiyon yönündeki kasılmadır. Bütün canlılarda ortaya çıkan ve hayatta kalmak açısından son derece önemli olan koruyucu bir reflekstir. Duyusal uyaran, birbirinden ayrılan polisinaptik refleks yolları

aktive eder. Biri stimüle edilen uzuvdaki fleksör kasların motor nöronlarını uyarırken, diğeri uzvun ekstansör kaslarını inerve eden motor nöronları inhibe eder. Motor organizasyonun anahtar prensiplerinden birisi olan ve Sherrington'ın resiprokal inervasyonu olarak tanımlanan bu reflekste zıt yönlü aktivasyon söz konusudur (Şekil 5.12.b, Şekil 5.16 ve Şekil 5.17).

Bir ekstremite veya vücut parçasında ağrılı uyarana bağlı olarak meydana gelen kaçınma cevabı olan fleksör refleks, uyarının kesilmesinden sonra bile tekrarlayıcı ardarda deşarjlara neden olan devreleri içeren karmaşık bir reflekstir. Deri veya daha derin yapılara ağrılı bir uyaran verildiğinde, serbest sinir sonlanmaları uyarılır ve bu uyarılar küçük çaplı miyelinli afferent lifler (grup 3 lifleri) ve miyelinsiz afferent lifler (grup 4 lifler) aracılığıyla medulla spinalise taşınır (Şekil 5.16). Duyusal nöronlar birçok nöron havuzunu aktive eder. Ağrılı uyaranın hafif olması halinde uyaranın uygulandığı bölgeye yakın fleksör kaslarda kasılma meydana gelir. Stimuluslar kuvvetliyse, internöronlar eksitatör ve inhibitör uyarıları spinal kordda aşağı ve yukarı taşıyacak ve birçok segmentteki motor nöronlar etkilenecektir. Kasılmanın kuvveti ve spasyal boyutu uyaranın şiddetine bağlı olduğu için, pek çok fleksör kas devreye girerek, o uzuv uyarandan uzaklaştırılır. Sonuç olarak çoğunlukla, uyarandan uzakta koordine bir hareket doğacaktır. Örneğin, az ışınmış bir çaydanlığa değince sadece el bileği ve dirsekte fleksiyon ile geri çekilme sağlanırken, aşırı ısınmış çok sıcak bir çaydanlığa dokunulduğunda, tüm ekstremitede kuvvetli fleksiyon oluşturularak tüm ekstremite süratle çaydanlıktan uzaklaştırılır.



Şekil 5.16. Fleksör refleks (geri çekme refleksi)

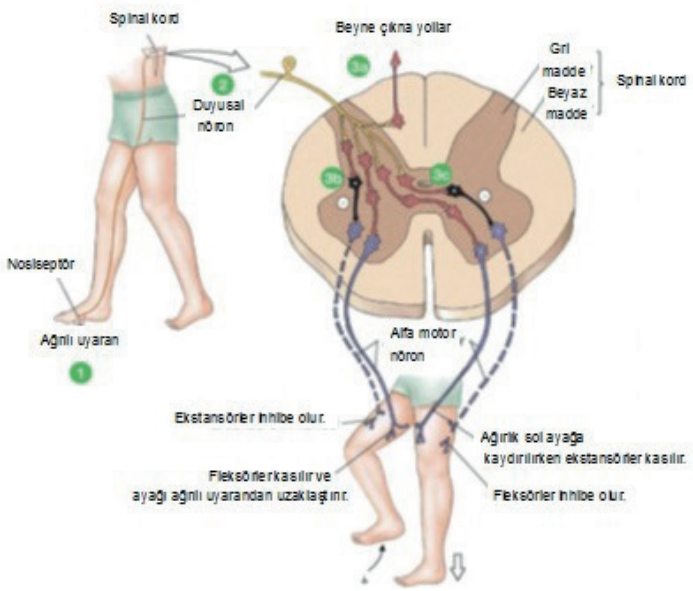
Birçok araştırmacı fleksör refleksin normal ve stereotipik olmakla birlikte kısmen patolojik olduğunu ifade etmektedir. MSS lezyonu sonrası ise fleksör refleksler aşırı aktif hale gelmektedir. *Parmak fleksiyon refleksi,* 1990 yılında Hoffman tarafından

tanımlanmıştır. Fleksör kaslara ani germe uygulandığında fleksör kaslarda istemsiz fleksiyon kasılması ortaya çıkmaktadır. Her ne kadar parmaklarda yapılan bir test olsa da bütün vücutta varolan bir reflekstir. *Hoffman belirtisi, Rossolimo belirtisi, Treomner belirtisi* ve *Von Becterev belirtisi* gibi farklı isimlendirmesi olan bütün bu refleksler fleksör reflekslerdir. Tanı koymak için çok güvenilir refleksler değildir, nitekim sağlıklı olan bireylerin %3'ünde var oldukları bilinmektedir. Başka patolojik refleksle birlikte pozitif olması durumunda tanı koymada kullanılabilir.

Fleksör refleks yolları medulla spinaliste beyin çekirdekleri tarafından inen yollarla inhibe edilmiş haldedir, bundan dolayı sadece ağrılı uyaran fleksör geri çekilmeyi uyarır. Şayet bu inen inhibitör etki herhangi bir sebepten dolayı ortadan kalkacak olursa, Babinski refleksinde olduğu gibi, zararsız olan dokunma dahi fleksör refleksin açığa çıkmasına sebep olur.

Babinski refleksi fleksör reflekslerdendir. Ayağın plantar yüzüne kalem teması dahi dorsi fleksörlerde kasılmaya (ayak başparmağında ekstansiyon) neden olmaktadır. Babinski refleksinin kortikospinal yolun miyelinizasyonu tamamlanmadan önce yenidoğan bireylerde görülmesi normaldir. Ancak daha sonra kortikospinal inen yollar tarafından inhibe edildiğinden yok olmaktadır. Normal ve sağlıklı bir bireyde ayağın plantar yüzüne olan temas ayak parmağında fleksiyon ile karakterize plantar fleksiyona sebep olmaktadır. Ancak kortikospinal yol hasarı oluşması durumunda inhibitör etki ortadan kalkacak ve Babinski refleksi pozitif olacaktır.

Spesifik bir kas kasıldığında, zıt çalışan kaslar harekete izin vermek için gevşerler (*resiprokal inhibisyon/resiprokal inervasyon*). Teori olarak fleksör kasların kontraksiyonu ekstansör kaslardaki germe refleksini tetikler. Ancak spinal korddaki internöronlar resiprokal inhibisyon aracılığı ile bu durumu engeller. Duyusal sinyal, farklı polisinaptik yollardan hem uyarılan ekstremitenin fleksör kaslarını innerve eden motor nöronları uyarır, hem de aynı ekstremitenin ekstansör kaslarını innerve eden motor nöronları inhibe eder. Yani, polisinaptik yolların aktivasyonu ipsilateral fleksör kasların kontraksiyonuna ve ipsilateral ekstansörlerin rölaksasyonuna yol açar (Şekil 5.12.b, 5.16 ve 5.17). Net etki ağrılı uyarana karşı ekstremitenin çekilmesidir. Fakat etkinin dağılımı, motor cevabın gücü ve karakteri ile uyaranın yoğunluğuna ve karakterine bağlıdır. Keskin bir şeyin üzerine adım atılmasıyla duyulan hafif bir rahatsızlık ayak bileği ve ayak kaslarında kısa süreli bir kontraksiyonu tetiklerken, daha güçlü bir uyaran ayak bileği, ayak ve bacak kaslarının pozisyonunu etkileyen koordine kas kontraksiyonu açığa çıkarabilir. Hatta şiddetli ağrı omuz, gövde ve kol kaslarında da stimülasyona yol açabilir. Bu kontraksiyonlar yansıyan devrelerin aktivasyonu dolayısıyla birkaç saniye sürer. Bunun yanında, monosinaptik refleksler daha kısa sürer; örneğin patellar refleks 20 msn'de tamamlanır.



Şekil 5.17. Fleksör ve çapraz ekstansör refleksler

1) Ağrılı uyaran nosiseptörü aktive eder.
2) Primer duyusal nöron spinal korda girer ve dallanır.
3a) Bir kollateral duyu (ağrı) ve postüral ayarlama (yerçekimi merkezinde kayma) için çıkan yolları aktive eder.
3b) Geri çekme refleksi ayağı ağrılı uyarandan uzaklaştırır.
3c) Çapraz ekstansör refleks, ağrılı uyarandan uzaklaştırmak için ağırlık kaydığında vücudu destekler.

Çapraz Ekstansör Refleks

Germe, tendon ve geri çekme refleksleri *ipsilateral refleks ark*a sahipken, çapraz ekstansör refleks *kontralateral refleks ark*a sahiptir. Çapraz ekstansör refleks, fleksiyon refleksinin tamamlayıcısıdır. Ağrılı uyaranın çok şiddetli olması halinde reaksiyon süresi (uyaranın verildiği an ile refleksin ortaya çıktığı an arasındaki süre) kısalır; buna karşılık refleks süresi (refleksin başlayıp, devam ettiği süre) uzar. Çapraz ekstansör reflekste, ağrılı uyaran spinal kordun karşı tarafına geçer ve yaralanmamış bacağın ekstansör kaslarını kontrol eden motor nöronları uyarır. Örneğin; bir raptiyeye basıldığında, fleksör refleks etkilenen ayağı zeminden çekerken, çapraz ekstansör refleks diğer bacağı vücut ağırlığını desteklemek için düzeltir böylelikle postüral destek sağlanmış olur. Karşı bacaktaki bu ekstansör kasların kontraksiyonu sayesinde, uyarılmış ve fleksiyon ile bükülüp kaldırılan bacaktan kaynaklanan artmış yüke karşı gelinebilir (Şekil 5.12.b

ve 5.17). Bu nöral deşarj bir müddet devam eder ve *deşarj sonrası* olarak isimlendirilir. Deşarj sonrası, refleks aktive olduktan sonra, bir müddet daha kasılan kasların kontraksiyonunu sürdürmesini sağlar.

Çapraz ekstansör refleks, lokomosyonda da görev alır. Bu ekstansör aktivite duruş fazında (ağırlık aktarma sırasında); ekstansör kasların grup Ia afferentlerinden gelen di-sinaptik eksitatör veri (proprioseptif geribildirim) ve ayak pedinden gelen kutanöz afferentler yoluyla güçlendirilir. Aynı zamanda *Renshaw hücreleri* lokomosyon sırasında ritmik olarak ateşlenir, agonist ve sinejistik motor nöronlara geribildirim inhibisyonu üretir. Bu hücreler ayrıca grup Ia resiprokal inhibisyonunu sağlayan internöron aktivitesini düzenler. İlginç bir şekilde, Renshaw hücreleri kuramsal lokomosyonun hem aktif hem de sessiz fazlarında ritmik inhibitör girdiler alırlar. Hayvan çalışmaları, lokomosyonun refleks regülasyonu ve spinal santral patern jeneratörüne spinal non-resiprokal Ib ve resiprokal Ia inhibisyonun katılımı üzerine açık kanıtlar sunmuştur. Ayak bileği ekstansörlerinden gelen yük bilgisine aracılık yapan grup I afferentlerinin stimülasyonu duruş fazında ekstansör motor nöronların aktivitesinin dozunu arttırır, ekstansiyonu başlatır ve ipsilateral arka bacaktaki fleksör patlamaları sonlandırır veya geciktirir.

POZİTİF VE NEGATİF DESTEK REAKSİYONU

Bu reaksiyonlar lokal statik reflekslerdir. Pozitif destek reaksiyonu; ayakta durma sırasında düşmeleri önlemek için ayak çevresi kasların ko-kontraksiyonunu sağlayarak, ayağı rijit bir hale getirir ve ayak bileği eklemini stabilize eder. Negatif destek reaksiyonu ise pozitif destek reaksiyonu gibi vücut ağırlığını desteklemekten ziyade ayağın yerle temasının kesilmesini sağlayarak diğer aktivitelerin yapılmasına yardımcı olur.

KAS TONUSU VE ANOMALİLERİ

150 yıl önce çeşitli hayvan preparatlarında saptanan sürekli kasılma gerilimini tanımlamak amacıyla "kas tonusu" adlandırması yapılmıştır. Sherrington tarafından kas tonusunun, postürün korunmasında önemli bir rol oynayabileceği öne sürülmüştür. Normal kas tonusu, bir kasın istirahat sırasında hafif ve sürekli bir şekilde kasılması durumudur. İstirahat halinde olan normal bir kasın belli bir direnci vardır; yani, pasif olarak gerilirse, istemsiz bir direnç ortaya çıkar. Bu direnç, kas liflerinin bazılarının kasılı olarak kalma durumundan kaynaklanmaktadır.

Kas tonusunun korunması motor korteks, serebellum, bazal ganglion, mezensefalon, vestibüler sistem, medulla spinalis ve nöromüsküler sistemin sağlıklı olup normal işlev görmesiyle sağlanabilir. Ekstremitelerdeki ekstansör ve fleksör antigravite kasları, normal postüral destek için normal kas tonusunu sağlarlar. Kas tonusu da kassal hare-

keti sağlamak ve kas kasılmasına hazırlık oluşturmak amacıyla kası belli bir miktarda kasılı tutmayı sağlar.

Gama motor nöronlar hiçbir yerden uyarı almaksızın kas iğciği üzerinde spontan dejarş yapabilmektedirler. Bu spontan deşarjlar üst merkezlerin kontrolü altında, kas tonusunu oluşturmaktadır. ÜMN'de veya AMN'de lezyon gelişmesi sonucu kas tonusunda artış veya azalma gibi değişiklik beklenmektedir. İnme gibi ÜMN lezyonu durumunda kas tonusunun arttığı, spastisite ve rijidite geliştiği; AMN lezyonu soucu hipotonus oluştuğu bilinmektedir.

Hipotonus, nöro-gelişimsel, nörolojik ve genetik hastalıklara bağlı gelişen postüral tonus kaybı ve kaslarda gerilmeye bağlı direnç kaybı ile karakterize kas tonusu azlığıdır. Holmes'a göre hipotoni, lezyonla aynı tarafta gelişen akut serebellar lezyonların semptomlarından birisidir. Hipotonus hem ÜMN hem de AMN lezyonu sonucu gelişebilmektedir. Beyin, beyin çekirdekleri, medulla spinalis, periferal sinirler, nöromuskuler sinir kas kavşağı ve serebellum lezyonlarının sonucunda oluşmaktadır. Hipotonus akut veya kronik, progresif veya statik olabilmektedir. Her yaşta ve her bireyde karşımıza çıkabilmektedir. Normal klinik test koşulları altında hipotonusun değerlendirilmesi zordur çünkü gevşemiş ve normal bir kasta, gerilme fazı sırasında sürekli bir refleks aktivite oluşmaz.

Korteksten gelen eksitatör ve inhibitör etkilerin alfa motor nöron ve spinal internöronlar seviyesinde birleşmesi, dinlenme halindeki bir kasın tonusunun ve aktivitesinin uygun seviyede olmasını sağlar. MSS'den inen yolların kontrolünde olan gama motor nöronların dinamik tipinde, MSS'deki bir lezyon sonrası germe refleksi hassasiyetinde problemler oluşur. Buna bağlı olarak DTR ve kas tonusu anomalileri gelişir.

Serebral ya da spinal kaynaklı tüm *hipertonus* mekanizmalarındaki patofizyoloji, eksitatör ve inhibitör mekanizmalar arasındaki dengesizliktir. Beyinde ya da spinal kordda gelişen hasara bağlı olarak inhibitör özelliği olan GABA'nın rölatif olarak spinal kordda eksikliği inhibitör uyarıların azalmasına neden olur. Örneğin inme gibi bir MSS probleminde gama motor nöron aşırı aktif olur. Böylece kas tonusu artar ve DTR hiperaktif alınır. Parkinson Hastalığı'nda olduğu gibi bazal ganglion problemlerinde ise statik gama motor nöronlarda aşırı aktiflik olur ve bu da *rijidite* ile sonuçlanır, ancak DTR normaldir. Rijidite bilindiği gibi sertlik ile karakterize bir hipertonus türüdür. Bir uzvun pasif fleksiyon ekstansiyon yönünde hareket ettirilmesiyle oluşan kas direncidir.

Lance 1980 yılında *spastisite*yi ÜMN sendromu sonucu gelişen, artmış dinamik germe refleksi, artmış tendon refleksleri ve tonik germe refleksinin hıza bağlı olacak şekilde artmasıyla karakterize bir kas tonusu bozukluğu olarak tanımlamıştır. Artmış kas tonu-

su, yani spastisite; geniş amplitüdlü uzanımlara maruz kalmak için gevşemiş kaslar tarafından oluşturulan abartılı bir direnç olarak tanımlanır. Bu artmış pasif direnç, normal iskelet kaslarında germeye bağlı uyarılmış aktivite oluşmadığından dolayı araştırmacı tarafından kolayca tanınıp teşhis edilir. Kas direncindeki bu artışa, patolojik elektromiyografi (EMG) aktivitesi eşlik eder. Bununla birlikte, spastisitesi olan hastaların istemli hareketleri sırasında, antagonist kasların gerilme fazı sırasında normal EMG aktivitesinin oluştuğu da görülmüştür. Korteksten gelen eksitatör ve inhibitör etkilerin alfa motor nöron ve spinal internöronlar seviyesinde birleşmesi, normalde dinlenme halindeki bir kasın tonusunun ve aktivitesinin uygun seviyede olması ile sonuçlanır.

Hareketin yavaşlamasına katkıda bulunan diğer faktörlerin, parezi gelişen eklemdeki kontraktürler veya kas lif özelliklerindeki değişiklikler olduğu tahmin edilmektedir. Spastisite gelişen kasların gerilmesiyle artan refleks direncin patofizyolojisi henüz net değildir. Spastisitenin klinikteki farklı görünümleri, hipertonus, hiperaktif tendon refleksi, klonus ve/veya kas spazmı şeklindedir. ÜMN sendromunun bir komponenti olan spastisite gerilme refleksinin aşırı uyarılması sonucunda ortaya çıkar. Spastisite etkilenen ekstremiteye göre sınıflandırılabilir. Klinik tablo eğer tüm ekstremiteler etkilenmiş ise "spastik kuadriparezi", alt ekstremiteler etkilenmiş ise "spastik dipleji" ya da "spastik paraparezi", aynı taraftaki kol ve bacak etkilenmiş ise "spastik hemiparezi", sadece bir uzuv etkilenmiş ise "spastik monoparezi" adını almaktadır.

İnternal havuzda inhibitör internöron tarafından sağlanan gama motor nöronlarındaki inhibisyon ortadan kalktığında, alt motor nöronlar kendiliğinden uyarılırlar ve iskelet kasları sürekli olarak kasılırlar. Buna *tetanus kontraksiyon* denilmektedir. Tenanus kontraksiyonun hem agonist hem de antagonist bütün iskelet kaslarını tutan şekli olduğu gibi, diyafragma, paravertebral kasları ve solunum kaslarını tutan kontrolsüz ağrılı kas spazmı (tetanik nöbetler) şekli de bulunmaktadır. İnhibitör kontrolün yokluğunda herhangi bir çevresel uyaran koordineli solunum hareketlerinin oluşmasını engeller. Tetanus kontraksiyon, inhibitör internöronlar tarafından üretilen nörotransmiterlerin bozukluğunda oluşur. Tetanoz toksini "glisin" reseptörlerini bloke eder.

Klinisyen için dinlenme koşullarında kas tonusu varlığının, basitçe gözlemle değerlendirilmesi çok mümkün olamamaktadır. Kas tonusunu değerlendirmek amacıyla gerilen kasta meydana gelen direnç ölçülmeye çalışılmaktadır. Bu anlamda geliştirilen Ashworth, Modifiye Ashworth ve Tardieu ölçekleri sıklıkla kullanılmaktadır ve kasta pasif harekete karşı açığa çıkan dirence göre kas tonusu derecesi puanlanmaktadır.

KAS KO-AKTİVASYONU

Sağlıklı bireylerde *agonist ve antagonist kasın ko-aktivasyonu (ko-kontraksiyonu)*, bireylerin fonksiyonel aktiviteleri sırasında hareketin verimliliğine yardımcı olan nor-

mal bir stratejidir. Kas ko-aktivasyonu ya da ko-kontraksiyonu, agonist ve antagonist kasların eş zamanlı aktivasyonu sonucu oluşmaktadır. 1909'da Sherrigton agonist kas kasılması sırasında eş zamanlı olarak antagonist kasın da kasıldığını belirtmiştir. Ko-aktivasyonun olumlu yönlerinden bir tanesi sürekli yön değişikliği gerektiren hareketlerde ko-aktivasyon sayesinde antagonist kas hazır halde beklemekte ve ateşlenme süresi hızlanmaktadır. Eklem stabilitesini geliştirmek ve hareket doğruluğunu iyileştirmek için önemli bir motor kontrol stratejisi olduğuna inanılmaktadır. Çünkü eklem stabilitesini arttırması sayesinde ağır yükler daha kolay ve güvenli bir şekilde kaldırılabilmektedir. Örn., Quadriceps Femoris kasının kasılması sırasında Hamstringlerin ko-aktivasyonu, eklem stabilitesini sağlar.

Birbirine zıt çalışan kasların resiprokal inervasyonu koordinasyon amacıyla kullanılan tek yöntem değildir. Bazen agonist kasla birlikte, antagonistinin de kasılması gerekir. Bu ko-aktivasyon, eklemi tespit eder ve özellikle hassas bir iş yapılıyor ve eklemin hareket etmemesi gerekiyorsa son derece önemli bir hale gelmektedir. Örneğin bir topu yakalamadan önce dirseği tespit etmek üzere fleksör ve ekstansörlerin birlikte kasılması gerekir. Bunun yanısıra, karmaşık ve ince kontrol gerektiren yeni bir becerinin öğrenilmesi sırasında da ko-aktivasyon artmaktadır. Ancak uzun süreli pratikler sonrası, hareket öğrenildikçe ko-aktivasyon değerlerinde azalma olduğu, azalan ko-aktivasyonun motor becerinin başarıldığının bir göstergesi olduğu ileri sürülmektedir.

Normal motor kontrol de, agonist ve antagonist kasların ko-aktivasyonunu ile sağlanır. Yürüyüş sırasında eklem sertliği ve postüral stabilite, antagonistik kasların eşzamanlı kasılmasıyla yani ko-aktivasyonla düzenlenir. Bununla birlikte, ko-aktivasyonun fonksiyonel rolü tamamen anlaşılmış değildir. Uygun olmayan ko-aktivasyon (aşırı ve/veya uzun süreli) yürüyüş hızını azaltarak ve metabolik maliyeti arttırarak yürüyüş performansını azaltmaktadır. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar, ko-aktivasyonun postüral kontrol ve hareket üzerine olumsuz etkilerinin olduğuna dikkat çekerek, aşırı kas ko-aktivasyonunun postüral rijiditeyi arttırdığını belirtmişlerdir. Kas ko-aktivasyonuna bağlı gelişen rijit postür, postüral kontrol sisteminin rahat çalışma alanını kısıtlar, gönüllü veya kompansatuar hareketlerin yapılmasına engel olur. Bir çalışmada boyun kaslarının ko-aktivasyonu ile kas kuvveti ve algılanan ağrı ve engellilik düzeyi arasındaki ilişki araştırılmış ve boyun ağrısı olan hastalarda Sternocleidomastoid ve Splenius Capitis kaslarının daha yüksek düzeyde ko-aktivasyonu olduğu saptanmıştır. Artan ko-aktivasyonu, düşük boyun kas kuvveti, daha yüksek ağrı seviyeleri ve engellilik ile ilişkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca boyun ağrısı sırasında artan ko-aktivasyonun akut ağrı sırasında hızlı hareketi ve normal eklem hareketini azaltarak servikal stabiliteyi sağladığı bilinmektedir. Bu olumlu etkisinin yanında ko-aktivasyonun boyun kaslarının kuvvetinde azalmaya sebep olduğu ve ağrıya duyarlı yapılarda irritasyona yol açtığı ifade edilmektedir.

Yaşlı erişkinlerdeki artmış kas ko-aktivasyonun, genellikle stabiliteyi sağlamak amacıyla eklem sertliğini arttırmak için geliştirilen kompansatuar bir mekanizma olduğu belirtilmektedir. Yürüme sırasında diz ve/veya ayak bileği eklemlerindeki agonist ve antagonist kasların artmış ko-aktivasyonu; serebral palsi, inme, travmatik beyin hasarı, serebellar ataksi ve Parkinson Hastalığı gibi MSS lezyonlu hastalıklarda sık görülen bir sorundur. Bu patolojilerdeki ko-aktivasyon paternleri farklılık gösterse de, sonuçlar benzerdir. Hemiparezisi olan hastalarda, az etkilenen alt ekstremitede ayak bileği kaslarında çift destek fazı sırasında, başlangıçtaki ve sondaki çift destek sırasından daha aşırı ko-aktivasyon olduğu bildirilmiştir.

SPİNAL REFLEKSLERİN İNTEGRASYONU VE MODÜLASYONU

Spinal internöral ağlar son derece karmaşık olmakla birlikte, motor hareketin belirlenmesinde çok önemli bir rol oynarlar. MSS'den inen yollar, spinal internöronlarla direkt bağlantı yaparak veya inen motor nöronlarla indirekt bağlantı yaparak etki gösterirler. Alfa motor nöron indirekt supraspinal yollarla uyarılmaktadır. Kortikospinal yol, lateral vestibulospinal yol, retikulospinal yol ve raphe-spinal yol alfa motor nöronlarla monosinaptik bağlantılar yapmaktadır. Bu alfa motor nöronlar spinal korddaki intrinsik spinal devreyi Renshaw hücreleri aracılığıyla etkiler. Uyarılan Glisinerjik Renshaw hücreleri, negatif geri dönüş vererek aynı alfa motor nöronu inhibe etmektedir. Bu, alfa motor nöronun aktivitesini sönümleyerek, bir sonraki uyarıda ateşlenmeye hazır hale getirmeyi amaçlar.

İntersegmental internöronlar bir spinal segmentten diğer spinal segmente aksonlar aracılığıyla uyarıyı iletir. Bu nöronlar komissural internöronlarla birbirine bağlıdır ve yürüme koşma gibi üst-alt ekstremitede ritmik hareket gerektiren durumları birleştirir. Örneğin bir ekstremitede fleksiyon oluşurken antagonist kasta ekstansiyon oluşması gerekmektedir. Bu da hem resiprokal inhibisyon hem de feedback inhibisyon ile sağlanmaktadır.

a) *Resiprokal inhibisyon*da, agonist kası uyaran alfa motor nöronlar uyarılırken, antagonist kası uyaranlar inhibe edilmektedir. Ia inhibitör internöronlar aracılığı ile antagonist motor nöronların inhibisyonuna yardımcı olan post-sinaptik yol olan resiprokal Ia inhibisyonu, antagonistik kas aktivasyonunun koordinasyonu için anahtar bir spinal yoldur ve insanlarda en çok çalışılmış olan spinal devredir. Sonuçta, agonistlerin koordineli kontraksiyonunu ve antagonistlerin gevşemesini sağlayan supraspinal merkezler ile paralel bir şekilde alfa motor nöronlar ve Ia inhibitör internöronlar aktive olur.

b) *Feedback inhibisyon*da ise internöronlar alfa motor nöronları seçici bir şekilde inhibe etmektedir ki böylece her agonist kasın hareket için gerektiği kadar kasılıp katkıda bulunması sağlanır.

Kas kasılması sırasında oluşan gerginlik, kas uzunluğu ve uzunluktaki dinamik değişiklik GTO'nun Ib lifi ve kas iğciğinin sekonder sonlanması olan grup II ile primer sonlanması olan Ia afferent lifler tarafından sağlanmaktadır. Medulla spinalise gelen uyarılar farklı internöronlar tarafından işleme alınmaktadır. Çalışmalar birçok spinal internöronun primer afferentlerle uyarıldığını göstermiştir. Grup Ib lifleri tarafından uyarılan internöronların grup Ia tarafından da uyarıldığı belirtilmiştir. Grup Ib ve grup II afferentlerinden gelen girdileri birleştiren nöronlar, omuriliğin *V-VII lamina*'sında yer alır. Daha seçici olan grup II'den gelen afferentler ise *IV ve VIII lamina*'ya gelmektedir. İnternöronlar, ipsilateral/kontralateral ve inhibitör/uyarıcı etkisi olan alt internöron gruplarından oluşmaktadır.

Komissural internöronlar ise uyarıları medulla spinalisin gri maddesinden bir taraftan karşı tarafa iletir. Kontralateral taraftaki alfa motor nöron üzerinde inhibisyon veya uyarılmayla etki edeler. Bunlar çapraz ekstansiyon refleksinde önemlidir. Bu sayede ekstansör kas kasılmakta, fleksör kas gevşemektedir. Çapraz ekstansiyon sayesinde nöral bilgi komissural internöronlarca iletilir. Bu çapraz ekstansiyon refleksi alt ve üst ekstremitelerde koşma ve yürüme sırasında ritme katkıda bulunur. Komissural internöronların; aksonal projeksiyonları yeniden yapılandırarak, motor çekirdeğin yanı sıra motor nöronların dışında bulunan nöronlara da yaygın projeksiyonları olduğu gösterilmiştir.

Duyusal reseptörlerden alınan yeni bilgiler afferent nöronlar ve internöronlar aracılığıyla MSS'ne iletilir. Ayrıca reseptörler motor hareket hakkındaki geri bildirimi MSS'ne iletirler. Bu sayede MSS sürekli olarak motor aktivite hakkında bilgilendirilmektedir. Buradaki afferent nöronlar feedback nöronları olarak bilinmektedir.

GTO'nun afferenti olan grup Ib lifinin medulla spinalis seviyesinde grup Ib inhibitör internöron ile bağlantıları bulunmaktadır. Bu bağlantılar sayesinde o kasa ait olan alfa motor nöron inhibe edilmekte ve kas gevşemektedir.

Alfa motor nöronların aksonları, omurilikte yan dal oluşturur ve Renshaw hücresi olarak adlandırılan özel bir inhibitör internöronu inerve eder. Bu internöron, ateşlenmesine neden olan aynı motor nöronu hem inerve hem de inhibe eder. Böylece, bir motor nöron, uyarıldığında kendi kendisini Renshaw hücreleri aracılığıyla inhibe ederek kendi aktivitesini düzenler. Bu negatif feedbackin, motor nöronların ateşleme oranını sabitlediği düşünülmektedir.

Refleksler, *stereotipik* olmalarına rağmen refleksi açığa çıkarmak için verilen uyaran başka bir uyaranla karıştırıldığı zaman modifiye edilebilirler. Bunun anlamı eğitim verilerek farklı uyaranlara da cevap alınabileceğidir. Ayrıca refleks cevaplar, uyaran zarar verici karakterdeyse arttırılabilir veya zararsızsa azaltılabilir. Cevap artarsa, refleks duyarlılığı artar, azalırsa refleks duyarlılığı azalır veya kaybolur.

Tablo 5.4. Refleksler, uyaranı, afferent lifi ve açığa çıkan cevabı			
Refleks adı	**Refleks uyaranı**	**Afferent lifi**	**Cevap**
Germe Refleksi	Kasın gerilmesi	Ia	Kas kasılır
Golgi Tendon Refleksi	Kasın kasılması	Ib	Kas gevşer
Fleksör Refleks	Ağrı, sıcaklık	II,III,IV	İpsilateral tarafta fleksiyon
Çapraz Ekstansör Refleks	Aşırı ağrı ve sıcaklık	II,III,IV	İpsilateral tarafta fleksiyon, kontralateral tarafta ekstansiyon

Spinal refleksler özellikli bir dış uyaran tarafından tetiklenerek sürekli ve stereotipik motor paternler üretirler ancak aynı motor paternler beyin merkezleri tarafından ihtiyaç olduğunda da aktive edilebilirler. Yani spinal refleksler, supraspinal mekanizmalarla modüle edilirler. Refleks yollardaki iletimi modifiye eden çeşitli inen sistemler vardır, bunlardan en çok bilineni kortikospinal yoldur. Örneğin yürüme, koşma ve sıçramanın motor paternleri esas olarak spinal kordun nöron havuzları tarafından yönlendirilir. Korteksten inen yollar uygun fasilitasyon, inhibisyon veya kurgulanan paternin ince ayarını sağlar. Üst seviye beyin merkezleri refleks hareketleri modüle edebilir veya inşa edebilir. Eksitatör ve inhibitör internöronların uyarılmasıyla refleks cevabı içeren motor nöronlarda eksitatör polisinaptik potansiyel veya inhibitör polisinaptik potansiyel oluşturularak refleks duyarlılık arttırılıp, azaltılabilir. İnfantların MSS ve inen yolları geliştikçe Babinski refleksinin ortadan kalkması buna güzel bir örnektir. Bununla birlikte, supraspinal yolların devamlılığı bozulduğunda (spinal kordun hasarlanması gibi), spinal refleksler lezyon seviyesinin altında bozulmadan kalır ancak sıklıkla abartılıdırlar. Klinik olarak, motor disfonksiyon semptomları spinal refleks bütünlüğünün testi ile tanımlanır.

Sıcak bir cisme dokununca geri çekme refleksinin açığa çıkması ile sıcak su tenceresinin ayağınıza düşmesinde olduğu gibi daha zararlı bir durum gerçekleşecek ise geri çekme refleksi istemli çaba ile önlenebilir. Bu refleks reaksiyonların her zaman stereotip, değişmez ve modifiye edilemez olmadığına bir örnektir. Tökezleme sonrası ekstremite pozisyonunun düzeltilmesi tüm vücudun pozisyonuna bağlıdır, böylece daha uygun bir şekilde denge sağlanır ve çekilme hareketleri istemli olarak durdurulablir. Bu da spinal reflekslerin öğrenme ile modifiye edilebilmesine örnektir. Her ne kadar sürecin spinal seviyede meydana geldiği düşünülse de, izole edilmiş fenomenden daha fazlası mevcuttur.

1) Bir kural olarak, aynı eklemdeki hareketleri uyaran benzer fonksiyonlu (sinerjistik) kasların motor nöronlarının eksitasyonu ile ilişkilidir. Gerilmiş kasın motor nöronları homonimus ve sinerjistiklerinki ise heteronimus olarak isimlendirilir.
2) Gerilmiş kasların motor nöronlarının monosinaptik aktivasyonu, aynı eklem çevresindeki antagonist kasların motor nöronlarının inhibisyonu ile ilişkilidir.
3) Gerilmiş kasların kontraksiyonlarının derecesi motor nöronların akson kollateral-lerindeki sinir impulsları ile aktive olan ve Renshaw hücreleri olarak isimlendirilen inhibitör internöronlar tarafından ayarlanır. Renshaw hücreleri sadece homonimus kası değil, aynı zamanda sinerjistikleri ve hatta bazen de antagonistleri ko-aktive ederler. Motor nöronlara negatif feedback sağlar ve böylelikle kendileri tarafından uyarılan kasları korurlar.
4) Germenin derecesine bağlı olarak, onları uyaran hem birincil hem de ikincil duyu liflerindeki (sırasıyla, grup Ia ve grup II) deşarjlara dal verir. Motor nöronların eksitasyonunu sağlayan hem motor nöronların ve hem de internöronların eksitabilitesi diğer spinal ve supraspinal nöronların eksitatör veya inhibitör aktivitesi ile arttırılır veya azaltılır, bu da spinal reflekslerin fasilitasyonu veya depresyonu ile sonuçlanır.

Modülatör aktiviteler ile monosinaptik germe refleksleri fasilite edilebilir veya deprese edilebilir olmakla birlikte motor göreve bağlı olarak germe reflekslerinin oynadığı rol de değişmektedir. Parmak, el bileği ve dirsek seviyelerindeki hareketi yöneten kasların motor nöronları üzerine intrinsik el kaslarının grup Ia afferentlerinin oldukça yoğun projeksiyonu vardır, fakat uzun fleksör ve ekstansörlerin üzerine olana göre el bileğini kontrol eden kaslar üzerine olanı daha kuvvetlidir, ki bu el bileğinin ve dirseğin stabilizasyonu için kullanılır. Kavrama ve maniplatuar hareketler sırasında el kaslarına hafif bir destek sağlamak intrinsik el kaslarının dar manada germe refleksinden çok bu afferentlerin refleks aktivitelerinin ana rolüdür.

Sağlıklı bireylerde hem resiprokal hem de Ib inhibisyonu faz ve görev bağımlı tarzda modüle edilir. Motor görev ihtiyaçlarını karşılamak için bağlantılı modülasyonlara ilave olarak, bu özel spinal devreleri oluşturarak koşullandırma, duyusal stimülasyon ve kuvvet eğitimi ile modüle edilebilirler. Resiprokal ve non-resiprokal Ib inhibisyonu, duyusal girdilerden yoğun bir şekilde etkilenir ve inen yolların kontrolü altındadır. Spinal kord yaralanması olan bireylerde bu inhibitör devrelerin patolojik değişiklikleri söz konusudur. Bunlar kuvvet ve zamanlamadaki değişimler ve dinlenme, kontraksiyon ve yürüyüş sırasındaki modülasyonlar ile ilişkilidir. Toparlayacak olursak modülasyon temelinde reflekslerin üç temel fonksiyonu vardır.

1) Motor göreve göre refleks yolda iletimi sağlar (fonksiyonel düzenleme).
2) Lokalize stimulus kaynağından çıkan duyusal girdiler birçok kasta refleks cevaplar oluşturur. Bazı cevaplar uyarandan uzakta olabilir.
3) Supraspinal merkezler, spinal refleksleri modüle eder ve adapte etmeye yardım eder.

KAYNAKLAR

1. Albright, AL., Pollack, IF., Adelson, PD. (2008). Principles and Practice of Pediatric Neurosurgery, Thieme, New York, ss: 1121-1124.
2. Alter, MJ. (2004). Science of Flexibility, Human kineticks, Champaign, ss: 82-87.
3. Bahar SZ, Aktin E. (2001). Kas Tonusu Bozuklukları. Sinir Sistemi Semiyolojisi-Nöroloji Ders Notları, ss: 29-30. http://www.itfnoroloji.org/PDF/04.pdf
4. Başarır, M., Özek, MM. (2013). Spastisite ve Tedavisi. Türk Nöroşirürji Dergisi; 23(2): 158-173.
5. Boudarham J, Hameau S et al. (2016). Coactivation of Lower Limb Muscles during Gait in Patients with Multiple Sclerosis. Plos One; 11(6): e0158267. doi: 10.1371/journal.pone.0158267. eCollection 2016.
6. Brown, SP., Miller, WC., Eason, JM. (2006). Muscles: Energy Used. Exercise Physiology: Basis of Human Movement in Health and Disease. Editors: Brown SP, Miller WC, Eason JM. Lippincott Williams & Wilkins, ss: 217-246.
7. Burke RE. (2007). Sir Charles Sherrington's the integrative action of the nervous system: a centenary appreciation. Brain; 130(Pt 4):887-894. doi: 10.1093/brain/awm022.
8. Busse ME, Wıles CM, et al. (2005). Muscle Co-Activation In Neurological Conditions. Physical Therapy Reviews; 10: 247–253. doi: 10.1179/108331905X78915.
9. Cabaj A, Stecina K et al. (2006). Same Spinal Interneurons Mediate Reflex Actions of Group Ib and Group II Afferents and Crossed Reticulospinal Actions. J Neurophysiol.; 95(6): 3911–3922. doi: 10.1152/jn.01262.2005.
10. Clark DJ, Fielding RA. (2012). Neuromuscular contributions to age-related weakness, J Gerontol A Biol Sci Med Sci.; 67(1): 41-7. doi: 10.1093/gerona/glr041.
11. Costanzo, LS. (2010). Physiology, Saunders Elseiver, Philadelphia, ss: 65-110.
12. Costanzo, LS. (2018). Physiology, Elseiver, Philadelphia, ss:100-105.
13. Crone C, Hultborn H et al. (1987). Reciprocal Ia inhibition between ankle flexors and extensors in man. J Physiol; 389:163-85. doi: 10.1113/jphysiol.1987.sp016652.
14. De Boer MD, Morse CI et al. (2007). Changes in antagonist muscles' coactivation in response to strength training in older women, J Gerontol A Biol Sci Med Sci., 62:1022-1027. doi: 10.1093/gerona/62.9.1022.
15. Dietz V, Sinkjaer T. (2007). Spastic movement disorder: impaired reflex function and alterede muscle mechanics. Lancet Neurol.; 6; (8):725-33. doi: 10.1016/S1474-4422(07)70193-X.
16. Ebneshahidi A. (2009). Reflex Physiology. http://www.lamission.edu/lifesciences/lecturenote/AliPhysio1/Chap%206%20Reflexes.pdf
17. Edward M, Goldstein MD. (2001). Spasticity Management: An overview. J Child Neurol., 16:16-23. doi: 10.1177/088307380101600104.
18. Edward M, Goldstein MD. (2001). Spasticity Management: An overview. J Child Neurol.; 16:16-23. doi: 10.1177/088307380101600104.
19. Enoka, RM. (2015). Neuromechanics of Human Movement, Human Kinetics, Champaign, ss: 255-270.
20. Foote, SL. (1997). The primate locus coeruleus: the chemical neuroanatomy of the nucleus, itsefferent projections, and its target receptor. Handbook of chemical neuroanatomy. Editors: Bloom FE, Björklund A, Hökfelt T. Elseiver, ss: 187-210.
21. Frey-Law LA, Avin KG. (2013). Muscle Coactıvatıon: A Generalızed Or Localızed Motor Control Strategy?. Muscle Nerve; 48(4): 578–585. doi: 10.1002/mus.23801.

22. Guyton AC, Hall JE. (2006). Tıbbi Fizyoloji. Çeviri Editörleri: Aydın Z, Alcan İ, Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, ss. 685-697.
23. Habel M (1997). Muscle Tone Abnormalities. Rehabilitation Nursing; 22(3): 118-130. doi: 10.1002/j.2048-7940.1997.tb02080.x.
24. Hammerstad JP. (2007). Strength and Reflexes. Textbook of Clinical Neurology, Editor: Goetz CG., Saunders Elseiver, Saunders, ss:243–287
25. Hanna-Boutros B, Sangari S, Giboin LS, El Mendili MM, Lackmy-Vall A, Marchand-Pauvert V. (2015). Corticospinal and reciprocal inhibition actions on human soleus motoneuron activity during standing and walking. Physiol Rep.; 3(2): e12276. doi: 10.14814/phy2.12276.
26. Hofstoetter US, Danner SM, et al. (2015). Periodic modulation of repetitively elicited monosynaptic reflexes of the human lumbosacral spinal cord. J Neurophysiol; 114(1): 400–410. doi: 10.1152/jn.00136.2015.
27. http://michaeldmann.net/mann11.pdf. (2018)
28. http://nba.uth.tmc.edu/neuroscience/s3/chapter02.html (2018)
29. http://www.itfnoroloji.org/muayene/nm.htm (2018)
30. http://www.oytunerbas.com.tr/tip-fizyoloji-ders-notu/14/ (2018)
31. https://books.google.com.tr/books?id=0NaMiW1iq2kC&pg=PA44&lpg=PA44&dq=gamma+reflexes+loop&source=bl&ots=toP6eScErO&sig=emmsMuam5LJ5vEzRotGOB4elcJc&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwjG37vRhYzZAhVLWywKHT6KCsQ4ChDoAQgmMAA#v=onepage&q=gamma%20reflexes%20loop&f=false (2018)
32. https://books.google.com.tr/books?id=4fbSAwAAQBAJ&pg=PA77&lpg=PA77&dq=gamma+reflexes+loop&source=bl&ots=bKyqNbCZXn&sig=PM4MWL2JvxY6Fglm4KI7NSxnvug&hl=tr&sa=X&ved=0ahUKEwjG37vRhYzZAhVLWywKHT6KCsQ4ChDoAQg9MAQ#v=onepage&q=gamma%20reflexes%20loop&f=false (2018)
33. https://play.google.com/books/reader?id=cKjnCQAAQBAJ&printsec=frontcover&output=reader&hl=tr&pg=GBS.PT45 (2018)
34. https://www.advtherapy.net/html/book_01.pdf. (2018)
35. https://www.dicle.edu.tr/Contents/852c32d2-e6d2-4802-ad0d-3c11567003ea.pdf (2018)
36. https://www.rug.nl/research/portal/files/2899965/c4.pdf. (2018)
37. Jami L. (1992). Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. Physiol Rev.; 72(3): 623-666. doi: 10.1152/physrev.1992.72.3.623.
38. Jankowska E. (2013). 46: Spinal Reflexes. Neuroscience in the 21st Century. Editor: D.W. Pfaff, Springer-Verlag New York, ss:1463-1484. eReference ISBN: 978-1-4614-1997-6
39. Jankowska E, Edgley Sa. (2010). Functional subdivision of feline spinal interneurons in reflex pathways from group Ib and II muscle afferents; an update. Eur J Neurosci.; 32(6): 881-893. doi: 10.1111/j.1460-9568.2010.07354.x.
40. Jankowska E, Hammar I et al. (2003). Neuronal basis of crossed actions from the reticular formation on feline hindlimb motoneurons. Neurosci.; 1; 23(5): 1867-78. doi: 10.1523/JNEUROSCI.23-05-01867.2003.
41. Jankowska E, Johannisson T et al. (1981). Common interneurones in reflex pathways from group 1a and 1b afferents of ankle extensors in the cat. J Physiol.; 310: 381-402. doi: 10.1113/jphysiol.1981.sp013555.
42. Jones, DA., Round, JM. (1990). Skeletal Muscle in Health and Disease: A Textbook of Muscle Physiology, Manchester University Press, Manchester, ss:1-76.

43. Knikou M, Smith AC, Mummidisetty CK. (2015). Locomotor training improves reciprocal and nonreciprocal inhibitory control of soleus motoneurons in human spinal cord injury. J Neurophysiol.; 113: 2447-2460. doi: 10.1152/jn.00872.2014.
44. Lance JW. (1990) What is spasticity? Lancet; 335(8689): 606. doi: 10.1016/0140-6736(90)90389-m.
45. Lang, CE., Reilly, KT., Schieber, MH. (2006). Human voluntary motor control and dysfunction. Textbook of Neural Repair Rehabilitation. Editors: Selzer, ME., Clarke, S., Cohen, LG., Duncan, PW., Cage, FH. Cambridge University Press, ss: 24-36.
46. Laughton CA, Slavin M et al. (2003). Aging, muscle activity, and balance control: physiologic changes associated with balance impairment, Gait Posture; 18: 101-108. doi: 10.1016/s0966-6362(02)00200-x.
47. Leyenaar J, Camfield P et al. (2005). A schematic approach to hypotonia in infancy. Paediatr Child Health, 10(7): 397-400. doi: 10.1093/pch/10.7.397.
48. Lindstrøm R, Schomacher J et al. (2011). Association between neck muscle coactivation, pain, and strength in women with neck pain. Man Ther.; 16(1): 80-6. doi: 10.1016/j.math.2010.07.006.
49. Lundberg, A. (1964). Supraspinal control of transmission in reflex paths to motoneurones and primary afferents. Physiology of Spinal Neurons, Editors: Eccles, JC., Schade, JP. Elseiver, Amsterdam, ss:197-221.
50. Markin, SN., Klishko, AN., Shevtsova, NA., Lemay, MA., Prilutsky, BI., Rybak IA. (2015). A Neuromechanical Model of Spinal Control of Locomotion, Neuromechanical Modeling of Posture and Locomotion. Editors: Prilutsky, BI., Edwards, DH., Springer, Newyork, p.21-68.
51. Martini, FH., Ober, WC., Garrison, CW., Welch, K., Hutchings, RT., Ireland, K. (2007). Anatomy and Physiology, Pearson education, Jurong, ss: 317-408.
52. Masi TA, John Charles Hannon. (2008). Human resting muscle tone (HRMT): Narrative introduction and modern concepts. J Bodyw Mov Ther.; 12: 320-332. doi: 10.1016/j.jbmt.2008.05.007
53. McGee, S. (2012). Examination of the Reflexes, Evidence-Based Physical Diagnosis, Elseiver, Washington, ss: 581-592.
54. Mileusnic MP, Loeb GE. (2006). Mathematical Models of Proprioceptors. II. Structure and Function of the Golgi Tendon Organ. J Neurophysiol.; 96: 1789-1802. doi: 10.1152/jn.00869.2005.
55. Milner TE. (2002). Adaptation to destabilizing dynamics by means of muscle cocontraction. Exp Brain Res.; 143: 406-416. doi: 10.1007/s00221-002-1001-4.
56. Moller, AR. (2011). Intraoperative Neurophysiological Monitoring, Springer, Newyork, ss: 169-235.
57. Muscolino, JE. (2017). Kinesiology: The Skeletal System and Muscle Function, Elseiver, Missouri, ss. 611-638.
58. Nagai K, Yamada M et al. (2011). Differences in muscle coactivation during postural control between healthy older and young adults, Arch Gerontol Geriatr.; 53: 338-343. doi: 10.1016/j.archger.2011.01.003.
59. Nathan PW, Smith MC. (1955). Long descending tracts in man. I. Review of present knowledge. Brain; 78(2): 248-303. doi: 10.1093/brain/78.2.248.
60. Noback, CR., Strominger, NL., Demarest, RJ., Ruggiero, DA. (2005). The Human Nervous System: Structure and Function, Humana Press, ss:141-152.
61. Noth J, Schwarz M. (1999). Muscle tone: The neurophysiological basis and pathological changes. Klinische Neurophysiologie; 30(2):69-80.
62. Pal, KG., Pal, P., Nanda, N. (2017). Comprehensive Textbook of Medical Physiology, JP Medical, New Delhi, ss: 1048-1060.

63. Pearson, KG., Gordon, JE. (2013). Spinal Reflexes. Principles of Neural Science (Fifth Edition). Editors: A. Sydor, H. Lebowitz, The McGraw-Hill Companies, Inc., ss: 790-811.
64. Penfield W, Rasmussen T. (1950) The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function. JAMA; 144(16): 1412-1419. doi:10.1001/jama.1950.02920160086033
65. Pınar, L. (2014). Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri, Akademisyen Kitabevi, Ankara, ss. 177-208.
66. Rumsey JW, Das M, Bhalkikar A, Stancescu M, Hickman JJ. (2010). Tissue engineering the mechanosensory circuit of the stretch reflex arc: Sensory neuron innervation of intrafusal muscle fibers. Biomaterials.; 31(32): 8218-8227. doi: 10.1016/j.biomaterials.2017.01.005.
67. Sbriccoli P, Camomilla V et al. (2010). Neuromuscular control adaptations in elite athletes: the case of top level karateka. Eur J Appl Physiol.; 108:1269–1280. doi: 10.1007/s00421-009-1338-5.
68. Schmitz A, Silder A et al. (2009). Differences in lower-extremity muscular activation during walking between healthy older and young adults, J Electromyogr Kinesiol,; 19:1085-1091. doi: 10.1016/j.jelekin.2008.10.008.
69. Sherrington CS. (1915). Postural activity of muscle and nerve. Brain; 38: 191-234. doi: 10.1093/brain/38.3.191
70. Siegel, A., Sapru, HN. (2006). Essential Neuroscience, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, ss:135-164.
71. Singh, V. (2004). Textbook Of Clinical Neuroanatomy sayfa receptors and effectors Vishram. Elseiver, New delhi, ss: 44.
72. Şimşek D,Ertan H. (2014). Motor Beceri Öğreniminde Kas Ko-Aktivasyon ve Rekürrent İnhibisyon Aktivitesinin Fonksiyonel Önemi. Ankara Üniv Spor Bil Fak.; 12 (1): 51-57. doi: 10.1501/Sporm_0000000253
73. Trombly, CA., Scott, AD. (1989). Evaluation of motor control. Occupational therapy for physical dysfunction, Williams & Wilkins, Baltimore, ss: 55-74.
74. van Huijzen, NV. (2008). The Human Central Nervous System, Springer, Rotterdam, p. 191
75. Walker, HK. (1990). Deep Tendon Reflexes. Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations. Editors: Walker, HK., Hall, WD., Hurst, JW., Butterworths, Boston, 3rd edition. Boston: Butterworths, ss: 365-368.
76. Welniarz Q, Dusart I, Roze E. (2017). The corticospinal tract: Evolution, development, and human disorders. Dev Neurobio; 77(7):810-829. doi: 10.1002/dneu.22455.

Kas Tonusu Bozuklukları ve Klinik Tanımlama

6

Doç. Dr. Nedim ONGUN, Prof. Dr. Çağdaş ERDOĞAN

GİRİŞ

Kas tonusu, kasılma için zemini oluşturan kastaki gerilimdir. Kas tonusu, kasın bir pozisyonu koruması ya da harekete hazır halde bulunması veya hareket öncesi aktivasyon derecesi olarak tanımlanabilir. Kastaki istirahat tonusu, spinal kord segmentinde bulunan ve kası uyaran gamma motor nöron aktivitesine bağlıdır. Bu nöronlardan gelen uyarılar, kas iğciğindeki intrafuzal liflerin kasılma seviyesini ayarlar. İğcikten kalkan afferent lifler de spinal kordda gamma motor nöronlara bağlanır. Bununla birlikte, spinal kord segmentindeki aktivite ayrıca yüksek motor merkezlerden gelen etkiler ile de kontrol edilir. Bütün bu etkiler istirahat tonusunun belirlenmesini sağlar. Bazal kas tonusu düzeyi, normal istirahat ekstremite pozisyonunu sağlar. İstemli kas kasılması bazal kas tonusu üzerine olur ve bu bazal kas tonusu hareketin uygun koordinasyonu için önemlidir. Kas tonusunun kontrolü segmenter bir mekanizma ile sağlanır. Reflekslerde olduğu gibi beyin sapı, serebellum ve serebral hemisferdeki üst nöral yapıların tonus ayarlamasında rolü vardır. Bu nedenle bahsedilen supra-segmenter mekanizmalardaki bozukluklarda tonus değişiklikleri ortaya çıkar. Kas tonusundaki anormallikler fonksiyonel etkilenim yapabileceğinden, klinik olarak tanımlanması tanı ve tedavi açısından önem taşımaktadır. Bu değişiklikler azalma, artma ve farklılaşma şeklinde üç başlık altında incelenebilir. Kas tonusunun azalmasına hipotoni, artmasına hipertoni adı verilir. Kas tonusunun nöral bileşenleri hareket ve postür ile değişebilir. Kas tonusu değerlendirilmesi, subjektif olması, muayene eden kişiler arasında değişkenlik gösterebilmesi ve kas tonusunun normal koşullar altında sürekli değişen doğası nedeni ile güçtür. Nicel olarak kas tonusunu ölçen bir yöntem yoktur. Tonus, hem yavaş hem de

hızlı hareket esnasında ve bütün eklem hareket genişliği boyunca değerlendirilmelidir. Ayrıca bazı özel yöntemler de tonus bozukluğunu değerlendirmede faydalı olabilir.

Kas kasılması, hareket ile ortaya çıkar ve bir eklem etrafında oluşan net kuvvet veya dönme momenti ile ölçülebilir. Kas tonusu ise dinlenim halinde iken normal veya patolojik süreçlere bağlı olarak ortaya çıkabilen, kasın gergin ya da gevşek olma hali olarak tanımlanabilir. Kas tonusundaki anormallikler fonksiyonel etkilenim yapabileceğinden, klinik olarak tanımlanması tanı ve tedavi açısından önem taşımaktadır. Bu bölümde, kas tonusu ile ilişkili anatomik ve fizyolojik tanımlamalar sonrasında patolojik durumlar ve muayene yöntemleri anlatılacaktır.

KAS TONUSU

Kas tonusu kasılma için zemini oluşturan kastaki gerilimdir. Kas tonusu, dinlenim esnasında kastaki gerilim veya sertlik, kasın bir pozisyonu koruması ya da harekete hazır halde bulunması veya hareket öncesi aktivasyon derecesi olarak tanımlanabilir. Bu durum ayrıca kasın uzamasına yanıt olarak oluşan pasif direnç olarak da tarif edilebilir. Normal bir kas, istirahat tonusu nedeni ile gevşek durumda iken bile pasif hareketlere karşı bir direnç gösterir. Kişinin uygulanan gerim sırasında gevşek durumda olması halinde istemli kas kasılmasından ziyade kas tonusundan bahsedilir. Kas dokusunun viskozite, esneyebilme ve uzayabilme gibi yapısal özelliklerinin tonusa katkısı vardır. Kas tonusu, nöral olarak aktive edilen kas lifleri tarafından oluşturulan istemsiz direnç ve değerlendirilen kasın bağ dokudaki doğal, pasif, biyomekanik direncinden oluşur. Fizik tedavide kullanılan yöntemler kas tonusunun nöral ve/veya biyomekanik bileşenlerine etki edebilirler.

Tamamen gevşek görünen kas lifinde bile sürekli ve sabit bir gerilim vardır. Bu gerilme, lifleri istirahat pozisyonunda tutar. Ayrıca lif uzunluğundaki değişmelere direnç gösterir, eklemdeki aşırı mobiliteyi önler ve uygun anda kasılmak için kas liflerini hazır konumda tutar. İstirahat halindeki kas tonusu, yerçekimine karşı çalışan ve vücudu dik tutan kaslarda en fazladır. Bazal kas tonusu düzeyi, normal istirahat ekstremite pozisyonunu sağlar. İstemli kas kasılması bazal kas tonusu üzerine olur ve bu bazal kas tonusu hareketin uygun koordinasyonu için önemlidir. Retiküler formasyon, vestibüler sistem, otolit organlar ve diğer yüksek merkezlerin yerçekimi karşıtı kaslardaki sürekli kasılma üzerine dolaylı etkisi önemlidir. Bu kasılma ayakta durmak yanında postural ve doğrulma refleksleri için de gereklidir.

Başlangıç çizgisindeki bir koşucuda, başlangıçta hem biyomekanik hem de nöral bileşenler kas tonusuna katkıda bulunurlar. Biyomekanik bakış açısı ile fleksiyondaki

dizde kas uzamıştır ve yumuşak dokuda gevşeklik hissedilebilir. Kasılabilir elemanlar kasılma için nöral uyarı geldiğinde en etkin kasılma için pozisyon almışlardır. Nöral bakış açısı ile koşucu başlangıç çizgisinde pozisyon aldığında, sinirsel aktivite yarışın beklentisi içinde artmaktadır. Sinirsel aktivite, rahat ve uzanmış olma durumuna göre daha fazla olmakla kası beklenen kasılmaya hazır tutmaktadır. Düşük ve yüksek tonus arasındaki fark kas üzerine parmak basısı ile niteliksel olarak ayırt edilebilir. Gevşek durumda iken kas, yüzeydeki lifler için gerilme oluşturan bu basınca çok az direnç gösterdiği için parmak yavaşça derine gömülebilir. Kas kasılmaya hazır pozisyonda iken ise biyomekanik ve nöral bileşenler deformasyona daha büyük direnç gösterirler.

Kas tonusunun değerlendirilmesindeki en önemli zorluklardan bir tanesi kasın bilinçsiz olarak hazır halde bulunması ile istemli olarak kasıldığındaki bulguların benzeşmesidir. Parmak basısı ile her iki durumda da benzer bulgular saptanır. Kas tonusunun değerlendirilmesindeki anahtar noktalardan biri, kasın gerilmesine istemli direnç gösterilmemesidir. Kişi aktif direnç göstermekten kaçınamıyorsa, değerlendirilen direnç, tonus ve istemli kasılmanın birleşimi olacaktır. Kasları üzerinde normal kontrol sahibi kişiler bile bazen rahatlamada sorun yaşayabilirler ve bu durum tonus ile istemli kasılmanın ayrımında güçlüğe neden olabilir. Bu durumdan 'Kas tonus muayenesi' bölümünde daha geniş bahsedilmiştir.

Kas tonusunun nöral bileşenleri hareket ve postür ile değişebilir. Kas tonusunun normal koşullar altında sürekli değişen doğası değerlendirmedeki güçlüklerden bir diğeridir. Koşucunun rahat ve hazır durumlarındaki kas tonusunun farkına rağmen her ikisi de normal kas tonusudur. Bu nedenle normal tonus ile anormal tonus klinik spektrumda üst üste gelebilir. Anormal durumda hastanın tonusu değiştirerek hazır hale gelebilme yeteneği azalmıştır. Düşük tonus, hazır duruma gelmek için kişi onu arttırabiliyorsa patolojik değildir. Yüksek tonus, kişi onu istemli olarak değiştirebiliyorsa ya da kramp, spazm gibi durumlarda olduğu gibi rahatsızlık verici değilse patolojik değildir. Sonuç olarak, normal tonus gerilmeye karşı kasın gösterdiği belirli bir dirençten ziyade, normal postür ve hareketi devam ettirebilmek için gereken gerimi sağlayan, belli aralıkta kontrol edilebilen tonustur.

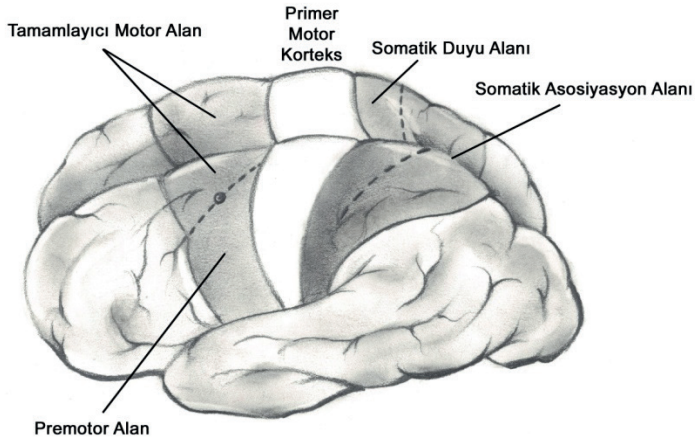
KAS TONUSU FİZYOLOJİSİ

Kastaki istirahat tonusu, spinal kord segmentinde bulunan ve kası uyaran gamma motor nöron aktivitesine bağlıdır. Bu nöronlardan gelen uyarılar, kas iğciğindeki intrafuzal liflerin kasılma seviyesini ayarlar. İğcikten kalkan afferent lifler de spinal kordda gamma motor nöronlara bağlanır. Bununla birlikte, spinal kord segmentindeki aktivi-

te ayrıca yüksek motor merkezlerden (supraspinal) gelen etkiler ile de kontrol edilir. Bütün bu etkiler istirahat tonusunun belirlenmesini sağlar.

Kas Tonusunun Supraspinal Kontrolü

Serebral korteks tarafından başlatılan istemli hareketler, bazal gangliyonlar, beyin sapı, serebellum ve medulla spinalis gibi alt düzey yapıların korteks tarafından uyarılması ile gerçekleşir. Korteks, özellikle ellerin ve parmakların ince ve ustalık gerektiren hareketleri için nadiren doğrudan omuriliğin ön motor nöronlarını uyarabilir. Santral sulkusun önünde, frontal lobların yaklaşık olarak arka üçte birini kaplayan alan motor kortekstir. Motor korteks, kendi içinde her biri vücudun özgül motor işlevleri ve kas gruplarının topografik temsilini içeren primer motor korteks, premotor alan ve tamamlayıcı motor alan alt bölümlerine ayrılır. Serebral korteksin motor ve duyusal alanları şekil 6.1'de gösterilmiştir.

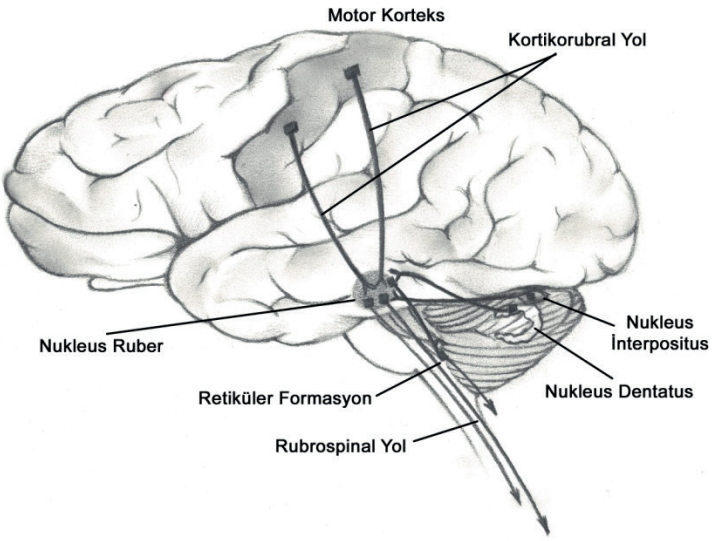


Şekil 6.1: Serebral korteks motor ve duyusal alanları

Motor sinyaller korteksten medulla spinalise doğrudan kortikospinal yolla veya bazal gangliyonlar, serebellum veya çeşitli beyin sapı çekirdekleri aracılığıyla dolaylı yollar ile taşınır. Motor korteksten çıkan en önemli yol piramidal yol yani kortikospinal yoldur. Kortikospinal yolun yüzde 30' u primer motor korteksten, yüzde 30' u premotor ve tamamlayıcı motor alanlardan ve yüzde 40' ı da santral sulkusun arkasındaki somatik duyusal alanlardan köken almaktadır. Kortikospinal yol korteksten ayrıldıktan sonra internal kapsülün arka kolundan geçer ve medullada büyük çoğunluğu

karşı tarafa geçerek omuriliğin yan kortikospinal yolları içinde aşağı iner. Son olarak başlıca omurilik gri maddesinin geçiş bölgelerindeki ara nöronlar üzerinde sonlanır. Az bir kısmı arka boynuzdaki duyusal ara durak nöronlarında ve çok az bir kısmı da doğrudan kas kasılmasına neden olan ön motor nöronlar üzerinde sonlanır. Liflerin az bir kısmı omurilikte karşı tarafa geçmeden aynı tarafta omuriliğin ventral kortikospinal yollarıyla aşağıya iner. Bu liflerin birçoğu boyun ya da üst toraks bölgesinde omuriliğin karşı tarafına geçer. Bu lifler postürle ilgili iki taraflı hareketlerin tamamlayıcı motor alan tarafından kontrolüyle ilgilidir.

Beyinin derin alanlarına ve beyin sapına inen çok sayıda lif motor korteksten köken alır ve orta beyinde kırmızı *çekirdeklere* (nükleus ruber) gelir. Bu çekirdeklerden ayrılan ek lifler rubrospinal yolla omuriliğe iner. Motor liflerin bir bölümü beyin sapının vestibüler çekirdeklerine ve retiküler formasyona doğru yol değiştirir. Buradan kalkan sinyaller vestibülospinal ve retikülospinal yollarla omuriliğe, vestibüloserebellar ve retikülöserebellar yollarla da serebelluma gider. Ayrıca pons çekirdekleri ile de sinaps yapan ve buradan kaynaklanan pontoserebellar lifler, olivar çekirdeklerde sonlanarak olivoserebellar lifler ile serebellumun birçok alanına sinyal taşırlar. Özetle, bir motor aktivite oluşturmak üzere omuriliğe bir sinyal iletildiği zaman, bazal gangliyonlar, beyin sapı ve serebellum da kortikospinal sistemden güçlü motor sinyaller alır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: Motor kontrolde kortikorubrospinal yol ve serebellumla ilişkisi

Beyin sapı daha yüksek sinir merkezlerinden gelen sinyaller için bir istasyon gibi görev yapar. Ponsun retiküler çekirdekleri uyarıcı sinyalleri omuriliğin ön kolonunda bulunan ponsun retikülospinal yoluyla omuriliğe iletirler. Bu yolun lifleri, ekstremitelerin ekstansör kasları ile omurga kasları gibi vücudu yerçekimine karşı destekleyen vücudun aksiyal kaslarını uyaran orta ön motor nöronlarda sonlanırlar. Medullanın retiküler çekirdekleri, aynı yerçekimi karşıtı ön motor nöronlara baskılayıcı sinyaller iletirler. Medullanın retiküler çekirdekleri kortikospinal yoldan, rubrospinal yoldan ve diğer motor yollardan gelen güçlü kollateraller alırlar. Bunlar normalde, ponsun retiküler sisteminden gelen uyarıcı sinyalleri dengelemek ve normal koşullarda vücuttaki kasların gevşemesini sağlamak amacıyla medullanın retiküler baskılayıcı sistemini uyarırlar. Vestibüler çekirdeklerin hepsi antigravite kaslarını uyarmak için ponsun retiküler çekirdekleriyle birlikte görev yaparlar. Vestibüler çekirdekler omuriliğin ön kolonlarındaki lateral ve medial vestibülospinal yollarla antigravite kaslarına güçlü uyarıcı sinyalleri taşırlar. Ponsun retiküler sistemi, vestibüler çekirdeklerin bu desteği olmadan aksiyal antigravite kaslarını uyarma yeteneğini büyük ölçüde kaybeder. Deney hayvanında, vestibüler sistemin yanı sıra ponsun ve medullanın retiküler sistemleri sağlam bırakılarak, beyin sapı, mezensefalonun orta seviyesinin altından kesildiğinde, deserebrasyon rijiditesi denen bir durum gelişir. Bu katılık vücudun bütün kaslarında meydana gelmez; yalnız antigravite kaslarında, yani boyun ve gövde kasları ile bacak ekstansörlerinde oluşur. Deserebrasyon rijiditesinin nedeni, normalde beyin korteksi, kırmızı çekirdek ve bazal gangliyonlardan medullanın retiküler çekirdeklerine gelen güçlü girdilerin kesilmesidir. Bunun sonucunda, medullanın retiküler baskılayıcı sistemi işlevini kaybeder ve ponsun uyarıcı sistemi aşırı aktiflenerek rijidite gelişir.

Serebellum beyindeki motor kontrol alanlarından sürekli olarak, kas kasılmalarının istenen sırası hakkında en son bilgileri alır. Ayrıca, sürekli olarak vücudun perifer kısımlarından vücudun her parçasının durumunu, hareket hızını, etkileneceği kuvvetleri bildiren duyusal bilgiler de alır. Derin serebellum çekirdeklerinin, özellikle dentat ve interpose çekirdeklerin kaybı, lezyon tarafındaki kaslarda tonusun azalmasına sebep olur. Hipotoni, serebellumun derin çekirdeklerinin tonik deşarjları nedeniyle motor korteks ve beyin sapı motor çekirdeklerinde fasilitasyonun kaybı sonucu ortaya çıkar.

Ekstrapiramidal motor sistem terimi, motor kontrole katkıda bulunan ve doğrudan kortikospinal-piramidal sistemin bir elemanı olmayan, beyin ve beyin sapının bütün bölümlerini belirtmek için klinikte yaygın olarak kullanılan bir terimdir. Bu sistem bazal gangliyonlar, beyin sapının retiküler formasyonu, vestibüler çekirdekler ve sıklıkla kırmızı çekirdeklerden geçen yolları içerir. Bazal gangliyonlar, serebelluma

benzer şekilde genellikle tek başına çalışmayan, kortikospinal motor sistem ve serebral korteks ile sürekli yakın ilişki içinde olan yardımcı bir motor sistemdir. Motor kontrolde bazal gangliyonların temel rollerinden biri, kortikospinal sistem ile birlikte motor aktivitenin kompleks modellerini kontrol etmektir. Duyusal korteksin primer somatik duyusal alanından ve motor korteksin tamamlayıcı motor ve premotor alanlarından başlayan ve putamene, oradan da globus pallidusa ve talamusa aktarılan; sonunda da motor kortekse geri dönen putamen devresi girdisinin çoğunu primer motor korteksin kendisinden değil ona komşu olan beyin kısımlarından alır. Temel putamen devresi ile yakın ilişkili işlevsel üç yardımcı devre vardır. Bunlar, putamenden eksternal globus pallidusa, subtalamusa ve substansiya nigraya giden ve oradan da talamus yoluyla tekrar motor kortekse dönen yollardır. Özellikle substansiya nigradaki dopaminerjik nöronların harabiyeti kaudat çekirdek ve putamenin aşırı aktif olmasını sağlayacak ve bu da olasılıkla kortikospinal motor sisteme sürekli uyarıcı sinyallerin gönderilmesine neden olacaktır. Sonuç olarak bu sinyaller, aşırı uyarım nedeni ile rijiditeye yol açmaktadırlar.

Motor korteksten gelen sinir sinyalleri bir kasta kasılmaya sebep olduğunda, kas iğciklerinden, kas tendonlarının golgi tendon organlarından veya kasları örten derideki dokunma reseptörlerinden kaynaklanan somatik duyusal sinyaller harekete neden olan motor korteks nöronlarına geri döner. Kas iğciklerinde, eğer iğciğin fuzimotor kas lifleri büyük iskelet kası liflerinden daha fazla kasılırsa, iğciklerin merkezi bölümleri gerilir ve böylece bu iğciklerden kalkan sinyaller motor korteksteki piramidal hücrelere büyük kas liflerinin yeterince kasılmadığını bildirir. Piramidal hücreler de kası daha fazla uyararak kasa, iğciklerinin kasılmasına yetişmesi için yardım ederler. Somatik sinyaller pozitif geri bildirimle bu şekilde kas kasılmasının şiddetlenmesine yol açarlar.

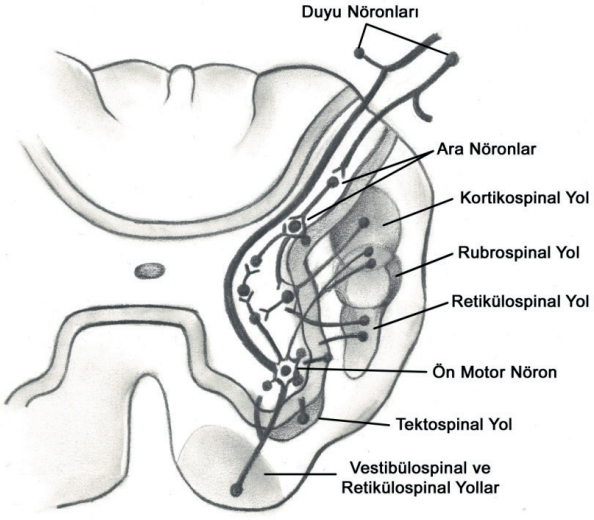
Primer motor korteks normalde omuriliğin motor nöronları üzerine devamlı tonik uyarıcı etkiye sahiptir. Bu etkinin kalkması hipotoniye sebep olur. İnme gibi motor korteks lezyonlarının çoğunda, sadece primer motor korteks değil, bazal gangliyonlar gibi serebrumun komşu kortikal alanları da etkilenir. Bu durumlarda, vücudun karşı tarafındaki (motor yollar çaprazlaşarak karşı tarafa geçtiği için) etkilenen kas alanlarında hemen her zaman kas spazmı meydana gelir. Bu spazm, temelde motor korteksin piramidal olmayan kısımlarından gelen yardımcı yolların hasarıyla oluşur. Bu yollar normalde vestibüler ve retiküler beyin sapı motor çekirdeklerini baskılamaktadırlar. Bu çekirdekler baskılama durumlarını kaybettiklerinde, yani disinhibe olduklarında spontan olarak uyarılırlar ve vücudun ilgili kas bölgelerinde aşırı tonus artışına yani spastisiteye neden olurlar.

Motor İşlevlerde Spinal Kordun Rolü

Omuriliğin gri maddesi omurilik refleksleri için bütünleştirme alanıdır. Duyusal uyarılar omuriliğe posterior köklerle girer ve her duyusal sinyal iki ayrı yönde yol alır. Duyusal sinirin bir dalı omuriliğin gri maddesine girer girmez sonlanır ve bölgesel segmentlerdeki omurilik reflekslerini ve diğer bölgesel etkileri meydana getirir. Diğer bir dalı, sinyalleri sinir sisteminin beyin sapı ve serebral korteks gibi daha yüksek seviyelerine gönderir. Omuriliğin her segmenti gri madde içerisinde bulunan milyonlarca nörona sahiptir.

Ön Motor Nöronlar

Omurilik gri maddesi ön boynuzunda yer alan ön motor nöronlardan başlayan sinir lifleri ön köklerle omurilikten ayrılarak doğrudan iskelet kas liflerini innerve eder. Bu nöronlar alfa motor nöronlar ve gama motor nöronlar olmak üzere iki tiptir. Alfa motor nöronlardan, çapları ortalama 14 mikrometre olan kalın tip A alfa motor sinir lifleri çıkmaktadır. Bu lifler büyük iskelet kas liflerini innerve ederler. Tek bir alfa sinir lifinin uyarısı ile yüzlerce life kadar değişen sayılarda iskelet kas lifleri uyarılır ve birlikte motor ünite olarak adlandırılır. Gama motor nöronlar, omuriliğin ön boynuzlarında, iskelet kas liflerinin kasılmasını sağlayan alfa motor nöronlarla birlikte bulunurlar. Bu nöronlar impulsları ortalama 5 mikrometre çapında olan daha küçük tipteki A gama motor sinir lifleri yoluyla intrafuzal lifler olarak adlandırılan iskelet kas liflerine iletirler. İntrafuzal lifler, kas tonusunun kontrolüne yardımcı olan kas iğciklerinin orta bölümünü oluşturmaktadırlar. Ara nöronlar arka boynuzlar, ön boynuzlar ve bu ikisinin arasındaki alanlar dahil olmak üzere omurilik gri maddesinin bütün alanlarında bulunmaktadırlar. Küçük olan ve çok kolay uyarılabilen bu hücreler, sıklıkla kendiliğinden aktif duruma geçerler ve çoğu doğrudan ön motor nöronlarla sinaps yaparlar. Spinal sinirlerden gelen duyusal sinyallerin ya da beyinden gelen sinyallerin ancak çok azı doğrudan ön motor nöronlarda sonlanır. Bu sinyallerin neredeyse tamamı önce ara nöronlara taşınarak uygun şekilde işlem görür. Serebral korteksten başlayan kortikospinal yol neredeyse tamamen spinal ara nöronlar üzerinde sonlanır. Bu yoldaki sinyaller, ara nöronlarda diğer spinal yollardan gelen sinyallerle entegre edildikten sonra, kas fonksiyonunun kontrolü için ön motor nöronlarda sonlanırlar (Şekil 6.3).



Şekil 6.3: Farklı motor kontrol yollarının ön motor nöronlar üzerinde birleşmesi.

Kas Duyusal Reseptörleri ve Kas Kontrolündeki Rolleri

Kas işlevinin uygun şekilde kontrolü, omuriliğin ön motor nöronlarıyla kasın uyarılması ile birlikte, her bir kasın işlevsel durumunu sürekli olarak omuriliğe bildiren duyusal geri bildirim bilgileri ile sağlanır. Bu bilgileri sağlamak için, kaslar ve kasların tendonları iki tip duyusal reseptöre sahiptirler. Kas iğcikleri, kasın orta bölümünde yer alırlar ve sinir sistemine kasın boyu veya boyundaki değişim hızıyla ilgili bilgileri gönderirler. Golgi tendon organları, kasın tendonunda yer alırlar ve tendonun gerimi veya gerimin değişme hızı ile ilgili bilgileri iletirler. Bu iki reseptörden gelen sinyaller, bilinçaltı düzeyde çalışırlar ve kasın kendi kendisini kontrol etmesini sağlarlar. Ayrıca bu bilgiler yalnız omuriliğe değil aynı zamanda serebelluma ve serebral kortekse gönderilerek, sinir sisteminin bütün bu bölümlerinin, kas kasılmasının kontrolü işlevleri için koordinasyonu sağlanır.

Kas İğcikleri

Kas iğcikleri yaklaşık 3-10 milimetre uzunluğundadır ve her iğcik, etrafındaki büyük ekstrafuzal iskelet kas liflerine tutunan çok küçük intrafuzal kas lifinden meydana gelmektedir. Her intrafuzal lif, çok küçük bir iskelet kas lifidir. Bununla beraber, bu liflerin her birinin orta bölümünde, aktin ve miyozin filamentleri yoktur ve uçlar kasıldığı zaman bu merkezi bölge kasılmaz. Bu bölge bir duyusal reseptör olarak görev yapar.

İğciğin kasılan uç kısımları, omuriliğin ön boynuzundaki A gama motor nöronlardan kaynaklanan küçük gama motor sinir lifleriyle uyarılır. Bu gama motor sinir liflerine aynı zamanda, ekstrafuzal iskelet kaslarını innerve eden büyük alfa efferent liflerin (tip A alfa sinir lifleri) aksine, gama efferent lifler de denir.

Kas iğciğinin reseptör bölümü merkezi kısmıdır ve duyusal lifler bu bölgeden başlar. Bu lifler iğciğin orta bölgesinin gerilmesiyle uyarılır. Kas iğciği reseptörü iki yoldan uyarılabilir. Kasın tümüyle uzaması, iğciğin orta bölümünü gererek reseptörü uyarır. Bununla birlikte kasın boyu tümüyle değişmese bile, iğcikteki intrafuzal liflerin uç bölümlerinin kasılması da liflerin orta kısmını gerer ve sonuçta reseptör uyarılır. Kas iğciğinin merkezi reseptör alanında iki tip duyusal sonlanma bulunmaktadır. Bunlar birincil ve ikincil sonlanmalardır. Reseptörün ortasında bulunan büyük bir duyusal lif, her intrafuzal lifin merkezi bölgesinin etrafını spiral şeklinde sararak, birincil sonlanma ya da anulospiral sonlanma olarak adlandırılan yapıyı oluşturur. Bu sinir lifinin duyusal sinyalleri omuriliğe iletme hızı tüm vücuttaki herhangi bir duyusal sinirinki kadar hızlı olup, 70-120 m/sn kadardır. Daha küçük duyu lifleri, birincil sonlanmanın bir veya her iki tarafından reseptör bölgesini innerve ederler ve bu duyusal sonlanmaya ikincil sonlanma adı verilir.

Kas iğciğindeki intrafuzal liflerin de iki tipi vardır. Birkaç tane kas lifi çekirdeği, reseptör alanının orta kısmında genişlemiş bir kese içinde toplanmıştır ve bu liflere çekirdek torbalı kas lifleri denir. Çekirdek torbalı liflerin yarısı kalınlığında ve uzunluğunda olan, reseptör alanı boyunca bir zincir gibi sıralanmış çekirdeklerin bulunduğu lifler de *çekirdek* zincirli lifler olarak adlandırılırlar. Primer duyusal sinir sonlanması hem çekirdek torbalı intrafuzal lifler hem de çekirdek zincirli lifler tarafından uyarılır. İkincil sonlanma ise genelde yalnızca çekirdek zincirli lifler tarafından uyarılır.

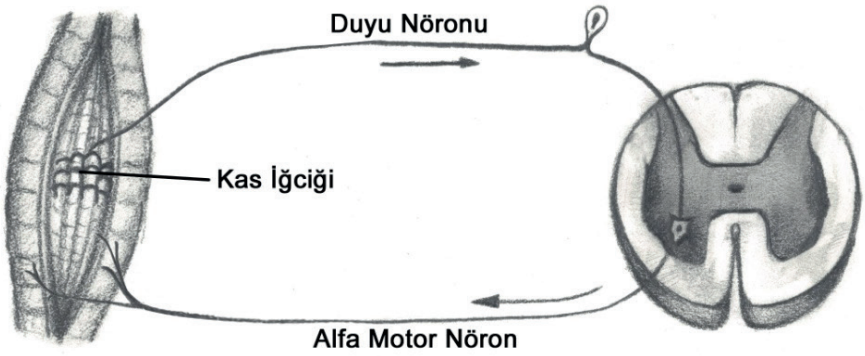
Kas iğciğinin reseptör bölümü yavaşça gerildiği zaman, birincil ve ikincil sonlanmalardan iletilen impulsların sayısı, gerilme derecesiyle doğru orantılı olarak artar ve sinir sonlanmaları bu impulsları bir süre iletmeye devam ederler. Bu durum, iğcik reseptörünün statik yanıtı olarak adlandırılır. İğcik reseptörünün boyu ani olarak arttığında, özellikle birincil sonlanma kuvvetli olarak uyarılır. Birincil sonlanma iğcik boyundaki hızlı bir değişim oranına son derece aktif olarak yanıt verir. Birincil sonlanmanın bu uyarımına dinamik yanıt adı verilir. Boydaki artma durduğu anda statik yanıt düzeyine geri döner. Tersine, iğcik reseptörü kısaldığı zaman, aksi yönde duyusal sinyaller oluşur. Böylece, primer sonlanmalar, iğcik reseptörünün boyundaki herhangi bir değişmeyi bildirmek için omuriliğe negatif veya pozitif güçlü sinyaller gönderir.

Kas iğciklerine giden gama motor sinirler iki tipe ayrılır. Gama-dinamik (gama-d) lifleri esas olarak çekirdek torbalı intrafuzal lifleri, gama statik (gama-s) lifleri ise başlıca çekirdek zincirli intrafuzal lifleri uyarır. Gama-d lifleri çekirdek torbalı lifleri uyardığı zaman, kas iğciğinin dinamik cevabı aşırı derecede artar. Diğer taraftan, zincir çekirdekli lifleri uyaran gama-s liflerinin stimülasyonu statik cevabı artırırken dinamik cevap üzerinde daha az etkiye neden olur.

Normal koşullarda, özellikle gama lifi bir miktar uyarıldığında, kas iğcikleri sürekli olarak duyusal sinir impulsları oluştururlar. Kas iğciklerinin gerilmesi deşarj oranını artırırken, iğciğin kısalması deşarj hızını azaltır. İmpuls sayısının artması ya da normal düzeyin altına düşmesi, bir kasın gerilip gerilmediğini bildirir. Böylece iğcikler omuriliğe ya pozitif sinyaller ya da negatif sinyaller gönderir.

Kas Gerim Refleksi

Kas iğciği işlevinin en basit görünümü kas gerim refleksidir. Bir kasın hızlıca gerilmesi, iğciklerin uyarılması ile aynı kas ve sinerjistik kaslardaki büyük iskelet kas liflerinin refleks kasılmalarına neden olur. Propriyoseptör sinir lifi, bir kas iğciğinden kaynaklanır ve omuriliğin dorsal köküne girmektedir. Bu liflerin bir dalı doğrudan omuriliğin gri maddesinin ön boynuzuna giderek ön motor nöronlarla sinaps yaptıktan sonra, motor sinir lifleri geriye, kas iğciği liflerinin başladığı aynı kasa geri dönerler. Bu yol, iğciğin uyarılmasından sonra refleks sinyalinin mümkün olan en kısa gecikme ile geriye yani kasa dönmesini sağlayan bir monosinaptik yoldur (Şekil 6.4).



Şekil 6.4: Kas gerim refleksi

İstemli Motor Aktivitede Kas İğciğinin Rolü

Motor korteks ya da beyinin diğer alanlarından kaynaklanan uyarılar alfa motor nöronlara geldiğinde alfa ve gama motor nöronlar eş zamanlı bir şekilde uyarılırlar. Bu durum, ekstrafuzal iskelet kas lifleri ve kas iğciği intrafuzal liflerinin her ikisinin de aynı zamanda kasılmasına yol açar. Kas iğciği intrafuzal liflerinin, kalın iskelet kas lifleriyle aynı zamanda kasılması, kasın tamamının kasılma süreci boyunca, kas iğciğinin reseptör bölümünün uzunluğunu değişmeden korumasını sağlar. Böylece ko-aktivasyon kas iğciği refleksinin kas kasılmasına zıt bir etki yapmasını önler. Ayrıca kasın boyundaki değişmeye bağlı olmaksızın kas iğciğinin gelen sinyalleri düzenleme mekanizması olarak da tariflenebilecek olan uygun söndürme işlevi devam ettirilir.

Kas iğciği sisteminin en önemli işlevlerinden birisi hareket sırasında vücut pozisyonunu sabit tutmaktır. Bunun için yüksek merkezlerden kas iğciklerinin intrafuzal kas liflerine iletilen sinyaller iğciklerin ortasındaki reseptör bölgeleri gererek, iğcik reseptöründen sinyal çıkışını artırır. Bununla birlikte, her eklemin her iki tarafındaki iğcikler aynı anda uyarılırsa, eklemin her iki tarafındaki iskelet kaslarının refleks yoldan uyarılması da artar. Net etki olarak, eklem pozisyonu kuvvetli bir şekilde sabitlenir. Bir kişi yüksek derecede hassas ve kesin pozisyon ayarı gerektiren bir kas işlevi gerçekleştirmek zorunda kaldığında, beyin sapının bulboretiküler kolaylaştırıcı bölgesinden gelen sinyaller yoluyla uygun kas iğciklerinin uyarılması, ana eklemlerin pozisyonunu sabitleştirir ve karmaşık motor işlemleri gerektiren ayrıntılı ve istemli ilave hareketleri yapmada yardımcı olur.

Golgi Tendon Organı

Golgi tendon organı, içinden kas tendon liflerinin geçtiği kapsüllü bir duyusal reseptördür ve kasın kasılması veya gerimiyle kas lifleri gerildiğinde uyarılır. Kas iğciği ile golgi tendon organının uyarılmaları arasındaki temel fark, iğcik kasın uzunluğu ve kas uzunluğundaki değişimleri saptarken, tendon organının kasın gerimini algılamasıdır. Kas geriminin ani artışı ile oluşan dinamik yanıt sayesinde golgi tendon organları, her kasın en küçük segmentindeki gerim derecesi bilgisini anında merkezi sinir sistemine iletir.

Tendon organından kaynaklanan sinyaller, kas iğciğinin primer sonlanmalarından biraz daha küçük olan kalın ve hızlı ileten Ib tipi sinir lifleriyle taşınır. Primer sonlanmalar gibi bu lifler de sinyalleri omurilikteki bölgesel alanlara ve omurilik arka boynuzunda sinaps yaptıktan sonra spinoserebellar yollar gibi uzun liflerin oluşturduğu yollar ile serebelluma ve diğer yollarla da serebral kortekse taşırlar. Bölgesel omurilik sinyali tek bir inhibitör ara nöronu uyarır ve ön motor nöron baskılanır. Bu sayede komşu kaslar etkilenmeden, doğrudan ilgili kas inhibe edilir.

Kastaki gerim artışıyla golgi tendon organı uyarıldığında oluşan sinyaller refleks etkiler oluşturmak için omuriliğe taşınır. Bu refleks etki tamamen inhibitördür. Böylece, kasta aşırı gerim oluşumunu önleyen bir negatif geri bildirim mekanizması sağlanır. Kasta ve buna bağlı olarak tendondaki gerim aşırı arttığı zaman, tendon organından gelen baskılayıcı etki, omurilikte ani bir reaksiyona ve bütün kasın ansızın gevşemesine sebep olur. Bu etkiye uzama reaksiyonu adı verilir. Bu, kasın yırtılmasını veya tendonun bağlandığı kemikten kopmasını önleyen koruyucu bir mekanizmadır.

KAS TONUS BOZUKLUKLARI

Tonus, klinik açıdan istirahat halindeki kasta pasif hareket sırasında hissedilen gerginlik olarak tanımlanabilir ve kontrolü segmenter bir mekanizma ile sağlanır. Reflekslerde olduğu gibi beyin sapı, serebellum ve serebral hemisferdeki üst nöral yapıların tonus ayarlamasında rolü vardır. Bu nedenle bahsedilen suprasegmenter mekanizmalardaki bozukluklarda tonus değişiklikleri ortaya çıkar. Bu değişiklikler azalma, artma ve farklılaşma şeklinde üç başlık altında incelenebilir. Kas tonusunun azalmasına hipotoni, artmasına hipertoni adı verilir.

Hipotoni

Kas tonusu azalması derin uykuda, komada ve diğer bilinç yitimi durumlarında doğal olarak gözlenebilir. Hipotoni, motor ünite veya proprioseptif yollar ile ilgili hastalıklar, serebellar lezyonlar ve kore sonrasında ortaya çıkabilir. Kas flask, sarkmış ve palpasyonla yumuşaktır ve ilişkili eklemde pasif hareketlere olan direnç azalmıştır.

Hipotoni, motor ünite bozukluğuna bağlı olarak ortaya çıktığında değişen derecelerde güçsüzlük ortaya çıkar. İnfantil hipotoni (gevşek bebek sendromu) tipik olarak kas tonusunun jeneralize azaldığı, yenidoğan döneminde yaygın görülen bir klinik durumdur. Tabes dorsalis, arka köklerde proprioseptif lifleri etkileyerek hipotoni ile birlikte eklemde hiperekstansiyona neden olur. Serebellar hastalıklar gibi santral süreçlerden köken alan hipotonide güçsüzlük olmaz. Pandüler yanıt olmasına rağmen refleksler kayıp değildir ve patolojik refleks bulunmaz. Hemisferik inme sırasında ortaya çıkan hemiparezi hipotoni bulgusu verebilirken akut dönem sonrası hipertoniye değişim gözlenir. Bazı durumlar anormal eklem laksisitesine yol açar ve bu durum kas hipotonisi ile karışabilir (Ehler Danlos Sendromu).

Hipertoni

Hipertoni, akut evre sonrası kortikospinal traktus lezyonlarında, yaygın serebral bozukluklarda, ekstrapiramidal sistem bozukluklarında, spinal kord internöronlarını ilgilendiren hastalıklarda ve hatta sürekli kas lifi aktivitesi olan kas hastalıklarında görülebilir.

Spastisite

İlk olarak 1980 yılında Lance tarafından, üst motor nöron bozukluğuna bağlı hıza bağımlı tonik gerim artışı ile karakterize bir motor sistem bozukluğu olarak tanımlanmıştır. Spastisite, kortikospinal yolun hasarına bağlı olarak gözlenir. Eklem hareketi sabit yapıda değildir ve hareketin hızı ile değişir. Ayrıca tonus artışı kastan kasa büyük oranda farklılık gösterir. Spastisite bu iki özellik ile rijiditeden farklılık gösterir. Spastisitede hareket hızlı yapılırsa, hareket sırasında kasta sanki durdurmak istermiş gibi ani bir tonus artışı olur. Hipertonisite ile hareketin hızı arasındaki ilişki spastisiteyi rijiditeden ayıran önemli bir bulgudur. Spastisitede tonus artışı agonist ve antagonist kas gruplarından birinde diğerine göre artmıştır.

Spastisite değerlendirmesinde üst ekstremitede pronator kaslar kullanılabilir. Eğer spastisite ağır değilse, dirsek 90 derece fleksiyonda iken önkol supinasyon hareketine direnç olmaz. Birkaç tekrardan sonra hastanın eli hızlıca supinasyona getirilir ise hareketin ortasında ani bir direnç ortaya çıkar ve pronator yakalama olarak tanımlanır. Yakalama daha sonra gevşer ve supinasyon tamamlanır. Tonus artışı ciddi ise bu manevra ile pronator klonus ortaya çıkarabilir. Benzer şekilde yavaş ve sonra hızlanan hareket tekniği alt extremitedeki spastisiteyi ortaya koymada da kullanılabilir. Hasta sırt üstü ve gevşemiş durumda yatarken dize arkasından tutularak fleksiyon ve ekstansiyon yaptırılır. Normal şartlarda ayaklar yatakta kalırken spastisite varlığında ayak yukarı doğru tekmeleme hareketi yapar (spastik tekme).

Palpasyon ile spastik bir kasta gerginlik hissedilebilir. Ancak bu durum ve spastik extremitedeki hareketin genişliği ve hipertonisitenin derecesi değerlendirmeler arasında farklılık gösterebilir. Spastisiteyi nicel olarak ölçen bir alet yoktur. Bu amaçla artmış kas tonusu değerlendirmesinde Modifiye Ashworth Skala' sı kullanılabilir (Tablo 6.1).

Tablo 6.1: Modifiye Ashworth Skalası. EHA: Eklem hareket açıklığı

0	Normal tonus. Kas tonusunda artış yok.
1	Tonusta hafif artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda hareket ettirildiğinde, EHA sonunda minimal direncin hissedilmesi veya yakalama bırakma hissinin varlığı
1+	Kas tonusunda hafif artış. Hareket sırasında çekme hissi. EHA' nın yarıdan azında hissedilen direnç
2	Tonusta daha belirgin artma. EHA' nın çoğunda hissedilir ama etkilenen kısım kolaylıkla hareket ettirilir.
3	Tonusta belirgin artma. EHA boyunca pasif hareket zor.
4	Tonusta şiddetli artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda katı durumdadır.

Spastisite varlığında derin tendon refleksleri artmış, Babinski ve eşdeğerleri gibi patolojik refleksler sıklıkla ortaya çıkmıştır. Klonus ve anormal assosiye hareketler de olabilir. Üst motor nöron güçsüzlüğü, spesifik kas gruplarında devamlı kasılma ile sıklıkla beraberdir. Hemiparezi veya hemiplejide spastisite en belirgin olarak üst ekstremitede fleksör ve pronator kaslarda, alt ekstremitede ise ekstansör kaslarda gözlenir. Bu durum, serebral hemiplejinin karakteristik dağılımı olan kolda fleksiyon, ayakta ekstansiyon postürüne yol açar. Kol adduksiyonda, dirsek fleksiyonda, bilek ve parmaklar fleksiyondadır. Alt ekstremitede kalçada, dizde, ayak bileğinde ekstansiyon ve ayakta plantar fleksiyon ile inversiyon vardır. Kalça adduktörlerinde belirgin spazm olabilir. Üst ekstremitede ekstansiyona pasif direnç fazla iken alt ekstremitede fleksiyona daha fazla direnç gözlenir. Bilateral lezyonlarda kalça adduktörlerindeki tonus artışı ve her adımda bacağın diğerinin üzerine çekilmesi nedeni ile makaslayarak yürüme ortaya çıkar. Spastisitede alt ekstremitelerde ekstansör kaslar daha ciddi etkilenirken, bazı ciddi miyelopati olgularında ya da geniş serebral lezyonlarda fleksör kaslarda belirgin tonus artışı olur. Ayaklar fleksiyonda parapleji olarak bilinen pozisyona çekilir.

Spastisite hastayı hem fonksiyonel hem de psikososyal olarak etkiler. Spastisite eklemlerde hareket bozukluklarına ve kontraktüre yol açarak deformitelere neden olabilir. Kalça kaslarındaki kasılma kişisel bakımı zorlaştırabilir. Ayak ve ayak parmaklarındaki spastisite yere basmayı ve adım atmayı zorlaştırarak dengenin bozulmasına ve düşme riskinde artışa yol açabilir. Spastisite tedavisinde fizik tedavi uygulamaları, tizanidin, baklofen ve botulinum toksin uygulamaları gibi medikal seçenekler ve cerrahi tedavi uygulanabilir.

Ekstrapiramidal Rijidite

Rijidite, agonist ve antagonist kasların ikisinde birden eklem hareket genişliği boyunca, hareketin başlangıcından sonuna kadar eşit ve sabit seviyeli bir tonus artışı ile karakterizedir. Ekstrapiramidal rijidite esas olarak bazal ganglion lezyonlarında ortaya çıkan, pasif hareketlere karşı yaygın tonus artışıdır. Parkinson Hastalığı bu durumun tipik örneğidir. Fleksör ve ekstansör kaslar tutulur ve her yönde pasif hareketlere direnç vardır. Bu tip rijidite 'kurşun boru rijiditesi' olarak adlandırılır. Etkilenen kaslar palpasyon ile katı ve gergin olabilir ve yeni bir pozisyon verilince o şekilde kalır.

Dişli çark rijiditesinde, pasif hareket esnasında kastaki direncin kesik kesik çözüldüğü hissedilir ve hipertonisitede sıçrayıcı bir karakter vardır. Dirençteki sıçrayıcı karakter kurşun boru rijiditesine eklenen tremor aktivitesine de bağlı olabilir. Dişli çark belirtisi, en sık Parkinson Hastalığı' nda ve diğer parkinsonizm durumlarında görülür. Bütün kaslar etkilenebileceği gibi esas olarak boyun ve aksiyal kaslar ile ekstremitele-

rin fleksör kasları etkilenir. Ekstrapiramidal hastalıklardaki rijidite, daha sonra bahsedilmiş olan baş düşme testi ve omuz sallama testi gibi testlerle ortaya koyulabilir. Karşı taraf ekstremitenin aktif hareketi ile rijiditenin artışı da önemli bir bulgudur.

Katatonik Rijidite

Katatonideki anormal kas tonusu ekstrapiramidal rijidite ile benzerlik gösterir. Postür alma, anormal kişilik özellikleri ve psikoz bulgularının eşlik ettiği, pasif hareketlere balmumu ya da kurşun boru tipinde direnç gözlenir.

Deserebrasyon ve Dekortikasyon Rijiditesi

Deserebrasyon rijiditesi dört ekstremitede gözlenen, ekstansör kaslardaki sürekli kasılma ve belirgin rijidite ile karakterizedir. Dekortikasyon rijiditesinde dirsek ve bileklerde fleksiyon, bacak ve ayakta ekstansiyon gözlenir. Bu iki motor fenomen koma tablosundaki hastada kendiliğinden veya ağrılı uyaranla ortaya çıkabilir. Her iki postür de akut veya kronik çok değişik nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilir. Yani etyoloji konusunda bir fikir vermezler. Deserebrasyon postürü olayın, nedeni ne olursa olsun, beyin sapının üst bölümünü etkilediğini gösterir. Dekortikasyon postüründe ise fonksiyonu bozulan bölge daha yukarılarda, serebral ak madde, kapsula interna veya talamus düzeyindedir. Bazen akut yerleşen intrakraniyal yer kaplayan lezyonlarda (örneğin beyin kanaması) deserebrasyon postürü tek taraflı olarak serebral olayın karşı tarafındaki kol ve bacakta görülebilir.

İstemli Rijidite

Bazı kas grupları, ağrıya ya da travmaya karşı korunmak amacıyla bilinçli olarak gergin tutulabilir. Heyecanlanma, korku ya da ağrı gibi durumlarda kas gerginliğinin istemli mi yoksa bilinçsiz olarak mı yapıldığını anlamak zordur.

İstemsiz Rijidite

İstemsiz, refleks veya organik olmayan rijidite istemli rijiditeye benzeyebilir. Psikojen orijinli rijidite, tuhaf görünüşlü veya her tipteki tonus artışına benzeyebilir. Histerik rijidite, deserebrasyon veya katatoniyi taklit edebilir.

Refleks Rijidite

Ağrı veya soğuk gibi uyarılara yanıt olarak refleks rijidite ya da spazm gelişebilir. Kas spazmı kasta kısalmanın eşlik ettiği sürekli bir kas kasılması halidir. Anormal kontraksiyon görülür ve palpasyonla hissedilebilir. Metabolik miyopatilerde, egzersiz ile orta-

ya çıkan ağrılı kramplar ve spazmlar görülebilir. Bu kramplar anormal metabolizmaya bağlı gelişen kontraktürün fizyolojik bir formudur ve elektriksel aktivite eşlik etmez.

Diğer Tip Rijiditeler

Epilepside, tetanide ve tetanusta da kas rijiditesi görülebilir. Epilepside nöbetin tonik fazı esnasında jeneralize rijidite görülebilir. Tetanide periferik ve santral sinir sisteminde yaygın bir uyarılabilirlik, tonik kas spazmlarının yol açtığı fokal ya da jeneralize hipertonisite, uyarılara aşırı duyarlılık, kramp ve kas seğirmeleri olur. Tetanoz hastalığında bütün vücutta yaygın rijidite ve artmış kas tonusu vardır. Tetanoz, çoğu vakada yüz ve çene kaslarından başlayıp abdominal kaslar, ekstremiteler ve sırt kaslarına yayılır. Abdominal rijidite, ekstansör rijidite ve opistotonus ortaya çıkar. Agonist ve antagonist kaslar eş zamanlı olarak hipertoniktir. Paroksismal kas spazmları artarak yayılır. Spazmlar spontan olarak istemli kasılmadan sonra olabileceği gibi mekanik, dokunsal, işitsel ve görsel uyarılardan sonra da ortaya çıkabilir. Spazmlar arasında genellikle kalıcı bir rijidite vardır. Refleksler canlıdır. Stiff-person sendromunda ağrılı tonik kas spazmları olur ve gövde, boyun, karın, sırt ve ekstremitelerin proksimal kısımlarında ilerleyici bir kas rijiditesi ortaya çıkar.

Kas Tonusu Farklılaşması ve Diğer İlişkili Durumlar

Miyotoni

Miyotoni bir kas membran bozukluğudur. Kas gevşek iken tonus normaldir ancak kasılma sonrasında gevşemenin yavaş olduğu devam eden bir kasılma süreci gözlenir. Ani hareketler belirgin spazm ve gevşemede zorluğa yol açabilir. Kavrama miyotonisinde kuvvetle sıkılan bir elin açılmasında zorluk yaşanır. Miyotoni çoğunlukla hareketin tekrarı ile azalır. Perküsyon miyotonisi kasa vurulması ile ortaya çıkar ve tenar bölgeye vurulması, kasta hastanın kontrol edemediği, kısa sürede sonlanan uzamış tonik abduksiyon ve oppozisyon hareketine yol açar.

Nöromiyotoni (Isaac's Sendromu), istirahat haline görülen, uykuda da devam eden bir kas sertliği tablosuna verilen isimdir. İstirahat halinde bazı kas grupları devamlı tonik kontraksiyon halindedir. Bazı kaslara yakından bakıldığında deri altında kas lifi gruplarının sürekli seğirme şeklinde kasılıp gevşediği görülebilir. İstemli hareket sonrasında kaslarda gevşeme güçlüğü vardır. Bu hastalarda aşırı kas kasılmasına eşlik eden yoğun terleme artışı da vardır. Elektromiyografide kasta nöromiyotonik boşalımlar dikkati çeker. Bazı hastalarda serumda voltaja bağımlı potasyum kanallarına karşı antikor saptanır.

Paratoni

Paratoni sıklıkla difüz frontal lob hasarının bulgusu olarak pasif harekete karşı oluşan bir tonus değişikliğidir. Gegenhalten (inhibitör paratoni, paratonik rijidite) formunda, uygulanan kuvvetle orantılı olarak pasif harekete karşı bir direnç gözlenir. Pasif hareket eforu arttıkça, harekete karşı direnç de artar. Aktif olarak kavga ediyormuş görünümü olmakla birlikte yanıt istemsizdir. Ekstremite yerleştirme testinde, hastanın kollarını pasif olarak kaldırılır, gevşek olması sağlanır ve bırakıldığında kolların yukarıda kalıp kalmadığını gözlenir. Parkinsonizm veya spastisite yok iken kollar yukarıda kalıyor ise durum paratoniyi destekler. Mithegen (fasilitatör paratoni) durumunda, hasta muayene edenin pasif hareketlerine aktif olarak yardımcı olur, ekstremite bırakıldıktan sonra bile hareket devam eder.

Distoni

Distoni istemsiz, süreğen, bükücü, döndürücü nitelikte kas kasılmalarıyla karakterize, tekrarlayan istem dışı hareketlere veya geçici ya da kalıcı anormal postürlere yol açan bir hareket bozukluğudur. Amaca uygun motor davranışların yapılabilmesi ya da belli bir postürün korunabilmesi için birbirlerine zıt çalışan agonist ve antagonist kasların eş zamanlı kasılmaları sonucu gelişir. Kasılma genellikle yavaş, döndürücü niteliktedir. Distoni uykuda kaybolur. Özellikle hastalığın başlangıcında, tutulan vücut bölgesi istemli olarak kullanıldığında ortaya çıkar veya fazlalaşır. Diğer bir vücut bölgesinin istemli hareketleri esnasında da distonik bölge daha çok kasılır (taşma fenomeni). Distonik bölgeye uygulanan hafif bir duyusal uyarı esnasında (örneğin spazmodik tortikolliste çeneye uygulanan hafif bir bası esnasında) distonik kasılmalar geçici olarak kaybolur ve buna duyusal hile adı verilir.

KAS TONUSUNUN MUAYENESİ

Kas tonusu değerlendirilmesi, subjektif olması ve muayene eden kişiler arasında değişkenlik gösterebilmesi nedeni ile güçtür. Nicel olarak kas tonusunu ölçen bir yöntem yoktur. Gergin veya anksiyöz bir kişide, hafifçe artmış bir kas tonusunu zayıf gevşemeden ayırt etmek zordur.

Tonus muayenesi için hastanın uyumlu ve gevşemiş olması gerekir. Hastanın yalnızca gözlenmesi ile tonus değişikliğini ortaya koyabilecek olan istirahat pozisyonu ya da postür anormallikleri saptanabilir. Kas palpasyonu faydalı olmakla birlikte kas gelişimi kötü olan bir kişide hipertonisiteye rağmen gevşek hissedilebilirken, iyi olan bir bireyde normal tonus olduğundan sıkı hissedilebilir. Kaslarda palpasyonla izlenen

yoğunluk artışı, ödem, inflamasyon, ağrı nedeni ile olan spazm ya da psödohipertrofiye bağlı olabilir.

Tonus muayenesinin en önemli kısmı, gevşek durumdaki kasın pasif hareket ile direncinin belirlenmesidir. Tonus anormalliği, ekstremite kaslarında gövde kaslarına nazaran daha kolay tespit edilir. Kas tonusunu değerlendirmek için ilk önce ekstremite, eklem hareket genişliği boyunca yavaş şekilde hareket ettirilir. Sonrasında değişik hızlarda harekete devam edilir. Örneğin önkol eklem hareketi yönünde ileri geri hareket ettirilirken hastanın elinin hareketi gözlenir. Yine kola destek verdikten sonra aniden desteğin çekilmesi ile veya hafif vurma ile ortaya çıkan hareketin genişliği değerlendirilir. Eş bölgelerin iki yanlı muayenesi vücudun iki tarafındaki tonus farkını saptamak açısından önemlidir. Tonus, hem yavaş hem de hızlı hareket esnasında ve bütün eklem hareket genişliği boyunca değerlendirilmelidir. Ayrıca bazı özel yöntemler de tonus bozukluğunu değerlendirmede faydalı olabilir.

Baş Düşme Testi

Hasta yastıksız olarak sırt üstü pozisyonda yatarken, baş, bir el ile oksipital bölgeden hızlıca kaldırılır ve sonra düşmesi sağlanır. Normalde hızlıca ilk pozisyonuna dönerken, ekstrapiramidal rijiditede boyun fleksör kaslarının etkilenmesinden dolayı gecikir ya da yavaşlar. Meningismus varlığında ise boyun fleksiyonunda direnç ve ağrı bulunur.

Omuz Sallama Testi

Hasta omuzlarından öne arkaya hızlıca hareket ettirilir ve kollardaki karşılıklı hareket izlenir. Ekstrapiramidal hastalıklarda etkilenen taraftaki kol sallanması azalacaktır. Hipotonide ve serebellar hastalıklarla ilişkili durumlarda salınım daha büyük genlikli olacaktır.

Kol Düşme Testi

Hastanın kolları yana doğru omuz seviyesinde kaldırılır ve bırakılır. Spastisitede etkilenen kolda aşağı inmede gecikme gözlenirken, hipotonide normalden daha hızlı düşer. Alt ekstremite için benzer şekilde hasta sırt üstü yatarken ekstansiyonda uzatılmış ayakların kaldırılıp bırakılması ile yapılabilir.

Ayaklardaki Salınım

Hasta yatağın kenarında, ayakları gevşemiş ve salınım durumunda otururken, hastanın her iki ayağı aynı yatay düzleme kaldırılarak ya da hızlıca arkaya doğru itilerek de-

ğerlendirilir (Wartenberg' in salınım testi). Normalde salınım genliği giderek azalarak biten bir hareket gözlenir. Ekstrapiramidal rijiditede salınım zamanında bir kısalma olurken, spastisitede salınım zamanı ya normal ya da çok az yavaşlamış, fakat hareketler sıçrayıcı ve düzensiz, öne hareketler arkaya olan hareketlere göre daha büyük ve canlı görünümdedir. Hipotonide yanıt genişliği artmıştır.

Babinski Tonus Testi

Kollar omuzlardan abduksiyona, önkollar dirseklerden pasif olarak fleksiyona getirilir. Hipotonide esneklik ve hareket artışı olurken, hipertonide esneyebilme azalmış ve dirseğin pasif fleksiyon açısı normalden geniş olarak saptanır.

Tonus değerlendirmesinde inspeksiyon, palpasyon ve pasif hareketlere karşı direncin değerlendirilmesine ek olarak kas gövdesine perküsyon çekici ile vurmak da faydalı olabilir. Perküsyon çekici ile vurduktan sonra yalnızca vurulan lifler kasılır ve vurulan yerde hafif bir çökme olur. Direk kasa vurmakla ortaya çıkan yanıt normal bir kasta oldukça hafif düzeyde olur. Kaşeksi ve alt motor nöron tutulumu ile giden bazı hastalıklarda reaksiyon daha belirgin olabileceği gibi bu şekildeki hipereksitabilite tetanozda, tetanide ve bazı elektrolit anormalliklerinde de olabilir. Kasın palpasyonu sırasında kasta hassasiyet gözlenebilir. Hassas bir kasta, kasın orta noktasından sıkılması veya üzerine bası uygulanması büyük bir ağrıya neden olabilir. Palpasyonda gözlenen kas hassasiyeti dermatomiyozit, polimiyozit gibi inflamatuar miyopatiler, bazı nöropatiler ve akut poliomiyelitte görülebilir. Fokal kas hassasiyeti ise kasın travması veya aşırı egzersiz sonrasında olabilir.

KAYNAKLAR

1. Alvarez FJ, Fyffe RE. (2007). The Continuing Case For The Renshaw Cell. *J Physiol*;584:31-45.
2. Baker SN. (2007). Oscillatory İnteractions between Sensorimotor Cortex and the Periphery. *Curr Opin Neurobiol*;17:649-55.
3. Bastian AJ. (2006). Learning to Predict the Future: the Cerebellum Adapts Feedforward Movement Control. *Curr Opin Neurobiol*;16:645-9.
4. Beversdorf DQ, Heilman KM. (1998). Facilitory Paratonia And Frontal Lobe Functioning. *Neurology*;51:968-971.
5. Bloom F, Lazerson A. (1988). Brain, Mind and Behavior, New York.
6. Briggs F, Usrey WM. (2008). Emerging Views of Corticothalamic Function. *Curr Opin Neurobio*;18:403-7.
7. Brown RA, Lawson DA, et al. (1988). Observations on the Applicability of the Wartenberg Pendulum Test to Healthy, Elderly Subjects. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 51(9):1171-7.
8. Brown RA, Lawson DA, et al. (1988). Does the Wartenberg Pendulum test Differentiate Quantitatively between Spasticity and Rigidity? A Study in Elderly Stroke and Parkinsonian Patients. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*;51(9):1178-86.

9. Buffelli M, Busetto G, et al. (2004). Activity-dependent Synaptic Competition at Mammalian Neuromuscular Junctions. *News Physiol Sci*;19:85-91.
10. Campbell William W. DeJong's (2013). The Neurologic Examination. 7th Edition. *Philadelphia.*
11. Chatterjee A. (1998). Feeling Frontal Dysfunction: Facilitory Paratonia and the Regulation of Motor Behavior. *Neurology*;51(4):937-9.
12. Cheron G, Serva is L, et al. (2008). Cerebellar Network Plasticity: From Genes to Fast Oscillation. *Neuroscience*;153:1-19.
13. DeKosky ST, Marek K. (2003).Looking Backward to Move Forward: Early Detection of Neurodegenerative Disorders. *Science*;302:830-4.
14. Dietz V, Sinkjaer T. (2007). Spastic Movement Disorder: İmpaired Reflex Function and Altered Muscle Mechanics. *Lancet Neuro*;6:725-33.
15. Dietz V.(2002).Proprioception and Locomotor Disorders. *Not Rev Neurosci*;3:781-90.
16. Duysens J, Clarac F, et al. (2000). Load-Regulating Mechanisms in Gait and Posture: Comparative Aspects. *Physiol Rev*;80:83-133.
17. Frigon A. (2009). Reconfiguration of the Spinal İnterneuronal Network During Locomotion in Vertebrates. *J Neurophysiol*;101:2201-3.
18. Fuentes CT, Bastian AJ.(2007). Motor Cognition-What İs İt And İs The Cerebellum İnvolved? *Cerebellum*;6:232-6.
19. Gibson AR, Horn KM, et al. (2002). İnhibitory Control of Olivary Discharge. *Ann NY Acad Sci*;978:219-31.
20. Glover JC. (2000). Development of Specific Connectivity between Premotor Neurons and Motoneurons in the Brain Stem and Spinal Cord. *Physiol Rev*;80:615-47.
21. Grillner S. (2003). The Motor İnfrastructure: from İon Channels to Neuronal Networks. *Not Rev Neurosci*;4:573-86.
22. Grillner S.(2004). Muscle Twitches During Sleep Shape the Precise Muscles of the with drawal Reflex. *Trends Neurosci*;27:169-71.
23. Goulding M. (2009).Circuits Controlling Vertebrate Locomotion: Moving İn A New Direction. *Not Rev Neurosci*;10:507-18.
24. Hall John E. (2011). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. 12th Edition *Philadelphia.*
25. Hasnain M, Vieweg WV, et al. (2009). Pharmacological Management of Psychosis in Elderly Patients with Parkinsonism. *Am J Med*;122:614-22.
26. Heckman CJ, Hyngstrom AS, et al. (2008). Active Properties of Motoneurone Dendrites: Diffuse Descending Neuromodulation, Focused Local İnhibition. *J Physiol*;586:1225-1231.
27. Holtmaat A, Svoboda K. (2009). Experience-Dependent Structural Synaptic Plasticity in the Mammalian Brain. *Nat Rev Neurosci*;10:647-58.
28. Ivanenko YP, Poppele RE, et al.(2009).Distributed Neural Networks Far Controlling Human Locomotion:Lessons from Normal and SCI Subjects. *Brain Res Bul*;78:13-21.
29. Kandel ER, Schwartz JH, et al. (2000). Principles of Neural Science, ed 4, New York.
30. Kiehn O. (2006). Locomotor Circuits İn The Mammalian Spinal Cord. *Annu Rev Neurosci;*29:279-306.
31. Kreitzer AC, Malenka RC.(2008). Striatal Plasticity and Basal Ganglia Circuit Function. *Neuron*;60:543-54.
32. Lance JW. (1980).The Control of Muscle Tone, Reflexes and Movement: Robert Wartenberg Lecture. *Neurology*;30(12):1303-13.
33. Leman RN. (2008). Descending Pathways in Motor Control. *Annu Rev Neurosci*;31:195-218.
34. Lees AJ, Hardy J, et al. (2009). Parkinson's Disease. *Lancet*; 373:2055-66.
35. Lee HM, Huang YZ, et al. (2002). Quantitati ve Analysis of the Velocity Related Pathophysiology of

Spasticity and Rigidity in the Elbow Flexors. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*;72(5):621-9.
36. Li JY, Plomann M, et al. (2003). Huntington's Disease: a Synaptopathy? *Trends Mol Med*;9:414-20.
37. Marchand-Pauvert V, Iglesias C. (2008). Properties of Human Spinal Interneurones: Normal and Dystonic Control. *J Physio*;586:1247-56.
38. Marder E, Goaillard JM. (2006).Variability, Compensation and Homeostasis in Neuron and Network Function. *Not Rev Neurosci*;7:563-74.
39. Messina C. (1990). Pathophysiology of Muscle Tone. *Funct Neurol*;5(3):217-23.
40. Mustari MJ, Ono S, et al. (2009). Signal Processing and Distribution in Cortical-Brainstem Pathways Far Smooth Pursuit Eye Movements. *Ann NY Acad Sci*;1164:147-54.
41. Mutlu A, Livanelioglu A, et al. (2008). Reliability of Ashworth and Modified Ashworth Scales in Children with Spastic Cerebral Palsy. *BMC Musculoskelet Disord*; 10;9:44.
42. Nachev P, Kennard C, et al. (2008). Functional Role of the Supplementary and Pre-Supplementary Motor Areas. *Nat Rev Neurosci*;9:856-69.
43. Nielsen JB, Cohen LG. (2008). The Olympic Brain. Does Corticospinal Plasticity Play a Role in Acquisition of Skills Required for High-Performance Sports? *J Physiol* ;586:65-70.
44. Pandyan AD, Johnson GR, et al. (1999). A Review of The Properties and Limitations of the Ashworth and Modified Ashworth Scales as Measures of Spasticity. *Clin Rehabil*;13(5):373-83.
45. Pearson KG. (2004).Generating the Walking Gait: Role of Sensory Feedback. *Prog Brain Res*;143:123-9.
46. Pierrot-Deseilligny C. (2009).Effect of Gravity on Vertical Eye Position. *Ann NY Acad Sci*;1164:155-65.
47. Pugh JR, Raman M (2009). Nothing can be Coincidence: Synaptic Inhibition And Plasticity in the Cerebellar Nuclei. *Trends Neurosci*;32:170-7.
48. Ramnani N. (2006). The Primate Cortico-Cerebellar System: Anatomy and Function. *Nat Rev Neurosci;* 7:511-22.
49. Raineteau O (2008). Plastic Responses to Spinal Cord Injury. *Behav Brain Res;*192:114-23.
50. Rekling JC, Funk GD et al. (2000). Synaptic Control of Motoneuronal Excitability. *Physiol Rev;* 80:767-852.
51. Robles L, Ruggero MA. (2001). Mechanics of the Mammalian Cochlea. *Physio Rev;* 81:1305-52.
52. Rossignol S, Barriere G et al. (2009). Re-expression of Locomotor Function After Partial Spinal Cord Injury. *Physiology*;24:127-39.
53. Rossignol S, Barriere G et al. (2008). Plasticity of Locomotor Sensorimotor Interactions after Peripheral and/or Spinal Lesions. *Brain Res Rev*;57:228-40.
54. Schieber MH (2004). Motor Control: Basic Units of Cortical Output? *Curr Biol*;14: R353-4.
55. Scott SH. (2008). Inconvenient Truths About Neural Processing in Primary Motor Cortex. *J Physiol*;586:1217-24.
56. Scott SK, McGettigan C et al. (2009). A Little More Conversation, a Little Less Action-Candidate Roles for the Motor Cortex in Speech Perception. *Nat Rev Neurosci*;10:295-302.
57. Spruston N. (2008). Pyramidal Neurons: Dendritic Structure and Synaptic Integration. *Nat Rev Neurosci*;9:206-21.
58. Stein RB (1974). Peripheral Control Of Movement. *Physiol Rev*; 54:215-43.
59. Stepien AE, Arber S. (2008). Probing the Locomotor Conundrum: Descending the 'V' Interneuron Ladder. *Neuron*; 60:1-4.
60. Umilta MA. (2004). Frontal Cortex: Goal-Relatedness and the Cortical Motor System. *Curr Bio;*14:R204-6.

Artmış Kas Tonusu ve Ağrı

7

Dr. Öğr. Üyesi Emre Baskan, Prof. Dr. Uğur Cavlak

GİRİŞ

Suprasegmental bozukluklarda kas tonusunun artışına sık rastlanır. Bu problemlerden biri spastisitedir. Spastisite, tonik gerilme reflekslerinde (kas tonusu) hıza bağımlı artış ile karakterize bir motor problemdir. Gerilme refleksinin aşırı uyarılması sonucunda ortaya çıkar ve üst motor nöron sendromunun bir komponentidir. Tonus artışı, hiperaktif refleksler, güçsüzlük ve zayıf koordinasyon gibi birden fazla bulgunun oluşturduğu bir klinik tablodur. Bir diğer problem rigor veya rijidite olarak karşımıza çıkar. Ekstrapiramidal sistem bozukluğunda görülen rijiditede agonist ve antogonist kasların ikisinde de kas tonusu artmıştır. Harekete karşı istemsiz, iki yönlü hıza bağımlı olmayan direnç görülür. Bir başka hipertonus nedeni de distonidir. Distoni varlığında, tonik germe reflekslerindeki artış ve buna bağlı istemsiz kronik kas kontraksiyonu sonucu oluşan anormal postür söz konusudur. Bu problemlerin yanı sıra kas dokusunun aniden istem dışı kasılması ve hızlı bir şekilde gevşeyemeyen kasın sıkışması sonucu ortaya çıkan kas krampları ve spazmları da tonusun arttığı rahatsız edici durumlardır.

Kas tonusunda artmaya neden olan bu problemler kısa ve/veya uzun dönemde direkt veya dolaylı olarak ağrıya sebebiyet vermektedirler. Klinikte karşımıza çıkan hipertonus kaynaklı ağrılı durumlara hastalık bazında yaklaştığınızda ağrının yaygınlığını daha net görebiliriz. Muskoloskeletal omuz ağrısı stroke sonrası hastaların %30-40'ında görülür. MSS hasarı sonrası yürüme problemi yaşayanlarda kas imbalansı ve bozulan mekanik nedeniyle diz, kalça ve bel ağrıları görülürken, tekerlekli sandalye kullananlar da bel ağrısı ve üst ekstremitelerinde overuse ağrısı riski taşırlar (Spinal Kord Yaralanmaları %75). Multiple skleroz hastalarında nosiseptif bel ağrısı ve muskuloskeletal eklem ağrısı en az nöropatik ağrı kadar yaygındır (%20-40). Spinal kord

yaralanması (SKY) olan hastalarda muskuloskeletal ağrı yaygın görülür ancak santral nöropatik ağrı kadar ciddi değildir. SKY'da santral nöropatik ağrı genellikle nonnöropatik ağrılarla (muskuloskeletal, visseral) desteklenir. Spastisite öncesi duyu defisitine eşlik eden santral nöropatik ağrının tespiti kolayken spastisite varlığıyla birlikte ayrım güçleşebilir. Etkilenen ekstremitede santral nöropatik ağrı da görülebilir, spastisite majör faktör değildir. Literatür çalışmalarında SKY da muskuloskeletal ağrının yaygın görüldüğü (%50-70 kronik) ancak daha hafif ve belli alanda sınırlı olduğu belirtilmektedir. SKY da nöropatik ağrı ise daha nadir görülür (%34-47) ancak daha şiddetli ve kontrolsüz ağrı oluştururlar. Longitudinal bir çalışmada SKY olan hastaların 5 yıllık takibinde 73 hastanın 59 (%81) unda ağrı olduğu raporlanmış bu hastaların %59 unda muskuloskeletal ağrı, %41 inde yaralanma seviyesinde nöropatik ağrı, yaralanma seviyesinin altında %34 nöropatik ağrı ve %5 visseral ağrı saptanmıştır. Hastaların çoğunda farklı ağrı tiplerinin birlikte görüldüğünü belirtmişlerdir.

Jeneralize kas ağrıları başlıca, kaslardaki inflamatuvar, nekrotizan, toksik veya metabolik süreçleri akla getirir. Seyrek olarak distrofinopati, kaveolinopati gibi kas distrofilerinde de egzersizle kas ağrıları, özellikle baldır ağrıları görülebilir. Buna karşılık polimiyozit ve dermatomiyozite bazen, rabdomiyolize ise hemen her zaman eşlik eden miyaljiler görülebilir. Bu ağrılar, ancak patolojik sürecin gerilemesi ile ortadan kalkarlar. Lokal kas ağrıları ise enfeksiyon, lokal enflamasyon, infarkt, travma, hematom veya tümörlerde görülür. Kas ağrılarını eklem ve kemik ağrılarından ayırmak önemlidir. Eklem ağrıları lokal ve ekleme sınırlıdır, eklemin hareketi ile artar. Kemik ağrıları ise daha derin, şiddetli, şiddeti sürekli aynı kalan, birçok zaman geceleri artan ağrılardır.

Hipertonusta primer etkilenen yapılar:

- Kemik
- Konnektif Doku
- Kollojen Lif
- Kas

Baş ağrısı, omuz ağrısı, kalça ağrısı, gergin quadriceps, kas çekilmesi, soğuk ekstremiteler, bel ağrısı, sınırlı solunum, plantar fasyit, fibromyalji, diz ağrısı, kronik yorgunluk genellikle hipertonik kaslar nedeniyle görülür.

Sürekli kas kasılması veya gerginliği birçok nedene bağlı olabilir:

- Nöral faktörler
- Egzersiz azlığı veya fazlalığı
- Zamanın büyük çoğunluğunu oturarak, yatarak veya ayakta geçirme

- Sürekli ve uzun mesafe yürüme
- Kas germe azlığı
- Vücutta toksin fazlalığı
- Stres
- Endişe ve üzgünlük
- Azalmış kan dolaşımı
- Soğuğa maruz kalma
- Farklı psikosomatik problemler

Vücut yapılarının kronik yanlış kullanımı, tendonlarda ve kaslarda yırtılmaya, kas kramplarına ve ligamentlerde uzamaya neden olur. Hipertonik kaslar eklemlere yük bindirir, kan dolaşımını bozar, bölge sinirlerini irrite eder. Bu sürekli gerginlik dejeneratif disk hastalığına, bursite, rotator manşon yaralanmalarına, tempero mandibuler eklem (TME) disfonksiyonuna, sinüzite, bel ağrısına, karpal tünel sendromuna, baş ağrılarına, epikondilitlere, diz yaralanmaları ve sinir tuzaklanmaları gibi problemlere yol açar.

Hipertonusa bağlı ağrının görüldüğü hastalıklara göz atacak olursak ilk karşılaşacağımız problem stroke olacaktır.

İnme-Stroke

Dokuda aktüel veya potansiyel hasar varlığında nosiseptif ağrı hissedilir (Kas kontraktürleri ve omuz subluksasyonları sonrası). Hasar gören sinirlerin gönderdiği hatalı veya fazla sinyaller de nöropatik ağrıya neden olur. Beyin veya spinal kord hasarı sonrası görülür. Santral Post Stroke Ağrısı veya Talamik Ağrı olarak da karşımıza çıkabilir. Özellikle hemorajik stroke'lu hastalarda gergin boyun ve omuz kasları, meninks irritasyonu ve Beyin Omurilik Sıvısı (BOS) değişkenlikleri nedeniyle baş ağrısı görülebilir. Yine hemiplejik hastalarda hipertonusa bağlı görülebilecek bir diğer problem de omuz ağrısıdır. Omuz ağrısına yol açan faktörler hipertonus, kas kontraktürleri ve eklem limitasyonları, kas gücünde azalma ve dolanım bozuklukları, akut dönem immobilizasyon sonrası inflamasyon-gerginlik ve doku hasarı oluşması olarak sayılsa da, hemiplejik omuz ağrısının patojenezi tartışmalıdır. Stroke'lu hastalarda yaşam kalitesini azaltan en yaygın komplikasyon olarak bilinmektedir. Etkilenen yapılar glenohumeral, akromioklavikuler, sternoklavikuler, skapulotorasik eklemlerdir. Bu yapıların etkilenimi sonrası karşımıza; subluksasyon, impingement, rotator cuff yaralanmaları, tendinit, bursit, kapsülit, periferik sinir yaralanmaları, kompleks bölgesel ağrı sendromu, kontraktür açığa çıkmakta ve ağrı oluşumu kısır bir döngüye girmektedir. Ağrının şiddeti motor yetersizliğin şiddetiyle ilişkilidir.

Langhorne'nun 2000 yılında yayınlanan hemiplejik hastalarda omuz ağrısına yönelik çalışmasında, hastanede tedavi gören hastalarda %9, taburculuktan 6 ay sonra

%15, 18 ay sonra %11, 30 ay sonra %12 omuz ağrısı görüldüğü belirtilmektedir. Toplamda ise omuz ağrısı mevcudiyeti %84'tür. Araştırmacı erken tanı ve uygun tedaviyle omuz ağrısında %80 iyileşme olabileceğini belirtmektedir.

Hipertonus, kapsülit ve sonrasında görülebilecek ağrıya baktığımızda kapsülitin en önemli ağrı nedenlerinden biri olduğunu söyleyebiliriz. Omuzda kapsül kalınlaşması ve ligament kısalmasıyla kendini gösterir, travma ve irritasyona bağlı inflamasyon gelişir. Omuz internal rotasyonu ve adduksiyonunda tonus artışı sonrası, abduksiyon ve eksternal rotasyon ağrılıdır. Subskapularis, pektoralis majör, anterior deltoid, teres majör ve latissimus dorside spastisite ve kısalma görülür. Tedavisinde inflamasyon kontrolü, spastisite yönetimi, hareketin restorasyonu ve analjezik kullanımı ağrıyı azaltmada etkindir.

Hastalarda ***hipertonusla birlikte sıkışma sendromu-impingement'a*** bağlı ağrı ve hareket kısıtlılığı da oluşabilir. Artmış kas tonusu, omuz biyomekaniğini bozacaktır. Genellikle supraspinatus kası sıkışmasına subakromial bursit de eşlik etmektedir. Bununla birlikte oluşabilecek rotator cuff yırtığı omuz ağrısını arttıracaktır. Omuz fleksiyon, abduksiyon ve eksternal rotasyonu ağrılıdır.

Hipertonus ve kontraktür bağlantısında ise bu durumun spastisite, kas imbalansı, uzamış eklem immobilizasyonu yumuşak doku çevresinde tendonlardan çok kasları etkileyen fibröz doku yapılanmasına ve kollojen çökeltiye yol açtığını görüyoruz. Bunun sonucunda da fonksiyon kaybı ve ağrı ortaya çıkmaktadır. Kontraktür riski açısından kas sinerjileri mutlaka dikkate alınmalıdır.

Kas iskelet sistemi komplikasyonları ve ağrı gelişiminde spastisite kritik rol oynar. Ağrı, flask tabloya oranla spastisitede daha yaygındır. Kapsülit, impingement spastisite olmaksızın gelişmez. Kontraktürler spastisite ile birlikte eklemi etkilemektedir. Spastisite ile uzun süre görülen kas gerginliği, sertliği ve kasılma anormallikleri spazma neden olur ve ağrı oluşturabilir Spastisite kas dokusuna ve eklemlere zarar verir. Hipertonik kasta dolaşım problemleri ağrıya neden olur. Spastisite tedavisi ağrı yönetimi açısından oldukça önemlidir

Santral inme sonrası ağrı, inmeli hastaların yaklaşık %12'sinde görülür. Ağrının niteliği buz yanması, zonklama ve saplanma tarzındadır. İdiopatik gelişim gösteren bu ağrı genellikle inme geçirdikten bir ay sonra başlar. Ağrının giderilmesi için kesin bir tedavi metodu olmamasına rağmen hastaların %70'inde medikal tedavi kullanılmaktadır.

Spinal Kord Yaralanmaları

Spinal kord yaralanmaları sonrasında ilk bir yıl içinde hastaların yaklaşık %81'inde ağrı hikayesi görülür. Muskoloskeletal ve/veya nöropatik ağrı şeklinde ortaya çıkabilir. Ağrı bölgesel herhangi bir patolojiye, zayıf postüre ve aşırı kullanmaya bağlı olabilir.

Komplet yaralanmaların olduğu hastalarda lezyon seviyesinin üzerinde muskuloskeletal ağrı görülürken, lezyon seviyesinin altında nöropatik ağrı meydana gelir. İnkomplet vakalarda ise muskuloskeletal ve/veya nöropatik ağrılar gelişebilir. Her ne kadar ağrıya neden olan faktörler ve buna yönelik tedavi yöntemleri uygulansa da SKY ağrılarının mekanizması açık değildir.

SKY'da görülen muskuloskeletal ağrı hastalarda oldukça yaygındır, özellikle kronik hastalarda ve ileri yaşlardaki hastalarda daha sık görülür. Bu hastalardaki ağrıya sebep olan faktörler şu şekilde sıralanabilir:

- Hipertonik kaslar, zorlanmalar, artritik değişiklikler, eklem dejenerasyonları
- Tekerlekli sandalye kullanımı ve omuz ağrısı
- Spazmatik kaslar, bel ağrısı, skolyoz
- Füzyon operasyonları
- Quadriparatik yürüyebilenlerde, bel-boyun ağrısı ve kas imbalansına bağlı ağrılar

Spastisitede görülen ağrı nöronal hasara ek olarak çeşitli faktörlere bağlı olabilir. Bunların içinde anormal postüre bağlı muskuloskeletal ağrılar, hipertonik kaslardaki hareket azlığı ve sonrasında gelişen kontraktüre bağlı ağrılar, kaslardaki koordinasyon bozukluğu sonrasında gelişen spazma bağlı ağrılar, üst ekstremitedeki fleksör alt ekstremitedeki ekstansör kaslardaki spastisiteye bağlı ağrılar sayılabilir. Unutulmamalıdır ki spastisite ve spazm varlığında her zaman ağrı oluşumu beklenmez. Ağrılı spazmlar ise genellikle spinal kord yaralanmalı hastalarda görülür.

Parkinson

Ekstrapiramidal sistem bozukluğuna bağlı ortaya çıkan Parkinson hastalığı ve kas tonusundaki değişiklikler önceki bölümlerde ayrıntısıyla bahsedilmiştir. Tonusdaki değişimler ve buna bağlı ortaya çıkan hareket bozukluğu ve ağrı, genellikle kaslardaki rijidite, sürekli tremor, distoni ve muskuloskeletal yaralanmalar sonrası görülür.

Parkinsonlu hastalardaki distonik ağrı genellikle ağrılı vücut bölgesinin postürü, kas krampları ve burkulmalarla gözlenir. Hastalar özellikle boyun, sırt ve ekstremite ağrılarından şikayet ederler. Bu hastalarda nöropatik ağrı, nosiseptif ağrıya göre daha ender görülür.

Artmış kas tonusu tedavisinde ekip yaklaşımı oldukça önemlidir. Farklı konservatif tedaviler ve cerrahi girişimler olduğu kadar ağrı yönetiminde alternatif tıp yöntemleri de kullanılmaktadır.

Kullanılan tedavi yöntemleri:

- Medikal Tedavi
- Fizyoterapi

- Masaj
- Botoks
- Egzersiz (Aerobik, Güçlendirme/ Gevşeme/Germe)
- Acupuncture/Acupressure/Kuru İğneleme
- Bantlama
- Psikoterapi
- Beslenme Yönetimi
- Cerrahi Tedavi

Kullanılan Fizyoterapi-Rehabilitasyon yaklaşımları ile tonusun nöral ve biyomekanik bileşenlerine etki ederek ağrının giderilmesi sağlanabilir:

- Hipertonik kasın inhibisyonu
- Erken dönem kas kontrolünün kazanılması
- Biyomekanik bozukluğun giderilmesi
- Postural düzenleme
- Anormal duysal uyarımların düzeltilmesi
- Kas kuvvetlendirme ve bölge dolaşımının arttırılması

Literatür Taraması

Artmış kas tonusu ve ağrı tedavisi ile ilgili literatüre göz attığımızda stroke ve spinal kord yaralanmaları başta olmak üzere birçok çalışmaya rastlamaktayız.

Cardenas ve Jensen'in spinal kord yaralanmalı hastalarda kronik ağrı tedavisiyle ilgili yaptığı sistematik bir çalışmada ağrının giderilmesi için kullanılan 26 farklı tedavi yönteminin etkileri incelenmiştir. Araştırmada tedavide en çok antienflamatuvar (%71) ve acetaminophen (%70) ilaç kullanımının yaygın olduğu, şiddetli ağrılarda opioid kullanımının tercih edildiği, orta derecedeki ağrılarda gabapentin kullanıldığı, hastaların %75'inin masaj, kannabis, akupunktur, hipnoz gibi alternatif tedavi yöntemlerini denediği belirlenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde ağrı yönetiminde en sık kullanılan yöntemin oral medikasyonlar olduğu ancak kronik ağrıda bunların bir süre sonra terkedildiği görülse de tricyclic antidepresanların uzun süre ağrı tedavisinde kullanıldığı saptanmıştır. Diğer standart tedavi modalitelerinden fizyoterapinin, kuvvetlendirme egzersizlerinin, psikoterapinin ve sinir bloklarının diğer yöntemlere kıyasla uzun dönem ağrı tedavisinde daha çok kullanıldığı ve etkili olduğu görülmektedir. Mobilite ve eklem hareket açıklığı egzersizlerinin ve sıcaklık uygulamalarının etkilerinin günlük, soğuk uygulamanın saatlik, TENS'in ise en fazla haftalık olarak ağrıyı azaltabildiği belirtilmektedir. Alternatif tedaviler içinde masaj,hipnoz, magnetoterapi ve akupunkturun haftalık, relaksasyon tekniklerinin aylık, karyopraksi ve kannabis kullanımın uzun süreli etkileri olduğu bildirilmektedir. Bu farklı tedaviler ve etkilerinin yanı sıra SKY hastaların ağrı için kullanmaya devam ettiği tedavi seçenek-

lerine bakıldığında ise oral medikasyon kullanımının süreçle birlikte azalsa da tercih edildiği, kuvvetlendirme egzersizlerinde hafif azalmaya rağmen yüksek oranda devam edildiği görülmektedir. Bunun yanında SKY hastalarında ağrı tedavisi için fizyoterapiye ilk etapta yoğun katılım görülse de ilerleyen süreçte bunun azaldığı, mobilite ve eklem hareket açıklığı egzersizlerine ve sıcaklık uygulamalarına hafif azalmayla devam edildiği, TENS, soğuk, psikoterapi ve sinir bloklarının kullanımının yok denecek kadar azaldığı dikkat çekmektedir. Hastaların alternatif tedavi tercihlerinde ise masaj, kannabiss ve diğer tedavi seçeneklerine devam edilse de azaldığı; akupunktur, karyopraksi ve hipnoz tercihinin oldukça fazla azaldığı, magnetoterapiden vazgeçildiği görülmektedir.

Kas aktivasyon stratejilerinin ağrıya etkisinin incelendiği bir çalışmada vakalardan birinci gruba 2 dakika maksimum hızda kol ergometresi çalıştırılmış, sonrasında biceps brachii kasına hipertonik (ağrılı) solüsyon enjekte edilmiş, ikinci gruba biceps brachii ve triceps brachii kasının ikisine birden hipotonik solüsyon enjekte edilmiş, üçüncü gruba ise biceps brachii kasına izotonik (ağrısız) solüsyon enjekte edilmiştir. Egzersiz sonrası üst trapez, biceps, triceps ve brachioradialis kaslarının elektromyografi (EMG) aktivitelerine bakıldığında, özellikle sinerjik çalışan kaslarda ağrı mevcudiyetinin kaslarda motor kontrol stratejilerini ve motor ünite aktivasyonunun etkilendiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ağrının hastalarda kas kontrolünün bozulmasına, spazm oluşumuna ve mevcut ağrının kısır bir döngüye girmesine sebebiyet vereceğini göstermektedir.

Subskapularis kasındaki spastisitenin azaltılmasıyla hemiplejik omuz ağrısının tedavisini anlatan bir çalışmada, subskapularis kasına uygulanan botulinium toksin enjeksiyonu sonrası spastisitenin ve sapastisiteye bağlı ağrının geçici bir süre inhibe edildiği belirtilmiştir.

Ağrılı hemiplejik omuzda nöromuskuler bantlamanın etkisini inceleyen bir çalışmada bir gruba 4 hafta boyunca 45 dakikalık standart fizyoterapi programı, diğer gruba da standart fizyoterapiye ek olarak nöromuskuler bantlama uygulanmıştır. Bir ayın sonunda yapılan değerlendirmede nöromuskuler bantlamanın eklendiği grupta diğer gruba göre ağrıda daha fazla azalma eklem hareket açıklığında da daha fazla artış tespit edilmiştir.

Tip I ve tip II kompleks bölgesel ağrı sendromu (CRPS) olan hastalarda fizyoterapinin ağrı ve disabilite üzerine etkilerini inceleyen bir sistematik derlemede çeşitli fizyoterapi metodları incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre: Relaksasyon egzersizleri, konnektif doku masajı, TENS ve egzersizin kısa dönem etkili kanıt düzeyi düşük olduğu; aşamalı motor imgeleme eğitiminin kanıt düzeyi çok düşük, medikal tedaviyle birlikte etkili olabileceği; ayna tedavisinin kanıt düzeyi düşük ağrı ve fonksiyon üzerine etkisi olabileceği; sanal gerçekliğin kanıt düzeyi çok düşük ağrı üzerine etkisi olmadığı; taktil diskriminasyon eğitiminin kanıt düzeyi düşük etkisiz olduğu; stellar

gangliona ultrason uygulamasının etkisiz olduğu; stellar gangliona tens ve ultrason uygulamasının etkisiz olduğu; elektromanyetik alan tedavisinin pleseboya karşı üstünlüğü olmadığı ve etkisiz olduğu; lazer ve enterferansiyel akımın etkisiz olduğu; CO2 banyosunun kanıt düzeyinin düşük olduğu ve ağrıyı arttıracağı; elektroakupuktur ve masajın kanıt düzeyinin çok düşük olduğu minimal ağrı üzerine etkisinden söz edilebileceği, belirtilmiştir. Aşamalı motor imgeleme eğitimi ve ayna terapisiyle ilgili çalışmalarda en uygun verilere ulaşılabildiği ve çalışmalarda bu tedavi metodlarının tip I kompleks bölgesel ağrı sendromu olan hastalarda düşük kanıt seviyesiyle ağrıyı azalttığı belirtilmektedir. CRPS tip I ve II ağrı tedavisinde multimodal fizyoterapi, elektroterapi ve manuel lenfatik drenajla ilgili çalışmalardaki kanıt düzeyi yetersiz bulunmuştur. Araştırmacılar kombine fizyoterapi programlarının etkili olabileceği ancak CRPS ve fizyoterapi ile ilgili kanıt düzeyi yüksek çalışmalara ihtiyaç duyulduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kronik hemiplejik hastalarda omuz ağrısı için uygulanan terapatik yaklaşımların incelendiği bir araştırmada subskapularis ve pektoralis majör kaslarına yapılan botulinium toksin A'nın, ekleme ve subakromial aralığa yapılan kortikostreoid enjeksiyonun hastalarda 6 aylık periyodda omuz ağrısını azalttığı, elektrik stimülasyonu ve manuel terapinin yine omuz ağrısını azalttığı ancak tüm bu araştırmaların kanıt düzeyinin düşük olduğu açıklanmaktadır.

Bir başka çalışmada stroke sonrası ağrılı omuz el sendromuna sahip hastalarda lazer tedavisin etkinliği araştırılmıştır. Olgular lazer tedavisi uygulanan ve elektroterapi uygulanan olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Her iki grupta da fizyoterapi ve masaj uygulaması standart olarak kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre lazer tedavisinin uygulandığı grupta ağrının azaltılmasında, ödem kontrolünde, disabilitenin azalması ve bağımsızlık düzeyinin artmasında istatistiksel olarak daha iyi sonuçlar alınmıştır.

Fibromyaljide egzersizin ağrının santral sinir sistemi modülasyonunu kuvvetlendirdiğini belirten bir araştırmada, fibrolyaljili hastalarda egzersizin ağrıya etkisinin beyin cevapları değerlendirilmiştir. Nöral görüntüleme verileri egzersiz ve istirahat sırasında kaydedilmiştir. Alınan sonuçlarda fibromyalji hastalarında egzersizle birlikte beyindeki ağrı inhibisyon alanlarının uyarıldığı, bunun da hastalarda ağrı duyarlılığını azalttığı belirtilmiştir.

Yine fibromyalji hastalarında ağrı ve fonksiyonel kapasitenin incelendiği bir başka çalışmada gruplardan birine 12 hafta boyunca haftada 3 kez günde 50 dakika yüzme, diğer gruba da aynı şartlarda yürüme programı verilmiştir. Sonuçlarda her iki grupta da ağrı azalmasında, fonksiyonel kapasite, aerobik kapasite ve günlük yaşam aktivite sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak her iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bize fibromyaljili hastalara yüzme veya yürüme aktivitelerinin birbiri yerine kullanılabileceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

1. Başarır M.Özek M. Spastisite ve Tedavisi. Türk Nöroşirurji Dergisi. 2013;23(2):158-173.
2. Beard S, Hunn A, Wight J. Treatments for spasticity and pain in multiple sclerosis: a systematic review. Health Technology Assessment. 2003;7(40).
3. Burchiel K. Hsu F. Pain and Spasticity After Spinal Cord Injury. Spine. 2001;26(Supplement):S146-S160.
4. Cardenas DJensen M. Treatments for Chronic Pain in Persons With Spinal Cord Injury: A Survey Study. The Journal of Spinal Cord Medicine. 2006;29(2):109-117.
5. Ellingson L, Stegner A, Schwabacher I, Koltyn K, Cook D. Exercise Strengthens Central Nervous System Modulation of Pain in Fibromyalgia. Brain Sciences. 2016;6(1):8.
6. Ervilha U, Farina D, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Experimental muscle pain changes motor control strategies in dynamic contractions. Experimental Brain Research. 2005;164(2):215-224.
7. Ervilha U, Farina D, Arendt-Nielsen L, Graven-Nielsen T. Experimental muscle pain changes motor control strategies in dynamic contractions. Experimental Brain Research. 2005;164(2):215-224.
8. Fernandes G, Jennings F, Nery Cabral M, Pirozzi Buosi A, Natour J. Swimming Improves Pain and Functional Capacity of Patients With Fibromyalgia: A Randomized Controlled Trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2016;97(8):1269-1275.
9. Karabegovi A, Kapidzi -Durakovi S, Ljuca F. Laser therapy of painful shoulder and shoulder-hand syndrome in treatment of patients after the stroke. Bosn J Basic Med Sci. 2009;9(1):59-65.
10. Kızıltan G. Parkinson Hastalığının Harekete İlişkin Belirti ve Bulguları. Türkiye Klinikleri Nöroloji Özel Dergisi. 2008;1(4):23-30.
11. Mense SGerwin R. Muscle pain. Berlin: Springer; 2010.
12. Pervane Vural S, Nakipoglu Yuzer G, Sezgin Ozcan D, Demir Ozbudak S, Ozgirgin N. Effects of Mirror Therapy in Stroke Patients With Complex Regional Pain Syndrome Type 1: A Randomized Controlled Study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2016;97(4):575-581.
13. Pillastrini P, Rocchi G, Deserri D, Foschi P, Mardegan M, Naldi M et al. Effectiveness of neuromuscular taping on painful hemiplegic shoulder: a randomised clinical trial. Disability and Rehabilitation. 2015;38(16):1603-1609.
14. Shelton G. Muscle pain, cramps and hypertonicity. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice. 2004;34(6):1483-1496.
15. Simons GMense S. Understanding and measurement of muscle tone as related to clinical muscle pain. Pain. 1998;75(1):1-17.
16. Smart K. Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II. Cochrane Database SystRev. 2016;24(2).
17. Vados L, Ferreira A, Zhao S, Vercelino R, Wang S. Effectiveness of acupuncture combined with rehabilitation for treatment of acute or subacute stroke: a systematic review. Acupunct Med. 2015;33(3):180-187.
18. Viana R. Evidence for Therapeutic Interventions for Hemiplegic Shoulder Pain During the Chronic Stage of Stroke: A Review. Top Stroke Rehabil. 2012;19(6):514-522.
19. Wissel J, Müller J, Dressnandt J, Heinen F, Naumann M, Topka H et al. Management of Spasticity Associated Pain with Botulinum Toxin A. Journal of Pain and Symptom Management. 2000;20(1):44-49.
20. Yelnik A, Colle F, Bonan I, Vicaut E. Treatment of shoulder pain in spastic hemiplegia by reducing spasticity of the subscapular muscle: a randomised, double blind, placebo controlled study of botulinum toxin A. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2007;78(8):845-848.

Kas Tonusu ve Üst Ekstremite Fonksiyonları İle İlişkisi

8

Doç. Dr. Özge ERTEKİN, Uzm. Fzt. Asiye Tuba ÖZDOĞAR

GİRİŞ

Üst ekstremite beslenme, giyinme ve ev işleri gibi temel günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde önemli role sahiptir. Ayrıca emekleme, yürüme, dengenin korunması gibi kaba motor fonksiyonlarda da üst ekstremite önem taşımaktadır. Bu nedenle fizyoterapist hem ince hem de kaba motor hareketlerin iç içe geçtiği üst ekstremite fonksiyonunu geliştirmek amacıyla kullanılacağı fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını kompleks ve ayrıntılı bir şekilde dizayn etmelidir.

Üst ekstremite spastisitesi birkaç farklı durumdan kaynaklanabilir. Klinik olarak spastisitenin tedavisi konusunda önemli miktarda araştırma yapılmış olmasına rağmen, spastisitenin insidansı ve prevalansı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Mevcut araştırmalar serebrovasküler olay, travmatik beyin yaralanması, multipl skleroz, omurilik yaralanması ve serebral palsili hastalarda yüksek oranlarda spastisite olduğunu göstermektedir. Bu durum spastisitenin klinik sonuçlarının yadsınamaz boyutlarda olduğuna dikkat çekmektedir.

Üst ekstremite motor fonksiyonlarının düzeyi ile hipertonus arasında bir ilişki var mıdır? Eğer varsa bu ilişki üst ekstremite fonksiyonlarının öngürücüsü olarak ele alınıp analiz edilebilir mi? Bu sorunun cevabını araştıran yayınlarda artmış kas tonusu varlığının, nörolojik hastalıklarda motor kontrolü ve motor öğrenmeyi olumsuz yönde etkilediği ortaya koyulmuştur. Motor kontrolü artırmaya yönelik rehabilitasyon yaklaşımları, özellikle motor etkilenimle birlikte spastisitesi de olan bireyler için zorlayıcı bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Spastisite, koordineli hareketin etkin biçimde uygulanmasını sınırlayabilir ve fonksiyonel iyileşme ve rehabilitasyonu engelleyebilir. Esas olarak spastisite olmadığında daha eksiksiz bir motor fonksiyon restorasyonu elde

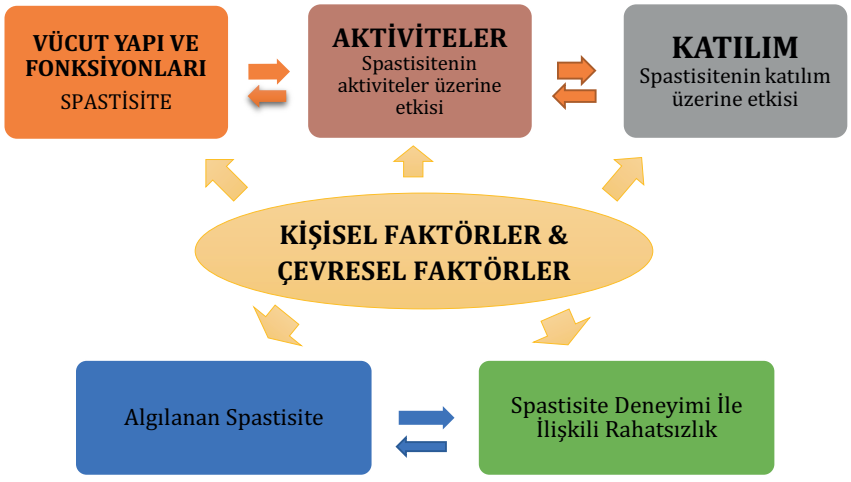
edilir. Güncel literatürde rehabilitasyon yaklaşımları sonucunda spastisitede iyileşme ile ilişkili olabilecek beyin bölgelerinin tanımlamış olması, bu kortikal bölgelerin spastisitenin azaltılmasındaki rolünü açıklamada ve buna ek olarak rehabilitasyon sonuçlarını iyileştirecek yeni müdahalelerin geliştirilmesinde bizlere yol gösterici olabilir.

KAS TONUSU VE ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI İLE İLİŞKİSİ

GİRİŞ

Üst ekstremite beslenme, giyinme ve ev işleri gibi temel günlük yaşam aktivitelerinin (GYA) gerçekleştirilmesinde önemli role sahiptir. Ayrıca emekleme, yürüme, dengenin korunması gibi kaba motor fonksiyonlarda da üst ekstremite önem taşımaktadır. Bu nedenle fizyoterapist hem ince hem de kaba motor hareketlerin iç içe geçtiği üst ekstremite fonksiyonunu geliştirmek amacıyla kullanılacağı fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını kompleks ve ayrıntılı bir şekilde dizayn etmelidir.

Üst ekstremite fonksiyonları ICF (İşlevsellik, Yeti yitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması) çerçevesinde incelendiğinde, örneğin objelerin taşınmasının aktivite ve katılım komponenti içinde mobilitenin alt bileşeni olarak yer aldığı görülürken, ev işleri gibi bakım gerektiren üst ekstremite fonksiyonlarının aktivite ve katılımın kendine bakım ve ev yaşamı alt bileşeninde yer aldığı görülür. ICF'e göre fonksiyonel üst ekstremite aktivitelerinin birçoğu vücut yapısı ve işlevleri bileşeninde istemli hareketin kontrolünün bir parçası olarak tanımlanır (Şekil 8.1).



Şekil 8.1. ICF çerçevesinde spastisite.

ÜST EKSTREMİTE YAPI VE FONKSİYONLARI

Üst ekstremite, üst gövdenin işlevsel bir birimidir. Üst kol, önkol ve el olmak üzere üç bölümden oluşur. Omuz ekleminden parmaklara kadar uzanır ve 30 kemik içerir. Ayrıca birçok sinir, kan damarı (arter ve ven) ve kaslardan oluşur. Kolun sinirleri, insan vücudunun iki ana sinir pleksusundan biri olan brakiyal pleksustan beslenir.

Üst ekstremite omuz ekleminden başlar. Bu eklem, genel olarak top soket tip eklem olarak adlandırılır. Vücudun diğer top ve soket eklemi olan kalça ekleminin aksine, soket çok daha sığdır. Bu, eklemde hareketin daha az kısıtlanmasına, ancak stabilitenin zayıf olmasına neden olur. Dirsek eklemi birçok kişi tarafından menteşe eklemi olarak adlandırılır. Bu kısmen doğrudur, ancak dirsek eklemindeki önkolun pronasyon ve supinasyon yeteneğini açıklamaz. Radius başı ve ulna üzerindeki radial çentik eklemleri bu harekete izin verir. Bu, bir eklem yüzünün, diğer eklem yüzü içinde hareket etmesine izin vererek «pivot" eklem olarak adlandırılan yapıyı oluşturur. El bileği eklemi elipsoidal veya kondiloid eklemi olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca, aynı sıradaki karpal kemikler arasındaki eklemlere interkarpal, üst ve alt sıra karpal kemik grupları arasındaki ekleme de mediokarpal eklem denir. Sinovyal eklem olsalar bile fazla harekete izin vermezler. İnterfalangeal eklemler, temel menteşe eklemleridir.

GYA, insan yaşamının bir parçası olan öz bakım, üretkenlik ve boş zaman alanlarında amaçlanan aktiviteler olarak tanımlanmıştır. Bu GYA'ler temel görevlere ayrılır; yemek, içmek veya banyo yapmak gibi kişisel bakımdan ve bireyin bağımsız olarak bir toplulukta yemek hazırlaması, alışveriş yapması veya başkalarına bakması gibi enstrümental görevi görevleri yerine getirmesini sağlayan faaliyetlerden oluşur.

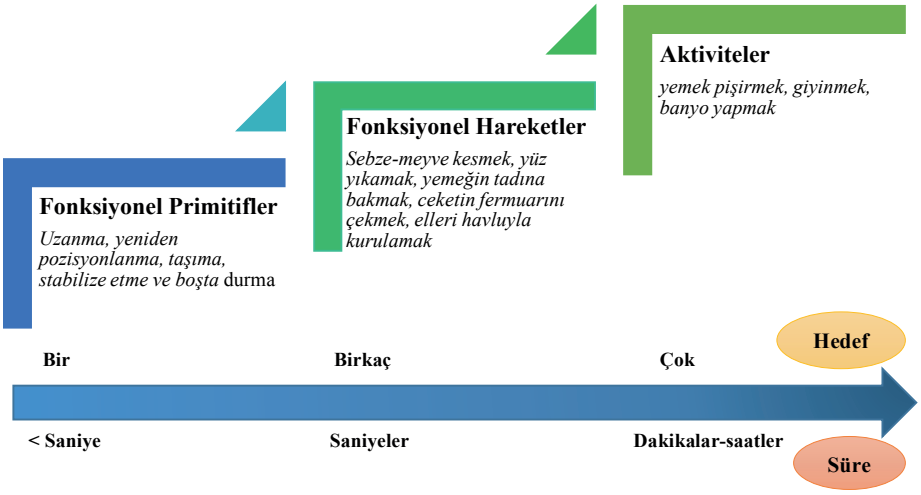
Genellikle günlük yaşamlarına etki eden üst ve alt ekstremitelerin fonksiyonelliğinde yeti yitimleri ve limitasyonlar yaşarlar. Kas tonusunda meydana gelen bozukluklar da üst ekstemite fonksiyonlarını ve dolayısıyla bireyin GYA'ne katılımını etkileyebilecek sonuçları beraberinde getirmektedir. Kas tonusunun üst ekstremite fonksiyonlarına etkisini ele almadan önce üst ekstremitenin motor kontrolünü ve fonksiyonlarını incelemek, kas tonusunun etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır (Tablo 8.1).

Tablo 8.1. Üst ekstremitenin fonksiyonları	
Yakalama ve Kavrama	• Elin açılması • Parmakların obje etrafında kapanması • Kavrama kuvvetinin ayarlanması
Beslenme	• Yiyeceğin kavranması, hazırlanması ve dirsek fleksiyonu ve ön-kol supinasyonu ile beraber ağza götürülmesi
Vücut Bakımı	• Yıkanma, kurulanma, giyinme, diş fırçalama, el-ayak bakımı, tu-valet kağıdını kullanma, menstürel bakım
Bilgi Sağlama	• Palpasyon yoluyla cismin yoğunluk ve niteliği, manipulasyon yo-luyla objenin ağırlığı ve hacmi hakkında bilgi edinilir. • Kavrama yoluyla üç boyutlu ilişkilendirme sağlayarak görmenin eğitimine katkıda bulunulur.
Konuşma ve İletişim	• Telekomünikasyon araçlarının kullanımı • Ellerle yapılan jestler
Ev İçi ve Mesleki Aktiviteler	• Yemek yapma, yaşam alanını temizleme ve düzenleme, ev alet-leri kullanımı, bitki ve hayvan bakımı • Zanaatkarlar, heykeltıraşlık, müzisyenlik, ressamlık, cerrahlık
Kaba Motor Fonksiyonlara Destek	• Emeklemede, yüzmede, tırmanmada • Yürümede kol salınımları, denge ve gövde rotasyonuna katkı • Düşme esnasında vücudun korunması

Fonksiyonel üst ekstremite hareketi, insanların GYA'lerini gerçekleştirmelerini sağlar. Halen, bu tür hareketleri ya da fonksiyonel primitifler olarak adlandırılan temel yapı taşlarını sistematik olarak tanımlayacak evrensel bir dil bulunmamaktadır.

Fonksiyonel üst ekstremite hareketleri, bireyin çevreye uygun bir biçimde katılımını sağlar ve rehabilitasyon eğitiminin odak noktasıdır. Fonksiyonel hareketler çeşitlilik gösterse de, günlük yaşamda karşılaşılan birçok nesne ve hedef göz önüne alındığında, fonksiyonel primitif denilen sınırlı bir yapı-blok hareketi dizisinden oluşur. Fonksiyonel primitifleri *kelimeler* gibi düşünürsek birbirine bağlanıp fonksiyonel hareketleri diğer bir deyişle *cümleleri*, fonksiyonel hareketler de birbirlerine bağlanarak aktiviteyi *-paragrafları-* oluşturmaktadırlar.

Schambra ve ark.'ları GYA'leri sırasında meydana gelen fonksiyonel üst ekstremite hareketlerini tanımlamak ve sınıflandırmak için bir taksonomi oluşturmuşlardır (Şekil 8.2). Fenotip ve amaçlarına göre beş fonksiyonel primitif bellirlemişlerdir: uzanma, yeniden pozisyonlandırma, taşıma, stabilize etme ve boşta durma. Bu fonksiyonel primitifleri kısaca şöyle tanımlayabiliriz:



Şekil 8.2. Fonksiyonel Hareket Hiyerarşisi.

Uzanma: Amaç bir hedef nesneyle temas kurmaktır. Hareket açığa çıkar. Sonunda nesne teması kavrama veya dokunma ile sonuçlanabilir.

Yeniden Pozisyonlama: Amaç, hedef nesnenin yakınlığına taşınmaktır. Hareket açığa çıkar. Nesne teması gerçekleşmez. Üst ekstremite, hedef nesneden uzağa veya başka bir yerden hedef nesneye doğru ilerliyor olabilir. Hedef nesneden uzağa ve vücuda doğru, bazen "geri çekilme" olarak adlandırılan hareket, yeniden pozisyonlandırmanın alt türü olarak kabul edilir.

Taşıma: Amaç, bir hedef nesneyi uzayda taşımaktır. Hareket açığa çıkar. Hareket boyunca bir hedef nesneyi kavrayabilir veya dokunabilirsiniz. Bir yüzeyi süpürme veya pürüzsüzleştirme veya bir cihaz ekranını kaydırma gibi büyük ölçüde sabit görünen nesnelerin hareketini içerir. Bu durumlarda, nesne yüzeyindeki elemanlar (örneğin, epidermis, toz, sanal arayüz), uzayda taşınan hedef nesnelerdir.

Stabilize Etme: Amaç, hedef nesneyi sabit tutmaktır, böylece üst ekstremitenin yer değiştirmesi nesne hareketine neden olur. Az miktarda hareket açığa çıkar. Minimum hareket boyunca bir hedef nesneyi kavramak vardır.

Boşta Durma: Amaç, genellikle karşı üst ekstremitenin hareket yolundan çıkmak üzere hedef nesnenin yakınında hazır durmaktır. Az miktarda hareket açığa çıkar. Bize göre, üst ekstremitenin etkinliğe katılmaya hazır olması, kırmızı ışıkta boşta duran bir otomobili andırıyordu – sarı ışığa döndüğünde hareketlenmeye hazır ama hareketsiz durumunu korumaya devam etmektedir. Üst ekstremite, bir yüzey üzerinde vücudun bir tarafında bulunur veya sabit bir biçimde uzak durur. Hedef nesnenin kavraması yoktur, ancak hedef olmayan nesnelerin teması mevcut olabilir (Tablo 8.2).

Tablo 8.2: Fonksiyonel primitifler ve özellikleri

PRİMİTİF	AMAÇ	HAREKET VARLIĞI	OBJE İLE TEMAS TİPİ	PRİMİTİF BAŞLANGIÇ	PRİMİTİF SONLANIM
UZANMA	Hedef nesne ile temasa geçmek için	Hareket var	Sonunda kavrama veya dokunma	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında	Nesne teması tamamlandığında
YENİDEN POZİSYONLAMA	Hedef nesnenin yakınına gelmek için	Hareket var	Kavrama veya dokunma yok	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında	Üst ekstremite durağan hale geldiğinde
TAŞIMA	Hedef nesneyi taşımak için	Hareket var	Hareket boyunca kavrama	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında	Kavrama serbest bırakıldığında veya yeni hareket yönü hedef nesne ile başladığında
STABİLİZE ETME	Hedef nesneyi sabit tutmak için	Minimal hareket	Hareket boyunca kavrama	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında	Kavrama serbest bırakıldığında veya hareket hedef nesneyle başladığında
BOŞTA DURMA	Hedef nesnenin yanında hazır durmak için	Minimal hareket	Kavrama veya dokunma yok	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında	Üst ekstremite hareket etmeye başladığında veya hedef nesne elinize alındığında

ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI VE SPASTİSİTE

Spastisitenin Epidemiyolojisi

Üst ekstremite spastisitesi birkaç farklı durumdan kaynaklanabilir. Klinik olarak spastisitenin tedavisi konusunda önemli miktarda araştırma yapılmış olmasına rağmen, spastisitenin insidansı ve prevalansı ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmaların çoğu hasta anketlerine dayanmaktadır. Ek olarak, klinik değerlendirme ve tanı yöntemlerindeki farklılıklar da spastisitenin prevalansını belirlemeyi zorlaştırmaktadır. Bu limitasyonlara rağmen, mevcut araştırmalar serebrovasküler olay geçiren hastaların % 17 ile %38'inde, travmatik beyin yaralanması olan hastaların %34'ünde, multipl skle-

rozlu hastaların %67'sinde, omurilik yaralanması olan hastaların % 68 ile 78'inde ve serebral palsili hastaların %85'inde spastisite olduğunu göstermektedir. Araştırmalar sonucunda ortaya çıkan bu yüksek oranlar, spastisitenin klinik sonuçlarının yadsınamaz boyutlarda olduğunu dikkat çekmektedir.

Üst Ekstremite Spastisitesinin Sebepleri

Serebrovasküler Olay (örn; inme)

İnme, kan akışında akut bir azalmaya ve bunun sonucunda ortaya çıkan beyin hipoksisine sekonder olarak ortaya çıkan ani nörolojik defisitlerdir. Dünya çapında önemli bir morbidite ve mortalite nedenidir ve iskemik kalp hastalığından sonra ikinci önde gelen ölüm nedenidir. Spastisite, inme sonrası hastaların %38'ini etkiler. Son zamanlarda yapılan çalışmalar alt ve üst ekstremite spastisitesi prevalansı arasında fark olmadığını göstermektedir. Üst ekstremite kaslarında şiddetli spastisite (Modifiye Ashworth Skalası≥3) daha sık görülmektedir.

Beyin perfüzyonundaki akut azalmaya iki farklı mekanizma neden olabilir: kan damarlarının tıkanması (iskemik inme) ve kan damarının yırtılması (hemorajik inme). Hemorajik inmeler çok daha az görülür ve hipertansiyon, anevrizma rüptürü, arteriyovenöz malformasyon, antikoagülanlar veya tümör kanamasından kaynaklanabilir. İnme geçiren hastalarda ortaya çıkan nörolojik bozukluklar, etkilenen beyin alanına bağlıdır.

- Orta serebral arterin tıkanmasına sekonder gelişen iskemik yaralanmalar kontralateral hemipleji ile sonuçlanacaktır. Üst ekstremiteler alt ekstremitelerden daha fazla etkilenecektir. Bu lezyon üst ekstremite hemiplejinin klasik klinik tablosu, fasiyal paralizi ve konuşma güçlükleri ile sonuçlanır.
- Anterior serebral arterin tıkanmasına sekonder gelişen iskemik yaralanmalar, alt ekstremitede kontralateral motor defisitelere neden olur, kontralateral üst ekstremite üzerinde hiç veya çok az etkisi vardır.
- Posterior serebral arterde gelişen merkezi bir lezyon kontralateral hemiplejiye neden olabilir.
- Bazal ganglionların tıkanması kontralateral hemiparezi ile sonuçlanır.

İnme sonrası üst ekstremite de sık görülen yeti yitimleri şunları içerir: parezi, anormal kas tonusu ve / veya somatosensoriyel değişiklikler.

Bu yeti yitimleri, primer motor korteksin, primer somatosensoriyel korteksin, sekonder sensorimotor kortikal bölgelerin, subkortikal yapıların ve / veya kortikospinal yolların direkt hasarı sonucu oluşur. Değerlendirme, her bir yeti yitiminin varlığını ve ciddiyetini ve yeti yitiminin hareket ve işlev kaybına nasıl katkıda bulunduğunu belirlenmesinde önemlidir.

Yeti yitiminin sistematik, rutin ölçümleri klinik karar vermede kritik öneme sahiptir.

Parezi

İnme sonrası en çok görülen yeti yitimi parezidir. Parezi, motor ünitelerin isteğe bağlı olarak harekete geçme yeteneğinin azalmasıdır ve kortikospinal sistemde (primer motor korteks, ekstrapiramidal kortikal motor alanlar, kortikospinal kanal) oluşan hasar nedeniyle meydana gelir. Motor ünitelerinin zayıf veya mevcut olmayan kontrolü, kasların ve kas setlerinin zamanında, koordineli bir şekilde veya yeterli güçle çalıştırılamayacağı anlamına gelir. Klinik olarak, parezi zayıflık olarak görünür ve nörolojik hasarı olmayan bireylere kıyasla daha yavaş, daha az doğru ve daha az verimli hareketlerle sonuçlanır. İnme, vücudun bir tarafında, beyin lezyonunun kontralateralinde, pareziye neden olur (örn; hemiparezi). Hafif parezili kişiler normal ya da normale yakın gibi görünen hareketlere sahipken, şiddetli pareziler veya pleji olanlar hiç hareket edemeyebilir. Yaygın algının aksine, parezinin ciddiyetinin üst ekstremitenin tüm segmentleri arasında benzer olduğu ve distal bölümlerde proksimal bölümlere göre etkilenimin daha fazla olmadığı gösterilmiştir.

Anormal Kas Tonusu

Kas tonusu, kasın pasif uzama veya gerime karşı direncidir. Sağlıklı bireylerde görülen çok çeşitli normal kas tonusu vardır. Anormal kas tonusu genellikle iki ana kategoriye ayrılır: hipotonus ve hipertonus. Hipotonus, nöronal iletim döngüsünün azalması veya hiç olmamasından kaynaklanan kasta tonus azalmasıdır. Genellikle inme sonrası akut dönemde kortikospinal nöronların zarar görmesi sonucu, pasif harekete azalmış direnç ve germe refleks cevabının azalması veya olmaması söz konusudur. Spastisite veya hiperrefleksi olarak da adlandırılan hipertonus, kortikospinal yolun zarar görmesi sonucu spinal kordda inhibisyon kaybından kaynaklanan kas tonusunda artış anlamına gelir. Klinik olarak, hipertonus pasif harekete karşı artmış direnç (spastisite = hıza bağlı direnç) ve artmış germe refleksi tepkisi olarak görülebilir. Bu durumda, ekstremitenin hareketi daha zor ve hareket aralığı sınırlı olabilir. Tipik olarak inmeden sonra ilk önce hipotonus görülür ve ilk birkaç hafta ve aylarda hipertonus gelişir. Akut inme başlangıçta flask paralizi olarak ortaya çıkmasına rağmen, daha sonra sinerjik hareket paternleri gelişir. Bu paternler başlangıçta genelleştirilir; motor kontrol geri kazanımı devam ettikçe, izole edilmiş hareket kalıpları etkilenen ekstremiteye geri döner. Motor kontrolü geri döndüğünde, spastik hipertoni azalır, ancak spastisite, motor iyileşme tamamlanmadığında problem olarak kalabilir. İnmenin başlangıcında şiddetli parezi ve hipoestezi bulgularının olması spastisite gelişiminin belirleyicilerindendir. İnme sonrası kalıcı spastisitenin gelişimi için diğer risk faktörleri de belirlenmiştir: 1) etkilenmiş ekstremitede herhangi bir parezi; 2) birinci hafta ile karşılaştırıldığında 16.

haftada daha şiddetli parezi; 3) inme sonrası 6 hafta içinde en az bir eklemde Modifiye Ashworth Skalası ≥ 2; 4) ikiden fazla eklemde artmış kas tonusu; 5) inme sonrası 6 hafta içinde kontralateral ekstremitede spastisite ve 6) düşük Barthel İndeksi.

Üst ekstremite paralizisi olan inmeli bireylerde, hastaların %66'sında etkilenen üst ekstremite hastalık başladıktan 6 ay sonra bile işlevsiz kalabilir. İnme başlangıcından sonra ortaya çıkan uygunsuz motor ünite aktivasyonu motor nöronunun ateşlenme hızını azaltır ve kas tonusunun artması ciddi paraliziye neden olabilir. Üst ekstremitenin sınırlı motor fonksiyonu, öğrenilmiş kullanılmama ve kontraktür, zaman içerisinde kasların mekanik ve biyomekanik özelliklerinde değişikliklere neden olabilir. Kas iğciğinin nükleer zincir fibrilleri kas hızındaki değişimlerden, hıza bağımlı hareketten ve gerilim seviyesini daha da arttırmak için hızlı bir pasif germe sırasındaki hipereksitabiliteden sorumludur. Buna karşılık, kas kasılmasını yumuşatan ve aşırı kas tonusunu ayarlayan tendon fonksiyonunu normal biçimde yerine getiremez. Artmış kas tonusu, anormal motor kontrolün neden olduğu kaba hareket paternini etkileyebilir. Ek olarak, artmış kas tonusu, üst ekstremite motor fonksiyonunun limitasyonu, günlük yaşam aktivitelerinde azalma ve hastanede kalış süresinin uzaması ile anlamlı şekilde ilişkilidir.

Somatosensöryel Duyunun Kaybı

İnme, çıkan somatosensöryel yolaklarına ve / veya somatosensöryel kortikal bölgelere zarar verirse, bireyler somatosensöryel duyuda azalma veya kayıp yaşayacaklardır. Bu kaybın en önemli sonucu, bireyin sinir sistemi hareketi izlemek ve düzeltmek için daha az yeteneğe sahip olmasıdır. Duyusal korteks de yaygın olarak etkilendiğinden, hastalar etkilenen ekstremitenin uzayda algılanmasında (propriyosepsiyon) ve farkındalığında ek eksikliklere sahip olabilir. İnme nedeniyle oluşan somatosensöryel kaybın klinik durumu geneldir ve genellikle vücudun tüm tarafını etkiler. Somatosensöryel modalitelerin (hafif dokunma, eklem pozisyon duyusu, vibrasyon vb.) yeti yitimini değerlendirmek için var olan çok sayıda yeti yitimi temelli ölçüm yöntemleri vardır. İş uğraşı terapistleri ve fizyoterapistler tarafından en sık test edilen yöntem hafif dokunmadır. İnme sonrası somatosensöryel modalitelerden birinde (hafif dokunma gibi), kaybı olan bireylerde tipik olarak diğer modalitelerde de (propriyosepsiyon gibi) somatosensöryel kayıp vardır. Bu nedenle, inme sonrası bireylerde etkilenen ekstremite üzerinde yalnızca bir veya iki noktada hafif dokunma gibi bir somatosensöryel modalitenin hızlıca değerlendirilmesi uygun olacaktır.

Travmatik Beyin Yaralanması

Travmatik Beyin Yaralanması (TBY), Amerika Birleşik Devletleri'nde önemli bir mortalite ve dizabilite nedenidir. Yalnızca 2013 yılında, ABD'de 2,8 milyon TBY ile ilgili acil servise başvurma, hastaneye yatış ve mortalite meydana gelmiştir. TBY'lerin yak-

laşık %80'inde daha az karmaşık klinik tablo ve sınırlı tıbbi tedavi ihtiyacı görülür ve bu durum hafif TBY olarak kabul edilir. Hafif yaralanmalarda önemli motor bulgular görülmese de uzun vadede komplikasyonlar ortaya çıkabilir. TBY'lerin kalan %20'si orta ve şiddetli olarak ayrılmıştır; bu alt tipler paralizi ve spastisite ile daha sık ilişkilidir. Prevelansa yönelik sınırlı veri olsa da yapılan çalışmalar spastisitenin orta ve şiddetli TBY'lı hastaların %34 ila % 84'ünü etkilediğini göstermektedir.

Üst ekstremite spastisitesinin diğer nedenlerinde olduğu gibi, motor tutulum yaralanmanın konumuna bağlıdır. Künt travmaya bağlı lokalize, tek taraflı yaralanmalar fokal spastisite paternleri (örneğin, monopleji / hemipleji) ile ortaya çıkarken, yaygın aksonal yaralanmalar ve hipoksik / anoksik beyin yaralanmaları genellikle daha genel spastisite paternleri (örn., quadripleji) ile ortaya çıkar.

Multipl Skleroz

Multipl skleroz (MS), genellikle ciddi yeti yitimi ve dizabiliteye yol açan merkezi sinir sistemi hastalığıdır. Mevcut kanıtlar, nedeni bilinmemesine rağmen, MS'in inflamatuar bir hastalık olduğunu göstermektedir. Genetik yatkınlığın ve çevresel faktörlerin bir kombinasyonu olduğu düşünülmektedir. MS, santral sinir sistemi boyunca demiyelinizasyon ile karakterizedir. MS'te yaygın demiyelinizasyon görülmemekle birlikte plaklar optik sinirler, periventriküler beyaz madde, beyin sapı, serebellum ve servikal omuriliği tutma eğilimindedir.

MS semptomları çok sayıda ve çeşitlidir ve güçsüzlük/spastisite, dizestezi, kısmen veya tamamen görme kaybı ve bilişsel defisitleri içerir. MS'in birçok alt tipi vardır:

- **Yineleyici MS (Relapsing Remitting-RRMS)**: En sık görülen tiptir (%85). Sıklığı ve şiddetti değişen tekrarlayan ataklar ve ataklar sonrasında tam veya tama yakın düzelmelerle karakterize MS tipidir. Ancak ataklar arasındaki dönemlerde stabil bir tablo görülmektedir
- **İkincil İlerleyici MS (Sekonder Progresif-SPMS):** SPMS, zamanla ilerleyen klinik kötüleşmenin izlediği en az bir atak ile karakterize MS tipidir. Genellikle RRMS başlangıcından 3 veya daha fazla yıl sonra görülür ve RRMS formunun %90'ı 25 yıldan sonra SPMS haline gelmektedir.
- **Birincil İlerleyici MS (Primer Progresif-PPMS):** PPMS, MS popülasyonunun yaklaşık %15'ini oluşturan bir formdur. Başlangıçtan itibaren yavaş yavaş ilerleyen bir yeti yitimi vardır ve klinik olarak hastaların çoğunda ilerleyici miyelopati veya ilerleyici serebellar disfonksiyon vardır
- **İlerleyici Yineleyici MS (Progressive-relapsing-PRMS):** MS'li hastaların yaklaşık %5'i bu alt tipte bulunur. Bu tip, MS'in en agresif şeklidir ve önemli dizabiliteye neden olan hızlı bir ilerleme görülür.

MS hastalarının yaklaşık %67'sinde spastisite görülür, bunun %38'i klinik olarak anlamlı "problemli spastisite"den etkilenir. Ayrıca, İngiltere'deki 100 MS'li bireyin dahil edildiği bir çalışmada, yaygın olarak kullanılan Modifiye Ashworth Ölçeği ile değerlendirildiğinde katılımcıların % 50'sinde üst ekstremite spastisitesi olduğu bulunmuştur.

Hastaların küçük bir yüzdesi progresif bir MS tipine sahip olacağından, tüm hastaların hareket açıklığı, tonus ve nörolojik durumun takip edilmesi önemlidir.

Spinal Kord Yaralanması

En sık görülen formu inkomplet tetraplejidir (%45,8). Ardından kısmi parapleji (%20, 9), komplet parapleji (% 19,7) ve tam tetraplejiden (%13,2) görülmektedir. SKY'lerin en yaygın nedeni travmadır; ancak spinal tümörler, radyasyon tedavisi, enfeksiyonlar, enflamatuar hastalık (örn., transvers miyelit) ve vasküler hastalıklar da SKY'ye neden olabilir.

SKY'den sonra spastisite oldukça yaygın görülmektedir. McGuire ve ark., travmatik SKY'lardan sonra spastisitenin varlığının sırasıyla taburculuk ve takipte % 67 ve %78 oranında olduğunu bildirmişlerdir.

İlk yaralanmadan sonra, hipotoni ve kas gerilme reflekslerinin kaybına neden olan bir spinal şok dönemi vardır. Bu süreç günler ile haftalar arasında sürebilir ve tonus da aşamalı olarak artan bir geçiş durumu izlenir. Spastik durum yaralanmayı takip eden aylarda devam eder ve dengede kalır. SKY sonrası nörolojik iyileşme, yaralanma sonrası ilk 6 ila 12 ay boyunca daha belirgindir.

Yaralanma seviyesinin üstünden innerve olan kaslar normal güçtedir. Yaralanma seviyesinin altından inerve olan kaslar flask veya spastik olabilir. Spastisitenin varlığı doğrudan yaralanma seviyesine bağlıdır; daha yüksek seviyeli yaralanmaların (örn. servikal ve yüksek torasik SKY), düşük seviyeli yaralanmalarla (örneğin, alt torasik ve lomber seviye SKY) karşılaştırıldığında üst ekstremite spastisitesine neden olma olasılığı daha yüksektir. Ayrıca, üst ekstremitelerin paralizisi ve zayıf motor kontrolü, üst torasik ve servikal SKY'nın özellikleridir.

Travmatik SKY'ler, American Spinal Injury Association (ASIA) tarafından önerilen uluslararası standartlara göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- ASIA A (komplet): Sakral segmentlerde (S4-5) hiç motor ve duyu fonksiyonu korunmamış
- ASIA B (inkomplet): Nörolojik seviye altında ve sakral segmentlerde dahil duyu korunmuş, fakat motor fonksiyon korunmamış
- ASIA C (inkomplet): Nörolojik seviyenin altında motor fonksiyon korunmuş ve nörolojik seviyenin altındaki anahtar kasların yarısından fazlasının kuvveti 3 altında

- ASIA D (inkomplet): Motor fonksiyon nörolojik seviyenin altında korunmuş ve nörolojik seviyenin altındaki anahtar kasların en az yarısı 3'e eşit veya daha büyük bir kas derecesine sahiptir.

İnkomplet SKY hastaları (ASIA B ve C dereceleri), ASIA dereceleri A ve D olan hastalara göre spastisiteye sekonder olarak daha fazla zorluk çekmekte ve fonksiyonları kısıtlanmaktadır. SKY›lerde üst ekstremite spastisitesi, her zaman fonksiyonlarda zorluklara neden olmaz. Bazı hastalar spastisiteyi postürü, transferi ve günlük yaşam aktivitelerini fasilite etmek için kullanırlar.

Serebral Palsi

Fetal veya infant beyni gelişimi sırasında ortaya çıkan bir bozukluğun sebep olduğu, vücudun hareket ve postürünü olumsuz etkileyerek aktivitenin sınırlanmasına neden olan ilerleyici olmayan motor bozukluktur. Her 1000 canlı doğumda yaklaşık 1.5 ile 4 etkilenim görülür; çocukluk çağının en sık görülen motor dizabilitesidir. Düşük doğum ağırlığı, prematürite, perinatal asfiksi, teratojenler, SSS malformasyonu, yenidoğan enfeksiyonu ve metabolik bozukluklar dahil olmak üzere, çoklu risk faktörleri, serebral palsi (SP) gelişimi ile ilişkilidir. Çoğu vakada, SSS hasarı uterusta (~%75) oluşur. SP'li çocukların yaklaşık %80'inde spastisitenin temel nöromotor bozukluk olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, bilateral SP, spastisitesi olan tüm hastaların yaklaşık %70'ini oluşturur.

SP klinik olarak nöromotor bozukluğun tipine veya motor bozukluğunun anatomik dağılımına göre sınıflandırılır. Nöromotor bozukluğun tipine göre yapılan sınıflamada en yaygın görülen tip spastik tipken, ayrıca diskinetik, hipotonik, ataksik ve karışık formları vardır. Motor bozukluğun anatomik dağılımına göre yapılan sınıflamada hemiparetik (hemiplejik) SP'de etkilenim vücudun bir tarafındadır (hastaların %39'u) ve alt ekstremite ile karşılaştırıldığında genellikle üst ekstremitede daha kötü motor kontrol ve spastisite söz konusudur. Diparetik (diplejik) SP'de motor bozukluk bilateral alt ekstremitede görülür (hastaların % 38'i). Kuadriparetik (kuadriplejik) SP'de tüm vücut etkilenir (hastaların %23'ü). Triparetik (tripleji) CP'de 3 ekstremite etkilenir ve nadir görülür.

Üst Ekstremite Spastisitesinin Nadir Nedenleri

Spastisite, daha az yaygın olan diğer nöromüsküler hastalıkların bir parçası olarak da ortaya çıkabilir ve belirgin dizabiliteye yol açabilir.

Amiyotrofik lateral skleroz (ALS)

Amiyotrofik lateral skleroz (ALS), 100.000'de 4 ile 6 sıklıkta görülen nadir bir hastalıktır. Hem üst hem alt motor nöron hastalığıdır ve motor korteksi, beyin sapını

ve omuriliği etkiler. Klinik olarak, hipertoni, hiperrefleksi veya klonusun eşlik ettiği önemli kas atrofisi görmek oldukça yaygındır. ALS'ye bağlı gelişen spastisite önemli fonksiyonel bozulmalara yol açabilir. Spastik hipertoniden kaynaklanan rahatsızlıkları gidermek için sistemik ilaçlar terapiyle birleştirilmelidir. Hastalığın hızlı ilerlemesi ve tanı sonrası sınırlı yaşam süresi nedeniyle, ameliyat nadiren olsa da endikedir.

Primer lateral skleroz

Nadir görülen bir durumdur ve genellikle yaşamın beşinci ile altıncı dekatında ortaya çıkar. Üst veya alt ekstremiteleri içeren spastisite ile ortaya çıkabilen üst motor nöron hastalığıdır. Genellikle kranial sinirlerin (yani, bulber paralizi) tutulumunda ilerleme vardır.

ARTMIŞ KAS TONUSU VE MOTOR FONKSİYON

Üst ekstremite motor fonksiyonlarının düzeyi ile hipertonus arasında bir ilişki var mıdır? Eğer varsa bu ilişki üst ekstremite fonksiyonlarının öngürücüsü (prediktörü) olarak ele alınıp analiz edilebilir mi? Bu sorunun cevabını araştıran yayınlarda artmış kas tonusu varlığı, nörolojik hastalıklarda motor kontrolü ve motor öğrenmeyi olumsuz yönde etkilediği ortaya koyulmuştur. Kas tonusunun etkilenmesi ise genellikle anormal postür ve agonist- antagonist kasların anormal ko-aktivasyonu ile ilişkilidir. Özellikle spastisite bölgelerinde artmış tonus, hem tek hem de çok eklemli hareketlerde motor performans üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir. Bu bölgeler içindeki hareket, motor öğrenme yeteneğinin azalmasına neden olur ve daha koordineli hareketlerin açığa çıkmasını engeller. Klinik deneyimler, tonus ve motor fonksiyonun anlamlı şekilde ilişkili olduğunu gösteren çalışmaları desteklemektedir. Motor defisitler ve artmış tonus birlikte ortaya çıkabilir ve aynı anda var olabilirler çünkü hem istemli hareketleri (piramidal yollar) hem de kas tonusunu (ekstrapiramidal yollar) kontrol eden merkezi yollar primer motor korteksten başlar ve yan yana iner. Hem piramidal hem de ekstrapiramidal yollar, en sonda spinal korddaki alt motor nöronda sinaps yapar.

Üst ekstremite kas çiftlerinde agonist kasta daha fazla güçsüzlük ve eşlik eden antagonistte artmış kas tonusu eğilimi görülmektedir. İlk olarak, parmak fleksörlerinde artmış tonus varlığında parmak ekstansörleri daha güçsüzken, benzer şekilde ön kol pronatörlerinde artmış tonus varlığında ön kol supinatörleri kısmen güçsüzdür. Tonusun motor performans üzerine etkisinin yanı sıra kas çiftlerinde artmış tonus ve güçsüzlük arasındaki ilişkinin gösterilmesi nedeniyle kas tonusunun klinik olarak değerlendirmesi önem taşımaktadır.

Artmış kas tonusunun biyomekanik özelliklerinin araştırılmasından elde edilen veriler, sadece inmeli hastalarda fonksiyonel iyileşmenin prognostik değişkenlerini tanımlamakla kalmayıp, aynı zamanda hipertoni riskini azaltmak için kendi kendine eg-

zersizi *(self exercise)* teşvik etmede de yardımcı olacaktır. Ayrıca tonus, motor kontrolü olumsuz yönde etkileyebileceğinden, inme sonrası kas tonusu ve motor disfonksiyonu arasındaki multifaktöriyel ilişkinin açıklanabilmesi ve tonusu iyileştirmeye yönelik müdahaleleri belirlemek için gelecekteki araştırmalara ihtiyaç vardır. Artmış kas tonusu, inme sonrası 12 ay içinde üst ekstremitenin motor fonksiyonunun öngörücüsü (prediktör) olarak tanımlanmıştır. İnme hastalarında iyileşme ve üst ekstremite kas tonusunun artması arasındaki korelasyonu incelendiği bir çalışmanın sonuçları, inme başlangıcından sonraki 48 saat içinde üst ekstremite motor fonksiyonunun göreli olarak zayıfladığını, hastaların normal motor fonksiyonu olan hastalara göre 6 ay içinde hipertoni gelişme olasılığının 12.8 kat daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca, şiddetli kol parezisi olan hastaların bir ay içinde 10 kat ve inme sonrası bir yıl içinde 22 kat daha fazla hipertonus gelişme riski vardır.

Yapılan prospektif çalışmaların çoğu, motor fonksiyonda az miktarda iyileşme gösteren 12 aydan uzun süreli kronik inmeli bireylerde yeti yitiminin değerlendirilmesini hedeflemişlerdir. Bu çalışmaların bulguları incelendiğinde üst ekstremite motor fonksiyonu ile kas tonusu arasındaki ilişkinin belirsizliği dikkat çeker. Ayrıca gözden kaçmaması gereken bir diğer nokta da şudur ki, kronik inmeli hastalar, spontan düzelme sonrasında fonksiyonel olarak iyileşmezler ve etkilenen üst ekstremite ile motor becerilerini nasıl geliştireceklerini öğrenmelerine rağmen uzun süre kullanmama sonucu öğrenilmiş kullanmama sendromu yaşarlar. Bununla birlikte, literatürde kronik inmeli hastaların majör yeti yitimlerinin üst ekstremite motor fonksiyonlarının iyileşmesi ile nasıl ilişkili olduğunu araştıran çalışma sayısı çok azdır. Lee ve ark. nın üst ekstremite motor fonksiyon düzeyinin, inme sonrası 12 aydan uzun süredir yeti yitimi yaşayan kronik inmeli hastalarda hipertoni riskini öngörmede ayırt edici olup olmadığını araştırmak ve üst ekstremite motor fonksiyonu ile hipertoni arasındaki korelasyonun öngörücü güvenilirliğini belirlemek için yürüttükleri çalışmada, şiddetli üst motor nöron hasarının sadece motor iyileşmeyi yavaşlatmakla kalmadığı, aynı zamanda hipereksitabilite gibi özellikleri de artırdığı bulunmuştur. Ayrıca inme hastalarında artmış kas tonusu motor fonksiyonla negatif yönde ilişkiliyken, dirsek fleksör tonusunun Fugl-Meyer-Üst Ekstremite ($r = -0.72$), Fugl-Meyer bilek/el ($r = -0.34$) ve Action Research Arm Test ($r = -0.41$) ile negatif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. İnme hastalarının çoğunda, üst ekstremite kas tonusuna bakılmaksızın omuzda abduksiyon ve eksternal rotasyon hareket açıklığı azalır ve omuz fleksiyonu ve iç rotasyonun kaba hareket paternleri, önkol pronasyonu ve dirsek, bilek ve parmak fleksiyonu normal hareketlerini yapmak zorlaşır. Özellikle, aşırı dirsek fleksör tonusu, el bileğinin stabilitesini ve hareketliliğini azaltır ve ince parmak hareketini zorlaştırır. Üst motor nöron sendromunda en sık görülen paternler, tutulan kaslar, genel ve fonksiyonel etkileri Tablo 8.3'de özet olarak verilmiştir.

Tablo 8.3: Üst motor nöron sendromunda en sık görülen paternler, tutulan kaslar, genel ve fonksiyonel etkileri

Patern	Dahil olan kaslar	Genel ve fonksiyonel etkileri
Omuzun adduksiyon/ internal rotasyonu	• Pektoralis Major • Teres Major • Latissimus Dorsi • Anterior Deltoid • Subskapularis	• Kas kontraktürleri ve ağrı • Omuz sertliği ve ağrılı pasif eklem hareketi • Aksillada deride maserasyon, bozulma ve koku • Giyinmede zorluk • İleriye uzanmada limitasyon
Dirsek fleksiyonu	• Teres Major • Latissimus Dorsi • Triceps Uzun Başı • Posterior Deltoid	• Kas kontraktürleri ve ağrı • Oturma, ayakta durma ve yürümede kalıcı dirsek fleksiyonu • Transfer (dayanak noktası yok), giyinme ve objelere uzanmada zorluk • Antekübital fossada deride maserasyon, bozulma ve koku • Görünümün bozulması • Ulnar sinirde gerilme hasarı (dirseğin ucunda). • Sinir tekrarlanan travmaya karşı hassastır ve kübital tünelde sıkışıp elde intrinsik kas atrofisine ve ulnar el bileği ve parmak fleksiyonunun zayıflığına yol açabilir
Ön kol pronasyon deformitesi	• Pronator Teres • Pronator Quadratus	• Kas kontraktürleri ve ağrı • El altından hedefe ulaşmada güçlük • Tırnak bakımı için hastanın avuç içini yukarı çevirmede limitasyonlar (yumruk el deformitesine sekonder olarak parmak fleksiyonu olan hastalar için önemlidir) • Beslenme güçlüğü (örn; kaşık tutma)
El bileği fleksiyon deformitesi	• Fleksör Carpi Radialis • Fleksör Carpi Ulnaris • Palmaris Longus • Ekstansör Carpi Ulnaris	• Kas kontraktürleri ve ağrı • Elbileğinde median sinirin kompresyonu ile karpal tünel sendromu ve el ağrısı • Görünümün bozulması • Uzanma aktivitesi sırasında kullanışsız yerleşim ve tutulan nesnelerin konumlandırılamaması • Zayıf kavrama kuvveti
Yumruk el	• Fleksör Digitorum Superficialis ve Profundus	• Hastalar objeyi kavrarken uzanma fazını gerçekleştiremezler • Tırnakların avuç içine batması ile ağrı • Tırnak yatağı enfeksiyonları • Biri avuç içine ulaşmak için parmakları açmaya zorladığında ağrı • Görünümün bozulması • Avuç içinde deride maserasyon, bozulma ve koku • Eldiven veya el splinti giymede zorluk • Kavrama, manipülasyon ve uzanmada limitasyonlar • Kas, deri ve eklem kontraktürleri gelişimi
Avuç-içi-başparmak deformitesi	• Fleksör Pollicis Longus ve Brevis • Adduktör Pollicis • Dorsal İnterosseöz	• Eldiven veya el splinti giymede zorluk • Kavramadan önce web aralığını açmakta başparmak abduksiyon ve ekstansiyon limitasyonu • Kavrama paternlerini uygulamada zorluklar (lateral kavrama ve parmak ucu kavrama)

ARTMIŞ KAS TONUSU VE MOTOR FONKSİYONUN RESTORASYONU

Motor kontrolü artırmaya yönelik rehabilitasyon yaklaşımları, özellikle motor etkilenimle birlikte spastisitesi de olan bireyler için zorlayıcı bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Spastisite, koordineli hareketin etkin biçimde uygulanmasını sınırlayabilir ve fonksiyonel iyileşme ve rehabilitasyonu engelleyebilir. Esas olarak spastisite olmadığında daha eksiksiz bir motor fonksiyon restorasyonu elde edilir. Spastisitenin üst ekstremite rehabilitasyonu için yarattığı engel, spastik kas aktivitesine karşı hareketin kısıtlanmasından kaynaklanır.

İnme sonrası hayatta kalanların % 42'sine kadar anormal hipertoni görülür. Bu anormal derecede artmış kas tonusunun, günlük işlevin birçok yönünü etkilediği, ağrı ve rahatsızlık verdiği ve normal hareketleri önlediği için yaşam kalitesini etkilemesi muhtemeldir.

Spastisite bir dereceye kadar iyileştirilebilir. Güncel spastisite tedavi yöntemleri arasında farmakolojik ajanlar (oral preparatlar, nöromüsküler blokaj ajanları) ve fizyoterapi yaklaşımları yer almaktadır. Farmakolojik ajanlar spastisiteyi iyileştirmez, sürekli doz ayarlaması gerektirir ve istenmeyen yan etkilere neden olur. Spastisiteyi hafifletmek için kullanılan bazı rehabilitasyon yaklaşımları motor fonksiyonlarında değişikliklere neden olabilir ve spastisiteyi iyileştirebilir. Bu tedaviler arasında germe, kuvvetlendirme, elektrik stimülasyonu ve vibrasyon bulunur. Bu müdahaleler umut verici olsa da, bazı bireyler için normal kas tonusunun sadece kısmi iyileşmesini sağlarlar.

İnme sonrası üst ekstremite spastisitesinin ve spastisitedeki düzelmesinin, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ile kas tonusunu kontrol eden beyin bölgelerinde farklı aktivite değişiklikleriyle ilişkili olduğu hipotezini test eden Pundik ve ark. nın yürüttüğü bir çalışmada, araştırmacılar ayrıca inme sonrası kalıcı üst ekstremite defisiti olan bireylerde spastisite ile duyu-motor fonksiyon arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Fizik tedavi sürecinin ardından motor, görevle ilgili, beyin aktivitesi ve üst ekstremite spastisitesindeki değişiklikler arasındaki ilişkiyi gösteren ilk yayın olma özelliğindeki bu çalışmanın bulguları, kontralezyonal M1 bölgesinin, yeti yitimi olan çalışan ekstremitenin (*working limb* yani kontralezyonal M1 ile vücudun aynı tarafındaki ekstremite) spastisitesini etkileyebileceğini göstermektedir. İnme, ipsilezyonal ekstrapiramidal ağın yeniden düzenlenmesini engelleyen, ancak kontralezyonal ekstrapiramidal ağı koruyan kalıcı hasara yol açmış olabilir. Bu fonksiyonel anatomi göz önüne alındığında, korunan kontralezyonal hemisferin, etkilenen ekstremitede spastisitenin iyileşmesine katkıda bulunabileceğini ve tedaviden sonra kontralezyonel M1'de artmış aktivasyonun hafifletilmiş spastisite ile tutarlı olduğunu düşünmek mantıklıdır.

Güncel literatürde rehabilitasyon yaklaşımları sonucunda spastisitede iyileşme ile ilişkili olabilecek beyin bölgelerinin tanımlamış olması, bu kortikal bölgelerin spastisitenin azaltılmasındaki rolünü açıklamada ve buna ek olarak rehabilitasyon sonuçlarını iyileştirecek yeni müdahalelerin geliştirilmesinde bizlere yol gösterici olabilir.

KAYNAKLAR

1. Angulo-Parker FJ, Adkinson JM. (2018). Common Etiologies of Upper Extremity Spasticity. Hand Clinics; 34(4):437–443.
2. Binkofski F, Seitz RJ. et al. (2001). Recovery of motor functions following hemiparetic stroke: a clinical and magnetic resonance-morphometric study. Cerebrovascular Diseases; 11(3):273–281.
3. Coupar F, Pollock A. et al. (2012). Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. Clinical Rehabilitation; 26(4):291–313.
4. Dajpratham P, Kuptniratsaikul V. et al. (2009). Prevalence and management of poststroke spasticity in Thai stroke patients: a multicenter study. Journal of the Medical Association of Thailand; 92(10):1354–1360.
5. de Jong LD, Hoonhorst MH. et al. (2011). Arm motor control as predictor for hypertonia after stroke: a prospective cohort study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation; 92(9):1411–1417.
6. Forro SD, Lowe JB. (2019). Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Arm Structure and Function, StatPearls Publishing.
7. Keizer K, Kuypers HG. (1989). Distribution of corticospinal neurons with collaterals to the lower brain stem reticular formation in monkey (Macaca fascicularis). Experimental Brain Research; 74(2):311–318.
8. Kuo CL, Hu GC. (2018). Post-stroke Spasticity: A Review of Epidemiology, Pathophysiology, and Treatments. International Journal of Gerontology. 12(4):280-284.
9. Leathley MJ, Gregson JM. et al. (2004). Predicting spasticity after stroke in those surviving to 12 months. Clinical Rehabilitation; 18(4):438–443.
10. Lee G, An S. et al. (2015). Predictive factors of hypertonia in the upper extremity of chronic stroke survivors. Journal of Physical Therapy Science. 27(8): 2545–2549.
11. Lundström E, Terént A. et al. (2008). Prevalence of disabling spasticity 1 year after first-ever stroke. European Journal of Neurology; 15(6):533–539.
12. Lundström E, Smits A. et al. (2010). Time-course and determinants of spasticity during the first six months following first-ever stroke. Journal of Rehabilitation Medicine; 42(4):296–301.
13. Musampa NK, Mathieu PA. et al. (2007). Relationship between stretch reflex thresholds and voluntary arm muscle activation in patients with spasticity. Experimental Brain Research; 181(4):579–593.
14. Page SJ, Dunning K. et al. (2011). Longer versus shorter mental practice sessions for affected upper extremity movement after stroke: a randomized controlled trial. Clinical Rehabilitation; 25(7):627–637.
15. Pundik S, Falchook AD. et al. (2014). Functional Brain Correlates of Upper Limb Spasticity and Its Mitigation following Rehabilitation in Chronic Stroke Survivors. Stroke Research and Treatment; 2014(3):306-325.
16. Pundik S, McCabe J. et al. (2019). Association of spasticity and motor dysfunction in chronic stroke. Annals of Physical and Rehabilitation Medicine; 62(6):397–402.

17. Ryu JS, Lee JW. et al. (2010). Factors predictive of spasticity and their effects on motor recovery and functional outcomes in stroke patients. Topics in Stroke Rehabilitation; 17(5):380–388.
18. Schambra HM, Parnandi A. et al. (2019). A Taxonomy of Functional Upper Extremity Motion. Frontiers in Neurology. 10:857-872.
19. Sommerfeld DK, Eek EU. et al. (2004). Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. Stroke; 35(1):134–139.
20. Subramanian SK, Feldman AG. et al. (2018). Spasticity may obscure motor learning ability after stroke. Journal of Neurophysiology; 119(1):5–20.
21. Sunderland A, Tinson D. et al. (1989). Arm function after stroke. An evaluation of grip strength as a measure of recovery and a prognostic indicator. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry; 52(11):1267–1272.
22. Thibaut A, Chatelle C. et al. (2013). Spasticity after stroke: physiology, assessment and treatment. Brain Injury; 27(10):1093–1105.
23. Tsao CC, Mirbagheri MM. (2007). Upper Limb Impairments Associated with Spasticity in Neurological Disorders. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation; 4(1):45-60.
24. Urban PP, Wolf T. et al. (2010). Occurence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke. Stroke; 41(9):2016–2020.
25. Wade DT, Langton-Hewer R. et al. (1983). The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry; 46(6):521–524.
26. Welmer AK, von Arbin M. et al. (2006). Spasticity and its association with functioning and health-related quality of life 18 months after stroke. Cerebrovascular Diseases; 21(4):247–253.
27. Wissel J, Schelosky LD. et al. (2010). Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial. Journal of Neurology; 257(7):1067–1072.

Tonus Bozukluklarında Yürüyüş

9

Doç. Dr. Hilal Keklicek, Prof. Dr. F. Gül Yazıcıoğlu

GİRİŞ

Pasif ve aktif kuvvetlerin hareket sistemi boyunca uzamsal koordinasyonu ile gerçekleştirilen lokomotor kontrol, dinamik olarak amaçlanan yer değiştirmenin ilerleme düzlemi içindeki bütünlüğü ile birlikte her yöne dengenin sağlanmasında görevlidir. Nöromotor sistemin final çıktısı olan yürüyüş, lokomosyonun çok yönlü doğasının eş zamanlı ve sistemli olarak işlemesi ile düzgün ve kaliteli olarak üretilebilir. Yürüyüş, bireyin fiziksel becerilerini, nöromotor sistemin nasıl organize olduğunu ve hatta emosyonel statüyü bile ifade etmektedir. Anatomik ve fizyolojik açıdan sistemlerin fonksiyonları ahenk içinde çalışan bireylerin sergiledikleri yürüyüş düzeni ile herhangi bir vücut sisteminde aksama yaşayan bireylerin yürüyüşleri farklıdır. Görüldüğü gibi yürüyüş fiziksel, bilişsel ve/veya emosyonel bir çok öğenin birlikte iyi organize edilmesi ile amacına uygun ve en az enerji sarfiyatı ile gerçekleştirilebilmektedir. Kas tonusu regülasyonu da sistem fonksiyonları ile birebir ilişkili olan bir öğedir ve yürüyüşü doğal ve normal hale getirmek için gereklidir. Tonus regülasyonu herhangi bir nedenle bozulduğunda, bozulmanın etyolojisine, mekanizmasına, eşlik eden diğer semptomlara ve bireyin kendi mekaniğine bağlı olarak açığa çıkan klinik özellikler çeşitlenir. Bu bölümde, tonus bozukluklarının yürüyüş üzerine etkileri incelenecektir.

TONUS BOZUKLUKLARINDA YÜRÜYÜŞ

İnsan yürüyüşü, çift ayaklı, ortograd ve plantigrad olarak isimlendirilmektedir. Memeliler arasında eşsizdir ve sadece insansı primatlar kısmen benzer desenleri kullanabilir. Filogenetik olarak ortograd yürüyüşün gelişimi beyin gelişimi ile paralel olmakla birlikte aslında plantigrad yürüyüş insan yürüyüşünü daha iyi yansıtmaktadır. Sağlıklı bireylerde yürüyüşün itici gücünün ana kaynağı olan plantar fleksörlerin düzgün aktive gösterebilmesi ile plantigrad yürüyüş mümkün olabilmektedir. Plantigrad yü-

rüyüşte; yer reaksiyon kuvvetlerinin topuktan ayak parmağına yönelmesinin (topuk vuruşu / parmak kalkışı) yanı sıra, yer reaksiyon kuvvetlerinin tabanın lateral (fibular) kısmından tabanın anteromedial kısmına kayması duruş fazı sırasında meydana gelir. Bu mekanizma son derece mükemmel refleksleri ve supraspinal kontrolü gerektirir. Aynı zamanda plantigrad yürüyüş, yürüyüş döngüsünün hem biyomekanik hem de nörofizyolojik açıdan en kritik ve en kırılgan kısmıdır.

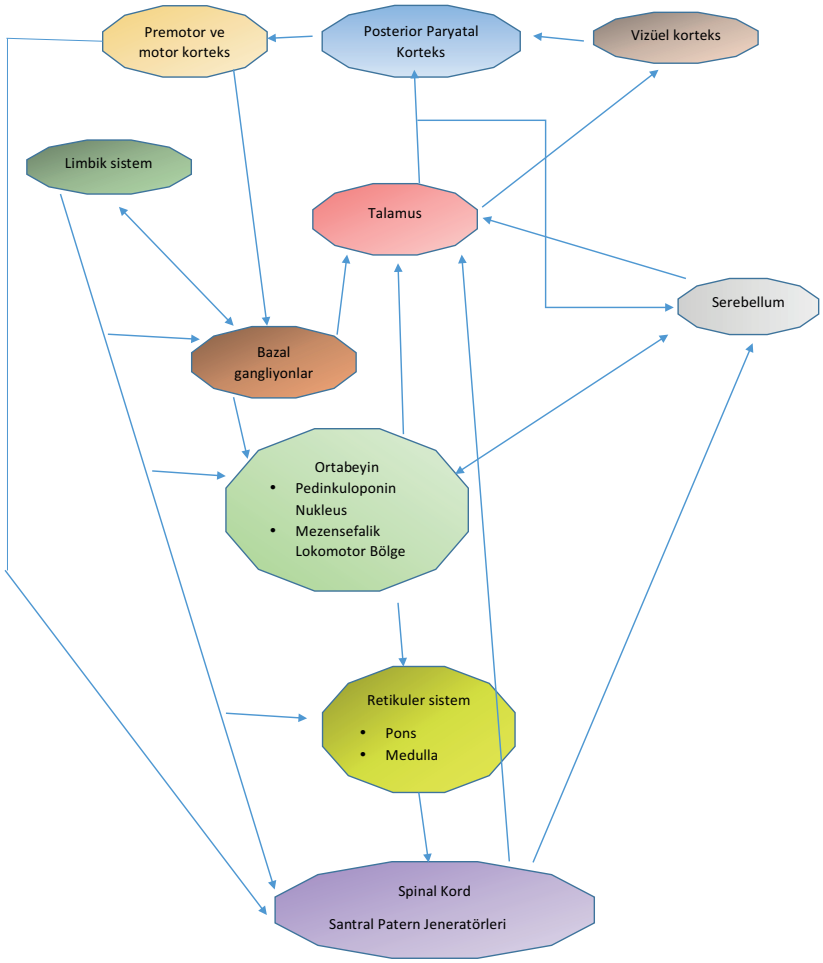
İnsan yürüyüşünün nöral kontrolünün temel prensipleri

Nöromekanik terimlerle bakıldığında lokomotor kontrol; pasif ve aktif kuvvetlerin hareket sistemi boyunca uzamsal bir koordinasyonunu gerektirir. Bu kuvvetler dinamik olarak amaçlanan yer değiştirmenin ilerleme düzlemi içindeki bütünlüğü ile birlikte her yöne dengenin sağlanmasında görevlidir. Lokomotor kontrol için hem antisipatuar hemde reaktif stratejiler düzgün işlemelidir.

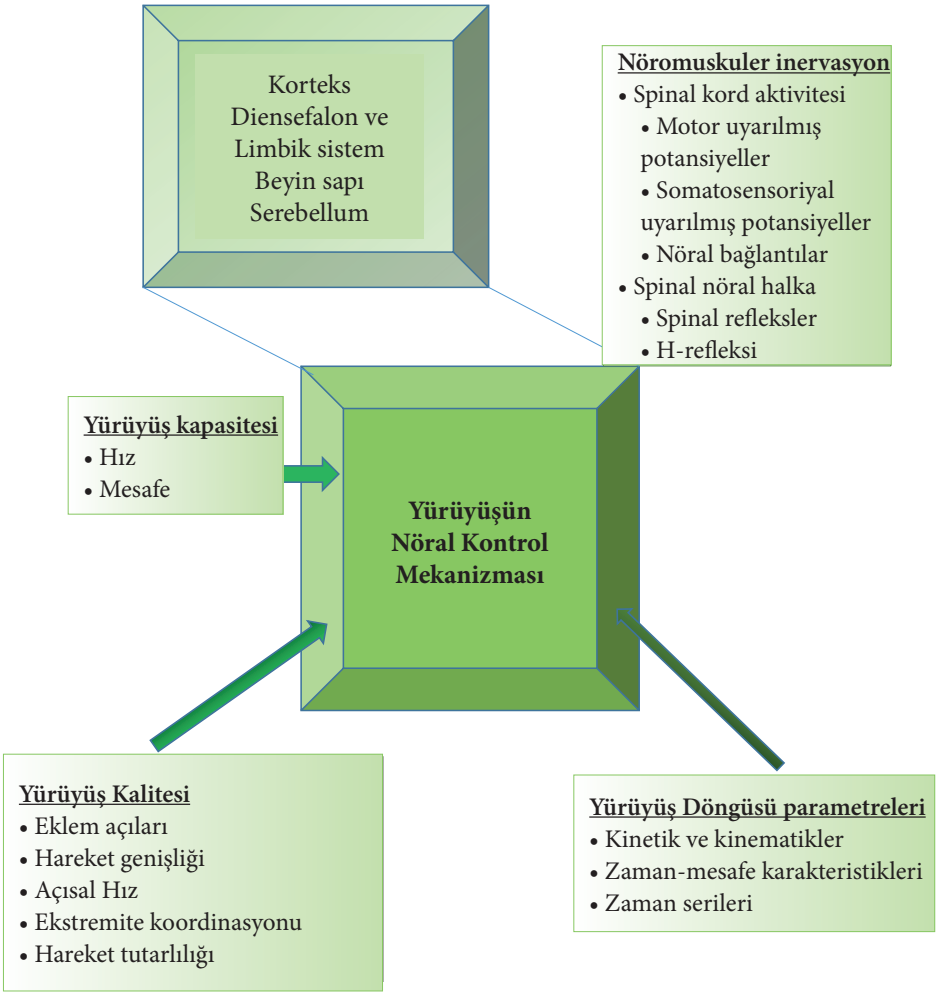
Basit düzeyde bakıldığında insan yürüyüşünün santral patern jeneratörlerinin "pace maker" görevi üzerine şekillendirildiği düşünülmektedir. Memelilerde her uzuv için bir tane olmak üzere en az dört spinal lokomotor jeneratör grubu bulunmaktadır. Nondominant alt ekstremitenin bu jeneratörler içerisinde baskın olduğu düşünülmektedir. Bir başka ifadeyle ritmik tekrarlı lokomotif harekette en primitf düzeyde çalışan gruptur. Ayrıca her bir jeneratörde, sırasıyla, farklı bir fleksör ve ekstansor merkez olduğuna dair bazı kanıtlar da bulunmaktadır. Lokomotor jeneratörlerinin işleyişi büyük ölçüde özerk gibi görünmektedir. Bununla birlikte, yürüyüş gibi karmaşık bir hareketi kontrol eden motor program, çok seviyeli, paralel, "holografik" ilkelere göre düzenlenir. İnsan yürüyüşü, sadece bacaklardan değil, aynı zamanda pelvis, gövde, kollar ve kafadan oluşan çok sayıda döngüsel hareketi içeren karmaşık bir aktivitedir. Kollar ve bacakların hareketleri ile ilgili zamanlamalar hemen hemen 1:1 oranında eşleşir. Kol salınımı, deltoid kasın posterior kısmının paradoksal aktivasyonu ile başlar ve ayağın yer teması ile senkronize edilir. Fakat düşük hızlarda yürüyüşte bu 1:1 oranı bozulur ve 2:1' e kadar çıkabilir. Böyle bir durumda bazı kişilerde daha az kararlı ve daha az tutarlı frekans koordinasyonu görünür. Kol salınması diz fleksiyonu ile senkronize edilir ve posterior deltoidin aktivasyonu yeterince gözlemlenemez. Bu gibi nedenlerden dolayı, insanlarda etkili bipedal yürüyüş için ritmik spinal aktivitenin karmaşık etkileşimleri, supraspinal etkiler, spinal kord içindeki polisinaptik işlem ve refleks spinal mekanizmalar gereklidir. Ayrıca, omuriliğin sadece bir "donanım" yapısı olmadığı, nöroplastisite ve motor öğrenmede çok önemli rollere sahip olduğunu da vurgulamak gerekir. Çünkü lokomotor hareketlerin nörofizyolojik arka planı üzerine yürütülen birçok çalışma motor kontrolünün geleneksel prensiplerini sorgulamıştır. Yani, "refleks", "otomatik" veya "istemli" gibi temel terimlerin bu bağlamda tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir. Yürüyüş döngüsünün refleks modifikasyonu; görev, etkileşim ve özellikle de faz bağımlıdır. Aynı uyaranlar, yürüyüş döngüsünün fazına bağlı olarak farklı ve hatta zıt tepkiler ortaya çıkarabilir.

İnsanın yürüyüş kontrolünde yer alan supraspinal yapılar; özellikle beyin sapı retiküler formasyonu, bazal ganglionlar, premotor ve motor korteks, serebellum, mezensefalon ve suplamenter motor alan ile temsil edilir.

Nörofizyolojik açıdan lokomosyona bakıldığında ise, bu spatiotemporal koordineli mekanik hareketlerin uzun süreçler içerisinde tutarlılığının sağlanması ve değişen koşullara adapte edilebilirliğinin geliştirilmesi gerektir. Hem beklenmedik hem de reaktif stratejiler düzgün gerçekleştirildiğinde lokomotor nöral sistemin yürüyüş görevini düzgün bir şekilde yerine getirdiği düşünülür. Şekil 1 üzerinde yürüyüşün nöral organizasyonu basitçe resmedilmiştir ve şekil 9.1 yürüyüşün nöral organizasyonunda spinal reflekslerin katkısını göstermektedir.



Şekil 9.1: Yürüyüşün nöral organizasyonu



Şekil 9.2: Yürüyüşün nöral organizasyonunda spinal reflekslerin yeri.

Yürüyüşün Nörokinezyolojisi ve Sistem Fonksiyonları

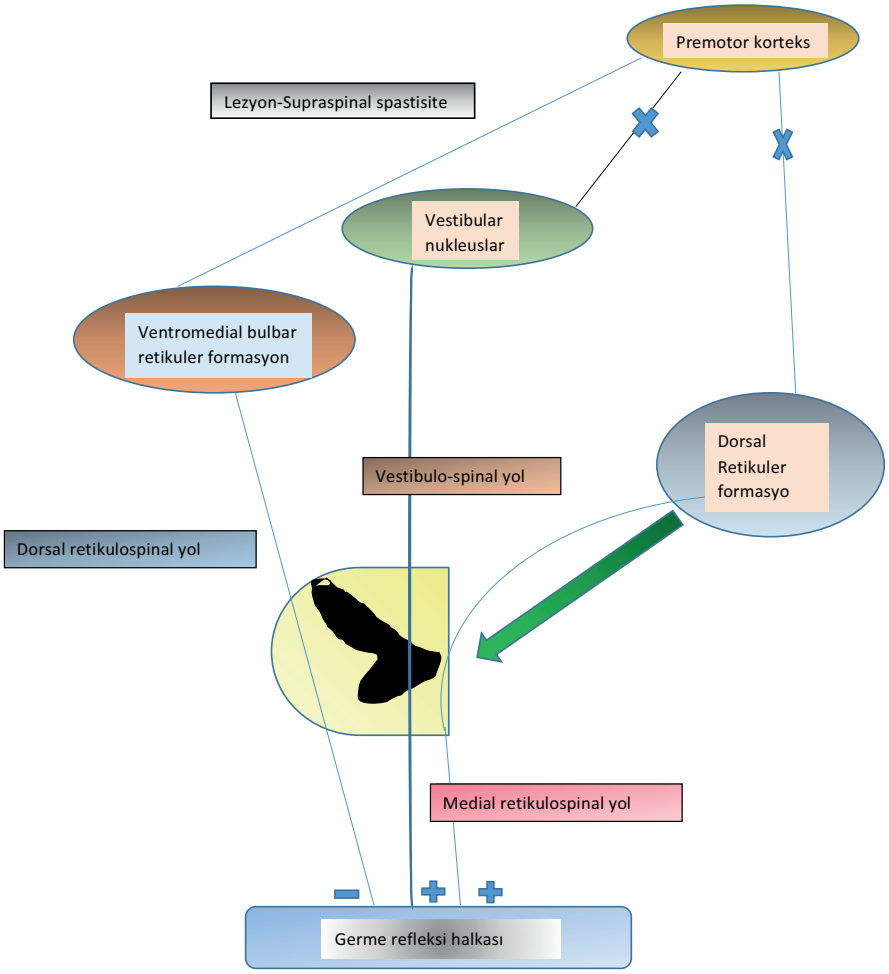
Kas tonusunun normal organizasyonunda herhangi bir bozulma olduğunda vücut çok yönlü olarak bulgu vermektedir. Bu bulgulardan bir çoğu başka patolojilere de sıklıkla eşlik etmektedir.

Kas tonusundaki bozulma belirli bir bölgeye özel olabileceği gibi vücudun bir yarısını veya tümünü ilgilendirebilir. Ayrıca, belirli hareketlerde seçici olarak açığa çıkıyor olabilir. Kas tonusundaki normal olmayan değişim altta yatan patolojiye bağlı olarak, içsel ve çevresel birçok faktörden etkilenerek çeşitlenen klinik bozuklukları karşımıza çıkarabilir. Kas tonusunun vücudun herhangi bir yerinde bozukluk göstermesi, kişinin temel fonksiyonlarından biri olan yürüyüşü etkilemektedir. Yürüyüş güncel anlamıyla nöromotor kontrol sisteminin final çıktısı olarak isimlendirilmekte ve yürüyüş; değişkenlikler gösteren, sistematik olarak iç içe geçmiş ve zincirlenmiş alt kümelerin tamamıyla oluşan bir örüntüler bütünü olarak değerlendirilmektedir. Bir başka deyişle yürüyüş; nöromuskuler sistemi ve iç sistemlerin tümünü içeren sistemler etkileşiminin önemli bir ürünüdür. Bu bağlamda bakıldığında tonus bozuklukları yürüyüşü etkileyebilecek birçok faktörün arasında yalnızca bir etmen olarak değerlendirilebilir.

Kas tonusu bozuklukları tipik olarak hipertonus, hipotonus, rijidite ve distoni olarak isimlendirilmektedir. Yürüyüşe neden olabilecek sapmalar ana hatları ile bahsedilen başlıklar altında incelenecektir.

Hipertonus ve Yürüyüş

1980'de Lance, spastisiteyi üst motoneuron sendromunun bir bileşeni olarak germe refleksindeki (şekil 9.3) hipereksitabiliteden kaynaklanan hıza bağlı artış ile karakterize bir kas cevabı olarak tanımladı. Lance' dan sonra germe refleksindeki hıza bağımlılığın yanı sıra, spastisitenin kas uzunluğuna bağlı olarak da şekillenebildiğini belirten tanımlar da yapıldı. Yeni tanımlamalara göre kas uzun pozisyonda olduğunda spastisitesi az olarak gözlenmekteydi. Fakat sonraki kanıtlar, bu tanımında genellenebilirliğinin zayıf olduğu gösterdi. Çünkü, örneğin quadriceps kası uzun posizyonda olduğunda daha az şiddette spastisite bulguları vermekteyken, üst ekstremitenin fleksör kasları ve ayak bileği plantar fleksörleri uzun pozisyonda iken spastisitelerinin daha fazla olduğu gösterildi. Halen tanımı genişletilmekte olan spastisite terimi ve hipertonus tanımının birbirinin yerine kullanıldığı dönemler olmakla birlikte, günümüzde hipertonus tanımının daha kapsamlı olaylar bütününü içerdiği ifade edilmektedir. Aslında spastisite, hipertonusun yalnızca bir yönünü temsil etmektedir.



Şekil 9.3: Germe refleksinin nöromodülasyonu ve spastisite.

İstirahat halindeki normal bir uzuvdaki yüzey elektromiyografi (EMG) kayıtları, kas tonusunu değerlendirmek için klinik uygulamada sıklıkla kullanılan hızlarda gerçekleştirilen pasif kas gerilmelerinin, kasın herhangi bir refleks kasılma üretmesine yol açmadığını açıkça göstermektedir. Bir gerilme refleksinin görülebilmesi saniyede genellikle 200°'nin üzerindedir. Bu nedenle, germe refleksinin sağlıklılardaki kas tonusunun nedeni olduğunu iddia etmek güçtür. Bir başka deyişle, hastalığı olan bireylerde kas tonusundaki değişim refleks arklar ile ilgili olabilirken, sağlıklı bireylerde çoğunlukla biyomekanik faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hipertonus varlığında, nöral komponentlere ek olarak non-nöral yapılar nedeniyle de pasif harekete direnç bulunmaktadır. Bu direnç, intrinsik hipertonik direnç olarak da isimlendirilmektedir. İntrinsik direnç uzun süreli immobilizasyona bağlı gelişen mikro düzeyde kontraktürlerle oluşan direnci ifade eder. Bu kontraktürler bağ dokusunun bulunduğu tüm yapılarda açığa çıkabilir; kas, fasya, ligamentler… vs. Mikrosirkülasyonun ve hareketliliğin bozulması ve monotonlaşmasına bağlı olarak, dokuda uzun süreli immobilizasyonla ilişkili esktraselüler matriks yapısında değişimler meydana gelir. Bu değişim, spastisite şiddetinin nöral olarak fazla olmadığı durumlarda bile refleks cevapları mekanik olarak etkileyerek hipertonusun şiddetini değiştirir. Sonuçta mekanik olarak uzayabilirliği azalan kas dokusu maruz kaldığı intrinsik gerilim nedeniyle kendini kısır bir refleks döngüye sokar.

Duyusal boyutuyla bakıldığında, üst motor nöron lezyonu olan bireylerde duyu modülasyonu ve duyu-motor hareket etkileşimde bozulmalar açığa çıkar. Bu durum derin ve yüzeyel duyu arklarının hareketle eş zamanlı etkileşen cevaplar oluşturulması sürecinde aksamayla sonuçlanır. Temel bir duyu hiç algılanamayabilir (taban altı basınç vb. gibi) ve/veya kabul edilebilir bir yüzeyel duyu santral düzeyde aşırılaşmış gibi yorumlanabilir. Bu durumda spastisitenin hakim olduğu kas grubunun refleks cevapları değişir. Hipertonusun artmasıyla veya değişkenlik göstermesiyle sonuçlanabilir.

Bahsi geçen nedenlerden dolayı hipertonus yalnızca motor bir olay olarak yorumlanmamalıdır. İnsan dokularının plastisite yeteneği ve santral sinir sisteminin yeniden haritalanabilme özelliği zaman zaman spastik kasın davranışının, spastisite ortadan kalktıktan sonra devam etmesine neden olabilir. Bir çok yaşamsal fonksiyon için çok önemli olan plastisitenin, yerleşmiş paternlerin giderilme sürecini zorlaştırdığı da bilinmektedir. Bu nedenle hipertonusun kompleks doğasında plastisitenin çok yönlü etkilerinin de düşünülmesi gerekmektedir.

Nörobiyomekanik açıdan bakıldığında, spastik kastaki EMG aktivitesi ile gerilim gelişimi arasında zayıf bir ilişki vardır. Gerilim, yeterli kas aktivasyonu olmadan artabilir ve kas aktivasyonu, gerginlik gelişimi ve motor performans arasındaki kopukluk diskoordinasyon ile sonuçlanır. Kas, normal koşullarda ilgili segmentin en uygun açısında azami olarak aktive edilir. Akıcı bir inhibisyon-aktivasyon etkileşimi yerine, anormal kas koaktivasyonunu, agonistlerin ve antagonistlerin ko-kontraksiyonlarını, izole edilmiş hareketleri gerçekleştirememesini ve doğru kas zamanlamasını açığa çıkaramamayı içerir. Bununla birlikte, kokontraksiyon paternlerinde patolojik bir artışın sadece spastisite için tipik olmadığını belirtmekte fayda var. Örneğin, bel ağrısı olan hastalarda gövde fleksör / ekstansör koaktivasyon paterninde bir artış olduğu da bildirilmiştir.

Hipertonus varlığında, bahsedilen nedenlerden dolayı yürüme döngüsünün faza bağlı refleks modülasyonu ciddi şekilde bozulur, kas hareketinin zamanlaması etki-

lenir. Kas aktivasyon paterni ve spastisiteli hastalarda artmış kas tonusunun gelişimi, kasların pasif klinik testlerinde gözlemlenenden daha fazla olarak aktif hareketlerde gözlemlenir. Ayrıca, aynı kas grupları, hareket düzenine bağlı olarak hem hipertonik hem de hipotonik olabilir. Bu bağlamda, lokomosyon üzerinden düşünüldüğünde "spastik hipertoni" yerine "spastik distoni" terimi daha uygun görünmektedir.

Resiprokal inervasyonun bozulması, faz bağımlı kas cevabını etkileyen diğer önemli faktörlerden biridir. Sağlıklı bireylerde quadriceps kasının konsantrik diz ekstansiyonundaki aktivasyon seviyesi hızla birlikte artar. Bu durumun nedeni daha yavaş hızlarda tendon organlarından daha küçük afferent girdinin gerçekleşmesidir. Aksine, spastisitesi olan hastalarda, hızla birlikte konsantrik diz ekstansiyonunda quadriceps EMG aktivitesinde kayda değer bir artış gerçekleşmez. Dahası, agonist aktivite artan hızla azalır. Agonist EMG aktivitesindeki bu düşüş, antagonistlerden Ia afferentleri tarafından aktive edilen inhibitör internöronlar nedeniyle olabilir. Buna karşılık spastisitesi olan kas eş zamanlı olarak antagonistlerine inhibisyon etkisi oluşturmaktadır. Bu, spinal spastisitede, istemli aktivasyonun baskılanmasının bir nedeni olabilir. Bahsi geçen mekanizmalar, hastalarda sıklıkla gözlemlenen eş merkezli ve eksentrik hareketler sırasında kas aktivasyonunun asimetrisinin temelini oluşturmaktadırlar. Dinamik motor kapasite, özellikle yüksek hızlarda eş merkezli konsantrik hareketlerde ciddi şekilde bozulmuştur. Fakat ilginç olarak, istemli eksentrik hareketlerde kuvvet oluşumu nispeten iyi korunmuş olabilir.

Kas tonusunda kontrolsüz artış birçok patolojiyle ilişkili olarak her yaş grubunda karşımıza çıkabilir. Çocukluk çağında sıkça görülen serebral palsi ve myelomeningosel varlığında, yetişkinlikte sık görülen inme sonrası hemiparezilerde, omurilik yaralanmaları veya kafa travmaları sonrasında, multiple skleroz gibi sistemik nörolojik hastalıklarda vb. gözlenebilir. Hastalığın doğasına göre hipertonusa bağlı yürüyüşle ilişkili klinik semptomlar çeşitlenme gösteriyor olsa da, etkilenen kaslara bağlı olarak ana hatlarıyla kas iskelet sisteminin lokomosyondaki aktivitesinde bazı ortak sapmalara neden olmaktadır. Yine de hipertonusa bağlı yürüyüş bozukluklarında ortak noktalardan çok daha fazla farklılıklar bulunmaktadır.

Ortak noktalar üzerinden tartışırsak başlıca hipertonusun etkilediği kasları tek tek ele almak ve daha sonrasında sinerjistik paternler içerisinde sonuçları incelemek gerekir.

Santral sinir sisteminin lezyona uğrayan bölgesine ve lezyon türüne bağlı olarak kinezyolojik çıktılar değişir. Örneğin; hemiparetik, paraparetik veya quadriparetik bireylerin yürüyüşleri arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Fokal etkilenimi olan hastalar ile multifokal ve yaygın santral sinir sistemi lezyonlarında görülen yürüyüş özellikleri farklılık gösterir. Aynı tanılı hastalarda bile (serebral palsi vb. gibi) farklı nitelikte yürüyüş özellikleri karşımıza çıkabilir. Yine de spastik yürüme paternlerinin

değişkenliğine rağmen bazı ortak özellikler ve problemler gözlenebilir. Zamanlamalar, ağırlık merkezinin ilerletilme biçimi veya koordineli hareket olup olmaması gibi noktalar faz temelli olarak açığa çıkabilir.

Hemiparezi

Oldukça sık incelenen bir grup olarak hemiparezi karşımıza çıkmaktadır. Yürüyüş asimetrisi hemiparezi için tipiktir. Buradaki temel sorunlardan biri, zayıf, tek bacak dengedir. Hareketi kontrol etmek zordur ve yürüyüş asimetrisi özellikle duruş süresinde azalma ve uzamış sallanma fazı ile kendini gösterir. Hemiparezi olan bireylerin yürüyüş hızı azdır. Adım uzunluğu ve adım döngüsünün tamamlanma süresi kısalır. Bu değişiklikleri telafi etmek için sağlam uzvun duruş süresi ve sallanma fazı süresi azalabilir. Bu durum çift destek periyodu süresinin uzatılması ile telafi edilir. Ayrıca paretik uzvun etkilenmiş uzva göre daha kısa duruş süresi ve adım uzunluğu ile perçinlenir. Bununla birlikte farklı bir paternde yürüyüş sergilenmesi de mümkündür. Birey yine çift destek periyodu süresini uzatarak, paretik taraftaki duruş süresini kısaltıp aynı tarafla daha uzun adım atabilir. Her iki durumda da asıl problem çift destek periyodunun uzamasında ve uzuvların senkronize zamanlamasının bozulmasında meydana gelir. Ayrıca gövde açısal hızlanmaları dar alanda gerçekleşir. Sağlıklı bireylerde gözlemlenen ağırlık aktarma süreçlerindeki ritmik gövde hareketi bozulur ve daha iyi olan ekstremitenin üzerinde gövde salınımı gerçekleşir. Kol salınımı azalır ve tipik olarak hız ile birlikte daha da güçleşir.

Yer reaksiyon kuvvetleri incelendiğinde ise bu kuvvetlerin ilk teması takiben yükün öne transferi ayağın lateral hattı üzerinde gerçekleştiği görülür. Ayağın yere adaptasyonu sınırlı olarak gözlemlenir. Açığa çıkan maksimum kuvvet medio-lateral yönde kendini gösterirken, öne itme kuvveti yeterli olarak açığa çıkmaz. Burada en önemli sorunlar ayağın ilk temasının topuk arka lateraline değil daha çok ön lateraline konumlanmasıdır. Hatta şiddetli hipertonik aktivite de ilk temas ayağın ön kısmı ile gerçekleşebilir. Sonrasında hızlı bir itme fazı aktivitesi gözlemlenebilir veya aksiyal yüklenmenin etkisi ile duruş fazına geçerken ayağın yerle teması ön bölgeden arkaya doğru yayılabilir. Böyle bir durumda tam veya tama yakın taban teması diz hiperekstansiyonu ile belirli oranda gerçekleştirilebilir. Eğer inme nedeniyle hemiparezi sözkonusu ise, yukarıda da belirtildiği gibi sağlam(!) tarafta da anormal hareket paternleri gerçekleşecektir. Her iki ekstremitede ortak olarak yüklenme fazının son bölümü sorunludur. Hemiparetik tarafta bu bölüm uzarken, hemiparezi olmayan tarafta hızla sonlanır. Bununla birlikte plantar fleksörlerdeki tonus artışı aynı zamanda kasın tork üretimindeki azalma ile karakterizedir. Bu nedenle hızla gerçekleşen öne ivmelenme hareketi aslında etkin bir plantar fleksör gücün ürünü değildir. Son kanıtlar hipertonik kaslardaki güç üretiminin çoğunun miyofasyal güç aktarımı ile gerçekleşen antagonist kas kaynaklı kuvvet olduğunu göstermektedir.

Yine de inme nedeniyle oluşan hemiparetik yürüyüş ile kafa travmasına bağlı gelişen veya serebral palsi nedeniyle gözlenen hemiparetik yürüyüşler bir çok varyasyon göstermektedir. En belirgin faklılık hız ve zamansal faktörlerden kaynaklanmaktadır. Benzer kinematik değerler görülse de zamanlama ve yürüyüş hızı oldukça farklıdır. Örneğin, travmatik beyin hasarı olan bireyler inmelilerden daha hızlı yürüyebilir. Serebral palsili çocuklar varolan tüm asimetrilere rağmen sağlıklı çocuklarla benzer hıza erişebilir. Spinal kord yaralanması nedeniyle hemiparetik yürüyüşe sahip bireyler ise daha iyi açısal hızlanmalar ile yürüyüş gerçekleştirebilir. Hemiparezisi olan multiple sklerozlu bir hasta tüm zaman-mesafe karakteristiklerinde diğer gruplara göre yetersiz sonuçlar verebilir. Bu karmaşanın içerisinde odaklanılması gereken asıl nokta, gruplar arasındaki farkları gözlemlemede zamansal faktörleri incelemenin önemli avantajları olabileceğidir.

Bilateral olarak tonus artışının gözlendiği spastik paraparazi, serebral palsi gibi gruplarda ise zaman zaman simetrik olabilen fakat bu simetri içerisinde normalden çok uzak yürüyüş karakteristikleri sergileyen hastalarla karşılaşılmaktadır. Yaygın alt ekstremite artmış fleksör tonusu, bükük diz yürüyüşüne ve/veya sert-bacak (stiff-leg) yürüyüşüne neden olmaktadır. Tüm yürüyüş siklusu boyunca nadiren de olsa serebral palsili bireylerin tam taban temasını takiben gerçekleşen pozitif destek reaksiyonunun serbestleşmesine bağlı duruş fazında dizlerde ekstansiyon görülebilir. Fakat hakim olan tablo hemen her fazda fleksör aktivite yönündedir. Birey artmış plantar fleksör tonus ve diz fleksör tonusunun kombinasyonu ile anormal bir tam taban teması gerçekleştirebilir. Bu taban temasını dizlerin fleksiyon pozisyonu sağlar. Bireyler itme fazı için gereken kontrollü kalça-diz ekstansiyonu ile birlikte gerçekleşmesi gereken kuvvetli plantar fleksiyonu üretemez. Çoğunlukla yürüyüş döngüsünü-hızlı aktivitelerde bile- fleksör patern ile gerçekleştirir. Birey adduktor kaslarda ve internal rotator kaslardaki tonus artışı nedeniyle duruş fazı için gereken kontrollü abdüksiyon ve dış rotasyonla ekstansiyonu gerçekleştiremez. Makaslama yürüyüşü gözlemlenebilir, sallanma fazına geçen ekstremitenin öne alınma süreci uzayabilir, bununla birlikte karşı tarafın tek destek periyodu tek ayak üstü denge becerisi zayıfladığından kısalabilir ve birey uzamış çift destek periyodları ile yürüyüşündeki sapmaları telafi etmeye çalışabilir veya birey, duruş süreleri ve adım uzunluklarındaki kısalmayı yürüyüş hızını arttırarak telafi etmeye çalışabilir.

"Stiff-leg"- Sert/sıkı bacak

Spastik parezi olan hastaların çoğunda en dikkat çekici yürüyüş özelliği "sert bacak" yürüyüşüdür. Bu terim, yürüme basamağı sırasındaki normal diz fleksiyonunun eksikliğini veya azalmasını gösterir. Normal diz fleksiyonundaki bu azalma ayak sürüklemesi ile birlikte görülür ve sallanma fazını güçleştiren ciddi bir atalet momenti

oluşturur. Bu durum, sallanma fazını başlatmak için gereken enerjiyi arttır. Sallanma fazındaki kaybı telafi edebilmek için birey yukarı pelvik tilt, sirkümdüksiyon veya voulting (ayağının üzerinde kendisini yükselterek) ile yürür.

Quadriceps kasının aktivitesinde sallanma öncesi, sallanma başlangıcı ve hatta tüm yürüyüş boyunca azalma gözlendiği EMG ile belgelenmiştir. Bu nedenle "stiff-leg" yürüyüşünde quadriceps spastisitesinin rolü yeniden tartışılmaya başlanmıştır, çünkü kanıtlar geleneksel inanışın aksini göstermektedir. Tıpkı quadriceps kasında olduğu gibi, aktivitesi yetersiz plantar fleksörler nedeniyle yeterli itme momenti de oluşturulamamaktadır. Zayıf kalça ve diz fleksörleri alt ekstremite kinematiklerindeki bozulmayı arttırmaktadır. Buradaki temel etmen kalça fleksör momentinin yeterli olmamasıdır. Yetersiz ayak bileği stratejisi ise diz fleksörlerinin etkinliğini azaltarak sallanma fazının başlatılmasını güçleştirir. İlginç olan sallanma fazının duruş fazına nazaran daha detaylı kortikal kontrol ve sağlam kortiko-spinal yol aktivitesine ihtiyaç duymasıdır.

Alt ekstremite spastisitesinin sık görülen komplikasyonları arasında iliopsoas kasının kısalması ve kalça fleksiyon kontraktürleri bulunmaktadır. Buna sekonder olarak; anterior pelvik tilt, artmış diz fleksiyonu ve azalmış kontralateral adım uzunluğu gözlemlenir. Terminal duruş sırasında kalça ekstansiyonunun olmaması adım uzunluğunun ve yürüyüş hızının azalması ile sonuçlanır. Benzer şekilde, tipik inanışın aksine hamstringler, adductor brevis ve gracilis kaslarının ihmal edilebilir düzeyde iç rotasyon kuvveti oluşturduğu gösterilmiştir. Buradaki iç rotasyon momentinin esas kaynağı gluteus medius kasının ön kompartmanı ve gluteus minimus kasıdır ve duruş fazındaki kalça fleksiyonu arttıkça etkinliklerini iç rotasyon momentini arttırarak gösterirler. Diğer yandan, gluteus mediusun dinamik aktivitedeki zayıflığı pelvis kontrolünü güçleştirerek etkin yürümenin açığa çıkmasını önler.

"Stiff-leg" yürüyüşüne neden olan bir başka mekanizma ise uzun hamstring kaslarının anormal aktivitesidir. Hamstringler diz fleksörleri olarak izole fonksiyon açığa çıkarsa bile lokomosyondaki ana görevi, kalça ekstansiyonuna katkı sağlamaktır. Tam bu aşamada hamstringler kalça fleksiyonunu inhibe eder ve paradoksal olarak diz fleksiyonunu azaltırlar. Sallanma fazı sonunda uzun hamstringler hızla gerilerek EMG aktivitesinde patlamaya neden olurlar. Stiff-leg varlığında hamstringlerin çoklu görevlerini yürütemediği gösterilmiştir.

Rijidite ve Yürüyüş

Rijidite; agonist ve antagonist kasların kokontraksiyonu ile meydana gelir. Hareket sırasında seçici eklem hareketi gerçekleştirilemez. Yürüyüş açısından bakıldığında genellikle; "stiff-leg", yetersiz kol salınımı, gövde ve pelvis rotasyonlarında azalma ve zıt rotasyonun gerçekleştirilememesi şeklinde ortaya çıkar. Dizdeki rijidite birçok hasta-

lıkta görülebilmektedir fakat en yaygın olarak serebral palsi de rastlanmaktadır. Kişi hamstring ve quadriseps kas grubunun kokontraksiyonu nedeniyle dizi serbestleştiremez. Bu duruma her iki kas grubunun sinerjistikleri de katılır. Dizi serbestleştirememe özellikle yürüyüşün sallanma fazının başlangıcında ekstremitenin öne alınma sürecini önemli ölçüde kısıtlar. Kişi bu basamağı geçebildiğinde ise sallanma fazında ekstremitenin kısaltılamamasına- dizin fleksiyona getirilememesine- neden olur. Bu durumda altta yatan patolojiye bağlı olarak kompansatuar paternler geliştirilebilir fakat genellikle yürüyüşte belirgin yavaşlama ve adım uzunluklarında ve alt ekstremitenin açısal değerlerinde azalma gözlemlenir. Eğer parkinsonizm grubu bir hastalıkta rijidite semptomları görülüyor ise muhtemelen üst ekstremite ve gövde hareketlerinde de tutulum olacaktır. Bu durumda bir bütün olarak yürüyüşü başlatmak güç olacağı gibi, yürüyüşü normalleştiren parametrelerin hepsinde kayıp olacaktır. Birey artmış gövde fleksiyonu, başın anterior tilti, ritmik baş hareketlerinde azalma, alt ve üst gövdenin zıt rotasyonunda azalma, pelvisin öne alınmasında yetersizlik ve diz ekleminin yetersiz fleksiyonu ve ekstansiyonu ile karakterize bir yürüyüş sergileyecektir.

Vücudun ana aksındaki bir tonus artışı tüm fonksiyonel aktivitelerde kısıtlılıkla sonuçlanır. Özellikle Parkinson hastalığında açığa çıkan artmış gövde tonusu alt ve üst gövdenin zıt rotasyonel hareketini, gövde stabilizasyonu ile gerçekleşen kademeli ekstemite hareketlerinin yürütülmesini engeller. Postural tonustaki bu anormal artış rijidite semptomları ile karışır ve özellikle dönme ve yürüme gibi bütüncül hareketler yerine getirilemez. Benzer şekilde boyun hareketleri kısıtlanır ve refleks düzeltici reaksiyonlar ve koruyucu reaksiyonlar zayıflar. Kişi yürüyüş sırasında kısalan adım uzunlukları, daralmış eklem hareketleri, azalmış pelvis öne rotasyonu, azalmış üst-alt gövde zıt rotasyonu, azalmış baş ritmik rotasyonel hareketleri, gerilemiş intersegmental vertebral kolon hareketleri ve azalmış kol salınımları sergiler. Bu nedenle genel olarak yavaşlamış ve bir kalıp halinde sergilenen yürüyüş parametreleri mevcuttur. Genel olarak simetri izlenimi veren bu yürüyüş, oldukça değişken ve instabil bir karakterdedir. Aksiyal tonustaki bozukluk her zaman tonus artışı ile karakterize olmamaktadır. Bazı durumlarda nöromodülasyon güçlüğü olarak da karşımıza çıkabilir. Belirli aktivitelerde tonus artış gözlenirken, hareket devamlılık ve ritmiklik gösterdikçe tonus artışı değişken karakter alabilir. Böyle durumlarda değişken aksiyal tonus asimetrik gövde hareketlerinin yürüyüş sırasında gözlenmesine neden olur. Gövde hareketlerindeki postural hazırlık ve stabilizasyon aşamalarındaki adaptasyonun inişli çıkışlı karakter taşıması yürüyüşte meydana gelen sapmaların büyüklüğünün de değişken özellik taşımasına neden olur.

Hipokinezi

Bazal gangliyonların ve frontal lobun birlikte etkilendiği durumlarda hipokinezik ve rijidite bulgularını içeren yürüyüş özellikleri gözlemlenir. Frontal hasarın patolojiye

eşlik etmesi lokomosyondaki bozulmayı bir üst seviyeye çıkararak daha karmaşık hale getirir. Hipokinetik rijit yürüyüşün karakteristik özelliği, yürüyüşün yavaşlamasına neden olacak şekilde adım uzunluklarının kısalması ve ayağın yerden yükseltilme mesafesinin daralması söz konusudur. Diğer bir deyişle birey, sallanma fazı için gereken miktarda kalça-diz fleksiyonu ve ayakbileği dorsi fleksiyonunu gerçekleştiremez. Destek yüzeyi genişliği/adım genişliği tipik olarak Parkinson Hastalığı'nda normal olmakla birlikte atipik parkinsonizm veya diğer şiddetli parkinsonizm ve türevlerinde destek yüzeyi genişler. Genelikle öne fleksiyon postürü ile gerçekleştirilen yürüyüş Parkin geni pozitif olanlarda gövde hiperekstansiyonu ile karakterizedir. Her koşulda öne adım almak zordur, çift destek periyodu uzar. Kol salınımı Parkinson hastalığında asimetrik özellik gösterirken, parkinsonizmin diğer gruplarında daha simetrik olabilir ve özellikle hipokinezi ile birlikte rijiditenin baskın olacağı gruplarda daha yıllar öncesinden kol salınımında simetrik azalma ile yürüyüş bozukluğu gözlemlenebilir.

Distoni ve Yürüyüş

Distoni etyolojiye bağlı olarak bir çok yürüyüş bozukluğunu beraberinde getirebilir. Fokal distoni olabileceği gibi serebral palsi gibi hastalıklar nedeniyiyle jeneralize de olabilir. Bu nedenle diğer tonus bozuklukları yaşayan gruplara göre lokomotor analizleri daha az çalışılmış bir gruptur. Yine de aydınlatılabilmiş bazı noktalar da bulunmaktadır.

Ana hatlarıyla distoni yüksek amplitütlü nöral ateşleme sürecini, yetersiz inhibisyonu, aşırılaşmış nöral adaptasyonu ve bozulmuş sensori-motor reorganizasyonu içerir.

Distonili hastalar özel dikkat gerektirir çünkü yürüyüşleri veya denge bozukluğu görev spesifik olabilir. Örneğin, hastalar distoni nedeniyle ciddi yürüme bozukluğu yaşarken kolayca geriye yürüyebilir veya koşabilir. Bu durum psikojenik bir işaret olarak kolayca yanlış yorumlanır. Distoni, tipik hastalıklardan (primer bazal gangliyon patolojileri vb. gibi) bağımsız olarak üst ekstremite ve alt ekstremitede belirli bir hareket sırasında açığa çıkabilir.

Yürüyüş distonisi formları oldukça çeşitlidir; fokal distoni olabileceği gibi, progresif supranükleer palsili hastalarda retrocollis, çoklu sistem atrofisi olan hastalarda antecollis, parkinson hastalığında Pisa sendromu ve kortikobazal dejenerasyonlu hastalarda asimetrik bir kol veya bacak distonisi olarak kendini gösterebilir. Distonik hastaların çoğu ayak parmakları üzerinde yürüme eğilimindedir. Distonik skolyoz, hiperlordoz veya tortikolis de dahil olmak üzere, aksiyal distoni formları yürümeyi önemli ölçüde güçleştirebilir. Klinik bulgular, ekstansör veya fleksör spazmların şiddetine göre değişir..

Hipotoni ve yürüyüş

Hipotoni basit anlamı ile pasif harekete direnç azalmasıdır. Hipotoni, periferik ve merkezi sinir sistemi bozuklukları, metabolik hastalıklar, nöromüsküler bozukluklar ve/veya bağ dokusu hastalıklarından kaynaklanabilir. Yaygın gözlemlenen hipotonik hareket bozuklukları Down sendromu, serebellar ataksi ve muskular distrofidir. Bazı durumlarda ise hipotoni altındaki neden tespit edilemez ve idiopatik hipotoni olarak isimlendirilir.

Hipotoni varlığında kas kuvvetinde her zaman azalma olduğu söylenemez fakat primer kuvvet kaybıyla seyretmediği zamanlarda bile kasın aktiviteyi sürdürebilirliğinde önemli kayıplar oluşur. Hipotonik yürüyüş bozukluklarında temel sorun zamanlamalar ile ilgilidir. Ayrıca hipotoninin şiddetine göre açısal değerlerde çok ciddi azalmalar da gözlenebilir. Hipotoninin etyolojisi yürüyüşün karakteristiklerini farklı yönlerde etkileyebilir.

Down sendromu olan çocuklar tam taban temasıyla ilk teması gerçekleştirmektedir ve ayak bileğinin sagital açısal değerleri yürüyüş sırasında azalmaktadır. Duruş fazında ise ayak bileği dorsi fleksiyonu, kalça ve diz fleksiyonları sağlıklı akranlarından daha fazladır. Sallanma fazı sonundaki kalça ekstansiyonu azalırken, sallanma fazında kalça abdüksiyonları, pelvik rotasyonlar ve ayak dış rotasyonları artış gösterir. Down sendromlu çocuklarda duruş fazı süreleri ve çift destek periyodu süreleri uzar. Down sendromlu çocukların yürüyüş sapmalarının nedenleri arasında periferal laksitenin artmasına bağlı olarak gözlemlenen pesplanovalgus deformitesi, patellar dislokasyon ve genu valgum da bulunmaktadır. Idiopatik hipotonisi olan çocuklarda ise bu tip ortopedik deformiteler gözlemlenmeyebilir. Idiopatik hipotoni santral ve/veya peripheral nedenlerle olabileceği için klinik bulgular farklılık gösterebilir. Idiopatik hipotonisi olan çocukların yüklenme cevabı fazında diz fleksiyon dereceleri akranlarından fazladır. Diz kaslarının zamanlama temelli uyumsuz aktivitesi ve zayıf plantar fleksör aktivite nedenleri ile proksimal eklemlerde fleksiyon olarak gözlemlenen kompansatuar cevaplar açığa çıkar. Aynı zamanda zayıf plantar fleksör aktivite, duruş fazı sonunda diz fleksör momentinin yeterli olarak üretilememesine neden olur. Aynı zamanda yürüyüşün ilk temas fazında ise dizlerde artmış fleksiyon gözlemlenir. Duruş fazının başlangıcında ise artmış kalça fleksör momenti gözlenir. Hemen hemen tüm döngü boyunca pelvisin artmış anterior tilti mevcuttur. Bununla birlikte sallanma fazının ortalarında eklem kinematikleri nispeten sağlıklı akranlarına yakındır.

Serebellar ataksi ile ilişkili hipotonik bozukluklarda ise yürüyüşün dinamik sapmaları hemen her fazda belirgindir. Ataksi genellikle hareketin koordinasyonundaki bozulmayı ifade eder. Tonusun regülesyonundaki bozulma, hareket koordinasyonundaki bozulmayla birlikte görülür. Vestibüler nöronlar genellikle duruş aşamasında

ekstansör kas aktivitesinin artışında görevlidir. Retiküler nöronlar ise sallanma fazında artmış fleksör tonus ile ilgilidir. Serebellar sistemin etkilendiği gruplarda ortak sorun fazların zamanlamasıdır. Ekstremite ataksisi varlığında mesafe tayini ile ilgili güçlükler, tutarsız zaman-mesafe karakteristiklerine neden olmaktadır. Gövde ataksisinin belirgin olduğu gruplarda ise bozulan gövde kontrolüne sekonder olarak gelişen kinematik sapmalar söz konusudur. Hipotoni etkisini birincil olarak, devam ettirilen yürüyüşün sonraki aşamalarında sapmalarla kendini göstermektedir. Bir başka deyişle, kesitsel analizlerle alınan zaman-mesafe karakteristikleri özellikle erken dönem serebellar tutulumu olan hastalarda normale yakın bulgular elde edilmesine neden olabilir fakat hareketin devamlılığı istendiğinde lokomotor sistemin tutarsız davranışları yürüyüşün tüm fazlarında, özellikle zamanlama temelli ölçümlerinde sapmalarla kendini gösterir.

SONUÇ

Kas tonusunun regülasyonu dinamik ve statik birçok koşuldan etkilenir. Bununla birlikte, klinik olarak benzer tonus karakterine sahip olan hastalar aynı kas gruplarında benzer yönde tonus anormalliğine sahip olsalar bile, hastalıkların etyolojisine bağlı olarak farklı karakterde klinik yürüyüş bozuklukları sergileyebilirler. Benzer etyolojiye sahip hastaların yürüyüşlerindeki sapmalar ana hatları ile ortak noktalar barındırsalar bile, bireyin kendi nöro-biyomekanik altyapısı ölçüsünde nitel ve nicel olarak çok farklı karakterde özellikler taşıyabilirler. Aynı zamanda, kas tonusundaki değişimin yönü, miktarı, değişkenliği bazı sık rastlanılan yürüyüş semptomlarına özgü hazırlayıcı faktörleri oluşturur. Bu nedenle, tonus bozukluklarına bağlı yürüyüşleri incelerken genel çerçeveyi tanımak ve bu çerçevenin içerisindeki resmin ne kadar çeşitlenebileceğini bilmek uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Mc Fayden B, Bélanger M: Neuromechanical concepts for the assessment of the control of human gait. In: Three dimensional analysis of human locomotion. Allard P, Capponzo A, Lundberg A, Vaughan C (Eds). John Willey and sons, Toronto, 1997; 50.66.
2. Sutherland DH, Davids JR: Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. Clin Orthop Relat Res 1993; 288: 139.147.
3. Forssberg H: Ontogeny of human locomotor control. I. Infant stepping, supported locomotion, and transition to independent locomotion. Exp Brain Res 1985; 57: 480.491.
4. Leblond H, Menard A, Gossard JP: Corticospinal control of locomotor pathways generating extensor activities in the cat. Exp Brain Res 2001; 138: 173.184.
5. Donker SF, Beek PJ, Wagenaar RC: Coordination between arm and leg movements during locomotion. J Motor Behaviour 2001; 33: 86.102
6. Wagenaar RC, Van Emmerik REA: Resonance frequencees of arms and legs identify different walking patterns. J Biomechanics 2000; 33, 853.861.

7. Prochazka A, Clarac F, Loeb GE, Rothwell JC, Wolpaw JR: What do reflex and voluntary mean? Modern views on an ancient debate. Exp Brain Res 2000; 130: 417.432.
8. Zehr EP, Fujita K, Stein RB: Reflexes from the supreficial peroneal nerve during walking in stroke subjects. J Neurophysiol 1998; 72: 848. 858.
9. Miyai, I., Tanabe, H. C., Sase, I., Eda, H., Oda, I., Konishi, I., ... & Kubota, K. (2001). Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. *Neuroimage*, *14*(5), 1186-1192
10. Koenraadt, K. L., Roelofsen, E. G., Duysens, J., & Keijsers, N. L. (2014). Cortical control of normal gait and precision stepping: an fNIRS study. *Neuroimage*, *85*, 415-422.
11. Miyai, I., Tanabe, H. C., Sase, I., Eda, H., Oda, I., Konishi, I., ... & Kubota, K. (2001). Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. *Neuroimage*, *14*(5), 1186-1192.
12. Zehr EP, Fujita K, Stein RB: Reflexes from the supreficial peroneal nerve during walking in stroke subjects. J Neurophysiol 1998; 72: 848. 858.
13. Miyai, I., Tanabe, H. C., Sase, I., Eda, H., Oda, I., Konishi, I., ... & Kubota, K. (2001). Cortical mapping of gait in humans: a near-infrared spectroscopic topography study. Neuroimage, 14(5), 1186-1192.
14. Koenraadt, K. L., Roelofsen, E. G., Duysens, J., & Keijsers, N. L. (2014). Cortical control of normal gait and precision stepping: an fNIRS study. Neuroimage, 85, 415-422.
15. J. W. Lance, "Symposium synopsis," in Spasticity: Disordered Motor Control, R. G. Feldman, R. R. Young, andW. P. Koella, Eds., pp. 485–494, 1980.
16. D. Burke, J. D. Gillies, and J.W. Lance, "The quadriceps stretch reflex in human spasticity.," Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, vol. 33, no. 2, pp. 216–223, 1970.
17. G. Tardieu, C. Tardieu, P. Colbeau Justin, and M. D. Bret, "Effects of muscle length on an increased stretch reflex in children with cerebral palsy," Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, vol. 45, no. 4, pp. 348–352, 1982.
18. W. Z. Rymer, J. C. Houk, and P. E. Crago, "Mechanisms of the clasp-knife reflex studied in an animal model," Experimental Brain Research, vol. 37, no. 1, pp. 93–113, 1979.
19. D. G. Kamper, B.D. Schmit, andW. Z. Rymer, "Effect of muscle biomechanics on the quantification of spasticity," Annals of Biomedical Engineering, vol. 29, no. 12, pp. 1122–1134, 2001.
20. A. F.Thilmann, S. J. Fellows, and E. Garms, "The mechanism of spasticmuscle hypertonus.Variation in reflex gain over the time course of spasticity," Brain, vol. 114, no. 1, pp. 233–244, 1991.
21. Trompetto, C., Marinelli, L., Mori, L., Pelosin, E., Currà, A., Molfetta, L., & Abbruzzese, G. (2014). Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. BioMed research international, 2014.
22. A. F.Thilmann, S. J. Fellows, and E. Garms, "The mechanism of spasticmuscle hypertonus.Variation in reflex gain over the time course of spasticity," Brain, vol. 114, no. 1, pp. 233–244, 1991.
23. Trompetto, C., Marinelli, L., Mori, L., Pelosin, E., Currà, A., Molfetta, L., & Abbruzzese, G. (2014). Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. BioMed research international, 2014
24. L. Galiana, J. Fung, and R. Kearney, "Identification of intrinsic and reflex ankle stiffness components in stroke patients," Experimental Brain Research, vol. 165, no. 4, pp. 422–434, 2005.
25. W. Vattanasilp, L. Ada, and J. Crosbie, "Contribution of thixotropy, spasticity, and contracture to ankle stiffness after stroke," Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, vol. 69, no. 1, pp. 34–39, 2000.
26. S. Malhotra, E. Cousins, A. Ward et al., "An investigation into the agreement between clinical, biomechanical and neurophysiological measures of spasticity," Clinical Rehabilitation, vol. 22, no. 12, pp. 1105–1115, 2008.
27. F. Biering-Sørensen, J. B. Nielsen, and K. Klinge, "Spasticityassessment: a review," Spinal Cord, vol. 44, no. 12, pp. 708–722, 2006.

28. P.Marque,M. Simonetta-Moreau, E.Maupas, and C. F. Roques, "Facilitation of transmission in heteronymous group II pathways in spastic hemiplegic patients," Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, vol. 70, no. 1, pp. 36–42, 2001.
29. A. Nardone and M. Schieppati, "Reflex contribution of spindle group Ia and II afferent input to legmuscle spasticity as revealed by tendon vibration in hemiparesis," Clinical Neurophysiology, vol. 116, no. 6, pp. 1370–1381, 2005.
30. G. Sheean and J. R. McGuire, "Spastic hypertonia and movement disorders: pathophysiology, clinical presentation, and quantification," PM and R, vol. 1, no. 9, pp. 827–833, 2009.
31. Radebold A, Cholewicki J, Pnajabi MM, Patel Tushar Ch: Muscle Response Pattern to Sudden trunk loading in healthy individuals and in patients with chronic low back pain. Spine 2000; 25: 947.954. ///Mayer, M. (2002). Clinical neurokinesiology of spastic gait. *Bratislavské lekárske listy*, *103*(1), 3-11.
32. Mayer, M. (2002). Clinical neurokinesiology of spastic gait. Bratislavské lekárske listy, 103(1), 3-11
33. Newham DJ, Hsiao SF: Knee muscle isometric strenght, voluntary activation and antagonist co-contraction in the first six months after stroke. Disabil Rehabilitation 2001; 23: 379.386.
34. Mayer, M. (2002). Clinical neurokinesiology of spastic gait. Bratislavské lekárske listy, 103(1), 3-11
35. Li, S., Francisco, G. E., & Zhou, P. (2018). Post-stroke hemiplegic gait: new perspective and insights. Frontiers in physiology, 9, 1021.
36. Titus, A. W., Hillier, S., Louw, Q. A., & Inglis-Jassiem, G. (2018). An analysis of trunk kinematics and gait parameters in people with stroke. African Journal of Disability (Online), 7, 1-6.
37. Isho, T., & Usuda, S. (2016). Association of trunk control with mobility performance and accelerometry-based gait characteristics in hemiparetic patients with subacute stroke. Gait & posture, 44, 89-93.
38. Sharma, S., McMorland, A. J., & Stinear, J. W. (2015). Stance limb ground reaction forces in high functioning stroke and healthy subjects during gait initiation. Clinical Biomechanics, 30(7), 689-695.
39. Boehm, W. L., & Gruben, K. G. (2016). Post-stroke walking behaviors consistent with altered ground reaction force direction control advise new approaches to research and therapy. Translational stroke research, 7(1), 3-11.
40. Li, S., Francisco, G. E., & Zhou, P. (2018). Post-stroke hemiplegic gait: new perspective and insights. Frontiers in physiology, 9, 1021.
41. Kim, H. D., Kim, J. G., Jeon, D. M., Shin, M. H., Han, N., Eom, M. J., & Jo, G. Y. (2015). Analysis of vertical ground reaction force variables using foot scans in hemiplegic patients. Annals of rehabilitation medicine, 39(3), 409-415.
42. Mayer, M. (2002). Clinical neurokinesiology of spastic gait. Bratislavské lekárske listy, 103(1), 3-11.
43. Huijing, P. A. (2007). Epimuscular myofascial force transmission between antagonistic and synergistic muscles can explain movement limitation in spastic paresis. Journal of electromyography and kinesiology, 17(6), 708-724.
44. Marinho, H. V. R., Amaral, G. M., Moreira, B. S., Santos, T. R. T., Magalhães, F. A., Souza, T. R., & Fonseca, S. T. (2017). Myofascial force transmission in the lower limb: An in vivo experiment. Journal of biomechanics, 63, 55-60.
45. Hilal KEKLİCEK. Spastik Kasın Fasyal Dinamiği, Fizyoterapi Seminerleri 2015 H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Pelikan Kitabevi ANKARA
46. Akalan, N. E., Kuchimov, S., Apti, A., Temelli, Y., & Nene, A. (2016). Contributors of stiff knee gait pattern for able bodies: Hip and knee velocity reduction and tiptoe gait. *Gait & posture*, *43*, 176-181.
47. Shorter, K. A., Wu, A., & Kuo, A. D. (2017). The high cost of swing leg circumduction during human walking. Gait & posture, 54, 265-270.
48. Apti, A., Akalan, N. E., Kuchimov, S., Özdinçler, A. R., Temelli, Y., & Nene, A. (2016). Plantar flexor muscle weakness may cause stiff-knee gait. *Gait & posture*, *46*, 201-207

49. Akalan, N. E., Kuchimov, S., Apti, A., Temelli, Y., & Nene, A. (2016). Contributors of stiff knee gait pattern for able bodies: Hip and knee velocity reduction and tiptoe gait. *Gait & posture*, *43*, 176-181.
50. Shorter, K. A., Wu, A., & Kuo, A. D. (2017). The high cost of swing leg circumduction during human walking. Gait & posture, 54, 265-270.
51. Apti, A., Akalan, N. E., Kuchimov, S., Özdinçler, A. R., Temelli, Y., & Nene, A. (2016). Plantar flexor muscle weakness may cause stiff-knee gait. *Gait & posture*, *46*, 201-207.
52. Mayer, M. (2002). Neurophysiological and kinesiological aspects of spastic gait: the need for a functional approach. Functional neurology, 17(1), 11-18.
53. Arnold AS, Asakawa DJ, Delp SL. Do the hamstrings and adductors contribute to excessive internal rotation of the hip in persons with cerebral palsy? Gait & Posture 2000;11:181-190
54. Metaxiotis D, Accles W, Siebel A, Doederlein L. Hip deformities in walking patients with cerebral palsy. Gait & Posture 2000;11:86-91
55. Braatz, F., Dreher, T., Wolf, S. I., & Niklasch, M. (2018). Preoperative hip rotation moments do not predict long-term development after femoral derotation osteotomy in children with cerebral palsy. *Gait & Posture*, *61*, 215-219.
56. Miller, F. (2018). Hip and Pelvic Kinematic Pathology in Cerebral Palsy Gait. In *Cerebral Palsy* (pp. 1-17). Springer, Cham.
57. Akalan, N. E., Kuchimov, S., Apti, A., Temelli, Y., & Nene, A. (2016). Contributors of stiff knee gait pattern for able bodies: Hip and knee velocity reduction and tiptoe gait. Gait & posture, 43, 176-181.
58. Metaxiotis D, Accles W, Siebel A, Doederlein L. Hip deformities in walking patients with cerebral palsy. Gait & Posture 2000;11:86-91/
59. Braatz, F., Dreher, T., Wolf, S. I., & Niklasch, M. (2018). Preoperative hip rotation moments do not predict long-term development after femoral derotation osteotomy in children with cerebral palsy)
60. Bloem BR, Grimbergen YA, Cramer M, Willemsen MD, Zwinderman AH. Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. J Neurol 2001; 248: 950–58.
61. Grimbergen YA, Knol M, Bloem BR, Kremer HP, Roos RA, Munneke M. Falling in Huntington's disease. Mov Disord 2005; 20 (suppl 10): S9.
62. Snijders, A. H., Van De Warrenburg, B. P., Giladi, N., & Bloem, B. R. (2007). Neurological gait disorders in elderly people: clinical approach and classification. The Lancet Neurology, 6(1), 63-74.)
63. V. Cimolin, M. Galli, G. Grugni, L. Vismara, G. Albertini, C. Rigoldi, et al., Gait patterns in Prader-Willi and Down syndrome patients, J Neuroeng Rehabil, 7 (2010), 28–35
64. M. Cioni, A. Cocilovo, F. Rossi, D. Pacci, and M. S. Valle, Analysis of ankle kinetics during walking in individuals with Down syndrome, Am J Ment Retard, 106 (2001), 470–478
65. M. Galli, G. Albertini, N. Tenore, andM. Crivellini, Gait analysis in children with Down syndrome: progress report-intern, Rev Med Sci, 13 (2001), 21–27.
66. M. Galli, C. Rigoldi, R. Brunner, N. Virji-Babul, and A. Giorgio, Joint stiffness and pattern evaluation in children with Down syndrome, Gait Posture, 28 (2008), 502–506.
67. S. R. Harris, Congenital hypotonia: clinical and developmental assessment, Dev Med Child Neurol, 50 (2008), 889–892. ///Chester, V. (2011). Gait Patterns of Children with Idiopathic Hypotonia. Journal of Orthopaedics and Trauma, 2011.
68. Morton, S. M., & Bastian, A. J. (2007). Mechanisms of cerebellar gait ataxia. The Cerebellum, 6(1), 79.
69. Schniepp, R., Möhwald, K., & Wuehr, M. (2017). Gait ataxia in humans: vestibular and cerebellar control of dynamic stability. Journal of neurology, 264(1), 87-92.
70. Buckley, E., Mazzà, C., & McNeill, A. (2018). A systematic review of the gait characteristics associated with cerebellar ataxia. Gait & posture, 60, 154-163.

Kas Tonusu Değerlendirmesi

10

Uz. Fzt. Ecem Karanfil, Doç. Dr. Ayla Fil Balkan, Prof. Dr. Kadriye Armutlu

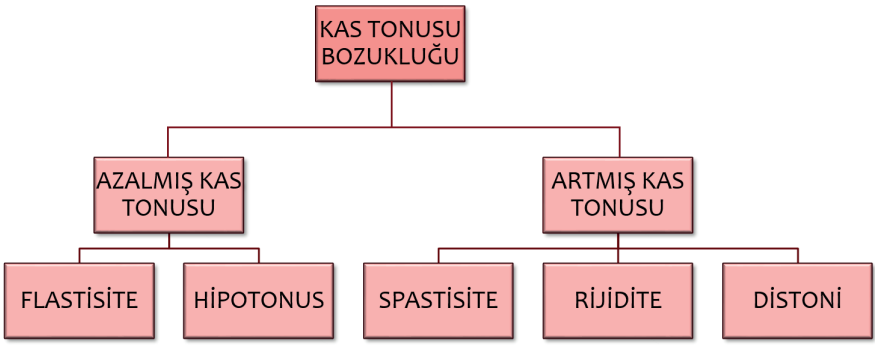
GİRİŞ

Kas tonusu istirahat halinde motor ünitelerin kontrollü kontraksiyonlarının oluşturduğu pasif gerilim olarak tanımlanmaktadır. Kas dokusunun pasif elastikiyeti, her bir kas lifinin içerdiği proteinlerin viskoelastik özelikleri ve sinir sisteminin reaksiyonlarına oluşturulan aktif kas kontraksiyonları kas tonusunu oluşturur.

Kas tonusu karmaşık bir süreçte yönetilmekte olup merkezi sinir sistemindeki üst merkezlerden kas iğciğine kadar birçok oluşum bu süreçte rol almaktadır. Pre-motor korteks, basal ganglionlar, serebellum ve beyin sapı retiküler formation, vestibulo-spinal yollar ve medulla spinalisteki gama motor nöronlar ve kas reseptörleri (kas iğciği ve golgi tendon organı) tonusun düzenlenmesinde rol alan yapılarıdır.

Kas tonusu, yerçekimine karşı vücudun dik duruşunu devam ettirecek kadar çok, harekete izin verecek kadar az olmalıdır. Bu nedenle fonksiyonel aktivitelerin devam edebilmesi için kas tonusunun normal sınırlarda olması ve sorumlu yapıların işlevlerini tam olarak yerine getirmesi gerekmektedir. Kas tonusu bozuklukları genel olarak hastalarda postüral bozukluklar, deformiteler, kas kuvvet kayıpları, ağrı, denge bozukluğu, mobilite kayıpları, hijyen/kendine bakım aktivitelerinde yetersizlikler ile günlük yaşam aktivitelerinde zorluklar başta olmak üzere primer ve sekonder bir çok problemlere neden olmaktadır. Dengenin, postürün, ince ve kaba motor becerilerin gerçekleştirilmesinde normal kas tonusunun varlığı önemlidir.

Kas tonusu bozuklukları tonusdaki patolojik artışı tanımlayan hipertoni ve azalmayı ifade eden hipotoni olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Hipertoni spastisite, rijidite ve distoniyi kapsarken, hipotoni ise hipotonus ve flastisiteyi içermektedir (Şekil 10.1).



Şekil 10.1: Kas tonusu bozuklukları

HİPERTONİ

Hipertoni; artmış tonus, hiperaktif refleksler, güçsüzlük ve zayıf koordinasyon gibi birden fazla bulgunun oluşturduğu klinik tablodur. Spastisite, rijidite ve distoni hipertoninin tipleridir.

ARTMIŞ KAS TONUSU-SPASTİSİTE

Lance'e göre spastisite; 'üst motor nöron lezyonunun bir komponenti olarak germe refleksinin hipereksitabilitesi sonucu hız bağımlı, tonik germe refleksindeki artış ile karakterize motor bozukluk' şeklinde tanımlanır. Proprioseptif reflekslerin artmış uyarılabilirliğine ek olarak kutanöz ve nosiseptif refleksler de supraspinal kontrolün yokluğundan etkilenmektedir. Spastisite kavramı içine dâhil edilmiş olan bu afferentlerin artmış cevapları farklı işaretlere neden olmaktadır. Üst motor nöron lezyonunun pozitif işaretlerinin çeşitliliğinden dolayı klinikte bunların ayırt edilmesi güç olmaktadır. Lance'ın tanımının bu açıdan kısıtlı olduğu düşünülmektedir. Spastisite çalışma grubu "SPASM" (Support Programme for Assembly of a database for Spasticity Measurement) spastisiteyi, "üst motor nöron lezyonu sonucu, kendini kasların istemsiz intermittan veya daimi aktivasyonu şeklinde görülen, sensorimotor kontrol bozukluğu" aralıklı veya sürekli şeklinde yeniden tanımlayarak üst motor nöron lezyonunun pozitif özelliklerine tüm afferentlerin aracılık ettiğini bildirmiştir.

Üst motor nöron lezyonu olan hastaların tedavisinde özelleşmiş birçok klinisyen, spastisitenin değerlendirilmesi konusunda, patofizyolojinin kompleksliği sebebiyle zorluk yaşamakta ve hatalı sonuçlara varabilmektedir. Doğru tedavinin temelini doğru değerlendirmenin oluşturması nedeniyle geçerli ve güvenilir ölçümler ile varolan bulguların değerlendirilmesi, klinik seyir, tedavi beklentileri ve tedavi için son derece önemlidir.

Hikâye alımı hastanın değerlendirilmesinin ilk basamağını oluşturur. Hangi ekstremitelerinde kasılma olduğu, kasılmanın istirahat ve hareketle değişip değişmediği, spazmların varlığı, sıklığı ve şiddeti sorgulanmalıdır. Fonksiyonelliğin ve yaşam kalitesinin ne kadar etkilendiği hastaya sorulmalı, spastisitesini arttıran ve azaltan durumlar not edilmelidir.

Artmış kas tonusunun kas iskelet sistemi üzerindeki etkileri esas alındığında fleksör ve ekstansör kasılmaların ve vücut postürünün gözlenmesi spastisite varlığı konusunda fikir oluşturmaktadır.

Refleks değerlendirmesi kas tonusu değerlendirilmesinde önem arz etmektedir. Bu nedenle derin tendon refleksleri, klonus, babinski ve diğer patolojik refleksler ayrıntılı bir şekilde incelenmelidir.

Stres seviyesi, ortam sıcaklığı, ağrılı durumlar, değerlendirmenin yapıldığı saat ve diğer eklemlerin pozisyonu (örn: başın farklı pozisyonları) ve yorgunluk da kas aktivitesini etkileyebilir. Bu yüzden değerlendirmeler günün aynı saatinde ve aynı vücut pozisyonlarında yapılmalıdır. Hastalar sadece dinlenme durumunda değil fonksiyonlar sırasında da değerlendirilmelidir. Ayrıca spastisitenin fonksiyonları bazı durumlarda olumlu bazı durumlarda olumsuz etkileyebileceği akılda tutulmalıdır.

Zayıf ve flask bir ekstremite, mobilizasyon, transfer, giyinme, yıkanma gibi günlük yaşam aktivitelerine engel olabilmektedir. Bununla birlikte quadriceps femoris spastisitesi ekstremitelere postür ve tonus sağlayarak hastaların ağırlık aktarmasına ve ayakta durmasına yardımcı olabilmektedir. Spastik kasların pompalama aktivitesi ile dolaşıma yardımcı olma, ödem ve derin ven trombozu riskini azaltma, kas atrofisini önleme, tetraplejik hastalarda solunuma, öksürmeye ve bronşiyal sekresyonların temizlenmesine yardımcı olma gibi olumlu etkileri de vardır. Bu yüzden ölçme ve değerlendirme sonuçları kar-zarar dengesi göz önünde bulundurularak ele alınmalıdır.

Spastisitenin antagonist kaslarda oluşturduğu hareket zorluğu, bir süre sonra bu kaslarda ikincil kuvvet kayıpları yaşanmasına ve hareket disfonksiyonuna neden olmaktadır. Kas-iskelet sisteminin normal diziliminin bozulması sonucu, yanlış ve azalmış proprioseptif girdi, hareket disfonksiyonunun giderek artmasına neden olabilmektedir. Ayrıca müdahale edilmekte geç kalınan vakalarda; eklem limitasyonları, kontraktürler ve subluksasyonlar sık görülen negatif etkilerdir.

Spastisitenin Değerlendirilmesi

Spastik bireylerde hareket disfonksiyonunun oluşturduğu klinik problemler, spastisitenin pozitif özellikleri, negatif özellikleri, kas ve konnektif dokunun mekanik özelliklerindeki değişiklikler gibi çoklu etkileşimlerden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle spastisitenin çok yönlü değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Spastisite değerlendirme yöntemleri primer ve sekonder olarak ikiye ayrılabilir (Tablo 10.1).

Tablo 10.1: Spastisitenin değerlendirme yöntemleri	
PRİMER YÖNTEMLER	**SEKONDER YÖNTEMLER**
Klinik Ölçekler Modifiye Ashworth Ölçeği Tardeu Ölçeği Sayısal Oranlama Ölçeği Modifiye Penn Spasm Ölçeği Avusturalya Spastisite Değerlendirme Skalası Rekand Özür ve Spastisite Puanı Tonus Değerlendirme Ölçeği Multipl Skleroz Spastisite Ölçeği Üçlü Spastisite Ölçeği Hipertoni Değerlendirme Ölçeği King Hipertoni Ölçeği	**Yürüyüş ve Denge Analizi** **Günlük Yaşam Aktiviteleri** Modifiye Rankin Ölçeği Barthel İndeksi Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği Hasta Özür ve Bakım Verenin Tükenmişlik Oranlama Ölçeği Bozukluk Değerlendirme Ölçeği **Yaşam Kalitesi** Kısa Form 36 Yaşamla İlgili Memnuniyet Ölçeği EQ-5D Genel Yaşam Kalitesi Ölçeği Nottingham Sağlık Profili
Nörofizyolojik ve Elektrofizyolojik Değerlendirmeler H Cevabı H / M Oranı F Cevabı, F / M Oranı Diğer Refleks Çalışmaları	**Alt ve Üst Ekstremiteler İçin Geliştirilmiş Özel Testler** Kutu ve Blok Testi 9 Delikli Peg Testi Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi Zamanlı Parmak Vurma Testi
Biyomekanik Değerlendirmeler Pendulum Testleri İzokinetik Dinamometre Myotonometrik Ölçümler	**Normal Eklem Hareketlerinin Değerlendirilmesi** Gonyometrik ölçümler

Primer Yöntemler

Klinik Ölçekler

a. Ashworth, Modifiye Ashworth ve Modifiye Modifiye Ashworth Ölçeği

1964 yılında geliştirilen Ashworth ölçeğinde spastisite mümkün olan hareket açıklığı içinde eklemi pasif olarak hareket ettirirken hissedilen direncin 0-4 puan aralığında puanlanmasıyla gerçekleştirilmektedir.

Brashear ve arkadaşları Ashworth ölçeğinin inme hastalarında dirsek, el bileği ve parmaklardaki spastisitelerin değerlendirilmesinde gözlem içi ve gözlemciler arası güvenilirliğinin iyi olduğunu göstermişlerdir.

Bohannon ve Smith, ölçeğin hassasiyetini artırmak amacı ile 1 ve 2 değerleri arasına +1 değerini ekleyerek Modifiye Ashworth Ölçeğini (MAÖ) geliştirmişlerdir. MAÖ ile elektromiyografik parametreler arasında orta dereceli ilişkinin varlığı bilinmektedir. MAÖ'nin üst ekstremite spastistesi değerlendirmesinde alt ekstremiteye göre daha yüksek güvenilirliği olduğu bulunmuştur.

Klinikte uygulama kolaylığı ve uzun zaman almamaları açısından klinisyenler tarafından sıklıkla tercih edilen (Tablo 10.2) Ashworth ölçeklerinin yetersiz kaldığı ve eleştirildiği yönler de vardır. Bunlardan biri spastisitenin nöral mekanizmasının altında yatan hız bağımlı refleks cevabını ölçmeyip daha çok pasif harekete karşı olan direnci derecelendirmeleridir. "1", "1+" ve "2" derecelerinin sıralı ilişkisi gösterilemediği için spastisite değerlendirilmesinde sıralı seviyelendirmede MAÖ kullanımının geçerliliği tartışmalıdır. Ayrıca yetişkin hastalarda sıklıkla tutulan quadriceps femoris ve gluteus maksimus gibi kaslarda, spastistenin uyguladığı direnç hareketin başlangıcında hissedilir. Bununla birlikte hem AÖ hem de MAÖ direnç sorgulamasını her kas için hareketin son kısmından başlatmaktadır. Bu birçok kas için geçerliyken, quadriceps femoris ve gluteus maksimus için yanlış sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır.

AÖ ve MAÖ'nin geçerlilik ve güvenilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada her ikisinin de kişiler arası güvenilirliğinin zayıf olduğu sonucuna varılmış ve bu nedenle MAÖ'de modifikasyonlar yapılarak Modified Modified Ashworth Ölçeği (MMAÖ) geliştirilmiştir. MMAÖ spastisitenin şiddetini 0-4 arasında derecelendiren bir ölçektir. Birçok çalışma hem alt hem üst ekstremite spastisitesini değerlendirmede MMAÖ'nin geçerli ve güvenilir bir ölçüm yöntemi olduğunu göstermiştir. Fakat MMAÖ'nin ek psikometrik özellikler için daha fazla çalışmada kullanılarak kuvvetli ve eksik yönlerinin belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tablo 10.2: Modifiye Ashworth Ölçeği'nin puanlama sistemi	
Modifiye Ashworth Ölçeği	
0	Tonus artışı yok
1	Hareket açıklığının sonunda yakalama ve gevşeme veya minimal bir direnç ile karakterize hafif tonus artışı mevcut
1+	Eklem hareket açıklığının yarıdan azı boyunca, minimal direncin izlendiği hafif kas tonusu artışı mevcut
2	Kas tonusu tüm eklem hareket açıklığı boyunca ve daha fazla artmış, fakat eklemler kolayca hareket ettirilebiliyor
3	Pasif hareketi zorlaştıran belirgin tonus artışı mevcuttur
4	Etkilenen kısımlar fleksiyon ve ekstansiyonda rijittir

b. Tardieu/Modifiye Tardieu Ölçeği

Tardieu Ölçeği, spastik kasın değerlendirilmesi amacıyla 1954 yılında geliştirilmiş geçerli ve güvenilir bir ölçektir. Ashworth ölçeklerine göre avantajı değerlendirmeye hız parametresinin de dâhil edilmiş olmasıdır. İki kez revizyon geçiren skalanın ilk modifikasyonu 1969 yılında, ikinci modifikasyon ve standardizasyonu 1999 yılında yapılarak Modifiye Tardieu Ölçeği (MTÖ) ismini almıştır. Tardieu Ölçeği'nin Lance'ın spastisite tanımına benzerliği ve spastisiteyi kontraktürden ayırt edebilmede oldukça uygun bir değerlendirme olduğu belirtilmektedir (Tablo 10.3).

MTÖ'nin gerim hızı, kas reaksiyonunun niteliği ve kas reaksiyonunun açısı olmak üzere üç bileşeni vardır. MTÖ değerlendirmesinde hızlı ve yavaş olmak üzere iki hareket oluşturulur. R2 olarak adlandırılan hareket hızı; yavaş pasif gerim sırasında kontraktür ya da eklem hareket açıklığı kaybının belirlenmesinde kullanılırken, R1; hızlı pasif gerim sırasında hiperaktif gerim refleksinin başladığı kas reaksiyon açısının belirlenmesi için kullanılır. MTÖ'nin anahtar komponenti R2 ve R1 in arasındaki farkın (R2-R1) hesaplanmasıyla oluşan spastisitenin dinamik komponentidir. R1 ve R2 arasındaki ilişki pasif harekete olan direncin nöral ve mekanik kısıtlamalarının tahmin edilmesine katkıda bulunur. R2 ve R1 arasındaki büyük fark spastisitenin göstergesiyken, küçük fark yumuşak doku değişikliklerini ve kontraktürü düşündürür. MTÖ ekstremite hareketi sırasında eklemi hizalayarak gonyometre kullanımını gerektirdiği için bu durum MTÖ'nin güvenilirliğini azaltan bir sebep olarak düşünülmektedir. Hareketin son kısmındaki gerimle ortaya çıkan klonustan dolayı eklem hareketinin sonunda hissedilen tonusun fark edilmesinde bir takım zorluklar yaşanmaktadır. Buna ek olarak klonus, kişinin eklem hareket açıklığı arttıkça kötüleşebilir. Yani kişide klinik gelişme olurken, Tardieu puanı kötü olabilir. MTÖ'nin güvenilirliğini gösteren çalışmalar çoğunlukla çocuklarda yapılmıştır. MTÖ'nin çeşitli hastalık gruplarındaki güvenilirliği ise tartışmalıdır.

Tablo 10.3: Modifiye Tardieu Ölçeği ve puanlaması	
Kas Reaksiyonunun Niteliği	
Puan	**Açıklama**
0	Pasif harekete direnç yok
1	Pasif harekete karşı hafif direnç var. Herhangi bir açıda yakalama hissi yok
2	Pasif hareketi zorlaştıracak şekilde belirli bir noktada yakalama hissi ve takiben gevşeme
3	Belirli bir açıda oluşan ve aynı şiddetle germe sürdürüldüğünde yorulan klonus (10 saniyeden kısa süren)
4	Belirli bir açıda oluşan ve aynı şiddetle germe sürdürüldüğünde yorulmayan klonus (10 saniyeden uzun süren)
5	Eklem hareket ettirilemiyor
Kas Reaksiyon Açısı	
Anatomik dinlenme pozisyonuna göre ölçülen kalça eklemi hariç kasın en az gerildiği pozisyona (sıfır derece olarak belirlenen) göre ölçülür.	
Kas reaksiyon açısı gonyometre ile ölçülür.	
Germe Hızı	
Puan	**Açıklama**
V1	Mümkün olduğunca yavaş (ekstremitenin yerçekimi ile düşüş hızından daha yavaş)
V2	Ekstremitenin yerçekimi ile düşüş hızında
V3	Mümkün olduğunca hızlı (ekstremitenin yerçekimi ile düşüş hızından daha hızlı)

c. Sayısal Oranlama Ölçeği *(Numeric Rating Scale)*

Hastadan son 24 saat içindeki algıladığı ortalama spastisiteyi 0-10 arasında derecelendirilmesini isteyen 10 puanlı subjektif bir ölçektir. 0;' spastisite yok' olarak ifade edilirken 10; 'en şiddetli spastisite varlığı anlamına gelmektedir. Klinikte kullanımı kolay bir yöntem olsa da hastanın spastisite algısının gerçek spastisiteden farklı olabileceği düşüncesi nedeniyle güvenirliği düşük bir testtir.

d. Penn Spazm Sıklığı Ölçeği *(Penn Spasm Frequences Scale)*

İstemsiz kasılmalar ve kas ko-kontraksiyonlarıyla karakterize olan spazmlar gün içinde değişen frekans ve şiddetlerde olabilmekte ve fonksiyonel aktiviteleri olumsuz yönde etkilemektedir. Penn Spasm Frekans Ölçeği 1989 yılında spastik hastalarda sıklıkla görülebilen spazmların sıklığını ve şiddetini belirlemek üzere oluşturulmuş bir ölçek-

tir. 1996 yılında Priebe ve arkadaşları tarafından geliştirilerek ölçeğe fonksiyona etki, tendon refleksleri, ağrı şiddeti, klonus varlığı, spastisite değerlendirmesi ve plantar stimülasyona cevap gibi değerlendirme parametreleri eklenmiştir (Tablo 10.4).

Tablo 10.4: Penn Spazm Sıklığı Ölçeği

Spazm Frekansı	Spazm Şiddeti
0: Spazm yok	1: hafif 2: orta 3: şiddetli
1: Uyarı ile indüklenen hafif spazmlar	
2: Saatte bir kereden az olan tam spazmlar	
3: Saatte bir kereden fazla olan spazmlar	
4: Saatte on kereden fazla olan spazmlar	

e. Multipl Skleroz Spastisite Ölçeği *(Multipl Sclerosis Spasticity Scale)*

Hobart ve arkadaşları tarafından 2006 yılında geliştirilen ölçek; kas sertliği, ağrı ve huzursuzluk, kas spazmı, günlük yaşam aktiviteleri, vücut hareketleri, yürüyüş, emosyonel durum ve sosyal fonksiyonları içeren 8 alt başlıktan oluşmaktadır. Bütün alt başlıklar 0-5 arasında puanlanmaktadır. Multipl sklerozlu hastalarda spastisitenin etkilerinin hasta tarafından algılanışını değerlendiren bu ölçek spastisitenin kompleks yapısını çok boyutlu olarak ele almaktadır. Dezavantajı uzun olmasıdır.

f. Rekand Özür ve Spastisite Puanı *(Rekand Disability and Spasticity Score)*

Spastisite ölçeklerindeki yetersizlikler ve ölçeklerin geçerlilik ve güvenilirliğinin tartışmalı olduğunu bildiren Rekand spastisitenin fonksiyon ve bozukluğa olan etkilerinin klinik karar verme sürecinde önemli olduğuna dikkat çekerek yeni bir ölçek geliştirmiştir. Bu ölçek günlük yaşamda bağımsızlık, kişisel hijyen, yürüyüş, transferler, giyinme, yardımcı alet kullanımı, ağrı, distoni, spastisite ve algılanan spastisite parametrelerini içermekte ve 100 puan üzerinden değerlendirme yapmaktadır.

g. Tonus Değerlendirme Ölçeği *(Tone Assesement Scale)*

1999 yılında geliştirilen ölçek, farklı kas gruplarında spastisiteyi; dinlenme postürü, pasif harekete olan cevap ve birleşik reaksiyon parametreleriyle global bir spastisite puanı vererek yansıtır. MAÖ'nin bazı limitasyonlarını aydınlatmış olmasına rağmen, ayak bileği hariç diğer eklemlerde sadece pasif harekete olan cevapla ilgili bölümün güvenilirliği çalışılmıştır. Bu ölçeğin inme sonrası spastisitenin prevelansının değerlendirilmesinde ve kas tonusuyla fonksiyon arasındaki ilişkiyi göstermekte etkili olduğu belirlenmiştir.

h. Avustralya Spastisite Değerlendirme Skalası *(Australian Spasticity Assesement Scale)*

MTÖ'nin hız ve açı özellikleri ve MAÖ'nin pozisyonlama ve puanlama sisteminin kombinasyonuyla oluşturulmuş bir ölçektir. Standardize edilmiş hızlı ve basit kullanımı olan bir test prosedürü, birbirini kesin olarak dışlayan puanlama kriterleri vardır. Serebral palsili çocuklarda spastisite değerlendirmesinde diğer klinik ölçeklere üstünlüğü gösterilmiştir. Beyin yaralanması olan üst motor nöron lezyonlu olan yetişkin kişilerde ise daha düşük geçerlilik ve güvenilirliğe sahip olduğu belirlenmiştir.

i. Üçlü Spastisite Ölçeği *(Triple Spasticity Scale)*

Üçlü spastisite ölçeği, spastisiteyi 3 yönlü olarak değerlendirmekte; hız bağımlı fenomene bağlı olarak yavaş ve hızlı gerimle pasif harekete olan direni, klonusu ve dinamik kas uzunluğunu ölçebilmektedir. Ölçekten alınan toplam puan spastisite şiddetini yansıtmaktadır. Bu ölçeğin inme hastalarında geçerlilik ve güvenilirlik derecesi iyi olarak bildirilmiştir.

j. Hipertoni Değerlendirme Ölçeği *(Hypertonie Assesement Scale)*

Spastisite, rijidite ve distoni gibi çeşitli hipertonilerin ayırt edilmesinde kullanılan kısa bir klinik değerlendirme ölçeğidir. Ölçeğin 3 alt grubu mevcut olup, 7 madde içermekte; 2 maddesi spastisite, 2 maddesi rijidite ve 3 maddesi ise distoniyi değerlendirmektedir. Her madde evet/hayır formatında puanlanır. Ölçek spastisite ve rijiditenin belirlenmesinde iyi derecede geçerlilik ve güvenilirliğe sahipken, distoninin belirlenmesinde geçerli ve güvenilirliğinin orta dereceli olduğu belirtilmiştir.

k. King Hipertoni Ölçeği *(King's Hypertonie Scale)*

Artmış tonus varlığı, aktif hareket açıklığı, alterne hareketler ve pasif harekete direnç gibi önemli 4 başlığı değerlendirmesi nedeniyle, spastisite ve üst motor nöron sendromunun diğer semptomlarının ölçümünde iyi bir ölçek olarak düşünülmektedir. Her komponent ayrı bölümlerde değerlendirilerek 1-5 arasında puanlanır. Fakat bu ölçeğin geniş populasyonlarda validasyon çalışmalarının yapılmasına ihtiyaç vardır.

Nörofizyolojik ve Elektrofizyolojik Ölçümler

Elektrofizyolojik ölçümler spastisitenin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan ölçümledir. Özellikle $H_{max,}$ Hmax/Mmax, F cevabı ve H refleksinin vibrasyon ile inhibisyonu, araştırmacılar tarafından spastisitenin değerlendirilmesinde kullanılan parametrelerdir.

H refleksi; siyatik sinirin 1a duyu liflerinin uyarılmasını sağlayan nispeten düşük akım ve dereceli artan frekansla uyarımı ile ortaya çıkmaktadır. Sinir gövdesinden yapılan bu uyarımda, geniş çaplı grup Ia afferent liflerin uyarılabilme eşiği, motor efferent liflerden daha düşüktür ve yaratılan impulslar önce omuriliğe arka köklerden girerek, ön boynuz motor nöronlarını uyarır ve motor aksonlara impulsların geçmesi ile aynı periferik sinir üzerinden dönen motor impulslar çizgili kas liflerini senkron bir şekilde aktive eder. H refleksi 30 ms gecikmeli olarak ortaya çıkar. Stimülasyonun gücü arttıkça H refleksi kaybolur ve 3-5 ms sonra total motor nöron havuzun ateşlenme aktivitesini yansıtan M dalgası ortaya çıkar. M-yanıtının genel olarak, kasın tüm motor sinir liflerinin senkron uyarımı sonucu ortaya çıktığı kabul edilir. Elde edilen en büyük H-yanıtı ise aynı motor nöron havuzunun monosinaptik refleks eksitabilitesinin bir ölçümü olarak kabul edilir.

H refleksine 1a duyu lifleri aracı olduğu için spastisite varlığında bu liflerin aktivitesi artar. Spastistede H-refleksinin latansı değişmez, ama amplitüdü artabilir. Hmax/ Mmax oranı da motor nöron havuzunun refleks yol ile uyarılabilme derecesini gösterir. Normal bireylerde bu oran 0,15-0,50 civarındayken spastisite varlığında 1,0'e ulaşabilir.

Motor nöronun antidromik stimülasyonu sonucu oluşan F dalgası diğer bir değerlendirme parametresidir. M Refleksinden daha düşük amplitüte ve daha kısa latansa sahip olan F dalgası, H refleksi gibi motor nöron havuzunun artmış uyarılabilirliği ya da spastisite varlığında artış gösterir. Spastik hastalarda F/ M oranı da genellikle artmaktadır.

Tonik vibrasyon refleksinde, aşil tendon üzerine standardize 100 Hz vibrasyon uygulaması, normal bireylerde soleus H-refleksini inhibe eder. Bu şekilde presinaptik inhibisyon değerlendirilir. Spastik hastalarda bu inhibisyon gerçekleşmez.

Tendon reflekslerinin spastisitesi olan kişilerde olmayanlara göre daha yüksek gerim refleks amplitüdleri ve daha düşük eşik değerleri mevcuttur. Spastisite değerlendirmesinde, elektrofizyolojik ölçümlerin geçerlik ve güvenirliği sanıldığı kadar yüksek değildir.

Biyomekaniksel Değerlendirmeler

a. Pendulum Test

Wartenberg tarafından spastisitenin şiddetini ölçmek için 1951 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Alt ekstremitenin sarkaçvari salınımı sırasında gerim refleksini ortaya çıkarmak için yerçekimini kullanarak kas tonusunu değerlendiren biyomekanik bir değerlendirmedir. Test sırasında kişi sırtüstü yatış ya da oturur pozisyonda dizler sarkıkken diz tam ekstansiyona getirilip serbest bırakılır ve serbest bir şekilde salınım

yapmasına izin verilir. Alterne fleksiyon ve ekstansiyon salınım paterni ortaya çıkar. Dizde açığa çıkan sarkaçvari hareketler elektrogonyometre ve hareket oranı takometre ile değerlendirilir.

Normal kişilerde dizin salınımı akıcı, düzenli ve giderek azalan salınımlarla karakterize iken, spastisitesi olan kişilerde ossilasyonların sayısında azalma ve salınımın karakteristik yapısında düzensizlikler görülür. Bu testin avantajı; non invaziv olması, kolay ve hızlı kullanımı, kognitif problemi olan bireylerde ve çocuklarda kullanımının rahat olmasıdır.Bununla birlikte testin bir takım dezavantajları da vardır. Değerlendirmede kişinin tamamıyla gevşemiş olması çok önemlidir. Sadece diz kaslarındaki spastisiteyi değerlendirmek için kullanılabilmektedir. Çünkü diğer eklemler kas gerilimi ve spastisitenin açığa çıkması için tekrarlı eklem hareketlerinin sağlanmasında uzun kaldıraç kolu ve yerçekimi prensibini karşılayamamaktadır. Şiddetli spastik kaslarda tam bilgi sağlamaması diğer bir dezavantajıdır. Ayrıca kastaki viskoelastik değişikliklerden kaynaklanan artmış direnç ile spastisitenin hız bağımlı direncini bu yöntemle test etmek mümkün değildir.

b. **İzokinetik Dinamometreler**

Pasif harekete olan direncin objektif ve tekrarlanabilir ölçümlerinde kullanıldığı değerli bir değerlendirme yöntemidir. Izokinetik dinamometreler; hız bağımlı kas direncinin, intrinsik kas direncinin ve gerimle uyarılmış kas direncinin belirlenmesine izin verir. Lance'ın spastisite tanımına da uygun olarak farklı açısal hızlarda eklemdeki sinüzoidal ossilasyonlarla pasif harekete karşı direncin ölçülmesi esasına dayanır. İzokinetik dinamometre sistemi araştırmacıya hem hız hem hareket açılarını standardize etme ve kaslar tarafından üretilen gücün miktarını da objektif olarak kayıt etme olanağı sağlar. Değerlendirme sırasında ''Pik tork", "tork", "iş", "eşik açı" gibi birimler kullanılır.

c. **Myotonometrik ölçümler**

Son zamanlarda geliştirilen, ölçüm probunun altındaki dokuların karakteristikleriyle ilişkili olarak yüzeyel kasların farklı mekanik özelliklerini objektif olarak değerlendiren bir cihazdır. Kas sertliği, kas tonusu ve kas elastisitesi hakkında bilgi vermektedir. Üst motor nöron lezyonu olan bireylerde geçerliliği gösterilmiştir.

Bu yöntemlerin haricinde spastisiteyi objektif olarak değerlendiren non-invaziv alternatif biyomekaniksel değerlendirmeler de vardır. Yavaş ve hızlı pasif hareket sırasında kuvvet monitorizasyonu yapan ve elektrofizyolojik kayda gerek duyulmayan bu metod, spastisitenin nöral ve mekanik komponentlerinin ayırt edilmesini sağlamaktadır..

Prosedürler birçok eklem ve kasa uygulanabilir. Ancak klinikte kullanımı pratik olmadığı için yaygın olarak kullanılamamaktadır.

Sekonder Yöntemler

1. Yürüyüş ve Denge Analizi

Yürüyüş analizi; çoğunlukla vücudun uzaydaki hareketlerini, kinematiklerini ve bu hareketleri üreten kuvvetleri değerlendiren yöntemleri içerir. Kinematik ölçümler için optoelektronik haraket analiz sistemleri, kinetik ölçümler için kuvvet platformları ve yürüme esnasındaki çok sayıda kasın elektrik aktivitesini ölçmek için ise çok kanallı dinamik EMG cihazları kullanılmaktadır. Farklı nörolojik duruma sahip çocuk ve yetişkinlerde spastisitenin değerlendirilmesinde yürüyüş analizi kullanılmaktadır. Yürüyüş analizi; yürüyüş hızı, ayak taban teması ve adım uzunluğu gibi çeşitli parametrelerin ölçümünü kapsar. Subjektif rapor ve gözlemsel yürüyüş analizleri, eklem açı ve hareketlerindeki ölçülebilir değişiklikler ile tamamlanmaktadır.

Yürüyüşün kare kare görüntüsünü sağlayan yavaş çekimli video ile klinik korelasyon ve yorumlar yapılmaktadır. Kinematik veriler; 3 boyutlu kantitatif hareket verisi kaydı yapan bilgisayar tabanlı sistem aracılığıyla elde edilir ve çeşitli fonksiyonel görevler sırasında hareket aralığı, yön, hız ve ekstremite hareketinin ivmesi ile ilgili bilgi sağlar. Kuvvet platformları yürüyüş sırasındaki yer reaksiyon kuvvetinin ölçümünü sağlar. Kinetik, kinematik ve dinamik EMG bilgileri istemli fonksiyonel kapasite, motor kontrol becerisi ve normal ve anormal kas paternlerinin belirlenmesini sağlar. Anormal paternin tanınması ve onu oluşturan dinamik deformitelerin belirlenmesi uygun tedavi seçimi yönünden çok önemlidir. Değerlendirmede markerların yerleşimlerindeki hatalar, EMG verilerinin toplanmasındaki yanlışlıklar ve yürüme siklusunun farklı komponentlerinin hatalı belirlenmesi önemli hatalara neden olarak bu ölçümler için dezavantaj oluşturmaktadır.

Spastisite birçok fonksiyon gibi dengeyi de olumsuz yönde etkilemektedir. Rousseaux ve arkadaşları tibial nörotomi ile spastisite inhibisyonunun uzun dönemde dengeyi geliştirdiğini bildirmiştir. Denge hastalık ve yaş grubuna özel klinik ölçeklerle ve bilgisayarlı dinamik postürografi gibi kompleks sistemlerle değerlendirilebilir.

Günlük Yaşam Aktiviteleri

Spastisite ve üst motor nöron sendromunun diğer pozitif işaretleri spesifik hareket sırasında hastanın kaslarını kontrol etme yeteneğini azaltır. Sertlikler ve kontraktürler arttıkça da transferler zorlaşmakta, fonksiyonel bir takım zorluklara neden olmaktadır.

Günlük yaşam aktivitelerini değerlendiren ölçekler spastisiteye spesifik olmasa da spastisite ile ilgili farklı bilgiler sunmakta, spastisitenin günlük yaşamı ve ağrıyı nasıl etkilediği konusunda fikir vermektedir. Bu ölçekler:

a. Modifiye Rankin Ölçeği *(Modified Rankin Scale)*

İnme araştırmalarında fonksiyonel sonuç ölçümü olarak sıklıkla kullanılmaktadır.

Görev performansından çok bağımsızlığı değerlendirmektedir.

b. Barthel İndeksi *(Barthel index)*

İnme sonrası motor bozukluktan kaynaklanan aktivite limitasyonlarını değerlendiren, yaygın olarak kullanılan bir ölçektir. Öz bakım ve mobilite ile ilişkili aktiviteleri 10 farklı açıdan değerlendirir.

c. Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği *(Functional İndependence Measure)*

İnme hastalarının bağımsızlık seviyelerinin değerlendirilmesinde yüksek iç tutarlılığa sahip aktivite temelli bir ölçektir. Hastaların performans kısıtlılıklarının ve bakım yükünün iyi bir göstergesidir.

d. Hasta Özür ve Bakım Verenin Tükenmişlik Oranlama Ölçeği (*Patient's Disability and the Carer Burden Rating Scales***)**

Spastisiteden kaynaklanan aktivite kısıtlığının derecesini değerlendiren bir ölçektir. Hastanın ya da bakım verenin spastik ekstremitenin bakımını sağlama (giyinme, hijyen gibi) ve hastanın ekstremiteyi fonksiyonel olarak kullanma yeteneğini (yürüme gibi) değerlendirir.

e. Bozukluk Değerlendirme Ölçeği *(The Disability Assessment Scale)*

Potansiyel bozukluğu hijyen, giyinme, ekstremite pozisyonu ve ağrı olmak üzere 4 ana başlıkta değerlendirmektedir.

Yaşam Kalitesi

Spastisite ve spazmlar kişilerin yaşam biçimi ve iyilik hallerini olumsuz etkileyerek iş, aile ve sosyal yaşantıda katılım kısıtlanmalarına, ilaç maliyetlerinin artmasına ve bir bakım verene ihtiyaç duyma gibi durumlara neden olmaktadır.

Spastisitenin yaşam kalitesi üzerine olan etkilerinin değerlendirilmesinde; spastisite tanımının çok boyutlu ve geniş yapıda olması, spastisite semptomlarının dalgalı doğası ve klinik etkileri gibi durumlar önem kazanmaktadır. Yaşam kalitesi ölçekleri:

a. Kısa Form 36 *(Short form 36, SF 36)*

Ware ve arkadaşları tarafından 1987 yılında geliştirilmiş olan SF 36, fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlanması, emosyonel rol kısıtlanması, vücut ağrısı, sosyal fonksiyon, mental sağlık, canlılık, genel sağlık olmak üzere sekiz alt başlıkta 36 soru içeren bir ankettir. İnme ve medulla spinalis yaralanmalı hastalarda spastisite, düşük yaşam kalitesi ile korele olduğu gösterilmiştir.

b. Yaşamla İlgili Memnuniyet Ölçeği *(The Satisfaction with Life Scale)*

Diener ve arkadaşları tarafından kişinin genel yaşam memnuniyetini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Kişinin mevcut durumunu yansıtan 1'den 7'ye kadar her başlığa ne kadar katılıp katılmadığını gösteren 5 bölümden oluşmaktadır.

c. EQ-5D Genel Yaşam Kalitesi Ölçeği *(EuroQol Five Dimensions Questionnaire)*

Batı Avrupa Yaşam Kalitesi Araştırma Topluluğu olan EuroQol grubu tarafından 1990 yılında geliştirilen genel sağlık ölçeğidir. Hareket, öz-bakım, rutin aktiviteler, ağrı/rahatsızlık ve endişe/depresyon olmak üzere beş boyuttan oluşur. Uluslararası kaynakçada EQ5D ölçeği Multipl Skleroz, İnme, Parkinson hastalarında yaşam kalitesini değerlendirmek için kullanılmaktadır.

d. Nottingham Sağlık Profili *(Nottingham Health Profile)*

Kişinin kendisinin algıladığı sağlık durumunu fiziksel, emosyonel ve sosyal açılardan ölçmeyi amaçlayan sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi ölçeğidir. NSP bir kendini değerlendirme ölçeği olup ve enerji düzeyi, ağrı, emosyonel tepkiler, uyku, sosyal izolasyon ve fiziksel hareketlilik olmak üzere 6 alt başlıktan oluşmaktadır; NSP'de daha düşük puan daha yüksek sağlık düzeyini göstermektedir.

Alt ve Üst Ekstremiteler İçin Geliştirilmiş Özel Testler

Kutu ve Blok Testi (KBT) ve 9 Delikli Peg Testi (9-PT) üst ekstremite fonksiyonlarını değerlendiren iki klinik parametredir. Yetişkinlerde kaba manuel becerileri değerlendirmek için dizayn edilmiştir. KBT'de bir dakika içinde ikiye ayrılmış olan kutunun bir tarafından diğer tarafına geçirilen blok sayısı ile becerinin seviyesi belirlenmektedir.

9PT'de ise, dokuz delikli bir test materyali ve bu deliklere uygun dokuz adet çubuk bulunmaktadır ve bu çubukların mümkün olduğunca hızlı bir biçimde deliklere yerleştirilme süresi ile becerinin seviyesi belirlenmektedir. Multipl skleroz ve inme hastalarında bu testlerin el fonksiyonlarını etkili olarak değerlendirildiği bildirilmiştir.

Günlük yaşam aktivitelerindeki farklı becerileri değerlendirmek için geliştirilmiş Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi ve Minnesota El Beceri Testi gibi testler de mevcuttur. Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi günlük yaşamda kullanılan hareketlerin motor kontrolünü değerlendirirken, Minnesota Testi ise el ile kolun hız ve doğruluk gibi kaba motor becerilerini ve el-göz koordinasyonunu değerlendirir.

Alt ekstremite fonksiyonlarının değerlendirilmesinde zamanlı performans görevlerinden Zamanlı Parmak Vurma Testi'nde hastanın 15 saniye içerisinde mümkün olan en hızlı şekilde parmağını tahta üzerine dokundurup kaldırması istenmektedir.

Normal Eklem Hareketlerinin Değerlendirilmesi

Eklem hareket açıklığı yıllarca spastisite müdahale sonuçlarının değerlendirilmesinde kullanılmıştır. Kullanım kolaylığı sebebiyle her zaman uygulanabilir bir yöntemdir. Gonyometre ve elektrogonyometre kullanılarak spastisite ile ilgili bilgiler elde edilebilir. 3 boyutlu hareket analizi fonksiyonel görevler sırasındaki eklem hareket açıklığı kinematiklerini göstererek spastisite hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olur.

Sonuç olarak; çeşitli testlerin ve ölçümlerin spastisitenin farklı yönlerini ele aldığını biliyoruz. Spastisiteye katkı sağlayan ve kafa karışıklığına neden olan diğer faktörleri minimalize etmek için değerlendirme prosedürlerinin yer aldığı kılavuzlara ihtiyaç vardır. Biyomekaniksel tekniklerin daha fazla geliştirilmesi ve standardizasyonu, spastisite değerlendirmesinde geçerli ve tekrarlanabilir nicel ölçümlere duyulan ihtiyaç için iyi bir seçenektir. Elektrofizyolojik ve biyomekniksel tekniklerin kombine kullanımı spastisitenin karakterizasyonunun tanımlanmasında oldukça kıymetlidir.

RİJİDİTE

Rijidite, Parkinson hastalığını tanımlayan ve niteleyen ayırıcı klinik semptomlardan biridir. Agonist ve antagonist kasların aynı anda kasılmalarına bağlı olarak ortaya çıkan, pasif harekete karşı eklem hareketinin her iki yönünde devamlı direnç ile kendini gösteren kas tonusu bozukluğu olarak tanımlanmaktadır. Proksimalde boyun, omuz ve kalçada distalde el bileği ve ayak bileğinde görülebilmektedir.

Rijiditenin iki tipi vardır. Kurşun boru rijiditesinde; eklem hareketi boyunca direnç sabit, düzgün ve aynı şekilde kalırken, dişli çark rijiditesinde tremor artmış kas tonusuna eklenerek kas tonusunda aralıklı dalgalanma algısına neden olur.

Hastaların; fonksiyonel bozukluk, işaret ve semptomlarının doğru muayenesi, hastalığın progresyonunun izlenmesi ve tedavilerin etkinliğinin araştırılması yönünden çok önemlidir. Rijiditenin klinik özelliklerin tespit edilmesinde, niteliksel gözlemci değerlendirmesi ve elektronik aletlerle yapılan kantitatif değerlendirmeler söz konusudur.

Niteliksel Gözlemci Değerlendirmeleri

Froment's manevrası olarak bilinen zorlayıcı manevraların (kontralateral ekstremitenin istemli hareketi) rijiditeyi arttırdığı bilinmektedir ve özellikle hafif dereceli rijiditenin teşhisinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Rijidite şiddetli kas ağrılarına neden olabileceği için ağrı değerlendirmesi rijidite değerlendirmelerinin yanında atlanmaması gereken bir problemdir.

Klinik Ölçekler

a. Birleşik Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği *(The Unified Parkinson's Disease Rating Scale,UPDRS)*

1980 yılında geliştirilen Parkinson hastalığı için kullanılan altın standart bir klinik değerlendirme ölçeğidir. Sayısal bir değerlendirme ölçeği olan UPDRS'in motor bölüm rijidite değerlendirme maddesinde, büyük eklemlerin rotasyonu sırasında değerlendiricinin hissettiği dirence göre puanlama yapılır. Bu değerlendirme aracı son derece gross ve büyük ölçüde değerlendiricinin yorum ve deneyimine bağlı olduğu için subjektiftir (Tablo 10.5).

Tablo 10.5: Birleşik Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği – rijidite değerlendirme maddesi

Puan	Açıklama
0	Yoktur
1	Hafiftir veya sadece karşı uzvun hareketi sırasında saptanabilir
2	Hafif – orta derecededir
3	Belirgindir, hareketin tüm hareket açıklığı kolaylıkla gerçekleştirilir.
4	Ağırdır, hareketin tüm hareket açıklığı güçlükle gerçekleştirilir.

b. Hareket Bozuklukları Topluluğu- Birleşik Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği *(Movement Disorder Society-Sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale, MDS-UPDRS)*

Hareket bozuklukları topluluğu UPDRS'i revize ederek geliştirmişlerdir. Ölçeğin motor değerlendirme kısmının rijidite bölümünde değerlendirme, değerlendiricinin aktivasyon manevrası kullanmaksızın, büyük eklemlerin yavaş pasif hareketine olan direncinin puanlanması ile yapılır. Rijidite yoksa aktivasyon manevralarından faydalanılır. Bu yolla, boyun, üst ekstremitede dirsek ve el bileği, alt ekstremitede kalça ve diz eklemleri değerlendirilir.

c. Kısa Parkinson Değerlendirme Ölçeği/Parkinson Hastalığında Sonuç Skalaları *(Short Parkinson's Evaluation Scale (SPES)/ Scales for Outcomes in Parkinson's disease (SCOPA)*

Van Hilten ve arkadaşları benzer klinik özelliklere sahip daha kısa bir ölçeğin hasta klinisyen ve araştırmacılar için daha avantajlı olacağını düşünerek geliştirmişlerdir. Ölçek kısa, kavramsal olarak net, kullanımı kolay, geçerli ve güvenilirdir. SPES/ SCOPA'nin Motor Bozukluk Rijidite Değerlendirme Maddesine göre el bileği ya da dirsek eklem hareketinin sonuna ulaşırken hissedilen zorluğa göre puanlama yapılmaktadır.

Parkinson hastalarının değerlendirilmesinde kullanılan Webster'in Parkinson Hastalığı Oranlama Ölçeği ve Columbia Ölçeği'nin rijidite değerlendirmesini içeren maddeleri de mevcuttur.

Kantitatif Değerlendirmeler

Elektrofizyolojik ölçümler; rijiditenin değerlendirilmesinde kullanılabilen objektif ölçümlerdir. Dinlenmede ve dinamik ekstremite hareketleri sırasında yüzeyel elektromyografiden (EMG) elde edilen sayısal veriler kullanılmakta ve bu yöntemi tercih eden birçok çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir.

Rijiditesi olan bireylerle normal kas tonusu olan kişiler karşılaştırıldığında; motor nöronun artmış uyarılabilirliğini gösteren F cevabı daha büyük amplitüd ve uzun durasyona sahiptir. F dalga amplitündeki bu artış ön boynuz motor hücrelerinin eksitabilitesini göstermektedir.

Nörofizyolojik değerlendirme yöntemlerinden biri olan uzun latanslı refleks yanıtın uzaması da rijiditenin karakteristik özelliklerindendir.

Motor tork ya da izokinetik dinamometreler aracılığıyla kişinin pasif eklem hareketine olan direncin objektif olarak ölçülmesini sağlayan biyomekanik **ölçümler** de rijiditenin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Biyomekanik ölçümlerle; yapılan iş, tork, pik tork, elastik katsayı ve mekanik direnç gibi sayısal veriler elde edilmekte, bu yöntemin üst ekstremitede el bileği ve dirsekte, alt ekstremitede ise diz ve gövde rijiditesinin değerlendirilmesinde geçerli ve güvenilir bir yöntem olduğu gösterilmiştir.

Kasın intrinsik mekanik özelliklerinin farklılaştığı bilinen rijiditede, viskoelastik değişikliklerin potansiyometre, jiroskop ve akselerometre aracılığıyla değerlendirilmesi de mümkündür.

Yumuşak dokunun mekanik özelliklerini ve yapısal değişikliklerini ölçen miyometre rijidite ve rijiditeye bağlı sertliğin değerlendirilmesinde kullanılan diğer bir yöntemdir.

Yine dokunun mekanik özelliklerinin ve dokudaki yer değiştirmenin ultrasonografi ile belirlenmesi esasına dayanan Gerilim Ultrason Elastografi, rijiditeyle ilişkili kas sertliğinin değerlendirilmesinde kullanılan objektif bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

DİSTONİ

Distoni; sürekli veya kesikli, kıvrılıcı, eğip bükücü, istemsiz ve tekrarlayan kas kontraksiyonlarıyla karakterize bir kas tonusu bozukluğudur. Patofizyolojisi halen tam olarak anlaşılamamış olsa da özellikle statik distonide, agonist ve antagonist kas gruplarının eş zamanlı kasılmalarıyla distonik postürün oluştuğu düşünülmektedir.

Distoninin değerlendirilmesinde amaç; motor semptomların yeri ve şiddetinin ve bunların günlük yaşam aktiviteleri üzerine etkilerinin belirlenmesi ve tedavi sonrası değerlendirmeler için temel bir referans sağlanmasıdır. Kaliteli ve doğru değerlendirmeler iyileşme veya kötüye gitme oranlarının belirlenmesi için de oldukça önemlidir. Fakat distoninin değişkenliği, ortaya çıkmasının altında yatan nedenlerin çeşitliliği ve diğer hareket bozuklukları ile birlikte ortaya çıkması nedeniyle teşhisi güçtür.

Semptomların ortaya çıkışından itibaren detaylı bir hikâye alınmalı ve distoninin kişiyi nasıl etkilediği gözlenmelidir. Örneğin; servikal distoni varlığında başın tutulduğu pozisyon, başın hareketi ve hangi kasların boynu çektiği ya da döndürdüğü not edilmelidir.

Klinik ölçekler

a. Fahn-Marsden Distoni Oranlama Ölçeği *(Fahn-Marsden Dystonia Rating Scale,FMDRS)*

Hasta muayenesine dayalı hareket alt ölçeği ve günlük yaşam aktivitelerindeki özrü hastanın rapor ettiği özür alt ölçeğinden oluşmaktadır. Hareket alt ölçeği 9 vücut bölgesinde distoninin şiddetini ve neden olan faktörleri derecelendirmektedir. Özür alt ölçeği 7 günlük yaşam aktivitesi maddesinden oluşmaktadır. FMDRS'nin limitasyonu proksimal ve distal ekstrmiteleri ayrı ayrı ve detaylı değerlendirmemesidir. Fakat konuşma ve yutma fonksiyonları için subjektif hasta değerlendirmesini içermesi de kuvvetli yanıdır.

b. Burke-Fahn-Marsden Hareket Ölçeği *(The Burke-Fahn-Marsden Movement Scale)*

Primer distoniyi değerlendirmek için 1985 yılında geliştirilmiştir. Ölçek; hastanın muayenesine dayalı hareket ve özür ölçeği olmak üzere iki komponentten oluşmaktadır. Hareket ölçeği vücudun 9 bölgesini değerlendirir. Her bölge için şiddet faktörü ve neden olan faktör sorgulanır. Özür ölçeği ise distoninin kişinin günlük yaşam aktivitelerini nasıl etkilediğini değerlendirmesine dayalıdır.

c. Barry-Albright Distoni Ölçeği *(The Barry-Albright Dystonia Scale)*

Sekonder distoniden kaynaklanan istemsiz hareketlerin ve postürün şiddetini vücudun 8 bölgesinde değerlendirmek üzere dizayn edilmiştir. Ölçek hastanın konforunu ya da bakım verilmesini sağlayan hareketlerdeki değişikliklerin izlenmesine izin verir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirliği distonik serebral palsili hastalarda test edilmiştir.

d. Toronto Western Spazmodik Tortikollis Derecelendirme Ölçeği (*Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale,TWSTRS)*

Klinik çalışmalarda servikal distoninin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Şiddet, özür ve ağrıyı değerlendiren 3 alt ölçekten oluşmaktadır. TWSTRS tüm hastaları standart biçimde değerlendirilmek amacıyla videokaset protokolünü de içerir. Fakat eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi için belirsiz bir tanım içermesi, distonik tremoru değerlendiren ayrı bir kategori eksikliği ve duyusal hilelerin etkilerinin durasyonun belirlenmesindeki eksiklikler ölçeğin limitasyonlarındandır. Klinik çalışmalarda çok değerli bir ölçek olduğu gösterilmesine rağmen pratikte kullanımı açısından kompleks bir yöntem olduğu için kullanımı kısıtlıdır.

e. Birleştirilmiş Distoni Oranlama Ölçeği *(Unified Dystonia Rating Scale, UDRS)*

1997 yılında fokal distonilerin farklı formlarının şiddetini değerlendirmek için geliştirilen basit bir ölçektir. Ölçek vücudun 14 bölgesini değerlendiren durasyon faktörü ve motor şiddet faktörü olmak üzere iki alt ölçekten oluşmaktadır.

f. Global Distoni Oranlama Ölçeği (The Global Dystonia Rating Scale, GDRS)

Vücudun 14 farklı bölgesindeki distoninin şiddetini değerlendirmek için dizayn edilmiş likert tip bir ölçektir. Diğer ölçeklere göre uygulanması kolay ve kullanışlı olduğu belirtilmiştir.

Blefarospazm, oromandibular distoni, laringeal distoni ve birçok fokal distoni için geliştirilmiş klinik ölçekler de mevcuttur.

Araştırma kapsamındaki hiç bir ölçek distoninin değerlendirilmesinde klinik kullanıma uygun görülmemiştir. Yeni ve kapsamlı ölçeklere ihtiyaç duyulmaktadır.

Kinematik ölçümler

Klinik ölçekler distoniyi niteliksel olarak değerlendirirken kinematik ölçümler insan gözüyle görülemeyen ya da fark edilemeyen hareketlerin ince ayrıntılarını analiz eder. Bu amaçla dijital ve kızılötesi tabanlı video sistemleri, elektromanyetik sistemler ve elektrogonyometre gibi çeşitli ölçüm tekniklerinden faydalanılır.

Distoninin klinik değerlendirmesinde en bilinen yöntemlerden biri yürüme analizleridir. Yürüyüşün kinematik analizi sırasında eklemlerin her üç düzlemdeki pozisyonu; eklem açıları, hız ve ivmeleri ölçülerek sayısal veri olarak kaydedilir. Yürüyüşün değerlendirilmesinde cilt yüzeyinin anatomik anahtar noktalarına yerleştirilen reflektörlü işaretleyiciler kullanılır. Bu cihazlardan gelen sinyal özel kameralar veya alıcılar aracılığıyla izlenir ve bilgisayarda geliştirilmiş yazılımlarla işlenir. Bu işlem sonucunda, yürüme siklusu boyunca, her eklemin üç hareket planındaki açıları hesaplanır.

Bu yöntem sıklıkla serebral palsili yetişkin ve çocuk bireylerde spastisite ve distoniyi birbirinden ayırt etmek için kullanılır. Bu testlerin sonucuna göre distonili bireylerin kendi seçtikleri yürüyüş hızında spastisiteli bireylere göre daha yavaş oldukları gösterilmiştir.

Kinematik ölçümler ile üst ekstremiteler de değerlendirilebilmektedir. Üst ekstremite görevleri yürüyüş analizi sırasında reflektörlü işaretleyiciler aracılığıyla ölçülebilir. Fakat omuzdaki geniş serbest hareket dereceleri, ön kol ve skapula hareketleri sırasında oluşan cilt hareketlerinin kinematik analizi oldukça zordur.

Nörofizyolojik ölçümler

Nörofizyolojik ölçümler distonin sınıflaması ya da tanısında rutin olarak kullanılan testler olmasa da distoninin karakteristik özelliklerini göstererek klinik değerlendirmelere katkıda bulunabilmektedir.

Multikanallı yüzeyel elektromyografi ile anormal hareketler (spazm) sırasındaki uzamış periyotlarda, dinlenmede ve çeşitli istemli hareketler sırasında agonist ve antagonist kaslardaki ko-kontraksiyon tespit edilebilir. H refleksi iyileşme eğrisi, uzun latanslı kas gerim refleksi, antagonist kaslardaki resiprokal inhibisyon, beyin sapı refleksleri (göz kırpma refleksi gibi), kortikal somatosensoriyel uyarılmış potansiyeller, transkraniyel manyetik stimülasyon gibi yöntemler distoninin tanımlanmasında kullanılan araştırma metotlarıdır.

Distonik kaslarda elektromyografik değerlendirmeler sonucunda ortaya çıkabilecek anomaliler; agonist ve antagonist kas çiftlerinin ko-kontraksiyonu (birkaç saniye kadar), uzun spazmlara ek olarak tekrarlayan kısa patlayıcı EMG aktivitesi, istemli hareketler sırasında agonist ve antagonist kasların iki fazlı ya da üç fazlı paternle normal aktivasyonunun yerine uzamış patlayıcı üst üste binmiş kas aktiviteleridir. Ayrıca ekstremitelerin distal kısmının istemli hareketi ile proksimal kasların uygunsuz aktivitesi, distonik kaslarda belirli frekanslarda anormal senkronizasyonu da görülen anomalilerdendir.

H refleksi ölçümü distoninin altında yatan patofizyolojik mekanizmaları aydınlatmada kullanılabilmektedir. H refleksi ölçümü; motor havuzu etkileyen potansiyel periferal ve santral etkilerin belirlenmesine yardımcı olmak için dinlenmedeki kas durumunun total motor havuz aktivasyonunun özelliklerini değerlendirir.

Nörofizyolojik çalışmalar sayesinde; distonili bireylerde normal bireylere göre tonik vibrasyon cevabı sırsında H refleks amplitünde artış bildirilmiştir. Bu durumun sebebinin distonili bireylerde presinaptik inhibisyonun azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Distonik bireylerde transkraniyel manyetik stimülasyon ile birçok anormallik gösterilmiştir. Primer distonide motor korteks uyarılabilirliği ve kortikal uyaılabilirliğin

reorganizasyonunun arttığı belirlenmiştir. Fokal distonilerde kısa aralıklı intrakortikal inhibisyon ve sessiz periyot süresi azalmıştır.

AZALMIŞ KAS TONUSU-HİPOTONİ

Azalmış kas tonusu bozuklukları; flastisite ve hipotonus olmak üzere iki tiptir. Sinir sisteminin herhangi bir kısmını (beynin duyusal alanları, beyin sapı, medulla spinalisin arka kordonu, periferik sinirlerin duyusal komponentleri, kas gibi) etkileyen bozukluklar nedeniyle meydana gelir. Nörolojik bozukluklar, endokrin ve sistemik metabolik hastalıklar, Down sendromu, spesifik olmayan nöromusküler beslenme bozuklukları, serebral palsi ve spinal musküler atrofi gibi hastalıklarda sıklıkla hipotoniyle karşılaşılmaktadır.

Flastisitede kas tonusunun yokluğu olarak tanımlanabilir. Tendon refleksleri kaybolmuş veya azalmış olabilir. Santral sinir sisteminde meydana gelen bir yaralanmasın akut döneminde veya ön boynuz dâhil olmak üzere periferik sinir sistemi yaralanmaları sonrasında ortaya çıkabilir. Üst motor nörondaki yaralanmaya bağlı olarak motor korteks ve beyin sapından gelen uyarıların aniden kesilmesi, spinal devrelerinin aktivitesini azaltarak flastisiteye neden olabilir. Bir süre sonra azalan bu kas tonusunun yerini hipertoniye bırakması beklenmektedir. Periferik sinir sistemini etkileyen, enfeksiyonlar, travmalar ve kronik hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkabilir. Flastisitenin değerlendirilmesine bakıldığında derin tendon reflekslerinin değerlendirilmesi, genel tonusu değerlendiren ölçeklerin ilgili kısımları (Motor Değerlendirme Ölçeği gibi) ve Brunnstrom değerlendirme evrelerinin (Evre 1) kullanıldığı görülmektedir.

Kapsamlı tanımı henüz yapılamamış olan hipotonus; eklemlerin pasif hareketlerine karşı kasın gösterdiği dirençte azalma, hipermobil eklem ve kas kuvvet ve endurasında azalma ile karakterize azalmış kas tonus bozukluğudur. Hipotonus; etiyolojik nedene ve patolojinin lokalizasyonuna göre periferik ve santral olmak üzere ikiye ayrılır. Santral hipotonus erken dönemlerde kas gücünün genellikle korunduğu, non-paralitik grubu oluşturmaktadır. Periferal hipotonus klinik olarak kas güçsüzlüğünün daha belirgin olduğu, paralitik grubu oluşturmaktadır.

Hipotonus sıklıkla doğru olmayan değerlendirme ve gereksiz incelemelere sebep olan kafa karıştırıcı bir klinik tablo oluşturmaktadır. Doğru değerlendirme ve tanı klinik seyrin tahmini, komplikasyonlar, prognoz ve müdahale stratejilerinin kararı için çok önemlidir.

Spesifik bir tanımı olmadığı için de hipotonusun niceleyici ölçümü güçtür. Bu yüzden klinik değerlendirmeler literatürde sıklıkla subjektif olarak yapılmış olup, objektif kriterleri yoktur. Hipotonıs ile ilgili mevcut literatür sadece tanımını ya da yeterli kanıt olmaksızın hipotonusu değerlendirmek için kullanılan belirsiz girişimleri göstermek-

tedir. Örneğin bütün gelişmiş nörofizyolojik, görüntüleme, metabolik, moleküler ve genetik tekniklere rağmen hipotonik infantın tanısal değerlendirmesinde esas olan karakteristik özelliklerinin klinik ve fiziksel muayenesidir.

Hipotonusun karakteristik özellikleri; azalmış kuvvet ve stabilizasyon, azalmış ya da kaybolmuş refleksler, hipermobil eklemler, artmış fleksibilite, gecikmiş motor beceriler, dış desteğe ihtiyaç, yuvarlak omuz, skapulada kanatlaşma, W ya da M şeklinde oturma postürü, azalmış aktvite toleransı ve azalmış motivasyondur. Hipotonusun karakteristik özellikleri ışığında değerlendirmede kullanılan test ve metodlar gözlem, palpasyon, direnç testleri, postür, manuel kas testi, refleks testler, gelişimsel testler, antigravite testleri ve eklem hareket açıklığının değerlendirilmesidir (Tablo 6).

Gözleme dayalı klinik görüş hipotonus değerlendirmesinde temeldir. Eksternal desteğe karşı yığılma eğiliminde olma, kifoz, skolyoz, skapulada kanatlaşma, kurbağa bacağı pozisyonu, W veya M şeklinde oturma, antigravite pozisyonlarında sırt üstünde ekstansiyona yüzüstünde fleksiyona gidiş gibi anormallikler hipotonusun postüral özelliklerindendir.

Palpasyonla kasların sertliği değerlendirilmelidir. Hipotonusun varlığında nispeten azalmış sertlik söz konusu olur.

Tablo 10.6: Hipotonusta görülen bulgular ve kullanılabilecek değerlendirme yöntemleri

Bulgular	**Değerlendirme yöntemleri**
Azalmış sertlik	Palpasyon
Postural stabilitede azalma ve pozisyonu uzun süre korumada zorluk	Bilateral ekstremite hareketlerinin değerlendirilmesi (üst ekstremite için supinasyon testi, alt ekstremite için diz düz kalça elevasyonu) Sarkaçvari hareketlerin kontrolü, ani pozisyon değişikliklerinde gövdede ortaya çıkan savrulmaların gözlemlenmesi
Postüral bozukluklar	Postür analizi
Hipermobil eklemler ve artmış fleksibilite	Gonyometrik ölçümler Esneklik testleri
Derin tendon reflekslerineki değişiklikler	Refleks çekici ile reflekslerin değerlendirilmesi
Uyaranlara yavaş cevap verme	Sarkaçvari hareketlerin değerlendirilmesi ve Rebound fenomeninin test edilmesi
Gelişim basamaklarında geri kalma (çocuklar için)	Gelişim basamaklarını gösteren testlerin kullanımı

Primitif refleksler ve derin tendon refleksleri klinik değerlendirmenin en önemli parçalarıdır. Reflekslerin zayıf alınması ya da artmış olması durumu hastalıkların etyolojisi açısından önem kazanmaktadır.

Azalmış kuvvet klinik tablonun bir parçası olduğu için dikkatlice yorumlanmalıdır. Konuyla ilgili yapılan elektromyografik çalışmalar kas tonusu, motor ünite fonksiyonu ve kuvvet üretimi arasında ilişki kurmayı amaçlamıştır. Ancak sonuçlar tartışmalıdır. Kuvvetin miktarı hipotonus değerlendirmesi için tek başına uygun ve yeterli bir yöntem değildir.

Hipotonusu değerlendirmek amacıyla; hipermobil eklem ve artmış fleksibilite esneklik testleri ve gonyometrik ölçümler de kullanılabilir. The French Angles Factor of the Infant Neurological International Battery (INFANIB) birçok eklemin mobilitesini değerlendirerek hipotoniyi test eden bir ölçektir. Fakat bazı yazarlara göre bu ölçek hipermobilitenin kaynağını (kas tonusu, ligamentöz yapılar, kas uzama yeteneği gibi) ayırt edememektedir.

Aksiyal tonustaki azalma motor gelişimin gecikmesine yol açar. Motor becerilerin gelişimindeki gecikmeler ile hipotonus arasındaki ilişkiyi gösteren çok sayıda çalışma vardır. Bu nedenle değerlendirmede özellikle çocuklarda motor gelişim basamaklarını değerlendiren ölçekler önem arz etmektedir.

Sonuç olarak, kas tonus bozuklukları kompleks nörolojik problemlerden olup, objektif değerlendirmeler ve bulguların iyi yorumlanması, uygun yönetim şeklinin gelişimi yönünden önemlidir. Bununla birlikte; pek çok klinik ölçek geliştirilmesine ve pek çok biyomekaniksel ve nörofizyolojik yöntemler kullanılmasına rağmen her zaman objektif sonuçlara ulaşmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle klinik tecrübeyle birleştirilmiş ölçümlerin en iyi sonucu vereceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Abbruzzese, Giovanni, Marco Vische, Sandro Ratto, Michele Abbruzzese, and Emilio Favale. "Assessment of Motor Neuron Excitability in Parkinsonian Rigidity by the F Wave." *Journal of neurology* 232, no. 4 (1985): 246-49.
2. Adams, M. M. and A. L. Hicks. "Spasticity after Spinal Cord Injury." *Spinal Cord* 43, no. 10 (Oct 2005): 577-86.
3. Albanese, Alberto, Francesca Del Sorbo, Cynthia Comella, HA Jinnah, Jonathan W Mink, Bart Post, Marie Vidailhet, Jens Volkmann, Thomas T Warner, and Albert FG Leentjens. "Dystonia Rating Scales: Critique and Recommendations." *Movement disorders* 28, no. 7 (2013): 874-83.
4. Alhusaini, Adel AA, Catherine M Dean, Jack Crosbie, Roberta B Shepherd, and Jenny Lewis. "Evaluation of Spasticity in Children with Cerebral Palsy Using Ashworth and Tardieu Scales Compared with Laboratory Measures." *Journal of child neurology* 25, no. 10 (2010): 1242-47.
5. Alon, Gad, Katharina Stibrant Sunnerhagen, Alexander CH Geurts, and Avi Ohry. "A Home-Based, Self-Administered Stimulation Program to Improve Selected Hand Functions of Chronic Stroke."

NeuroRehabilitation 18, no. 3 (2003): 215-25.
6. Ansari, N. N., S. Naghdi, H. Moammeri, and S. Jalaie. "Ashworth Scales Are Unreliable for the Assessment of Muscle Spasticity." *Physiother Theory Pract* 22, no. 3 (Jun 2006): 119-25.
7. Ansari, Noureddin Nakhostin, Soofia Naghdi, Scott Hasson, Maryam Rastgoo, Malek Amini, and Bijan Forogh. "Clinical Assessment of Ankle Plantarflexor Spasticity in Adult Patients after Stroke: Inter-and Intra-Rater Reliability of the Modified Tardieu Scale." *Brain injury* 27, no. 5 (2013): 605-12.
8. Anwar, Khalid and MP Barnes. "A Pilot Study of a Comparison between a Patient Scored Numeric Rating Scale and Clinician Scored Measures of Spasticity in Multiple Sclerosis." *NeuroRehabilitation* 24, no. 4 (2009): 333-40.
9. Armutlu, K., A. Fil, and Y. Özçelik. *Spasticity and Its Management with Physical Therapy Applications with Multiple Sclerosis Patients*. Nova Science Publishers, 2010.
10. Ashworth, B. "Preliminary Trial of Carisoprodol in Multiple Sclerosis." *Practitioner* 192 (Apr 1964): 540-2.
11. Balioussis, Christina, Sander L Hitzig, Heather Flett, Luc Noreau, and B Catharine Craven. "Identifying and Classifying Quality of Life Tools for Assessing Spasticity after Spinal Cord Injury." *Topics in spinal cord injury rehabilitation* 20, no. 3 (2013): 208-24.
12. Barry, Margaret J, Jessie M VanSwearingen, and A Leland Albright. "Reliability and Responsiveness of the Barry–Albright Dystonia Scale." *Developmental Medicine & Child Neurology* 41, no. 6 (1999): 404-11.
13. Behrman, RE, VC Vaughan, and WE Nelson. "Textbook of Pediatrics. 15." *Ed, WB Saunders Philadelphia, Pennsylvania* (1996): 1254-57.
14. Ben-Shabat, Ettie, Mithu Palit, Natalie A Fini, Catherine T Brooks, Adele Winter, and Anne E Holland. "Intra-and Interrater Reliability of the Modified Tardieu Scale for the Assessment of Lower Limb Spasticity in Adults with Neurologic Injuries." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 94, no. 12 (2013): 2494-501.
15. Benz, E. N., T. G. Hornby, R. K. Bode, R. A. Scheidt, and B. D. Schmit. "A Physiologically Based Clinical Measure for Spastic Reflexes in Spinal Cord Injury." *Arch Phys Med Rehabil* 86, no. 1 (Jan 2005): 52-9.
16. Berardelli, Alfredo, AF Sabra, and M Hallett. "Physiological Mechanisms of Rigidity in Parkinson's Disease." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 46, no. 1 (1983): 45-53.
17. Biering-Sørensen, F, Jens Bo Nielsen, and K Klinge. "Spasticity-Assessment: A Review." *Spinal Cord* 44, no. 12 (2006): 708-22.
18. Bischoff, C, PW Schoenle, and B Conrad. "Increased F-Wave Duration in Patients with Spasticity." *Electromyography and clinical neurophysiology* 32, no. 9 (1992): 449-53.
19. Bodensteiner, John B. *The Evaluation of the Hypotonic Infant*. Vol. 15. Seminars in pediatric neurology: Elsevier, 2008.
20. Bodensteiner, John B, Shelly D Smith, and G Bradley Schaefer. "Hypotonia, Congenital Hearing Loss, and Hypoactive Labyrinths." *Journal of child neurology* 18, no. 3 (2003): 171-73.
21. Bohannon, R. W. and M. B. Smith. "Interrater Reliability of a Modified Ashworth Scale of Muscle Spasticity." *Phys Ther* 67, no. 2 (Feb 1987): 206-7.
22. Boyd, Roslyn N and H Kerr Graham. "Objective Measurement of Clinical Findings in the Use of Botulinum Toxin Type a for the Management of Children with Cerebral Palsy." *European Journal of Neurology* 6, no. S4 (1999): s23-s35.
23. Braddom, Randall L. *Physical Medicine and Rehabilitation*. Elsevier Health Sciences, 2010.
24. Brashear, A. and E. Elovic. *Spasticity: Diagnosis and Management*. Springer Publishing Company, 2010.

25. Brashear, A., R. Zafonte, M. Corcoran, N. Galvez-Jimenez, J. M. Gracies, M. F. Gordon, A. McAfee, K. Ruffing, B. Thompson, M. Williams, C. H. Lee, and C. Turkel. "Inter- and Intrarater Reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in Patients with Upper-Limb Poststroke Spasticity." *Arch Phys Med Rehabil* 83, no. 10 (Oct 2002): 1349-54.
26. Brashear, Allison, Ross Zafonte, Michael Corcoran, Nestor Galvez-Jimenez, Jean-Michel Gracies, Mark Forrest Gordon, Anita Mcafee, Kyle Ruffing, Barbara Thompson, and Michael Williams. "Inter-and Intrarater Reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in Patients with Upper-Limb Poststroke Spasticity." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 83, no. 10 (2002): 1349-54.
27. Broussolle, Emmanuel, Paul Krack, Stéphane Thobois, Jing Xie Brustolin, Pierre Pollak, and Christopher G Goetz. "Contribution of Jules Froment to the Study of Parkinsonian Rigidity." *Movement disorders* 22, no. 7 (2007): 909-14.
28. Brown, RA, DOROTHY A Lawson, GC Leslie, ALISON MacArthur, WJ MacLennan, ME McMurdo, WJ Mutch, and NJ Part. "Does the Wartenberg Pendulum Test Differentiate Quantitatively between Spasticity and Rigidity? A Study in Elderly Stroke and Parkinsonian Patients." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 51, no. 9 (1988): 1178-86.
29. BRUMLIK, JOEL and BENJAMIN BOSHES. "Quantitation of Muscle Tone in Normals and in Parkinsonism." *Archives of Neurology* 4, no. 4 (1961): 399-406.
30. Burke, D. and P. Ashby. "Are Spinal "Presynaptic" Inhibitory Mechanisms Suppressed in Spasticity?" *J Neurol Sci* 15, no. 3 (Mar 1972): 321-6.
31. Burke, Robert E, Stanley Fahn, C David Marsden, Susan B Bressman, Carol Moskowitz, and Joseph Friedman. "Validity and Reliability of a Rating Scale for the Primary Torsion Dystonias." *Neurology* 35, no. 1 (1985): 73-73.
32. Burridge, Jane H, Duncan E Wood, Hermie J Hermens, Gerlienke E Voerman, Garth R Johnson, F Van Wijck, Thomas Platz, M Gregoric, R Hitchcock, and Anand D Pandyan. "Theoretical and Methodological Considerations in the Measurement of Spasticity." *Disability and rehabilitation* 27, no. 1-2 (2005): 69-80.
33. Calame, Anya and Barbara J Singer. "Inter-and Intra-Rater Reliability of the Australian Spasticity Assessment Scale in Adults with Acquired Brain Injury." *Open Journal of Therapy and Rehabilitation* 3, no. 03 (2015): 77.
34. Cano-de-la-Cuerda, R., L. Vela-Desojo, J. C. Miangolarra-Page, and Y. Macias-Macias. "Isokinetic Dynamometry as a Technologic Assessment Tool for Trunk Rigidity in Parkinson's Disease Patients." *NeuroRehabilitation* 35, no. 3 (2014): 493-501.
35. Cano, S. J., T. T. Warner, J. M. Linacre, K. P. Bhatia, A. J. Thompson, R. Fitzpatrick, and J. C. Hobart. "Capturing the True Burden of Dystonia on Patients: The Cervical Dystonia Impact Profile (Cdip-58)." *Neurology* 63, no. 9 (Nov 9 2004): 1629-33.
36. Carding, Paul N, Irmgarde A Horsley, and Gerard J Docherty. "A Study of the Effectiveness of Voice Therapy in the Treatment of 45 Patients with Nonorganic Dysphonia." *Journal of voice* 13, no. 1 (1999): 72-104.
37. Chua, Karen SG and Keng-He Kong. "Alcohol Neurolysis of the Sciatic Nerve in the Treatment of Hemiplegic Knee Flexor Spasticity: Clinical Outcomes." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 81, no. 10 (2000): 1432-35.
38. Comella, Cynthia L, Sue Leurgans, Joanne Wuu, Glenn T Stebbins, and Teresa Chmura. "Rating Scales for Dystonia: A Multicenter Assessment." *Movement disorders* 18, no. 3 (2003): 303-12.
39. Consky, Earl S and Anthony E Lang. "Clinical Assessments of Patients with Cervical Dystonia." *Neurological Disease and Therapy* 25 (1994): 211-11.

40. Consky, ES, A Basinski, L Belle, R Ranawaya, and AE Lang. "The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (Twstrs): Assessment of Validity and Inter-Rater Reliability." *Neurology* 40, no. Suppl 1 (1990): 445.
41. Crawford, Thomas O. "Clinical Evaluation of the Floppy Infant." *Pediatric annals* 21, no. 6 (1992): 348-54.
42. Dai, Houde, Bernward Otten, Jan Hinnerk Mehrkens, and LT D'Angelo. *A Portable System for Quantitative Assessment of Parkinsonian Rigidity*. 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC): IEEE, 2013.
43. Decq, Philippe, Paul Filipetti, and Jean-Pascal Lefaucheur. "Evaluation of Spasticity in Adults." *Operative Techniques in Neurosurgery* 7, no. 3 (2004): 100-08.
44. Diener, ED, Robert A Emmons, Randy J Larsen, and Sharon Griffin. "The Satisfaction with Life Scale." *Journal of personality assessment* 49, no. 1 (1985): 71-75.
45. Dodds, T Andrew, Diane P Martin, Walter C Stolov, and Richard A Deyo. "A Validation of the Functional Independence Measurement and Its Performance among Rehabilitation Inpatients." *Stroke* 7 (1992): 65-75.
46. Dressler, D. "Electromyographic Evaluation of Cervical Dystonia for Planning of Botulinum Toxin Therapy." *European Journal of Neurology* 7, no. 6 (2000): 713-18.
47. Ellis, E, BJ Dingsdale, B Taylor, D Haran, and HA Alt. "Postural Alignment as a Means of Measuring the Effects of Muscle Tone Changes: A Pilot Study Using Normal Subjects." *Physiotherapy* 81, no. 4 (1995): 242.
48. Ellison, Patricia H. *The Infanib: A Reliable Method for the Neuromotor Assessment of Infants*. Psychological Corporation, 1994.
49. Elovic, Elie P, Lisa K Simone, and Ross Zafonte. "Outcome Assessment for Spasticity Management in the Patient with Traumatic Brain Injury: The State of the Art." *The Journal of head trauma rehabilitation* 19, no. 2 (2004): 155-77.
50. Esquenazi, A and B Hirai. "Gait Analysis in Stroke and Head Injury." *Graik RL, Oatis A. Gait analysis: theory and application. St. Louis: Mosby-Year Book* (1995): 412-20.
51. Fahn, S and RL Elton. *Updrs Program Members (1987) Unified Parkinsons Disease Rating Scale In: Fahn S, Marsden Cd, Goldstein M, Calne Db, Editors. Recent Developments in Parkinsons Disease, Vol 2. Florham Park*. NJ: Macmillan Healthcare Information.
52. Fahn, Stanley. "Description of Parkinson's Disease as a Clinical Syndrome." *Annals of the New York Academy of Sciences* 991, no. 1 (2003): 1-14.
53. Feldman, R.G., R.R. Young, W.P. Koella, and Ciba-Geigy Corporation. *Spasticity: Disordered Motor Control*. Symposia Specialists, Incorporated, 1980.
54. Finch, Elspeth, Dina Brooks, Paul W Stratford, Paul W Statford, and Nancy E Mayo. *Physical Rehabilitation Outcome Measures: A Guide to Enhanced Clinical Decision Making*. BC Decker Hamilton, 2002.
55. FINN, DAVID M. "Blackman, Ja (1990). Medical Aspects of Developmental Disabilities in Children Birth to Three. Rockville, Md: Aspen, 292 Pages, $36.00 Softcover." *Journal of Early Intervention* 17, no. 1 (1993): 80-80.
56. Firoozbakhsh, Keikhosrow K, Charles F Kunkel, AM Erika Scremin, and Moheb S Moneim. "Isokinetic Dynamometric Technique for Spasticity Assessment." *American journal of physical medicine & rehabilitation* 72, no. 6 (1993): 379-85.
57. Franzoi, AC, C Castro, and C Cardone. "Isokinetic Assessment of Spasticity in Subjects with Traumatic Spinal Cord Injury (Asia a)." *Spinal Cord* 37, no. 6 (1999): 416-20.

58. Fuhr, Peter and Mark Hallett. "Reciprocal Inhibition of the H-Reflex in the Forearm: Methodological Aspects." *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section* 89, no. 5 (1993): 319-27.
59. Gao, Jing, Wen He, Li-Juan Du, Shuo Li, Ling-Gang Cheng, George Shih, and Jonathan Rubin. "Ultrasound Strain Elastography in Assessment of Resting Biceps Brachii Muscle Stiffness in Patients with Parkinson's Disease: A Primary Observation." *Clinical imaging* 40, no. 3 (2016): 440-44.
60. Gianino, Janet M, Michelle M York, Judith A Paice, and Susan Shott. "Quality of Life: Effect of Reduced Spasticity from Intrathecal Baclofen." *Journal of Neuroscience Nursing* 30, no. 1 (1998): 47-54.
61. Goetz, Christopher G, Barbara C Tilley, Stephanie R Shaftman, Glenn T Stebbins, Stanley Fahn, Pablo Martinez Martin, Werner Poewe, Cristina Sampaio, Matthew B Stern, and Richard Dodel. "Movement Disorder Society Sponsored Revision of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale (Mds Updrs): Scale Presentation and Clinimetric Testing Results." *Movement disorders* 23, no. 15 (2008): 2129-70.
62. Goodkin, Donald E, D Hertsgaard, and Judy Seminary. "Upper Extremity Function in Multiple Sclerosis: Improving Assessment Sensitivity with Box-and-Block and Nine-Hole Peg Tests." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 69, no. 10 (1988): 850-54.
63. Gracies, Jean-Michel, Kim Burke, Nancy J Clegg, Richard Browne, Charter Rushing, Darcy Fehlings, Dennis Matthews, Ann Tilton, and Mauricio R Delgado. "Reliability of the Tardieu Scale for Assessing Spasticity in Children with Cerebral Palsy." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 91, no. 3 (2010): 421-28.
64. Granger, CV, BB Hamilton, and GE Gresham. "The Stroke Rehabilitation Outcome Study–Part I: General Description." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 69, no. 7 (1988): 506-09.
65. Gregson, Janine M, Michael Leathley, A Peter Moore, Anil K Sharma, Tudor L Smith, and Caroline L Watkins. "Reliability of the Tone Assessment Scale and the Modified Ashworth Scale as Clinical Tools for Assessing Poststroke Spasticity." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 80, no. 9 (1999): 1013-16.
66. Group, The EuroQol. "Euroqol-a New Facility for the Measurement of Health-Related Quality of Life." *Health policy* 16, no. 3 (1990): 199-208.
67. Haas, BM, E Bergstrom, A Jamous, and A Bennie. "The Inter Rater Reliability of the Original and of the Modified Ashworth Scale for the Assessment of Spasticity in Patients with Spinal Cord Injury." *Spinal Cord* 34, no. 9 (1996): 560-64.
68. Hagbarth, Karl-Erik and GORAN Eklund. "The Effects of Muscle Vibration in Spasticity, Rigidity, and Cerebellar Disorders." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 31, no. 3 (1968): 207-13.
69. Hall, J.E. *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology: Enhanced E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2010.
70. Hallett, Mark. "Parkinson Revisited: Pathophysiology of Motor Signs." *Advances in neurology* 91 (2002): 19-28.
71. Harris, Susan R. "Congenital Hypotonia: Clinical and Developmental Assessment." *Developmental Medicine & Child Neurology* 50, no. 12 (2008): 889-92.
72. Hobart, JC, A Riazi, AJ Thompson, IM Styles, W Ingram, PJ Vickery, M Warner, PJ Fox, and JP Zajicek. "Getting the Measure of Spasticity in Multiple Sclerosis: The Multiple Sclerosis Spasticity Scale (Msss-88)." *Brain* 129, no. 1 (2006): 224-34.
73. Hunt, P Meggan and Naznin Virji-Babul. "Feature Articles-Development of a Quantitative Measure of Hypotonia for Individuals with Down Syndrome: A Pilot Study." *Physiotherapy Canada* 54, no. 1 (2002): 37-41.

74. Hunt, S. and S. McKenna. *European Guide to the Nottingham Health Profile*. European Group for Quality of Life and Health Measurement, 1989.
75. Jacobson, Barbara H, Alex Johnson, Cynthia Grywalski, Alice Silbergleit, Gary Jacobson, Michael S Benninger, and Craig W Newman. "The Voice Handicap Index (Vhi) Development and Validation." *American Journal of Speech-Language Pathology* 6, no. 3 (1997): 66-70.
76. Jacobson, Richard D. "Approach to the Child with Weakness or Clumsiness." *Pediatric Clinics of North America* 45, no. 1 (1998): 145-68.
77. Jan, Mohammed MS. "The Hypotonic Infant: Clinical Approach." *Journal of Pediatric Neurology* 5, no. 03 (2007): 181-87.
78. Jankovic, Joseph, Christopher Kenney, Susanne Grafe, Roman Goertelmeyer, and George Comes. "Relationship between Various Clinical Outcome Assessments in Patients with Blepharospasm." *Movement disorders* 24, no. 3 (2009): 407-13.
79. Jethwa, Anita, Jonathan Mink, Colin Macarthur, Shannon Knights, Tara Fehlings, and Darcy Fehlings. "Development of the Hypertonia Assessment Tool (Hat): A Discriminative Tool for Hypertonia in Children." *Developmental Medicine & Child Neurology* 52, no. 5 (2010): e83-e87.
80. Katherine, T and MA Ratliffe. *Clinical Pediatric Physical Therapy*. Mosby Inc, 1998.
81. King, T. *A Scale for More Definitive Measurement of Hypertonicity*. Vol. 8. Occupational Therapy Forum, Stockholm, 1987.
82. Knights, Shannon, Natasha Datoo, Anne Kawamura, Lauren Switzer, and Darcy Fehlings. "Further Evaluation of the Scoring, Reliability, and Validity of the Hypertonia Assessment Tool (Hat)." *Journal of child neurology* (2013): 0883073813483903.
83. Koelman, JHTM, RB Willemse, LJ Bour, AAJ Hilgevoord, JD Speelman, and BW de Visse. "Soleus H Reflex Tests in Dystonia." *Movement disorders* 10, no. 1 (1995): 44-50.
84. Lauteslager, PEM, A Vermeer, and PJM Helders. "Disturbances in the Motor Behaviour of Children with Down's Syndrome: The Need for a Theoretical Framework." *Physiotherapy* 84, no. 1 (1998): 5-13.
85. Lebiedowska, Maria K, Deborah Gaebler-Spira, Richard S Burns, and John R Fisk. "Biomechanic Characteristics of Patients with Spastic and Dystonic Hypertonia in Cerebral Palsy." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 85, no. 6 (2004): 875-80.
86. Lee, H. M., J. J. Chen, Y. N. Wu, Y. L. Wang, S. C. Huang, and M. Piotrkiewicz. "Time Course Analysis of the Effects of Botulinum Toxin Type a on Elbow Spasticity Based on Biomechanic and Electromyographic Parameters." *Arch Phys Med Rehabil* 89, no. 4 (Apr 2008): 692-9.
87. Leonard, Charles T, Jennifer U Stephens, and Sheri L Stroppel. "Assessing the Spastic Condition of Individuals with Upper Motoneuron Involvement: Validity of the Myotonometer." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 82, no. 10 (2001): 1416-20.
88. Leyenaar, JoAnna, Peter Camfield, and Carol Camfield. "A Schematic Approach to Hypotonia in Infancy." *Paediatrics & child health* 10, no. 7 (2005): 397.
89. Li, Fang, Yuedi Wu, and Li Xiong. "Reliability of a New Scale for Measurement of Spasticity in Stroke Patients." *Journal of rehabilitation medicine* 46, no. 8 (2014): 746-53.
90. Lindberg, Påvel G, Johan Gäverth, Mominul Islam, Anders Fagergren, Jörgen Borg, and Hans Forssberg. "Validation of a New Biomechanical Model to Measure Muscle Tone in Spastic Muscles." *Neurorehabilitation and neural repair* 25, no. 7 (2011): 617-25.
91. Love, Sarah, Noula Gibson, Nadine Smith, Natasha Bear, and Eve Blair. "Interobserver Reliability of the Australian Spasticity Assessment Scale (Asas)." *Developmental Medicine & Child Neurology* (2016).

92. Mackey, Anna H, Sharon E Walt, and N Susan Stott. "Deficits in Upper-Limb Task Performance in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy as Defined by 3-Dimensional Kinematics." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 87, no. 2 (2006): 207-15.
93. Marinus, Johan, Martine Visser, Anne M Stiggelbout, J Martin Rabey, Pablo Martínez-Martín, Ubaldo Bonuccelli, Peter H Kraus, and Jacobus J van Hilten. "A Short Scale for the Assessment of Motor Impairments and Disabilities in Parkinson's Disease: The Spes/Scopa." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 75, no. 3 (2004): 388-95.
94. Marsden, CD and M Schachter. "Assessment of Extrapyramidal Disorders." *British journal of clinical pharmacology* 11, no. 2 (1981): 129-51.
95. Martin, K S, J Inman, A Kirschner, K Deming, R Sorg, and L Voelker. "Characteristics of Hypotonia in Children: A Consensus Opinion of Pediatric Physical and Occupational Therapists." *Pediatric Physical Therapy* 17, no. 1 (2005): 91.
96. Martin, K., J. Inman, A. Kirschner, K. Deming, R. Gumbel, and L. Voelker. "Characteristics of Hypotonia in Children: A Consensus Opinion of Pediatric Occupational and Physical Therapists." *Pediatr Phys Ther* 17, no. 4 (Winter 2005): 275-82.
97. Martin, K., T. Kaltenmark, A. Lewallen, C. Smith, and A. Yoshida. "Clinical Characteristics of Hypotonia: A Survey of Pediatric Physical and Occupational Therapists." *Pediatr Phys Ther* 19, no. 3 (Fall 2007): 217-26.
98. Marusiak, Jarosław, Anna Jaskólska, Magdalena Koszewicz, Sławomir Budrewicz, and Artur Jaskólski. "Myometry Revealed Medication-Induced Decrease in Resting Skeletal Muscle Stiffness in Parkinson's Disease Patients." *Clinical Biomechanics* 27, no. 6 (2012): 632-35.
99. Mayer, N. H. "Clinicophysiologic Concepts of Spasticity and Motor Dysfunction in Adults with an Upper Motoneuron Lesion." *Muscle Nerve Suppl* 6 (1997): S1-13.
100. McGinley, Jennifer L, Richard Baker, Rory Wolfe, and Meg E Morris. "The Reliability of Three-Dimensional Kinematic Gait Measurements: A Systematic Review." *Gait & posture* 29, no. 3 (2009): 360-69.
101. Meara, RJ and FWJ Cody. "Relationship between Electromyographic Activity and Clinically Assessed Rigidity Studied at the Wrist Joint in Parkinson's Disease." *Brain* 115, no. 4 (1992): 1167-80.
102. Montgomery, George K. "Pd and the Columbia Scale." *Neurology* 34, no. 4 (1984): 557-57-c.
103. Mortimer, James A and David D Webster. "Evidence for a Quantitative Association between Emg Stretch Responses and Parkinsonian Rigidity." *Brain Research* 162, no. 1 (1979): 169-73.
104. Movement Disorder Society Task Force on Rating Scales for Parkinson's, Disease. "The Unified Parkinson's Disease Rating Scale (Updrs): Status and Recommendations." *Mov Disord* 18, no. 7 (Jul 2003): 738-50.
105. Mukherjee, A. and A. Chakravarty. "Spasticity Mechanisms - for the Clinician." *Front Neurol* 1 (2010): 149.
106. Müller, J, J Wissel, G Kemmler, B Voller, T Bodner, A Schneider, GK Wenning, and W Poewe. "Craniocervical Dystonia Questionnaire (Cdq-24): Development and Validation of a Disease-Specific Quality of Life Instrument." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 75, no. 5 (2004): 749-53.
107. Naghdi, Soofia, Noureddin Nakhostin Ansari, Somayye Azarnia, and Anoushiravan Kazemnejad. "Interrater Reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (Mmas) for Patients with Wrist Flexor Muscle Spasticity." *Physiotherapy Theory and practice* 24, no. 5 (2008): 372-79.
108. Naidoo, Pragashnie. "Current Practices in the Assessment of Hypotonia in Children." *South African Journal of Occupational Therapy* 43, no. 2 (2013): 12-17.

109. Noonan, Kenneth J, Suzanne Halliday, Richard Browne, Shana O'Brien, Kosmas Kayes, and Judy Feinberg. "Interobserver Variability of Gait Analysis in Patients with Cerebral Palsy." *Journal of Pediatric Orthopaedics* 23, no. 3 (2003): 279-87.
110. Nuyens, Godelieve, W De Weerdt, René Dom, Alice Nieuwboer, and Arthur Spaepen. "Torque Variations During Repeated Passive Isokinetic Movements of the Knee in Subjects with Parkinson's Disease and Healthy Control Subjects." *Parkinsonism & related disorders* 6, no. 2 (2000): 87-93.
111. Oğuz, H. and E. Dursun. *Tıbbi Rehabilitasyon*. Nobel Tıp Kitabevleri, 2004.
112. Packer, Roger J, Mark J Brown, and Peter H Berman. "The Diagnostic Value of Electromyography in Infantile Hypotonia." *American Journal of Diseases of Children* 136, no. 12 (1982): 1057-59.
113. Pandyan, A. D., G. R. Johnson, C. I. Price, R. H. Curless, M. P. Barnes, and H. Rodgers. "A Review of the Properties and Limitations of the Ashworth and Modified Ashworth Scales as Measures of Spasticity." *Clin Rehabil* 13, no. 5 (Oct 1999): 373-83.
114. Pandyan, A. D., C. I. Price, M. P. Barnes, and G. R. Johnson. "A Biomechanical Investigation into the Validity of the Modified Ashworth Scale as a Measure of Elbow Spasticity." *Clin Rehabil* 17, no. 3 (May 2003): 290-3.
115. Pandyan, AD, GR Johnson, CIM Price, RH Curless, MP Barnes, and H Rodgers. "A Review of the Properties and Limitations of the Ashworth and Modified Ashworth Scales as Measures of Spasticity." *Clinical rehabilitation* 13, no. 5 (1999): 373-83.
116. Park, Byung Kyu, Yuri Kwon, Ji-Won Kim, Jae-Ho Lee, Gwang-Moon Eom, Seong-Beom Koh, Jae-Hoon Jun, and Junghwa Hong. "Analysis of Viscoelastic Properties of Wrist Joint for Quantification of Parkinsonian Rigidity." *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering* 19, no. 2 (2011): 167-76.
117. Paro-Panjan, Darja and David Neubauer. "Congenital Hypotonia: Is There an Algorithm?" *Journal of child neurology* 19, no. 6 (2004): 439-42.
118. Patrick, Emily and Louise Ada. "The Tardieu Scale Differentiates Contracture from Spasticity Whereas the Ashworth Scale Is Confounded by It." *Clinical rehabilitation* 20, no. 2 (2006): 173-82.
119. Patrick, Susan K, Allen A Denington, Michel JA Gauthier, Deborah M Gillard, and Arthur Prochazka. "Quantification of the Updrs Rigidity Scale." *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering* 9, no. 1 (2001): 31-41.
120. Pavone, Larissa, Justin Burton, and Deborah Gaebler-Spira. "Dystonia in Childhood Clinical and Objective Measures and Functional Implications." *Journal of child neurology* 28, no. 3 (2013): 340-50.
121. Penn, Richard D. "Intrathecal Baclofen for Severe Spasticity." *Annals of the New York Academy of Sciences* 531, no. 1 (1988): 157-66.
122. Phadke, Chetan Purushottam, Farooq Ismail, and Chris Boulias. "Current Challenges to Clinical Assessment of Spasticity." *International Journal of Neurology Research* 1, no. 1 (2015): 1-4.
123. Pilon, Julie M, Gabrielli T Sadler, and Doreen J Bartlett. "Relationship of Hypotonia and Joint Laxity to Motor Development During Infancy." *Pediatric Physical Therapy* 12, no. 1 (2000): 10-15.
124. Powers, Randall K, DL Campbell, and WZ Rymer. "Stretch Reflex Dynamics in Spastic Elbow Flexor Muscles." *Annals of neurology* 25, no. 1 (1989): 32-42.
125. Priebe, M. M., A. M. Sherwood, J. I. Thornby, N. F. Kharas, and J. Markowski. "Clinical Assessment of Spasticity in Spinal Cord Injury: A Multidimensional Problem." *Arch Phys Med Rehabil* 77, no. 7 (Jul 1996): 713-6.
126. Priebe, Michael M, Arthur M Sherwood, John I Thornby, Noshir F Kharas, and Janusz Markowski. "Clinical Assessment of Spasticity in Spinal Cord Injury: A Multidimensional Problem." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 77, no. 7 (1996): 713-16.

127. Prochazka, Arthur, David J Bennett, Marilee J Stephens, Susan K Patrick, Rosemary Sears Duru, Ted Roberts, and Jack H Jhamandas. "Measurement of Rigidity in Parkinson's Disease." *Movement disorders* 12, no. 1 (1997): 24-32.
128. Purves, D., D. Fitzpatrick, L.C. Katz, A.S. Lamantia, J.O. McNamara, S.M. Williams, and G.J. Augustine. *Neuroscience*. Sinauer Associates, 2001.
129. Rabey, Jose Martin, Horst Bass, Ubaldo Bonuccelli, David Brooks, Peter Klotz, Amos D Korczyn, Peter Kraus, Pablo Martinez-Martin, Paul Morrish, and Wanda Van Sauten. "Evaluation of the Short Parkinson's Evaluation Scale: A New Friendly Scale for the Evaluation of Parkinson's Disease in Clinical Drug Trials." *Clinical neuropharmacology* 20, no. 4 (1997): 322-37.
130. Rekand, Tiina. "Clinical Assessment and Management of Spasticity: A Review." *Acta Neurologica Scandinavica* 122, no. s190 (2010): 62-66.
131. Ridding, MC, G Sheean, JC Rothwell, R Inzelberg, and T Kujirai. "Changes in the Balance between Motor Cortical Excitation and Inhibition in Focal, Task Specific Dystonia." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 59, no. 5 (1995): 493-98.
132. Riley, D, AE Lang, RD Blair, A Birnbaum, and B Reid. "Frozen Shoulder and Other Shoulder Disturbances in Parkinson's Disease." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 52, no. 1 (1989): 63-66.
133. Rousseaux, Marc, Nadia Buisset, Walter Daveluy, Odile Kozlowski, and Serge Blond. "Long-Term Effect of Tibial Nerve Neurotomy in Stroke Patients with Lower Limb Spasticity." *J Neurol Sci* 278, no. 1 (2009): 71-76.
134. Satkunam, Lalith E. "Rehabilitation Medicine: 3. Management of Adult Spasticity." *Canadian Medical Association Journal* 169, no. 11 (2003): 1173-79.
135. Schjerling, Lisbeth, Lena E Hjermind, Bo Jespersen, Flemming F Madsen, Jannick Brennum, Steen R Jensen, Annemette Løkkegaard, and Merete Karlsborg. "A Randomized Double-Blind Crossover Trial Comparing Subthalamic and Pallidal Deep Brain Stimulation for Dystonia: Clinical Article." *Journal of neurosurgery* 119, no. 6 (2013): 1537-45.
136. Sehgal, Nalini and JR McGuire. "Beyond Ashworth. Electrophysiologic Quantification of Spasticity." *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America* 9, no. 4 (1998): 949-79, ix.
137. Sheean, G. "The Pathophysiology of Spasticity." *Eur J Neurol* 9 Suppl 1 (May 2002): 3-9; dicussion 53-61.
138. Shibasaki, Hiroshi and Mark Hallett. "Electrophysiological Studies of Myoclonus." *Muscle & nerve* 31, no. 2 (2005): 157-74.
139. Skold, C., R. Levi, and A. Seiger. "Spasticity after Traumatic Spinal Cord Injury: Nature, Severity, and Location." *Arch Phys Med Rehabil* 80, no. 12 (Dec 1999): 1548-57.
140. Stolze, H, JP Kuhtz-Buschbeck, C Mondwurf, K Jöhnk, and L Friege. "Retest Reliability of Spatiotemporal Gait Parameters in Children and Adults." *Gait & posture* 7, no. 2 (1998): 125-30.
141. Thibaut, Aurore, Camille Chatelle, Erik Ziegler, Marie-Aurélie Bruno, Steven Laureys, and Olivia Gosseries. "Spasticity after Stroke: Physiology, Assessment and Treatment." *Brain injury* 27, no. 10 (2013): 1093-105.
142. Tortora, G.J. and B.H. Derrickson. *Principles of Anatomy and Physiology*. John Wiley & Sons, 2008.
143. Ubhi, T, BB Bhakta, HL Ives, V Allgar, and SH Roussounis. "Randomised Double Blind Placebo Controlled Trial of the Effect of Botulinum Toxin on Walking in Cerebral Palsy." *Archives of disease in childhood* 83, no. 6 (2000): 481-87.
144. Van Bogart, J, J McGuire, and GF Harris. *Upper Extremity Motion Assessment in Adult Ischemic Stroke Patients: A 3-D Kinematic Model*. Vol. 2. Engineering in Medicine and Biology Society, 2001. Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE: IEEE, 2001.

145. Van Swieten, JC, PJ Koudstaal, MC Visser, HJ Schouten, and J Van Gijn. "Interobserver Agreement for the Assessment of Handicap in Stroke Patients." *Stroke* 19, no. 5 (1988): 604-07.
146. Voerman, Gerlienke E, JFM Fleuren, LAC Kallenberg, JS Rietman, GJ Snoek, and HJ Hermens. "Patient Ratings of Spasticity During Daily Activities Are Only Marginally Associated with Long-Term Surface Electromyography." *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* 80, no. 2 (2009): 175-81.
147. Waninge, A, RA Rook, A Dijkhuizen, E Gielen, and CP Van Der Schans. "Feasibility, Test–Retest Reliability, and Interrater Reliability of the Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in Persons with Profound Intellectual and Multiple Disabilities." *Research in developmental disabilities* 32, no. 2 (2011): 613-20.
148. Ware Jr, John E. "Sf-36 Health Survey Update." *Spine* 25, no. 24 (2000): 3130-39.
149. Wartenberg, Robert. "Pendulousness of the Legs as a Diagnostic Test." *Neurology* 1, no. 1 (1951): 18-18.
150. Webster, DD. "Critical Analysis of the Disability in Parkinson's Disease." *Modern treatment* 5, no. 2 (1968): 257-82.
151. Westgren, Ninni and Richard Levi. "Quality of Life and Traumatic Spinal Cord Injury." *Archives of physical medicine and rehabilitation* 79, no. 11 (1998): 1433-39.
152. Wilkins, L.W. *Rapid Assessment: A Flowchart Guide to Evaluating Signs and Symptoms*. Lippincott Williams & Wilkins, 2004.
153. Winters, TF, JR Gage, and R Hicks. "Gait Patterns in Spastic Hemiplegia in Children and Young Adults." *J Bone Joint Surg Am* 69, no. 3 (1987): 437-41.
154. Wood, C., E. A. Gonzalez, and K. J. Martin. "Challenges in the Therapy of Secondary Hyperparathyroidism." *Ther Apher Dial* 9, no. 1 (Feb 2005): 4-8.
155. Xia, Ruiping. *Physiological and Biomechanical Analyses of Rigidity in Parkinson's Disease*. INTECH Open Access Publisher, 2011.
156. Yanagisawa, N and A Goto. "Dystonia Musculorum Deformans: Analysis with Electromyography." *J Neurol Sci* 13, no. 1 (1971): 39-65.
157. Yelnik, Alain P, Olivier Simon, Bernard Parratte, and Jean Michel Gracies. "How to Clinically Assess and Treat Muscle Overactivity in Spastic Paresis." *Journal of rehabilitation medicine* 42, no. 9 (2010): 801-07.
158. Young, R. R. "Spasticity: A Review." *Neurology* 44, no. 11 Suppl 9 (Nov 1994): S12-20.

Hipotonus ve Fizyoterapisi

11

Doç. Dr. Birgül Balcı, Dr. Öğr. Üyesi Melda Soysal Tomruk

GİRİŞ

Hipotonusu, santral (beyin, beyin sapı ve servikal spinal bileşke) ve periferal hipotonus (ön boynuz hücreleri, periferik sinirler, nöromuskuler bileşke ve kaslar) olarak sınıflamak mümkündür. Genellikle hastalık değil bir bulgu olarak kabul edildiği için nörolojik hastalıkların değerlendirmesinde kullanılan tüm yöntemler hipotonus varlığını ortaya çıkarmada kullanılmaktadır. Fizyoterapi aşamasında en belirgin fonksiyonel kayıp stabilizasyon olduğu için normal kontrollü hareketi uyarak fizyoterapi ve egzersiz yaklaşımları tedaviye dahil edilmelidir.

HİPOTONUS NEDİR?

Hipotonus, normal kas tonusunda patolojik azalma olarak kabul edilmekle birlikte kasın pasif hareket sırasında meydana gelen gerilime karşı direncinin azalması olarak tanımlanır. Hipertonusun tam karşılığı olarak adlandırılır. Sıklıkla ön boynuz hastalıkları, serebellar hastalıklar, kas hastalıkları, akut serebrovasküler olay, spinal kord yaralanmasının akut dönemi, motor nöron hastalıkları ve nöromuskuler kavşak hastalıkları, hipotonusun en sık görüldüğü klinik bozukluklardır. Sıklıkla Down Sendromu (DS), Prader-Willi sendromu ve Serebral Palsi (SP) ile birlikte anılmaktadır.

SP'li çocuklarda spastisiteye göre daha az sıklıkla görülür, özellikle konjenital SP'li çocuklarda ortaya çıkar. Hipotonik çocuklar sıklıkla gevşek duruş sergiler, baş ve ekstremitelerini kaldırmakta güçlük çekerler, koordinasyon ve kontrollü hareket gerektiren desteksiz oturma ve beslenme gibi ince ve gros motor aktiviteleri yapmak güçleşmiştir. Kas tonusunu azalmasına bağlı olarak fleksibilite çok artmıştır.

Azalmış kuvvet, artmış fleksibilite/kas ekstensibilitesi, hipermobilite, azalmış aktivite toleransı, azalmış gecikmiş motor yetenekler, postüral bozuklukların eşlik ettiği bir hareket sistemi sendromudur.

FONKSİYONEL HAREKET VE HİPOTONUS

Nörolojik bir bozukluk olmayan sağlıklı olarak tanımlanan durumlarda, amaca yönelik harekete en etkili ve ekonomik şekilde ulaşabilmek fonksiyonel hareketin temelini oluşturur. Etkili hareketin yapılabilmesi için öncelikle postüral kontrolün sağlanması gerekir. Postüral kontrolün sağlanmasına katkı sağlayan hareketin paterni, hızı ve doğruluğu, kuvvet ve endurans, denge stratejisi gibi parametrelerin uyum içinde çalışması gerekir.

Postüral Kontrol: Kas tonusu, gravite merkezi ve destek yüzeyi ile ilişkilidir ve 'vücut segmentlerinin graviteye karşı dizilimini koruyabilme, ağırlık merkezini stabilite sınırları içinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır. Göreve uygun etkin bir postüral kontrol ayarlaması olmadan kaliteli bir fonksiyonel hareketten bahsedilemeyeceğinden, hipotonus tedavisinde öncelikle postüral kontrolün ve stabilitenin sağlanması hedeflenmelidir.

HİPOTONUSTA TANI

Hipotonus bir hastalık değil, bir bulgudur. Dolayısıyla nörolojik hastalıkların tanılamasında kullanılan tüm yöntemler hipotonus varlığını ortaya çıkarmak açısından yararlıdır. Objektif tanılama yöntemi hakkında fikir birliği söz konusu değildir. Bunlar;

- Elektroensefalografi (EEG)
- Manyetik Rezonans Inceleme (MRI)
- Elektromyografi (EMG)
- Kas biyopsisi
- Genetik incelemeler (kromozom analizi vb.)
- Laboratuvar testleri (Kreatinin fosfokinaz, amonyak, ürik asit, lipidler, laktat, pirüvat vs.) şeklinde gerçekleştirilebilir.

HİPOTONUSUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Hipotonusun ayırıcı tanısı çok zor ve kapsamlıdır çünkü sıklıkla alt motor nöron hastalığı, periferal sinir yaralanbması, nöromuskuler bileşke veya kas hastalıklarına eşlik eder. MSS kökenli hastalıkların akut fazında ortaya çıkabilir, üst motor nöron hastalığı, suplementer motor alan veya serebellum lezyonlarında görülebilir.

Değerlendirmede geçerli ve güvenilir yöntemlerin eksikliği, klinik tanıların kullanılmasını yoğun olarak gündeme getirmiştir. Bu yüzden sadece hipotonus değil santral hipotoni, benign konjenital hipotoni, gevşek bebek sendromu, neonatal hipotoni gibi çeşitli kavramlar da kullanılır. Santral veya periferal sinir sisteminde veya end-organlarda (kas/kas grupları) fizyolojisinde bozukluk sonucu ortaya çıkar. Santral hipotoni etiyolojisinde beyin yapılarında malformasyon (genetik, metabolik, travmatik, anatomik veya idiopatik sebeple nöral disfonskiyon) görülür. Santral hipotonide ekstremiteler, boyun ve gövde etkilenmekle birlikte sıklıkla kas kuvvet zayıflığıyla birlikte görülür. Ataksi veya diskinezi gibi hareket anomalileri veya dizestezi/parestezi gibi duyu bozuklukları da eşlik edebilir. Santral hipotoni sıklıkla DS, SP ve/veya gelişim geriliği gibi tanılara eşlik eder. Kas koordinasyon bozukluğu, beslenme bozuklukları, reflü, konstipasyon problemlerine de yol açar.

Her nörolojik hastalıkta olduğu gibi hipotonik hastalarda da kişiye özel değerlendirme oldukça önemlidir. Kişinin fonksiyonel kapasitesinin değerlendirilmesi açısından fiziksel özellikler ve fonksiyonel limitasyonların yanında çevresel koşullar ve kişisel faktörler de mutlaka göz önüne alınmalıdır.

Klinik olarak pasif gerime direnç ile değerlendirilir. Germe refleksi mekanizmasındaki patoloji ve azalmış segmental motor nöron havuz eksitabilitesi hipotoninin temel fizyolojisidir. Altta yatan mekanizma tam olarak aydınlatılamadığı için özgün bir ölçüm yöntemi yoktur. Pasif germe standart bir değerlendirme yaklaşımı olup eklem hareket açıklığı deformitesi yoksa sıklıkla uygulanabilen bir yöntemdir. Periferal sinir sistem yaralanması veya serebellar hasar varsa kas germe refleksi değerlendirmesi sırasında hiporefleksi sıklıkla eşlik eder.

Hipotonusu değerlendirirken;

- Detaylı öykü (bulguların başlangıcı, sıklığı, eşlik eden başka bulgular vs.)
- Motor gelişim seviyesi
- Ekstremite, gövde de postürün detaylı gözlemi: azalmış postüral kontrol ve yetersiz kokontraksiyon eklem stabilizasyonunu bozucu etki gösterir.
- Palpasyon (Eşlik eden atrofi ve artrogripozisin varlığı ve özellikleri)
- Aktif hareket
- Kuvvet
- Patolojik refleksler ve Derin tendon refleksleri
- Kranial sinir muayenesi (özellikle göz ve dile ait sinirler mutlaka ayrıntılı değerlendirilmeli)
- Mobilite (Fonksiyonel mobilite düzeyi, bağımsız, yardımlı veya tamamen bağımlı şekilde yapılabilen hareketler)

- Fonksiyonel düzey (Stabilizasyon eksikliği, anormal postür gelişimi ve kas kuvvet kaybıyla beraber günlük yaşam aktivitelerine katılım)
- Aktivite toleransı ve endurans; genellikle azaldığı için fizyoterapi seanslarında göz önüne alınmalıdır.
- Yardımcı cihaz kullanımı, ev düzenlemeye yardımcı gereçlerin kullanımı gibi önemli ayrıntılar gözden kaçırılmamalıdır.

Fleksibilite: hipotonusta hipermobil eklemler ve artmış fleksibilite karakteristiktir, bu noktada ligament laksitesi ve kasın ekstensibilite artışı arasındaki ayrım net olmayıp literatür ikisinin ayrı ayrı ele alınmasını önermektedir.

HİPOTONUSTA FİZYOTERAPİ

Tonusun azalması, dokularda hiperlaksite ve hipermobilitenin oluşmasına önderlik eder. Meydana gelen hiperlaksite ve hipermobilite zamanla giderek artan stabilizasyon kaybına neden olur. Stabilizasyon kaybı, gövde ve ekstremite fonksiyonel hareketleri sırasında oldukça önemlidir. Temel fonksiyonel problem, zayıf gövde ve baş kontrolüdür. Eklem laksitesi ve azalmış kuvvet eklem dislokasyonuna (kalça ve ayakta) ve skolyoza yol açar. Osteopeni ve osteoporoz tekrarlı kırık riskini arttırır. Yetersiz kas tonusnun varlığından dolayı tedavi seçenekleri kısıtlı kalmaktadır. Kas tonusunu azaltmak için literatürde kanıt değeri yüksek birçok yöntem tanımlanmış olup tonusu arttırmak için belli bir yöntem bulunmamamaktadır. Hiperlaksite olan eklemlerin stabilizasyonu kısıtlı olup cerrahi yöntemler veya eksternal ortotik kullanımı tercih edilmektedir çünkü stabilizasyon kazanımı temel hedef noktasıdır.

Hipotonus varlığında normal tonusun kazanılması ile kas iğciği aktivasyonu, gecikmiş motor yanıtların düzenlenmesi, kaba ve ince becerilerin kazanılması, Stabilizasyon ve postüral kontrolün kazanılması, fonksiyonel mobilite ve bağımsızlığın artması, yaşam kalitesinin artması sağlanır. Bu bağlamda hipotonusta fizyoterapinin temel yaklaşımı fasilitasyonun tekniklerinin kullanımını içeren tedavi yaklaşımlarıdır. Hipotonus tedavisinde kullanılan uygulamalardan bazıları; aproksimasyon, taping, vizüel-vestibuler-somatosensör uyarım, kuvvetlendirme, elektrik stimülasyonu, biofeedback, vibrasyon, nörogelişimsel tedavi, iletimsel eğitim (Petö), teknoloji destekli robotlar, sanal gerçeklik, duyu bütünleme eğitimi, oral-motor tedavi, ortezler ve adaptif gereçler ve destekleyici yaklaşımlar (hayvan destekli terapi, hipoterapi, su ve havuz tedavisi, adeli suit, kısmi ağırlıklı destekli treadmill eğitimi) olarak özetlenebilir.

0-6 yaş arası hipotonik çocuklarda tedavi yaklaşım prensipleri ise şu şekilde özetlenmiştir:

* hedefe yönelik, fonksiyonu iyileştiren, GYA katılımı sağlayan tedaviler
* çocuk tarafından başlatılan ve yönlendirilen, çocuğun aktif olduğu tüm motor yaklaşımlar,

* oturma ve dik pozisyonu düzelten, stabilizasyon artışı sağlayan yaklaşımlar,
* ortez, splint kullanımı; Alt ekstremite diziliminde sorunlara yol açan ve gelişim problemleri ile kinetik zinciri bozan biyomekanik dezavantaj postüral kontrolü de olumsuz etkiler. Bu sebeple ayak ortezleri ve supramalleoler ortez kullanımı stabilite ve fonksiyonel mobilite sağlamak için standart yaklaşım olartak kabul görülmektedir. Çocuk, azalmış postüral kontrol ve dengeye sekonder olarak çevreyi keşfetmekte zorluk çekmektedir. Ortez çocuğa stabilite sağlamakta ve gelişimini desteklemektedir. Buna rağmen ortezlerin etkinliği ise hala soru işareti olarak yerini korumaktadır.
* erken mobilite sağlanmalı
* pasif yaklaşımlardan kaçınmalı

TERAPATİK YAKLAŞIMLAR

1. Tummy time aktiviteleri: motor gelişimi uyarır
2. Oturma, ayakta durma ve mobilite için aktif motor yeteneklerin kullanımı
3. İnfant masaj uygulamaları
4. Treadmill eğitimi; 10 ay civarında adımlama, yürüme karakteristikleri için faydalı olmaktadır.
5. Ortezleme: ayak dizilimi ve yürüyüş özelliklerini iyileştirmek için ambulatuar çocuklarda tercih edilir. Pre-ambulatuar çocuklarda kullanımı için uzman görüşü gerekir aksi takdirde yaşa uygun motor gelişimi engelleyebilir.

1. Adaptif ekipman kullanımı ile aktivte katılımı arttırılmalıdır (oturma, ayakta durma veya yürüme için)
2. Postüral düzeltme stratejileri: yatarken, otururken, ayakta dururken yaşa uygun aktivite fasilitasyonu şeklinde yapılmalı

GÜNCEL FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI

Proprioseptif Nöromuskuler Fasilitasyon: Aktif kas kontraksiyonu açığa çıkarmayı hedef alan yaklaşımda diyagonal ve rotasyonel hareketlerle beraber el temasları, ani germe, elongasyon, aproksimasyon, maksimal direnç, normal zamanlama ve kuvvet yayılımı kullanılarak fasilitasyon açığa çıkarmaya çalışılır.

Rood Yaklaşımı: Bu yöntemde motor ve duysal uyarım ayrı ayrı ele alınır. Duyusal uyarım temel amaçtır ve deri reseptörlerini hafif stroking, fırçalama, buz uygulaması ile uyararak, proprioseptif sonlanmaları ise germe ve basınçla uyararak postür ve tonusu geliştirmeyi hedefler. Postüral stabiliteyi artırmayı ve distal segmentleri fonksiyonel olarak kullanmayı amaçlar.

Nörogelişimsel Tedavi: Amacı; anormal postüral paternleri inhibe etmek ve normal hareket paternlerini yerleştirmek, vücudun biyomekanik düzgünlüğünü sağlamak, kontraktür ve deformiteyi engellemektir. En önemli özelliği; motor duyusal, sosyal ve bilişsel gelişimi birlikte ele almasıdır. Bu yaklaşımda problem çözme ve analitik bir bakış açısı hedeflenir. Postüral kontrol ve tonus; el tutuşları, bireyin aktif katılımının desteklenmesi, hareketin fonksiyon içinde uygulanması ve hareketin fasilitasyonu yoluyla artırılmaya çalışılır. Bu yaklaşıma göre, hareket fonksiyonun bir parçasıdır ve önemli olan kaliteli bir fonksiyonun aktif katılımla ortaya çıkarılmasıdır.

Kuvvetlendirme: Amacı; tonusun azalmasına eşlik eden kuvvet kaybının olduğu durumlarda kas kuvvetinin artırılmasıdır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda özellikle inme, muskuler distrofi ve spinal korda eşlik eden hipotonusun normalize edilmesinde; squat, topuk ve parmak ucunda yürüme sırasında üst ekstremiteye verilen ağırlıkların, alt ekstremite tonus, kuvvet ve fonksiyonunu artırdığı görülmüştür. Alt ekstremite tonusunu artırmaya yönelik verilen bu kuvvetlendirme egzersizlerinin 8-15 tekrar, 3-6 set, 3-5 gün ve 3-12 hafta arasında 10 maksimum tekrarın %40'ından başlayarak farklı yüzdelerinin hesaplandığı prensibe göre yapıldığında etkili olduğu belirtilmiştir.

Kuvvetlendirme eğitiminde makine destekli eğitim tercih edilebilir veya serbest ağırlık ve elastik dirençli bantlar kullanılabilir. Üst ekstremite kas tonusu, kuvvet, endurans ve fonksiyonunun geliştirilmesi için kol ergometrelerinden de yararlanılabilir.

Muskuler distrofilerde eksantrik kuvvetlendirme egzersizleri yerine düşük-orta şiddette kuvvetlendirme ve endurans egzersizleri tercih edilmeli, ALS hastalarında ise kas kuvveti ve fiziksel fonksiyonların geliştirilmesi için dirençli egzersizler verilmelidir.

Elektrik Stimülasyonu: Fonksiyonel ve nöromuskuler elektrik stimülasyonu yöntemi; kas kuvveti, eklem hareket açıklığı ve doku iyileşmesini artırır, stabilizasyon kaybı ile gelişen subluksasyonu azaltır. Bu yöntemle amaca yönelik tekrarlı hareketlerin yapılması, sinaptik bağlantıları artırarak santral reorganizasyonu geliştirir. Üst ve alt ekstremiteye yönelik yüksek voltajlı galvanik stimülasyon uygulaması kuvvet, endurans ve fiziksel performansı artırır. Gövdeye yönelik uygulamalarda özellikle spinal kord yaralanması olan hastalarda gluteal ve paraspinal kaslara elektrik stimülasyonu uygulaması postüral stabilite ve ekstremite fonksiyonlarının artırılması açısından önemlidir.

Ayna Tedavisi: Bu yaklaşım görsel uyarı ve kopya etme fonksiyonunu kullanarak bilateral simetrik göreve izin verir. Böylece premotor, supplementer motor, inferior frontal girus ve parietal lobun fonksiyonlarını artırır. Uygulama sırasında meydana gelen kortikospinal yolların aktivasyonu sayesinde motor imgeleme ve motor öğrenmeye olanak verdiğinden üst ekstremite tonusunun normalize edilmesinde ve fonksiyonelliğinin artırılmasında sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Tüm Vücut Vibrasyonu: Azalmış tonusta sıklıkla kullanılan yöntem olan tüm vücut vibrasyonu, kas iğciği uyarımını artırır ve vücut ağırlığının taşınması sırasında uygulandığında stabilizasyona katkı sağlar. Özellikle 20-50 Hz'lik, 2-6 mm'lik amplitüdte yapıldığında stabilizasyonu geliştirir, alt ekstremite tonus ve fonksiyonunu artırır.

Sanal Gerçeklik: Bilgisayar ortamında 3D resimler ve animasyonlarla oluşturulan, katılımcılara gerçekmiş hissi veren ve bilgisayarla oluşturulmuş bu ortamla katılımcı arasında karşılıklı iletişim olanağı tanıyan bir teknolojidir. Motivasyonu artırarak hedefe yönelik fonksiyonları gerçekçi bir şekilde yapmaya olanak sağlar. Kişinin aktif katılımıyla beraber sıklıkla tekrarlanan fonksiyonlar, kortikal reorganizasyonu sağlayarak motor öğrenmeyi artırır. Uygulama sırasında özellikle gövde ve ekstremite hareketlerinin kombinasyonu şeklinde uygulanır ve özellikle spinal kord hasarı ve distrofilerde hipotonusla meydana gelen stabilizasyon kaybının ortadan kalkmasına destek olur.

Robotik Tedavi: Bilgisayar ve EMG destekli belli bir amaca yönelik uygulamaya izin veren bu yaklaşımda vücut ağırlığı kişiye taşıtılabilir ve ağırlık aktarma sırasında gövde ve alt ekstremite stabilizasyonu ve motor becerileri artar. Rotasyonel ve translasyonel hareketler ile birlikte simetrik rehabilitasyona izin verir. Uygulamaya treadmill ve sanal gerçeklik eklendiğinde daha etkin sonuçlar alınabilir. Robotik tedavi uygulamaları sırasında verilen pertürbasyonlarla H refleksi, germe refleksi yanıtlarını düzenlenir. Böylece tonusun artışı sağlanır ve fonksiyonel sonuçlar ortaya çıkar.

Oral-Motor Tedavi: Yüz kaslarında hakim olan hipotonus varlığında çenede mobilite dengesizliği, çene kilitlemede yetersizlik, koordine olmayan yutma, dil itişi yetersizliği, dudakları kapamada zorluk ve salya tutamama gibi durumlar ortaya çıkar. Farklı materyallerle uygulanan oral motor tedavi bu yetersizlikleri ortadan kaldırmaya yardımcı olur. Bu yaklaşımı uygulamadan önce dikkat edilmesi gereken en önemli şey postüral stabilizasyonun kazanılmasıdır. Postüral stabilizasyon kazanılırken uygulanan oral-motor tedavi yöntemleri içinde, proprioseptif nöromuskuler fasilitasyon, masaj, taping, vibrasyon ve hareketin fasilitasyonu kullanılabilir.

SONUÇ

- ✓ Hipotonusun tedavisinde mutlaka fasilitasyon teknikleri üzerinde durulmalıdır.
- ✓ Hipotonusun hiperlaksite ve hipermobiliteyi ortaya çıkararak stabilizasyon kaybına neden olduğu, bu nedenle önce stabilizasyonun kazanılması gerektiği unutulmamalıdır.
- ✓ Güncel fizyoterapi yaklaşımlarında en çok kullanılanlar fonksiyonel elektrik stimülasyonu, tüm vücut vibrasyonu, robotik yaklaşımlar ve sanal gerçeklik uygulamalarıdır.

- ✓ En etkili tedavi yaklaşımının, uygulama doz ve süresinin ne olduğu konusu henüz aydınlatılamamış olmasına rağmen bu konuda çalışmalar devam etmektedir.
- ✓ Sadece bölgesel değil, bütüncül yaklaşımla tüm vücut fonksiyonları kazanılmaya çalışılmalıdır.
- ✓ Plastisite ve motor öğrenme prensiplerine dayalı tedavi yaklaşımları uygulanmalıdır.
- ✓ Kanıta dayalı kombine tedavilerin, tek yönlü uygulanan tedavilere göre daha etkili olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Benfer KA, Weir KA, Bell KL (2013). Oropharyngeal dysphagia and gross motor skills in children with cerebral palsy. Pediatrics. 131(5):1553-1562.
2. Bosveld R, Field-Fote EC (2015). Single-dose effects of whole body vibration on quadriceps strength in individuals with motor-incomplete spinal cord injury. J Spinal Cord Med. 38(6):784-91.
3. Bouisset S. (2008) Posture, dynamic stability and voluntary movement. Clinical neurophysiology. 38;345-362
4. Cameirao MS, Bermudez i Badia S, Verschure PFMJ (2008). Virtual reality based upper extremity rehabilitation following stroke: a review. J Cyber Ther Rehabil 1:63–74.
5. Calabro RS et al (2016). Robotic gait rehabilitation and substitution devices in neurological disorders: where are we now? Neurol Sci Jan 18
6. Dahlqvist JR, Vissing j (2016). Exercise therapy in spinobulbar muscular atrophy and other neuromuscular disorders. J Mol Neurosci 58:388-393
7. Deconinck F et al (2015). Reflections on Mirror Therapy: A Systematic Review of the Effect of Mirror Visual Feedback on the Brain. Neurorehab Neur Rep 29(4) 349 –361
8. Deon LL, Gaebler-Spira D. Assessment and treatment of movement disorders in children with cerebral palsy. Orthop Clin North Am. 2010 Oct;41(4):507-17. doi: 10.1016/j.ocl.2010.06.001. PMID: 20868881.
9. Dewar R, Love S, Johnston LM (2015). Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. Dev Med Child Neurol 57(6):504-520
10. Doucet BM, Lam A, Griffin L (2012). Neuromuscular Electrical Stimulation for Skeletal Muscle Function. Yale J Biol Med. 85(2): 201–215.
11. Gargiulo P, Jens Reynisson P, Helgason B. et al (2011). Muscle, tendons, and bone: structural changes during denervation and FES treatment. Neurol Res. 33(7):750-758
12. Kayla BH, Tyler JW, Wyatt O (2012). Briggs Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function J Hum Kinet. 31: 105–113
13. Kılınç M, Yıldırım SA, Tan E (2015). The effects of electric stimulation and exercise therapy in patients with limb girdle muscular dystrophy: a controlled clinical trial. Neurosci 20(3):259-266
14. Lu X, Battiztuzzo CR, Zoghi M et al (2015). Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: a systematic review. Clin Rehab 29(1):3-13
15. Marcdante KJ, Kliegman RM. (2015). Weakness and hypotonia. In: Marcdante KJ, Kliegman RM. Nelson's Essesntials of Pediatrics. 7th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; chap 7.
16. Marín PJ, Ferrero CM, Menéndez H et al (2013). Effects of whole-body vibration on muscle architecture, muscle strength, and balance in stroke patients: a randomized controlled trial. Am J Phys

Med Rehabil. 92(10):881–888.
17. Martin K, Inman J, Kirschner A, Deming K, Gumbel R, Voelker L (2005). Characteristics of hypotonia in children: a consensus opinion of pediatric occupational and physical therapists. Pediatric Physical Therapy 17 (4): 275–82.
18. Martino D (2016). Abnormalities of Muscle Tone. In: Martino D, Espay AJ, Fasano A, Morgante F *eds. Disorders of Movement: A Guide to Diagnosis and Treatment*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 49-95**,** DOI 10.1007/978-3-662-48468-5_2
19. Miller F (2018). Motor Control and Muscle Tone Problems in Cerebral Palsy. In. Miller F., Bachrach S., Lennon N., O'Neil M. (eds) Cerebral Palsy. Springer, 1-26. https://doi-org-443.webvpn.zisu.edu.cn/10.1007/978-3-319-50592-3_39-1
20. O'Sullivan S. B. (2007). Strategies to Improve Motor Function. In S. B. O'Sullivan, & T. J. Schmitz Ed, Physical Rehabilitation (5th Ed.) Philadelphia: F.A. Davis Company.
21. Paci, M. (2003). Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: A review of effectiveness studies. J Rehabil Med. 35:2-7.
22. Penasco-Martı´n B, De los Reyes-Guzma´n A, Gil-Agudo A, et al (2010). Application of virtual reality in the motor aspects of neurorehabilitation. Rev Neurol 51:481–8.
23. Platz T, Eickhof C, van Kaick S et al (2005). Impairment-oriented training or Bobath therapy for severe arm paresis after stroke: a single-blind, multicentre randomized controlled trial. Clin Rehabil. 19:714-724
24. Sarnat HB. (2016). Evaluation and investigation. In: Kliegman RM, Stanton BF, St. Geme JW III, Schor NF, ed. Nelson Textbook of Pediatrics. 20th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Saunders; chap 607.
25. Sejersen T, Wang CH. (2014). Acute Disturbance of Motor Function In: Sejersen T, Wang CH eds. *Acute Pediatric Neurology*, DOI 10.1007/978-0-85729-491-3_4, Springer-Verlag London 2014: 53-74
26. Shumway-Cook A, Woollacott MH. (2001). Motor control Theory and practical applications In: Butler JP ed. Control of posture and balance. Philedelphia: JB Lippincott 119-143
27. Sığan SN, Uzunhan TA, Aydınlı N et al (2013). Effects of oral motor therapy in children with cerebral palsy. Ann Indian Acad Neurol. 16(3):342-346.
28. Stewart JC, Yeh SC, Jung Y, et al (2007). Intervention to enhance skilled arm and hand movements after stroke: a feasibility study using a new virtual reality system. J Neuroeng Rehabil 4:21.
29. Stevenson et al (2015). Spinal plasticity in robot-mediated therapy for the lower limbs. Journal of NeuroEng Rehab 12:81
30. Thieme H, Mehrholz J, Pohl M et al (2012). Mirror therapy for improving motor function after stroke (Review). Cochrane Datab Syst Rev Issue 3. Art. No.: CD008449.
31. Triolo RJ, Bailey SN, Miller ME et al (2013). Effects of stimulating hip and trunk muscles on seated stability, posture, and reach after spinal cord injury. Arc PhysMed Rehab 94;1766-1775.
32. http://www.efisioterapia.net/en/articles/rood-method-alternative-therapy
33. Vismara L, Cimolin V, Grugni G et al (2010). Effectiveness of 6 month home-based training program in Preder-Willi patients. Res Dev Disab 31; 1373-1379
34. Vry J, Schubert IJ, Semler O et al (2014). Whole-body vibration training in children with Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. Eur J Paediatr Neurol. 18(2):140-9.
35. Weber A, Martin K. Efficacy of orthoses for children with hypotonia: a systematic review. Pediatr Phys Ther. 2014 Spring;26(1):38-47. doi: 10.1097/PEP.0000000000000011. PMID: 24356317.
36. Weiss PL, Kizony R, Feintuch U, Katz N (2006). Virtual reality in neurorehabilitation. In: Selzer M, Clarke S, Cohen L, et al., eds. Textbook of neural repair and rehabilitation. Cambridge: University

Çocuklarda Hipotoni Ve Rehabilitasyon

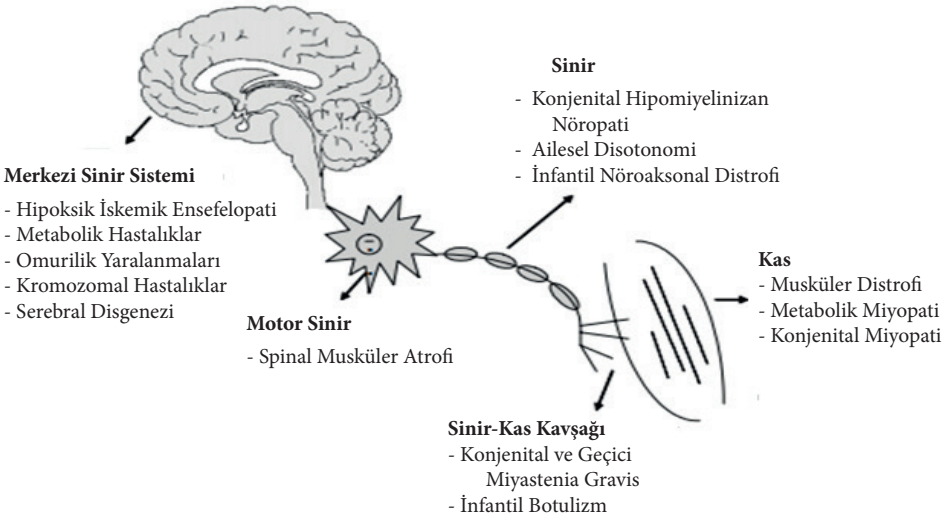
12

Dr. Fzt. Müşerrefe Nur KELEŞ, Prof. Dr. Bülent ELBASAN

GİRİŞ

Hipotoni, kasın pasif harekete karşı oluşturduğu dirençteki azalma olup, çocuklarda sıklıkla yenidoğan dönemi olmak üzere her yaş grubunda görülebilen bir klinik tablodur. Çocuklarda önemli olan bu klinik tabloya neden olan altta yatan bozukluğun belirlenmesidir.

Çocuklarda hipotoni; sinir sitemini (beyin, beyin sapı, omurilik, çevresel sinir sistemi, sinir kas kavşağı ve kaslar) herhangi bir seviyede etkileyen birçok nedene bağlı olarak görülebilmektedir (Şekil 12.1).



Şekil 12.1. Çocuklarda Hipotoni Nedenlerinin Anatomik-Klinik Korelasyonunun Gösterilmesi

Hipotoni etiyolojik nedene ve patolojinin yerine göre genel anlamda iki ana gruba ayrılırlar:

1. **Santral Hipotoni:** Beyin, beyin sapı ve/veya servikal spinal bileşkedeki patolojilerden kaynaklanan hipotonidir. Erken dönemlerde kas gücü sıklıkla korunur.
2. **Periferik Hipotoni:** Ön boynuz hücreleri, periferik sinirler, nöromusküler bileşke ve/veya kaslardaki patolojilerden kaynaklanan hipotonidir. Klinik olarak kas güçsüzlüğü oldukça belirgindir.

Çocuklarda hipotoni etiyolojisinin tam olarak aydınlatılabilmesi için değerlendirmenin eksiksiz ve bulguların birbirini tamamlar şekilde ilerlemesi oldukça önemlidir. Hipotonik çocuklarda değerlendirme üç aşamadan oluşmaktadır (Şekil 12.2).



Şekil 12.2: Hipotonik Çocuklarda Değerlendirme Aşamaları

Öykü

Öykü, hipotonik çocuklarda değerlendirmenin en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Öyküde öncelikle ayrıntılı olarak prenatal risk faktörleri (annede ilaç veya alkol kullanımı, fetal hareket azlığı, enfeksiyon, makat gelişi, erken veya geç zamanlı doğum, annede kronik hastalık varlığı, polihidramniyos) sorgulanmalıdır. Daha sonra doğum öyküsü (doğum esnasında veya takiben anoksi, doğum travması, düşük Apgar skoru, hipotoni başlama zamanı) detaylı olarak alınmalıdır. Ayrıca; çocuğun motor ve dil gelişimi, beslenme ve yutma güçlüğü, nöbet varlığı, bilinç bulanıklığının sorgulanması etiyolojinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. Öyküde en kilit noktalardan bir diğeri ise aile öyküsünün (anne yaşı, akrabalık durumu, kardeşlerin öyküsü, ailede metabolik veya genetik hastalık öyküsü) alınmasıdır.

Hipotoniye eşilik eden bazı problemler: mental gerilik, epilepsi, emosyonel bozukluklar, iletişim problmeleri, görsel algı problemleri, solunum ve fonasyon bozuklukları ve yeme-içme gibi aktivitelerde bozukluklardır.

Klinik Değerlendirme

Günümüzde tanıya yönelik geliştirilmiş teknolojik yaklaşımların oldukça ilerlemiş olmasına rağmen; hipotonik çocuklarda altta yatan etiyolojinin belirlenmesinde öncelikli olan klinik değerlendirmedir. Klinik değerlendirme; genel fizik muayene ve detaylı nörolojik muayeneyi içermektedir.

Hipotonik çocuklarda klinik değerlendirme genel fizik muayeneyle başlar. Çocuğun boyu, kilosu, baş çevresi kaydedilir. Daha sonra kardiyak, solunum ve batın muayenesi yapılır. Bu muayeneler esnasında hipotonik çocuğa özgü dismorfik değişikliklerin dikkatli incelenmesi ve kaydedilmesi önemlidir. Hipotonik çocukların çoğunda miyopatik yüz görünümü görülür. Nöromusküler hastalıklarda yüksek damak; ön motor nöron hastalıklarında dilde fasikülasyon ve depo hastalıklarında dilde büyüme görülebilir. Göz muayenesinde miyastenik hastalıklar için, katarakt ve/veya pigmenter retinopati peroksismal bozukluklar için tanı değeri taşımaktadır. İç organlarda büyüme olması depo hastalıklarını, renal kistlerin varlığı ise peroksismal bozuklukları düşündürmektedir.

Postür; hipotonik çocuklarda oldukça tipiktir ve hipotonusun derecesi açısından da bilgi vermektedir. Bu çocukların çoğu bebeklik döneminde kurbağa pozisyonunda yatmaktadır. Bu pozisyonda bebeklerin bacakları abdüksiyon ve dış rotasyonda, dizleri fleksiyonda, kolları ise gevşek ve ekstansiyon pozisyonundadır. İlerleyen yaşlarda çocuklarda hipotoniye bağlı olarak farklı postüral adaptasyonlar gelişir. Hipotonik çocuklar oturma pozisyonuna geldikleri dönemde gövde ekstansör kaslarındaki zayıflık nedeniyle stabil durmakta zorlanırlar. Bu yüzden bacaklarını gövdenin yanına alarak

W şeklinde bir oturuş geliştirirler. Emekleme dönemindeki çocuklar ise sıklıkla ön kolları üzerinde sürüklenerek komando sürüklenişi tarzında bir emekleme geliştirirler. Ayakta durma pozisyonuna geldikleri dönemde ise hipotonusu tolere etmek için kalça abdüksiyonunu arttırırlar, dizlerde genu rekurvatum görülür, ayaklarda ise artmış bir pronasyon vardır.

Tonus değerlendirmesi çocuklar uyanık ve sakinken yapılmalıdır. Hipotonik çocuklarda tonus değerlendirmesi özellikle ekstremitelerde pasif hareketlerle değerlendirilebilirken, baş ve gövde gibi vücudun diğer kısımlarının tonusu özel manevralarla değerlendirilebilmektedir.

Traksiyon Cevabı: Bebek sırtüstü yatar pozisyonda iken kollarından tutup yarı oturma pozisyonuna getirilmeye çalışılır. Bu esnada baş, sırt ve ekstremitelerin konumuna bakılır. İlk 6 haftada bebeğin kolları hafif fleksiyonda olup, başı geriye doğrudur. 6-12 haftalarda ise baş ve ayaklar belirli bir fleksiyonu korumaya çalışır. Hipotonik bebekte ise traksiyon manevrası esnasında baş sıklıkla geride kalır.

Horizontal Suspansiyon: Bebek göğüs ve karın hizasından yere paralel olarak tutulur; baş, sırt ve ekstremiteler gözlenir. İlk 6 haftada kol ve bacaklar gevşek bir şekilde aşağıya sarkmış durumdadır; 6-16. haftalarda baş omuzla aynı hizaya gelebilmektedir. 4-7. aylarda baş omuz hizasının üzerine çıkabilir, bacaklar ise aktif olarak hareket edebilir. 8. ayda başını rahatça kaldırıp, ekstremitelerini kolaylıkla yukarı aşağı hareket ettirebilir. Hipotoniye yol açan hastalığa sahip olan çocuklar ise bu pozisyonda baş ve oyunlarını gövde hizasına getiremeyebilirler; hatta daha ağır hipotonilerde vücut 'U' şeklini alabilir.

Aksillar Suspansiyon: Bebek koltuk altından tutularak kaldırılır. Hipotonik bebeklerin bu pozisyonda tonus kaybına bağlı olarak elden kaydıkları görülür.

Eşarp Belirtisi: Sırtüstü pozisyonda yatan bebeğin elinden tutulur ve orta hat çaprazlanarak diğer omzuna uzanmaya çalışılır. Normal tonusa sahip bebeklerde dirsek gövde orta hattını geçemez, fakat hipotonik bebeklerde vücudun karşı tarafına kolayca geçer.

Popliteal Açı: Medial hamstringlerde kısalma ve kas tonusundaki artışı saptamak amacıyla bakılır. Sırtüstü yatan çocukta değerlendirilen ekstremitenin kalça ve dizi 90° fleksiyona getirilir. Bu konumda diz gelebildiği kadar ekstansiyona getirilir. Fleksiyon açısının 180 dereceden çıkarılması ile popliteal açı değeri elde edilir. Popliteal açının yenidoğan döneminden erişkin döneme kadar belli yaş aralıklarında değişen norm değerleri vardır. Çocukta ölçülen popliteal açının norm değerlerinden yüksek olması hipotoniyi düşündürmektedir.

Refleks değerlendirmesi hipotoninin etiyolojisi hakkında bilgi vermesi açısından oldukça önemlidir. Derin tendon refleksleri bebeklerde 33. haftadan itibaren alınmaya başlanır. Reflekslerin alınmaması veya zayıf olması alt motor nöron, ön boynuz,

sinir-kas kavşağı veya kaslarda; artması ise merkezi sinir sisteminde bir patoloji olabileceğini düşündürmektedir.

Eklem hareket açıklığı ve kas kuvveti de hipotonik çocuklar da değerlendirilmesi gereken diğer parametrelerdir. Hipotonik çocukların çoğunda eklem hareket açıklığı artmıştır. Kas kuvvet kaybı ise tüm hipotonik çocuklarda görülmeyebilir. Hipotoniyle beraber seyreden kas zayıflığı sıklıkla alt motor nöron hastalıklarını akla getirir. Üst motor nöron hastalıklarına bağlı hipotonilerde ise akut dönem dışında belirgin bir kas zayıflığı gözlenmez. Bununla birlikte kas kuvveti değerlendirilmesi sadece ekstremite ve gövdeyi içermemelidir. Kas gücü kaybı olan çocukların emmesi, yüz hareketleri, solunum fonksiyonları da değerlendirilmelidir.

Hipotonik çocuklarda klinik değerlendirmeler belli aralıklarla tekrar edilmelidir. Bu esnada hipotoninin geçici mi, kalıcı mı ya da artarak mı devam ettiği not edilmelidir. Bu notlar ilerleyen dönemlerde hipotoninin altında yatan nedeni saptamaya yardımcı olabilmektedir.

İleri Tanı Yöntemleri

Ayrıntılı bir öykü ve klinik değerlendirme bulgularının sonuçları doğrultusunda santral ya da periferik kökenli hipotoniyi düşündüren olgularda, etiyolojik nedenin tam olarak belirlenmesi için kullanılacak ileri tanı yöntemleri oldukça faydalıdır. Santral hipotoni düşünülen olgularda kromozom analizi ve kranial görüntüleme oldukça önemlidir. Periferik hipotoniyi düşündüren olgularda ise EMG, kas biyopsisi ve kreatin fosfokinaz (CPK) gibi ölçümler oldukça değer taşımaktadır. Hipotoninin nedeninin santral ya da periferik kökenli olduğunun düşünülmediği olgularda ise metabolik hastalıklar gibi farklı etiyolojik nedenlere yönelik testler yapılmaktadır.

Hipotonik çocukta etiyolojik nedeni saptamaya yönelik yapılan değerlendirmeler dışında hastalığın seyrini takip etmek amacıyla yapılan değerlendirmeler de oldukça önemlidir. Etiyolojik kökeni ne olursa olsun her hipotonik çocuğun mutlaka nöromotor gelişiminin takip edilmesi ve ihtiyacı olan alanda (fizyoterapi, ergoterapi, dil ve konuşma terapisi vb.) tedavisinin biran önce başlatılması gereklidir. Günümüzde hipotonik bebeklerde nöromotor gelişimin değerlendirildiği motor gelişim açısından belli yaş gruplarına özel hazırlanmış test bataryaları bulunmaktadır.

Nöromotor Değerlendirme Yöntemleri

Alberta İnfant Motor Skalası (AİMS): Yenidoğan bebeklerde motor performansı değerlendirmek amacıyla, düzeltilmiş yaşları 0 – 18 ay arası olan bebeklere uygulanan motor performans değerlendirme ölçütüdür. Test, bebeğin spontan hareketlerini

gözlemlemeye dayanır. Test bebeğin yüzüstü, sırtüstü, oturma ve ayakta durma pozisyonlarındaki ağırlık aktarma, postür ve yerçekimine karşı hareketlerini değerlendiren toplamda 58 farklı hareketin resmedildiği parametrelerden oluşur. Test sonunda yer alan norm referans değerleri sayesinde bebeğin motor performansı yaşıtları ile kıyaslanabilmektedir.

Hammersmith İnfant Nörolojik Değerlendirmesi: Preterm ve term bebeklerin nörolojik anomali riskini değerlendirmek için uygulanan bir testtir. Motor nörolojik muayene, fonksiyonların gelişimi ve davranışların değerlendirilmesi bölümlerinden oluşur. Oluşabilecek nörolojik bozuklukları önceden tahmin etmeye yardımcı olur ve bu sayede önleyici tarzda bir batarya olduğu belirtilmektedir. Doğumdan 24. haftaya kadar uygulanmaktadır. Batarya sayesinde kranial sinir fonksiyonları, postür, hareket, tonus, refleksler, anormal işaret ve hareketler, oryantasyon ve davranış değerlendirilebilmektedir.

Bayley-III Bebek ve Çocuk Gelişimi Değerlendirme Ölçeği: Bayley Bebek ve Çocuk Gelişimi Değerlendirme Ölçeği, Nancy Bayley tarafından 1969 yılında geliştirilmiştir. Daha sonra ikinci versiyonu olan Bayley – II 1993 yılında yenilenerek birçok çalışmada kullanılmıştır. Bayley–III ise 1-42 aylık bebeklerin kognitif, dil ve motor gelişimi de değerlendiren yeni versiyon olarak yayınlanmıştır. Bayley–III, günümüzde erken rehabilitasyon çalışmalarının özel alanlardaki sonuçlarını değerlendirmek amacıyla sıklıkla kulanılmaktadır.

İnfant Motor Profil Testi: Gestasyonel 32. haftada doğmuş ve 4 ay arası bebekleri değerlendirmede kullanılmaktadır. Literatürde "Test of Infant Motor Profile" (TIMP) ismiyle bilinen test, fonksiyonel hareketlerin postural ve selektif kontrol olmak üzere iki farklı komponentini incelemektedir. Motor gelişimdeki değişiklikleri ve tedavinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılan bir testtir. Test, spontan aktivitelerin gözlenip "geçti" "kaldı" olmak üzere skorlayarak yapılmaktadır.

İnfant Motor Profil: Literatürde Infant Motor Profile (IMP) olarak bilinmektedir. Test 3-18 ay arasındaki bebeklere yapılmaktadır. Motor gelişimi, hareket varyasyonlarını, motor stratejilerin geliştirilebilmesini, hareket simetrisini ve akıcılığını değerlendirmek amacıyla spontan hareketlerin video analizi şeklinde gözlemlenmesiyle yapılan bir testtir.

Peabody Gelişimsel Motor Skalası: 0-5 yaş arası çocukların kaba ve ince motor becerilerini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir. Kaba motor ölçen kısmı; refleksleri, dengeyi, lokomotor olan ve olmayan aktiviteleri değerlendirir. İnce motor ölçen kısmı ise; el fonksiyonları, kavrama, el-göz koordinasyonu ve el becerilerini değerlendirmektedir. Yaklaşık 45-60 dakika sürmektedir ve güvenilir bir test olduğu belirtilmektedir.

General Movements (GMs): Literatürde "General Movements" (GMs) olarak bilinmektedir. GMs, izole ekstremite hareketlerinden önce meydana gelmektedir ve preterm dönem ve doğum sonrasındaki 20 haftalık dönem içerisinde devam etmektedir. GMs değerlendirmesinde kullanılmak üzere geliştirilen video analiz sistemi, bebeklerin spontan motor hareketlerinin gözlemlenmesini sağlamaktadır. Bebeğin erken dönemde sergilemiş olduğu hareketler ve bu hareketlerin kalitesi, ilerleyen yaşlardaki nörolojik ve motor gelişimi hakkında bilgi vermektedir. Bu yöntemin bebeklerde nörolojik defisiti en erken dönemde tahmin eden yöntem olduğu kanıtlanmıştır.

Çocuklarda Hipotoniye Yönelik Fizyoterapi Yaklaşımları

Hipotonik çocuklarda fizyoterapi çocukların nöromotor gelişimi açısından tedavinin temel yapıtaşlarından birini oluşturmaktadır ve en erken dönemde başlanılmalıdır. Erken dönem fizyoterapi; neonatal dönemden başlayıp 1 yaşa kadar uygulanan tedavi yaklaşımlarını kapsamaktadır. Tedaviye özellikle bu dönemde başlanmasının en önemli nedeni, bebeklerde beyin plastisitesinden kaynaklanan hızlı öğrenme yeteneğinden faydalanmaktır. Bu dönemde başlayacak fizyoterapi programlarında amaç bebeklerde normal motor gelişim basamaklarının normal motor girdisiyle desteklenerek, çocuğun anatomik ve fizyolojik yetersizlikleri ve çevre şartları dahilinde mümkün olabilecek en yüksek bağımsız seviyeye ulaşmasıdır.

Hipotonik çocuklarda erken dönem fizyoterapi yaklaşımları açısından uygulanabilecek farklı tedavi yöntemleri bulunmaktadır. Bu tedavi yöntemlerinin birçoğunun benzer temelleri olduğu bilinmektedir. Günümüzde hipotonik çocuklarda en sık kullanılan fizyoterapi yaklaşımının nörogelişimsel tedavi (NGT) olduğu bilinmektedir. NGT, normal hareket paternlerinin uyarılması sırasında var olan anormal refleks ve bozuklukların engellenmesi veya modifiye edilmesi esasına dayanır. Tedavinin temelinde çocuğun süreçte aktif olması ve fonksiyonelliğini sağlamak ön plandadır. Çocuklar motor gelişim basamaklarına göre farklı pozisyonlarda günlük yaşamdaki hareket, postüral tonus ve kontrollerini geliştirmeye çalışırlar. Tedavide motor gelişimi etkileyebilecek duyu gelişimi, aile eğitimi ve yardımcı araç kullanımı gibi diğer faktörler de göz önünde bulundurulur. Özellikle erken dönemde en doğru şekilde verilen proprioseptif, vestibular, görsel ve işitsel uyarıların kaliteli bir motor hareket ortaya çıkarmada etkisi olduğu bilinmelidir.

Erken dönemde müdahale konusunda geç kalınmasına bağlı olarak immobilite ve sonucunda bir takım kaslrada kısalıklar görülmeye başlar. Hareket çeşitliliğinin az olması sebebi ile fasya, ligaman ve eklem kapsülünde gerginlikler, omuz-kalça ekleminde subluksasyon ve/veya dislokasyonlar, ağırlık aktaramamaya bağlı olarak da asimetri, displazi, torakal malformasyonlar ve sonucunda skolyoz görülebilir.

Hipotonik Çocuklarda Erken Dönemdeki NGT Yaklaşımları

Çocuklarda hipotoninin nedeni ne olursa olsun erken dönemde uygulanacak NGT yaklaşımlarındaki amaçlar; tonus düzenlenmesinin sağlanarak normal motor gelişimin olabildiğince desteklenmesi, motor kontrol becerilerinin kazandırılması, spontan hareketlerin uyarılması, normal duyu girdisinin kazandırılması ve oluşabilecek kas ve iskelet deformitelerinin önlenmesidir. Erken dönem tedavi, neonatal dönemden başlayıp ilk 12 aya kadar uygulanan yaklaşımları içermektedir. Bu amaçlarla yapılacak erken dönem tedavi yaklaşımlarında hipotonik bebekler için uygun pozisyonlama, tutma ve taşıma prensipleri, duyu gelişiminin desteklenmesi, aile iletişimi ve tedaviyi destekleyecek ekipmanların kullanımı sürecin en önemli komponentlerini oluşturmaktadır.

Hipotonik bebeklerde erken dönemde sırtüstü, yüzüstü ve yan yatış pozisyonu gün içinde dönüşümlü olarak kullanılabilir. Pozisyonlama yapılırken gövde, alt ve üst ekstremitelerin fleksiyonuna, orta hat oryantasyonunun sağlanmasına, kas tonusu ve duyu girdisinin arttırılmasına, oluşabilecek asimetrinin engellenmesine dikkat edilmelidir. Pozisyonlama yaptıktan sonra bebek mutlaka gözlenmeli ve bu pozisyonlarda normal tonusu açığa çıkarmaya yönelik dinamik aktivitelerle desteklenmelidir. Hipotonik bebeklerde simetrik sırtüstü ve yüzükoyun postür, baş kontrolü, dönme, yüzükoyun kollar ve eller üzerinde durma, emekleme ve sıralama gibi motor gelişim basamakları temel olarak ele alınmalıdır. Ancak, hipotoninin derecesine bağlı olarak bebeklerin motor gelişimleri tam zamanında gerçekleşemeyebilir. Bu gibi durumlarda uygulanacak tedavi programı motor gelişim basamaklarına bağlı kalmaksızın, çocuğun günlük yaşamdaki bağımsızlığını sağlayacak şekilde fonksiyonel amaçlar içermelidir. Hipotonik bebeklerde hareketler fizyoterapist tarafından fasilite edilir ancak, çocuk hareketi spontan başlatabildiği anda yardım mutlaka azaltılır ve geri çekilir.

Hipotonik bebeklerde erken dönem tedavi amaçlarından bir diğeri duyusal girdiyi arttırmak ve bu sayede motor cevaplarında daha kaliteli olmasını sağlamaktır. Bu amaçla yapılan tedavinin her aşamasında bebekler mutlaka uygun duyu girdisiyle desteklenmelidir. Erken dönemde duyu eğitimi bebeklerin günlük yaşamlarında kullandıkları her pozisyonda sağlanabilmektedir. Hipotonik bir bebek sırtüstü pozisyonda yatarken kollarını ve bacaklarını orta hattan uzaklaştırmaya müsaittir. Bu pozisyonda bebeğin bir ay yastıkla desteklenmesi, vücudunun orta hattı ve uzaydaki pozisyonu öğrenmesi açısından oldukça verimli olacaktır. Aynı pozisyonda çocuğun üst ekstremite ve ellerini görerek pozisyonlanması, elleri ve ayaklarını görmesine aynı zamanda parmaklarını emmesine fırsat vererek duyu motor bütünlüğü sağlamasına fırsat vermektedir. Duyu eğitimi aynı şekilde diğer pozisyonlar ve motor gelişim basamaklarında da uygun şekillerde verilmelidir.

Hipotonik bebeklerde erken dönemde duyu ve motor bütünlük birbirinden ayrılmadan, bir bütün halinde tedaviye dahil edilmelidir. Yüzüstü pozisyonda duran bir

bebek başını kaldırması için göğüs altından bir yastıkla desteklenerek fasilite edilirken, aynı zamanda başının ön tarafından uzatılan bir oyuncakla görsel uyarı verilerek ve başının arkasından sırtına doğru sıvazlayarak taktil uyarı ile desteklenerek motor hareketin tamamlanması için çalışılabilmektedir. Bu pozisyonda ilerleyen dönemlerde özellikle kollar ve eller üzerinde durma pozisyonlarına geçildiği zaman tek taraftan uzatılan bir oyuncak ile bir tarafta uzanma diğer ekstremite üzerinde ise ekleme ağırlık bindirilerek ağırlık aktarma çalışılabilmektedir. Ağırlık aktarma sayesinde hipotonik bebeklerde eklem üzerine yük bindirilerek aynı zamanda propriosepsiyon eğitimi de yapılmaktadır. Oturma pozisyonuna gelmiş hipotonik bir bebek tonusun derecesine bağlı olarak sıklıkla gravitenin etkisine bağlı olarak öne yığılma eğilimi gösterecektir. Bu pozisyonda çalışırken özellikle gövde hipotonisi üzerinde durulmalıdır. Gövdesi hipotonik bir bebekte özellikle diğer ekstremitelerin normal hareket açığa çıkarması için stabilizatör görevi taşımaktadır. Oturma pozisyonunda erken dönemlerde gövde dik pozisyonu sağlayıp, üst ekstremite izole veya uzanma gibi aktif hareketlere izin verebilmesi için mümkün olabildiğince desteklenmelidir. Bu pozisyonda çalışırken, gövdenin dik durması ve uzaydaki pozisyon hissini kazanması için gövdeyi saran sıkı kıyafetler ya da neopren korse kullanılabilmektedir. Fakat bu gibi korselerin fonksiyonel bir aktivite yaparken ya da tedavi seanslarında kullanılması, bu aktiviteler dışında gün içinde sürekli bebeği desteklememesi gerekmektedir. Hipotonik bir çocukta unutulmaması gereken en önemli tedavi prensiplerinden biri bebeği mümkün olan en az derecede desteklemektir. Önemli olan her pozisyonda ya da aktivite esnasında çocuğun az bir destekle kendi tonusunu kazanmasına izin vermektir.

Çocuğun yığılmasını önlemek veya dik durmasını sağlamak için sürekli ortez gibi yardımcı cihazları kullanmaya çalışmak çocuğun kaslarının gittikçe zayıflamasına, kendi postüral kontrolünü kazanmasının engellenmesine ve hipotonin artmasına neden olabilir. Duyu eğitimi de tedavi esnasında kendi içinde oldukça şekillendirilebilir. Oturma pozisyonunda stabil pozisyonda uzanma çalışırken bir ileri aşama olarak terapi topu üzerinde dinamik bir yüzeyde kalçalardan az bir destek verilerek, bu pozisyonda farklı yönlerde uzanma çalışabilmektedir. Bu sayede çocuk dinamik bir yüzey üzerinde farklı bir yüzeyden gelen duyu girdisini alıp, dengede durmaya çalışarak tonusunu ayarlamayı aynı zamanda günlük yaşamda sık kullanacağı üst ekstremite ve gövde arasındaki fonksiyonel bağlantıyı sağlamayı öğrenecektir. Hipotonik bebeklerde ayakta durma, sıralama ve yürüme gibi motor gelişim evreleri beklenildiği sürede gerçekleşmeyebilir. Hipotonik bebeklerde erken dönemde dikkat edilmesi gereken en önemli noktalardan biri de ayakta durmaya hazır olmayan çocukların vaktinden önce kollarından ya da gövdelerinden desteklenerek yürütülmeye çalışılmasıdır. Eğer çocuk buna hazır değilse ilerleyen dönemlerde ayak deformiteleri, vücutta biyomekanik dizilimde bozukluklar ve en önemlisi yanlış motor öğrenme nedeniyle çocuğa daha çok

zarar verilmiş olur. Erken dönemde hipotonik bebeklerde taban altı basınç duyusu unutulmamalı, çocuk oturur pozisyonda iken bile ayak tabanları farklı zeminlerle desteklenmeli ve taban altı basınç duyusunu arttırmaya yönelik masajlar yapılarak ayakta durma evresine hazırlanmalıdır.

Hipotonik bebeklerde erken dönem rehabilitasyon yaklaşımlarının en önemli komponentini aile eğitimi almaktadır. Bu bebekler için rehabilitasyon her gün 24 saat süren bir süreci kapsamaktadır. Çocukların fizyoterapi veya diğer eğitimlerinin haftada sadece belli seanslarla sınırlı kalması, ailenin üzerine alması gerek sorumluluğu oldukça arttırmaktadır. Bu sebeplerle rehabilitasyon dahilindeki profesyonellerin ailelere en doğru biçimde süreci açıklaması ve yapılması gerekenleri en açık biçimde anlatarak gerekirse sık kontrollerle desteklemesi en kritik noktalardan birini oluşturmaktadır. Hipotonik bir bebekte aileleri gün içinde uygulayacakları pozisyon, yaklaşım ve iletişim konusunda eğitmek temel alınmalıdır. Pozisyonlama ve tutuş teknikleri gösterildikten sonra ailelerin nasıl yaptıkları kontrol edilmelidir. Özellikle hipotonik bir bebekte ailenin korumacı tavrı nedeniyle çocuğun gövde ve ekstremitelerini fazlasıyla desteklemesi çocuğun kas tonusunu kazanmasına ve kas kuvvetini sağlamasına engel olacağı için aileler sık sık uyarılmalıdır. Aileler pozisyonlama, tutma ve taşıma teknikleri, iletişim teknikleri ve yaptıkları aktivitelerin ana hedeflerinin ne olduğu konusunu iyice anlamalıdır. Süreç ilerlerken tedavi programı değiştikçe ailelerle konuşulup, ev için yeni düzenlemeler ve ev programlarının da gözden geçirilip yenilenmesi gerekmektedir. Hipotonik bebeklerde rehabilitasyon süreci uzun ve yorucu olduğu için aileler bu süreçte oldukça desteklenmeli ve motivasyonlarının düşmesi engellenmelidir. Beslenme ve beslenme pozisyonlarının her çocuk için bireysel olarak hazırlanması gerektiği akıldan çıkarılmamalıdır. Aile eğitimi kapsamında sunulan tüm hizmetlerin hipotonik çocuğun günlük yaşam becerilerini desteklemesi konusunda ailenin bilgilendirilmesi önemlidir.

Hipotonik Çocuklarda Erken Dönem Sonrası NGT Yaklaşımları

Hipotonik çocuklarda erken dönem sonrası rehabilitasyon ilk 12 aylık süreden sonraki süreci kapsamaktadır. Bu dönem okul öncesi, okul çağı ve adolesan dönemi kapsamaktadır. Hipotonik çocuklarda erken dönem sonrası fizyoterapide amaç ilk dönemlerde motor gelişimin desteklenerek gitmesi olsa da, ilerleyen dönemlerde bu seviye belli bir platoya oturduğu zaman çocuğu ulaşabileceği en yüksek fonksiyonellik seviyesinde tutmak haline gelir. Bunun için fizyoterapi programında çocuk odaklı bir program izlenir. Bu program hipotonik çocuğun motor yeteneklerini değişen koşullar, aktivite limitasyonları, kişisel ve çevresel faktörler de göz önünde bulundurarak değerlendirerek sürekli güncellenmelidir. Bu dönemde yardımcı cihaz kullanımı, çevre düzenlemesi, adaptif cihaz kullanımı gibi ek değerlendirme ve tedavi yöntemlerine de ihtiyaç duyulabilmektedir.

Erken dönemden sonraki ilk değerlendirmede hipotonik çocuğun motor gelişim evreleri belirlenir. Bu dönemde hipotoninin derecesine göre çocuk hala ayakta durma evresine geçmemiş olabilir. Bu nedenle fizyoterapi programında ilk hedef çocuğun motor gelişiminin desteklenerek ulaşabileceği en yüksek fonksiyonel bağımsızlık düzeyine ulaşmasını sağlamaktır. Bu amaçla uygulanacak programın içeriği erken dönem rehabilitasyon sürecinin devamı niteliğindedir. Hipotonik bir çocuk ayakta durma seviyesine geldiği zaman bu süreç aktif bir şekilde duyu eğitimiyle de destelenir. Çocuk ayağa kalktığı zaman öne yığılmalar çok oluyor, ağırlık verdiği ayakta internal rotasyon çok fazla gözüküyorsa gövdesi ilk dönemlerde neopren korseyle desteklenirken, ayağı için uygun ayakkabı ve ortez değerlendirmesi yapılmalıdır. Bu dönemde de hareketleri yaparken özellikle taktil stimülasyon (dokunma), vestibüler stimülasyon, vibrasyon, proprioseptif uyarı ve ses aracılığıyla uyarılara devam etmek gerekir. Hipotonik çocuklarda özellikle bu uyarılar daha kuvvetli bir şekilde verilmelidir. Bu uyarılar sayesinde çocuk tonusunu düzenlemeyi, hareket esnasında kendi kontrolünü ve stabilizasyonu sağlamayı daha rahat başarabilir.

Hipotonin farklı nedenlerden kaynaklanabildiği rehabilitasyon sürecinde unutulmaması gereken diğer önemli bir noktadır. Erken dönem sonrasında çocuklar motor gelişim evrelerini tamamladıkça hipotonin nedeni rehabilitasyon sürecini şekillendirmeye başlar. Hatta bazı durumlarda bu süreç erken dönemi de kapsayabilir. Bazı hipotoniler hafif seyrederken, bazıları ilk dönemden itibaren solunum ve kardiyak sistem dahil vücutta bir çok sistemi etkileyerek hayatı tehdit edebilecek duruma gelirler. Bu yüzden özellikle tedavi programlarını belirlerken çocuğun çabuk yorulmasına neden olacak kaynaklı bir hipotonisi olup olmadığına ya da hastalığın seyri nedeniyle mobilizasyonunun belli derecelerde kısıtlı kalması gibi bir durumun varlığına dikkat edilmesi gerekir. Bu faktörler göz önünde alındığında erken dönem sonrası fizyoterapide çocuğun ikincil kas-iskelet deformitelerinin önlenmesi, kas tonusunun düzenlenmeye devam edilmesi, motor yeteneklerinin optimize edilmesi, mevcut koşullardaki fiziksel uygunluk ve fonksiyonlarının kontrolünün sağlanması tüm çocuklar için ulaşılması gereken hedeflerdir.

Kor bölge kontrolünün sağlanması, üst ve alt ekstremiyle olan ilişkisi düşünüldüğünde her dönemde hipotonik bir çocukta rehabilitasyon programının öncelikli hedeflerindendir. Erken dönem sonrası rehabilitasyonda çocuğun fonksiyonellik seviyesine göre gövde ekstansiyonu ve kontrolü üzerinde çalışılmaya devam edilmelidir. Gövde kontrol seviyesi daha iyi olan çocuklar sanal gerçeklik ya da farklı spor dallarındaki aktivitelerine dahil olarak rehabilitasyon sürecine devam ederken, bazı çocuklar terapi topu üzerinde uzanmalarla gövde kontrolü çalışmaya devam edebilir. Bunun dışında çocuklar gövde kontrolünü sağlayamasa bile uygun cihazlarla desteklenerek mutlaka gün içerisinde dik konuma getirilmelidir. Bu sayede hem kardiyopulmoner

sistemi desteklenip, hem de aktivite ve katılım gibi yaşamın sosyal alanlarına katılımı sağlanabilmektedir.

Mobilizasyonun ve fonksiyonelliğin sürdürülmesi için belirli bir kas gücüne ve enduransına; kemiklerin gücünü korumak için ise kompresif strese ihtiyacı olduğu unutulmamalıdır. Hipotonik bir çocukta okul öncesi dönemlerde kas kuvvetlendirme ve kompresif stres gibi parametreler rehabilitasyon programına daha çok oyun oynar tarzda dahil edilmektedir. Bu dönemde duvar kenarına yaslanarak farklı yönlere top atıp tutma, alçak bir yerden yüksek bir yere obje taşıma tarzında squat çalışmaları rehabilitasyon sürecinde yapılacaklara örnek olarak verilebilir. Yine bu programların her fonksiyonel seviyedeki çocuk için rehabilitasyon sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Mobilize olamayan bir çocuk için de uygun adaptif cihazlarla düzenek hazırlanıp, mutlaka kompresif yükleme ve kas kuvvetlendirme çalışmaları yapılması gerekir.

Çocuklar kardiyovasküler sistem enduranslarının gelişmesi için özel bir eğitime ihtiyaç duymamaktadırlar. Bu dönemde koşarak, zıplayarak, sürekli aktif olarak hem pulmoner hem de kardiyak sistemlerini oldukça verimli çalıştırarak geliştirip bu sayede aerobik kapasitelerini arttırmış olurlar. Hipotonik çocuklar düşünüldüğünde hastalıklarının etiyolojisine bağlı olarak bazıları ambulasyon seviyesine ulaşamazken, bazıları hipotoni kaynaklı nedenler yüzünden tipik gelişen çocuklar kadar aktif olamamaktadır. Bu durum da kardiyovasküler sistemde yetersizliklere yol açmaktadır. Rehabilitasyonun bu döneminde çocukların aerobik kapasitelerini arttırmaya ya da korumaya yönelik programlar sürece mutlaka dahil edilmelidir. Bu durum mobil olabilen hipotonisi düşük seviyelerde bir çocuk için spor aktiviteleri şeklinde olabilirken, mobilize olamayan çocuklarda alt ya da üst ekstremite bisiklet ergometresiyle aerobik egzersiz çalışmak şeklinde planlanmalıdır.

Hipotonik çocuklarda erken dönem sonrası değerlendirilmesi gereken en önemli parametrelerden biri de ortez kullanımı, adaptif cihazlar ve tekerlekli sandalye düzeneğinin belirlenmesidir. Ortez değerlendirmesi her çocuk için fonksiyonel durumunu en iyi seviyeye getirecek şekilde özel olarak yapılmalıdır. Bu durumda hipotonik çocuklar için standart bir ortez türü bulunmamaktadır. Bazı çocuklar sadece ayak-ayak bileği ortezi kullanırken, bazıları sadece tabanlıkla aynı fonksiyonel seviyeye ulaşabilmektedir. Ortez değerlendirmesinde önemli olan çocuğun ortezin yaptığı biyomekanik desteğe ne kadar ihtiyaç duyduğunun belirlenmesi ve bu seviyenin olabildiğince minimalde tutulmasıdır. Bazı hipotonik çocuklarda, çocuğun kapasitesine uygun adaptif oturma sistemleri gerekebilmektedir. Bu düzenekler sayesinde çocuğun iletişimi, üst ekstremite fonksiyonları, bağımsızlık seviyesi ve sosyal etkileşimi geliştirilebilmektedir. Tekerlekli sandalye seviyesindeki çocuklar için ise mutlaka düzeneğin çocuğa göre ayarlanması ve sık sık kontol edilmesi gerekmektedir.

Erken dönem rehabilitasyonda aile eğitiminin önemi bu dönemde de devam etmektedir. Aile bu dönemde çocuğunun değişen koşullara uyum yeteneğini destekleyici tarzda eğilim göstermelidir. Özellikle çevresel adaptasyonlar, ev düzenlemeleri, çocuk ile etkili iletişim rehabilitasyonun kilit noktalarındandır. Bu dönemde çocuk birey olma yoluna girmektedir. Kişiliği ve kendi mahremiyeti ön plana çıkmaktadır. Rehabilitasyon sürecinde hem profesyoneller hem de aile çocuğun kişisel gelişimini desteklemeli aynı zamanda kişiliğine ve isteklerine saygı duymalıdır. Bu dönemde çocukların sosyalleşmesi, etkili iletişim kurması, aktivite ve katılımının mümkün olduğunca en üst seviyede tutulması oldukça önemlidir. Çocuğun rehabilitasyon sürecinde aktif rol üstlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden çocuğu zorlamadan, ona uygun programları beraber karar vererek ve anlatarak bu süreci yürütmek rehabilitasyonun başarısını oldukça arttıracaktır.

SONUÇ

Çocuklarda hipotoninin nedeni ne olursa olsun fizyoterapi ve rehabilitasyon tedavinin en önemli parçasını oluşturmaktadır. Bu çocuklarda en erken dönemde tedaviye başlamak, çocuğun ilerleyen dönemlerdeki fonksiyonelliğinin korunması açısından oldukça önem arz etmektedir. Hangi yaşta ya da nedeni ne olursa olsun her hipotonik çocuk için yapılacak bir şeylerin olduğunu bilmek ve mevcut potansiyelleri doğrultusunda bağımsızlıklarını en üst düzeye çıkararak topluma kazandırılmasını sağlamak rehabilitasyonun en önemli amacı olmalıdır. Erken dönem ya da sonrasında çocuk kadar ailenin ve çevresinin de rehabilitasyonda çok önemli bir yere sahip olduğu bilinerek, eğitimlerinin sağlanmasının tedaviye katacağı katkı mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Rehabilitasyonun sadece seanslardan ibaret olmadığı, hipotonik bir çocuk için her gün 24 saat süren bir süreç olduğu unutulmamalıdır. Rehabilitasyonda çocuğun ve ailenin beklentilerinin belirlenmesi ve buna uygun olarak kısa ve uzun dönem hedeflerinin oluşturmasının sürecin motivasyonunu arttıracak önemli bir unsur olduğu da unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Peredo DE., Hannibal MC. (2009) The Floppy Infant: Evaluation of Hypotonia.*Pediatrics in Review*; 30; 9 :66-76.
2. Naidoo P. (2013). Current practices in the assessment of hypotonia in children. *South African Journal of Occupational Therapy*;43(2):12-17.
3. Martin K, Inman J. et al. (2005). Characteristics of hypotonia in children: a consensus opinion of pediatric occupational and physical therapists. *Pediatr Phys Ther;* 17(4): 275-282.
4. Kaur J., Punia S. (2016) Floopy Infant Syndrome: Overview. International Journal of Physiotherapy and Research; 4(3); 1554-1563.

5. Leyenaar J., Camfield P. et al. (2005). A schematic approach to hypotonia in infancy.Paediatric Child Health; 10(7); 397-400.
6. Bayram E., Yiş U. vd. (2012). Hipotonik İnfant: Klinik ve Etiyolojik Değerlendirme. *DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi;* 26(3); 219-228.
7. Piper, M. C., Pinnell, L. E. et al. (1991). Construction and validation of the Alberta Infant Motor Scale (AIMS). *Canadian Journal of Public Health;* 83(2): 46-50.
8. Romeo, D. M., Cioni. et al. (2008). Neuromotor development in infants with cerebral palsy investigated by the Hammersmith Infant Neurological Examination during the first year of age. *European Journal of Paediatric Neurology; 12*(1): 24-31.
9. Anderson, P. J., De Luca, C. et al. (2010). Underestimation of developmental delay by the new Bayley-III Scale. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine; 164*(4): 352-356.
10. Campbell, S. K., Kolobe, T. H. et al. (2002). Validity of the Test of Infant Motor Performance for prediction of 6-, 9-and 12-month scores on the Alberta Infant Motor Scale. *Developmental Medicine & Child Neurology; 44*(04): 263-272.
11. Heineman, K. R., Bos, A. F. et al. (2008). The Infant Motor Profile: a standardized and qualitative method to assess motor behaviour in infancy. *Developmental Medicine & Child Neurolog; 50*(4): 275-282.
12. Einspieler, C., Prechtl, H. F., Ferrari, F., Cioni, G., & Bos, A. F. (1997). The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants review of the methodology. *Early Human Development; 50*(1): 47-60.
13. Kumandaş S., Gümüş H. (2010). Hipotonik İnfant. Çocuk Nörolojisi. Editör: Türkiye Çocuk Nöroloji Derneği, Anıl Grup Matbaacılık, Ankara, ss: 475-482.
14. Provost B. Heimerl S. et al. (2004). Concurrent validity of the Bayley Scales of Infant Development II Motor Scale and PeabodyDevelopmental Motor Scales-2 in children with developmental delays. *Pediatric Physio Therapy;* 16(3): 149-156.
15. Barry, M. J., Butler C., et al. (2001). Early Diagnosis and Interventional Therapy in Cerebral Palsy. Merkel Dekker Inc., New York.
16. Elbasan, B., Koçyiğ,it F. M,. (2016). Serebral Palsi ve Fizyoterapi Rehabilitasyon. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. A. Karaduman, Yılmaz Ö,. Hipokrat Yayınevi& Pelikan Yayınevi. Ankara, ss: 557-580.
17. Spittle, A. J., Doyle, L. W., et al. (2008). A systematic review of clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during first year of life. *Developmental Medicine & Child Neurolog;* 50 (4): 254-266.
18. Kolb, B., Brown, R., et al. (2001). Neural compensations after lesion of the cerebral cortex. *Neural Plasticity;* 8: 1-16.
19. Bobath, B., Bobath, K. (1984). The Neurodevelopmental Treatment. Management of the Motor Disorders of Cerebral Palsy. Scruton D. Heinemann. London.
20. Livanelioğlu, A., Kerem Günel, M. (2009). Erken ve Geç Dönem Fizyoterapi. Serebral Palside Fizyoterapi. Yeni Özbek Matbaası. Ankara. ss: 109-114.
21. Ayres, A. J. Cluster analyses of measures of sensory integration. (1977). *American Journal of Occupational Therapy;* 31 (6): 362-366.

22. Schaaf, R. C., Miller, L. J. (2005). Occupational therapy using a sensory integrative approach for children with developmental disabilities. *Mental Retardation Developmental Disabilities Research Reviews;* 11(2): 143-148.

23. Löwing, K., Bexelius, A. (2010). Goal-directed functional therapy: a longutidinal study on gross motor function in children with cerebral palsy. *Disability Rehabilitation;* 32(11): 908-916.

24. Ketelaar, M., Vermeer A. (2001). Effects of functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy. *Physical Therapy;* 86 (11): 1534-1540.

25. Verschuren, O., Ketelaar, M. (2008). Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *American Journal of Physical Medical Rehabilitation;* 87(5): 404-417.

26. Barks, L. (2004). Therapeutic positioning, wheelchair seating, and pulmonary function of children with cerebral palsy: a Research synthesis. *Rehabilitation Nurse*; 29 (5): 146-153.

27. Morris, C. (2002). A review of the efficacy of lower limb orthoses used for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurolog;* 44 (3): 205-211.

28. Brehm, M., A., Harlaar, J. (2008). Effect of ankle- foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine;* 40(7): 529-534.

Hipertonus Ve Fizyoterapisi

13

Prof. Dr. Filiz ALTUĞ, Prof. Dr. Erdoğan KAVLAK

GİRİŞ

Spastisite inme, multiple skleroz, spinal kord yaralanması, travmatik beyin yaralanması ve diğer santral sinir sistemi lezyonları gibi nörolojik durumların birçoğunda sıklıkla ortaya çıkan temel klinik bir semptomdur. Hastalarda postüral bozukluklar, eklem deformiteleri, ağrı, denge kaybı, eklem hareket kısıtlılıkları, yürüme güçlükleri, fonksiyonel hareketlerde yetersizlikler gibi birçok problemlerde beraberinde görülmektedir. Spastisitenin inhibisyonunda hangi yöntemin daha etkili olacağı konusunda kesin bir fikir olmamakla beraber uygulanan fizyoterapi yönteminin etkisi her hastadan hastaya değişiklik göstermektedir.

Bu bölümde, nörolojik rehabilitasyon alanında çalışan fizyoterapistlerin tedavi etmekte zorlandıkları ve nörolojik hastaların fonksiyonel katılımını engelleyen spastisitenin tedavi edilmesinde kullanılan fizyoterapi yöntemleri ayrıntılı olarak ele alınarak anlatılmıştır.

Spastisitenin inhibisyonunda kullanılan fizyoterapi yöntemleri direkt yaklaşımlar ve indirekt yaklaşımlar olmak üzere iki ana başlık altında sınıflandırılmıştır.

Sonuç olarak; güncel literatürler ışığında spastisitenin inhibisyonunda kullanılan tüm fizyoterapi yöntemlerini ve konuyla ilgili ayrıntılı bilgi birikimi içeren hazırladığımız bu bölümün tüm meslektaşlarımıza tedavi seçimi konusunda yardımcı olacağını düşünüyoruz.

HİPERTONUS VE FİZYOTERAPİSİ

Spastisite inme, multiple skleroz, spinal kord yaralanması, travmatik beyin yaralanması ve diğer santral sinir sistemi lezyonları gibi nörolojik durumların birçoğunda çok sıklıkla ortaya çıkan temel klinik bir semptomdur. Spastisitenin tedavi edilme-

sinde çok farklı disiplinler yer almasına rağmen, temel tedavi yöntemlerinden birisi fizyoterapi uygulamasıdır. Motor aktiviteleri arttırmak için hareketin biyomekanik analizlerini yapabilme ve motor öğrenme prensipleri içinde aktivite katılımlarını inceleyebilme yeteneğine sahip fizyoterapistler tarafından yapılan fizyoterapi uygulamaları tedavide önemli bir role sahiptir. Fizyoterapi ile yapılan aferent uyaranların ve bu uyaranların kas tonusu, postural düzenlemeler ve biyomekaniksel dizilimler üzerine olan etkisi literatürde önemli bir yere sahiptir. İnmeli hastalarda; aferent uyaranlarla beraber yeniden oluşan veya yeniden organize olan kortikal merkezlerin rehabilitasyon programından sonra fonksiyonel hareketlerdeki artış ile beraber artış görüldüğü ifade edilmektedir. Bir çok araştırmaya göre farklı şekillerde yapılan aktif yada pasif duysal uyarıların ve terapatik aktivitelerin kullanımı motor hareketi arttırmaktadır.

Spastisitenin fizyoterapi ile tedavisinde temel amaç; refleks hiperexitabiliteyi azaltmaktır. Kas ve tendonun viskoelastik yapısını geliştirmek ve kasın uzabilme yeteneğini arttırmaktır. Fizyoterapi uygulamalarının amaçları aşağıda sıralanmıştır.

FİZYOTERAPİ UYGULAMALARININ AMAÇLARI

- Spastisite şiddetini azaltmak
- Eklem hareket genişliğini arttırmak
- Ağrıyı azaltmak
- Denge ve mobiliteyi arttırmak
- Deformiteleri önlemek
- Aktif hareket re-edükasyonunu sağlamak
- Günlük yaşam aktivitelerine katılımı arttırmak
- Fonksiyonel kapasiteyi arttırmak
- Yumuşak doku esnekliğini arttırmak
- Ortez kullanımını azaltmak
- Postür düzgünlüğünü sağlamak
- Hijyenik problemleri azaltmak
- Enerji harcamasını azaltmak
- Cerrahi girişimi önlemek ya da ertelemek
- Kozmetik düzenleme

Spastyisitenin şiddetiyle orantılı olarak gelişen ağrı, konnektif dokudaki yapışıklıklar eklemlerdeki limitasyonlar ve antogonist kastaki hareket yetersizlikleri kişinin

günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmesinde birçok zorluklara neden olmakta ve yaşam kalitesini azaltmaktadır. Spastisitenin yaşam kalitesini hangi yönlerden etkilediği Tablo 13.1'de verilmiştir.

Tablo 13.1. Spastisite ve Yaşam Kalitesi

Spastisitenin varlığı hastalarda;
- Mobilite ve fonksiyonel kapasiteyi azaltır,
- Kendine bakım aktivitelerini azaltır,
- Hijyen problemi yaratır,
- Üriner ve seksüel problemleri arttırır,
- Uyku bozuklukları yaratır
- Sosyal katılımı kısıtlar
- Psikolojik problemler arttırarak yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler.

Nörolojik hastalıklardan kaynaklanan spastisitenin fizyoterapi ile tedavisinde bir çok yöntem kullanılmasına rağmen altın standartta olan ve en etkili fizyoterapi yönteminin hangisi olduğuna dair kesin bir kanıt yoktur. Mekanizması oldukça karmaşık olan spastisitenin tedavisi de oldukça zordur. Bazen tedavisinde bir çok fizyoterapi yöntemi bir arada kullanılabilmektedir. Tedavide hangi fizyoterapi yönteminin en etkili yöntem olacağına karar vermek zordur ve tedavinin etkinliği kişiden kişiye değişkenlik gösterebilmektedir. Bu durumda hastanın ayrıntılı bir şekilde değerlendirilerek, hastanın ihtiyaçları göz önüne alınarak en uygun fizyoterapi yönteminin seçilmesi uygun olacaktır. Spastisite tedavisinde, tedavinin yöntemine karar vermede etkili olan ve tedavinin etkinliğini belirleyen kriterler Tablo 13.2.'de sıralanmıştır.

Tablo 13.2. Spastisitede Tedavi Yaklaşımını Etkileyen Kriterler

- Yaş
- Amaç
- Süre (Akut- Kronik)
- Spastisitenin şiddeti
- Etkilenen kas grupları
- Dağılım (Lokal- Yaygın)
- Duyu bozuklukları ve kognitif problemler
- Kontraktürler
- Hasta ve ailenin sosyo kültürel seviyesi

FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI

1. **DİREKT YAKLAŞIMLAR**
2. **İNDİREKT YAKLAŞIMLAR**

Uygulamalar olmak üzere iki başlık altında incelenir. Her lokal uygulamanın ortaya çıkardığı gevşeme ile genel bir etkinin oluşabileceği unutulmamalıdır.

1-DİREK YAKLAŞIMLAR VE ETKİ MEKANİZMALARI

Soğuk Uygulama

Soğuk ajan uygulamaları uzun yıllardır spastisite inhibisyonu ve kas kontraksiyonunun fasilitasyonu amacıyla kullanılmaktadır. Uzun ve kısa süreli olmak üzere iki şekilde uygulanmaktadır.

Uzun süreli soğuk uygulamanın (20-45 dak.) etkinliğinin görülebilmesi için kas içi ısısı düşene kadar spastik kasa uygulama yapılmalıdır. Kas içi ısısı yaklaşık 30 dereceye indiğinde sinir iletim hızı azalır ve 25 derecede ise tam bir sinir bloğu oluşur. Uzun süreli soğuk uygulama ile motor aksiyon potansiyelinin amplitüdü, sinir iletim hızı, kas iğciği aktivitesi, duyusal sinirlerden gelen uyarılar ve spastik kasın metabolik hızı azaltılarak monosinaptik germe refleksinin inhibisyonu sağlanır. Uygulama sonrası birkaç saat boyunca klonus ve artmış tendon reflekslerinde azalma (deri reseptörlerinin duyarlılığındaki azalma ile) gözlenmektedir.

Soğuk uygulama ile kasın viskoelastik özelliklerinde; hem intrafusal hemde ekstra fuzal liflerde viskozitenin artması, daha yavaş gerilmeye izin verilmesi ve dolayısıyla hızlı germe refleksinin bozulması yoluyla spastisitenin inhibisyonuna katkıda bulunabilir. Soğuğun spastisiteyi azaltmadaki etkisi kısa süreli olup, uygulamadan sonra 1- 2 saat devam etmektedir.

Kısa süreli soğuk uygulama alfa motor nöron aktivitesini fasilite ederek üst motor nöron disfonksiyonu nedeniyle flask durumda olan kasta kontraksiyon oluşturmak amacıyla kullanılabilmektedir. Kısa süreli (1-2 dak.) soğuk uygulama ile spastik kasın antagonisti uyarılarak respirokal inhibisyon yoluyla spastik kasta gevşeme sağlanır.

Nötral Sıcaklık

Nötral sıcaklık yoluyla otonom sinir sisteminin parasempatik komponenti uyarılır ve sempatik komponentin etkisi azaltılarak kas tonusunun azalması sağlanır.

Çalışmacılar yüzeyel sıcak uygulamasının kas hipertonusu olan hastalarda ağrı eşik seviyesini yükselttiği, kas spazmı ve tonusu azalttığını rapor etmişlerdir.

İnmeli hastalarda 10 dakikalık ılık (41°C) banyo su uygulaması sonrası, F dalgasının amplitüdünde ve F dalga/ M cevabında önemli derecede azalma olduğu bildirilmiştir.

Çalışmacılar aynı zamanda sıcaklık uygulamasının gama afferent aktiviteyi azalttığını da bildirmişlerdir.

Uzun Süreli Pasif Germe

Germe egzersizleri kasın visko-elastik yapısını korumak, eklem konraktürlerini engellemek ve kas tendon ünitinde yaralanmaları azaltmak amacıyla fizyoterapistler tarafından sıklıkla tercih edilen yöntemlerden birisidir. Kas boyunun uzamasını sağlamak için manuel yöntemler ve mekanik cihazlar olmak üzere farklı yöntemler kullanılabilir. Germe egzersizleri: kas tonusunu normalize etmek, eklem hareket genişliğini arttırmak, ağrıyı azaltmak, yumuşak doku esnekliğini devam arttırmak ve motor fonksiyonu arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Germe uygulaması ile beraber; kas dokusu, tendon, konnektif doku, vaskuler yapılar, dermal ve nöral dokularda gerilim ortaya çıkar.

Germe uygulaması farklı şekillerde yapılabilmektedir.

- Pasif germe
- Aktif germe
- Uzamış pozisyonda tutma
- İzotonik germe; ekstremite yavaşça maksimum ROM kadar gerilir ve bu pozisyonda tutulur
- İzokinetik germe; ekstremiteye belli bir hız ve açısal değerde germe uygulanır.

Spastik kasa uygulanan germeler statik karekterde olmalıdır. Pasif germe ile spastik kasın tonusunda geçici bir azalma elde edilmesiyle beraber antagonist kasta aktif hareket yeteneğinde yeteri kadar artış sağlamaktadır.

Uygun pozisyonlama veya ortezlerle desteklenerek kas en gergin pozisyonda tutulularak yapılan uzun süreli ve yavaş germe ile Otojenik İnhibisyon Mekanizması harekete geçirilerek kas tonusunu azaltılmaktadır. Germe egzersizleri müskülotendinöz ünitede mekanik değişiklikler ve iğcik duyarlığında ve gama aktivitesinde azalma ile kasın gerime karşı duyarlılığını azaltarak etki ederler.

Tardieu; ortez veya diğer yardımcı araçlar ile sağlanan uzun süreli germenin istenen etkiyi oluşturması için günde 6 saat kullanımının gerektiğini bildirmiştir. Elle uygulanan germenin kas uzunluğunu arttırmada yeterli etki oluşturmamasına rağmen birçok olguda tonusta kısa süreli azalma ve hareket yeteneğinde artışa yol açtığı bildirilmiştir.

Çalışmalarda germe sonrasında spastik kasta motor nöron eksitabilitesinde değişiklikler olduğunu açıklamaktadır. Rochester ve ark. ayak bileği spastisitesi olan nörolojik hastalarda eksantrik kasılmaya ilave olarak germe egzersizlerinin etkinliğini sadece eksantrik kasılmayla karşılaştırdıklarında germe uygulanan grupta H refleksinde artış olduğunu kaydetmiştir. Bakheit ve ark. izotonik ve izokinetik germe uygulamasında spinal alfa motor nöronların uyarılabilirliğini inmeli hastalarda incelemişlerdir. İzotonik ve izokinetik germenin spastik kası inhibe etmek için birbirine göre üstünlüğünün olamadığını ve her iki uygulamanın da alfa motor nöronların uyarılabilirliğini azaltığını ifade etmektedirler.

Pozisyonlama

Kişinin pozisyonu kas tonusu üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin oturma ve yüzükoyun yatma fleksör yönde tonus artışı sağlarken, ayakta durma ve sırt üstü yatma ekstansör tonusu uyarır. Destek yüzeyinin genişliği de postural tonusu değiştirebilir. Destek yüzeyi genişledikçe (örn. yatarken) kaslar daha fazla gevşer ve tonus azalır. Destek yüzeyi daraldıkça (örn. ayakta durma) kaslar daha fazla aktive olur ve tonus artar.

Nörolojik bozukluklardan sonra kas tonusunun regülasyonu için kasların uygun pozisyonlanması şarttır. Uygun pozisyonun uzun süreli devamı ile golgi tendon organı uyarılarak otojenik inhibisyon yoluyla kas tonusunda azalma sağlanır.

Tonik boyun refleksleri genel kas tonusunu etkileyeceğinden hastanın baş ve boynunun nötral pozisyonda olması önemlidir. Alt ekstremitedeki tonus artışının yönüne göre dizler tam ekstansiyonda (fleksör tonusta artış varsa) veya hafif fleksiyonda (ekstansör tonuşta artış varsa) pozisyonlanmalıdır. Gerekli görülürse pozisyonlamada yastık, ortez ve splintten yararlanılabilir.

Spastisitede antispastik pozisyonlamanın kısa süreli etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada antispastik pozisyonlamanın, spastik diplejik çocuklarda egzersizlerin daha kolay yapılmasına yardımcı olabileceği ve aynı zamanda kas kontraktürleri ve eklem hareket kısıtlılığını önlemek için ev egzersiz programında da antispastik pozisyonlamanın önem taşıdığı belirtilmiştir.

Kerem ve ark. antispastik pozisyonlamayı içeren Bobath'ın nörogelişimsel tedavi yaklaşımlarıyla birlikte Johnstone basınç splintlerinin etkilerini araştırdıkları bir çalışmada her iki tedavi yönteminin de spastisitenin inhibisyonunda ve duyusal girdinin geliştirilmesinde etkili olduğunu göstermiştir.

Odean ve Knutsson, paraparezili yetişkin hastalarda antispastik pozisyonlamanın artmış refleks aktiviteyi azaltılabileceğini bildirmiştir.

Kas tonusu bozukluklarında pozisyonlamanın amaçları
• Kas tonusunu normalize etmek, • Normal vücut ve eklem dizilimi sağlamak, • Deformiteleri önlemek, • Stabil destek yüzeyi sağlamak, • Etkilenen tarafta duyusal stimülasyonu arttırmak • Hasta konforunun sağlanması, • Basınç yaralarının önlenmesi, • Normal hareket paternlerinin uyarılması, • Anormal hareket paternlerinin önlenmesi, • Yorgunluğun, ağrının ve ödemin azaltılması, • Otonom sinir sistemi fonksiyonlarının (kardiyak, sindirim ve solunum) geliştirilmesi, • Çevre ile etkileşime girme becerisinin geliştirilmesi, • Optimal fonksiyonel iyileşmenin sağlanması.

Stavness yaptığı bir derlemede dik oturma pozisyonunun serebral palsili çocukta üst ekstremite fonksiyonunu geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Ortezleme

Hastalarda spastisitenin neden olabileceği kontraktür ve deformiteleri önlemek amacıyla çeşitli statik ve dinamik ortezler geliştirilmiştir. Kontraktür ile karşı karşıya olan spastik ekstremitede ortez kullanımını destekleyen iki önemli faktör vardır. Bunlardan biri spastik kasın fiziksel özelliklerinde değişikliğe neden olan biomekaniksel faktör, diğeri ise uzun süreli germeninin intrafusal kas liflerinde meydana getirdiği değişiklikleri kapsayan nörofizyolojik faktördür.

Spastisitede ortezlemenin veya alçılamanın amacı anormal paternlerin inhibe edilmesi, normal dizilimi ve hareketin desteklenmesi, kontraktürlerin önlenmesi ve pasif germenin sağlanmasıdır. Uzamış germe motor nöron eksitabilitesinde inhibisyona yol açar.

Uygun pozisyonlama veya ortezler ile desteklenerek kasın en gergin pozisyonda tutulması bu amaçla kullanılabilecek yaklaşımlardır. Uzun süreli ve yavaş germe Otojenik İnhibisyon Mekanizmasını harekete geçirerek kas tonusunu azaltır.

Ekstremite ortez yardımıyla anti spastik pozisyonda tutulur. Spastik kasın tendonunun gerilmesi ile golgi tendon organı uyarılır ve Otojenik İnhibisyon gerçekleşir.

Uzamış germe motor nöron eksitabilitesinde inhibisyona yol açar. Kas değişik oranlarda gevşer. 30 dk splint uygulaması kas spastisitesi üzerinde etkilidir.

İnhibitör alçı ve ortez uygulamalarının spastisite üzerine etkileri; plantar fleksörler ve parmak fleksörlerine uzun süreli germe uygulanması, taktil uyarandan kaynaklanan reflekslerin önlenmesi, metatars başları altından basınç uygulanması ve aşil tendonu boyunca derin basınç uygulanmasından kaynaklanmaktadır.

Tardieu; ortez veya diğer yardımcı araçlar ile sağlanan uzun süreli germenin istenen etkiyi oluşturması için günde 6 saat kullanımının gerektiğini bildirmiştir.

Kuvvetlendirme Egzersizleri

Üst motor nöron lezyonu olan hastalarda spastik kasın antagonist kasında oluşan kas güçsüzlüğü önemli problemlerdendir. Antogonist kas uzun süreli gerilime maruz kaldığı için ve sadece spastik kasın izin verdiği ölçüde kasıldığı için zayıflamaktadır. Çalışmalarda inmeli hastalarda kas kuvvet kaybının %23-%93 arasında değiştiği ve bu kuvvet kaybının distal kısımlarda daha belirgin olduğunu ifade etmektedirler. Spatisitenin varlığı ve beraberinde gelen kas zayıflığı nörolojik hastalarda fonksiyonel kapasiteyi etkileyelen faktörlerdendir.

Nörolojik hastalarda kas zayıflığının nedenleri üç şekilde açıklanabilir; birinci olarak spastik kas güçlü olduğu için antagonist kas zayıflar ve kuvvet dengesizliği oluşur. İkincisi; spastik kaslar zayıf kaslardır ve bu zayıflığın derecesi beyindeki lezyona bağlı olarak azalan inen duysal bilgiler ve spastisitenin şiddetine bağlı olarak değişir. Son olarak spastik kas zayıftır çünkü güç kaybı ile spastisite birbiriyle ilişkili olup spastik kas patolojik bir kasılmaya sahiptir ve yeterli düzeyde enerji harcaması yapamaz.

Zayıf olan antagonist kas aktive edilir veya kuvvetlendirilirse dolayısıyla eklem çevresinde kas kuvvet dengesi oluşturularak ve aynı zamanda antagonist kasın kuvvetlendirilmesi Resiprokal İnhibisyon yoluyla spastik kasta gevşemeye neden olur.

Kuvvet eğitimleri progresif olarak ve tekrarlayan şekilde yapılmalıdır, böylelikle kasta motor ünite aktivitesinde artış oluşmakta ve kas kuvvetinin artmasına neden olmaktadır. Antagonist kasta kuvvetlendirme sağlamak için spastisitenin şiddetine bağlı olarak farklı yöntemler tercih edilebilir. NMES, FES, Biofeedback uygulaması, YVGS, kas re-edukasyon programları, mental pratik ve pogresif egzersiz eğitim programları bu yöntemlerden bazılarıdır.

Son yıllarda adolesan ve erişkin SP'li çocuklarda izotonik ve izokinetik kuvvetlendirme egzersizlerinin kas kuvveti, fonksiyonel düzey ve yürüme üzerine olumlu etkileri bildirilmektedir. Ross ve ark. spastik CP çocuklarda spastisitenin şiddeti ile yürüme

fonksiyonu ve kaba motor fonksiyon ölçümü arasında ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Burke ve ark. inmeli hastalarda kas zayıflığının fiziksel aktivite katılımını etkilediği belirtmiştir. Cannnig ve ark. inmeli hastalarda kas kuvvetlendirme eğitiminin önemini bir kez daha vurgulamışlardır. Kuvvet eğitimleri progresif olarak ve tekrarlayan şekilde yapılmalıdır, böylelikle kasta motor ünite aktivitesinde artış oluşmakta ve kas kuvvetinin artmasına neden olmaktadır. Pomeroy and Pollak kuvvetlendirme eğitiminde elektrik stimülasyonun etkinliğini ve Morris ve ark. ise dirençli egzersizlerin etkinliğini göstermiştir.

Elektrik Stimülasyonu Uygulamaları

Elektrik stimülasyonu uygulaması fizyoterapistler tarafından bozuklukların pozitif ve negatif etkileri ve ikisinin beraber ortaya çıkardığı farklı durumları tedavi etmek için çok farklı formatlarda kullanılmaktadır.

Spastisitenin tedavisinde elektrik stimülasyonu uygulamaları içinde;

a- Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu (NMES),

b- Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES),

c- Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

d- Faradik Akım Uygulamaları

e- Yüksek Voltaj Galvanik Stimülasyon (HVGS) yer almaktadır.

Elektrik stimülasyonu uygulamaları; agonist kastaki spastisiteyi azaltmaya yönelik ve antagonist kas kuvvetini arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Salm ve ark. omurilik yaralanması olan hastalarda Triceps Sura kasında kas tonusunu azaltmak amacıyla; agonist kasa, antagonist kasa ve dermatom üzerine elektrik stimülasyonu uygulaması yapmıştır. Her üç uygulamanın etkinliğini karşılaştırdığı çalışmasının sonucunda agonist stimülasyon ile spastik kasın sertliği ve visko-elastik yapısında değişiklik yaparak gevşeme elde edilmektedir. Antagonist kasın stimülasyonu ile ise kas iğciği aktivitesinde modülasyon yaparak gevşeme elde edilmektedir.

a-Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu (NMES)

Nörolojik hastalıkların rehabilitasyonunda NMES kullanımı son yıllarda artmaktadır. NMES hem agonist kasa hemde antagonist kasa uygulanabilmektedir. NMES'nun spastisiteyi azaltmadaki etki mekanizmalari; Renshaw hücrelerinin tekrarlayan inhibisyonunu arttırmak, kuteneal duysal uyarıları arttırmak ve antagonist kasta resiprokal inhibisyon yoluyla 1b liflerinin aktivasyonunu artırmak şeklinde belirtilmektedir.

NMES ile ilgili bir sistematik derlemedeki 22 çalışmaya göre stimülasyon frekansı 18-50 Hz arasında ve pulse durasyonu ise 0.1-0.4 ms olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu derlemeye göre NMES inme sonrası spastisiteyi azaltmak ve eklem hareket genişliğini arttırmak için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. NMES diğer tedavi modaliteleri ile kombine olarak kullanıldığında spastisite şiddetindeki azalma kontrol grubuna göre daha fazla olarak kaydedilmiştir. Sahin ve ark. inme sonrası el bileği ekstansör grup kaslara NMES uygularken 100 Hz frekansında, 0.1-0.9 msn pulse durasyonda, 3 msn siklusta ve 9 sn dinlenme aralığında, uygulama süresi toplam 15 dk olacak şekilde maksimum kas kontraksiyonu oluşturmuşlardır. Sonuçta NMES el bileği fleksör grubu kaslarda gevşeme elde etmek için germe ile birlikte kullanıldığında daha etkili olmuştur. Chen ve ark. inme sonrası alt ekstremite spastisitesinde NMES'nun etkinliğini Fmaks/Mmaks gibi elektrofizyolojik cevaplarla kanıtlamıştır. Bakhtiary ve ark. ise NMES kullanımı ile spastik kasta Hmaks/Mmaks oranında azalmalar olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulguların aksine Malhotra ve ark. inmeli hastalarda NMES el bileği ve parmak ekstansörler grup kaslarına 6 hafta kadar uygulamıştır. Kontrol grubu ile karşılaştırdığında spastisite şiddeti açısından iki grupta fark olmadığını ve NMES'nun spastisite şiddeti üzerine uzun dönemde etkili olmadığını açıklamıştır.

b-Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES)

FES uygulamasında zayıf olan antagonist kasta periferik sinir uyarımı yapılarak kas kontraksiyonu artırılmaya çalışılmaktadır. Antagonist kasta kuvvetlenme sağlanmakta ve aynı zamanda resiprokal inhibisyon yolu ile spastik kasta gevşeme elde edilmektedir. FES'in nörolojik hastalıklarda etki mekanizması hebbian öğrenme mekanizması dayandırılmakta bu mekanizma ile ateşlenen antidromik iletim medulla spinalis ve üst merkezlerdeki sinapsları kuvvetlendirmekte, fonksiyonel kullanım ile beraber oluşturulan öğrenme mekanizması arttırılmaktadır. Nörolojik hastalıklarda erken dönemden itibaren kullanılan FES uygulaması ile kas yapısının bütünlüğünün devam ettirilmesi açısından da önemlidir.

FES uygulaması hem afferent sinir lifleri hemde efferent sinir liflerinin depolarizasyonunu sağlar. Bipolar uygulamada yüzey elektrot uyarılacak kasın üzerine yerleştirilir. Unipolar uygulamada aktif elektrot kasın motor noktasına yerleştirilir. **Stimülasyon parametreleri**: frekans; 20-80 Hz, geçiş süresi; 0.1-1 msn, atım şekli; bifazik kare dalga en çok kullanılan formudur.

Hemiplejik hastalarda yürüme fonksiyonunun düzeltmek amacıyla implante olarak yerleştirilen peroneal sinir FES uygulaması ile bir yıl boyunca takip edilen hastalarda ayak bileği antagonist kas gruplarında tonik spastisite şiddetinde azalma kayde-

dilmiştir. Literatürdeki birçok kanıta dayalı çalışmada; inmeli bireylerde üst ekstremite fonksiyonel aktivitesi, spastisite, fonksiyonel bir yürüme için kullanılmaktadır.

CP'li çocuklar ve MS'li hastalarda da düşük ayak düzeltmek ve yürüme fonksiyonunu arttırmak için kullanılmaktadır.

c-Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)

Spastisiteyi azalmak amacıyla TENS uygulaması Perenoel sinir üzerine, ilgili kasın spinal dermatomu üzerine ve spastik kas üzerine uygulanabilir. Spastisiteyi inhibe etmede TENS'in etki mekanizması etki mekanizması net olamamakla beraber hipotez olarak; β- Endorfinlerin üretimini sağlayarak motor nöronların eksitabilitesini azaltmak ve kapı-kontrol teorisine dayanarak nosiseptif uyarıyı azalmak olarak sıralanmaktadır. Ayrıca TENS uygulaması kortikal sinaptik reorganizasyonu fasilite etmektedir. Geniş çaplı Aα, β liflerini uyararak duysal girdiyi arttırmak ve dolayısıyla motor çıkışta reorganizasyon sağlayarak inhibisyon sağladığı düşünülmektedir. Seçici olarak proprioseptif lifleri uyardığı için spastik kasın kas iğciğinden kalkan ve grup I ve grup II liflerinin taşıdığı sinyali baskılayarak spastik kasta gevşeme elde edilmektedir.

Tek veya çift kanal TENS (100 Hz) 20 dak. kadar uygulanmaktadır.

Armutlu ve ark. yüksek frekanlı TENS uygulamasını Multiple Sklerozlu hastalarda spinal dermotomlar üzerine uygulamışlardır ve spastik kasta Ashworth skorunda azalma ve myoelektriksel aktivitede azalmalar kaydetmiştir.

Ng et al. inmeli hastalarda TENS uygulamasının yürüme fonksiyonları, görev odaklı eğitim ve spastisite üzerine etkili olduğunu ifade etmiştir. Bir başka çalışmada TENS uygulaması ile spastisite skoru ve aşil tendon refleksinde geçici azalma olurken klonus ve H- refleks amplitüdünde değişiklik olmadığı gösterilmiştir.

Miller ve ark. ise alt ekstremite spastisitesinde TENS uygulamasının etkili olmadığını fakat ağrıyı ve kas spazmının azaltığını ifade temişlerdir.

d- Faradik Akım Uygulamaları

Faradik stimülasyon uygulamaları uygulaması iki şekilde yapılmaktadır.

a-Agonist kas üzerine tetanik faradik uygulaması

b-Antogonist kas üzerine surgeli faradik uygulaması

Spastik kas üzerine yapılan tetanik faradik stimülasyon uygulaması ile spastik kasın maksimuma yakın kontraksiyonu sağlanarak golgi tendon organını uyararak ve yorgunluk meydana getirerek, Otojenik İnhibisyon yoluyla spastik kasta gevşeme

elde edilmektedir. Agonist kas stimülasyonu ile uyarılan aksiyon potansiyelleri antidromik iletim boyunca kollateral aksonlara ulaşmakta, spinal inhibitör internöronlarda (Renshaw hücrelerinde) sinaps yapmakta böylelikle Renshaw hücrelerinde tekrarlayan inhibisyon mekanizmalarını açığa çıkartarak inhibisyon sağlamakta ve alfa motor nöronun inhibe edilmesi şeklindedir.

Spastik kasların kas-tendon birleşim yerine (aktif elektrot gastrocnemius kasının Achille tendonu ile birleşim yerine, pasif elektrot ise Achille tendonunun distaline yerleştirilmiştir) ES uygulamasının etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bir aylık bir uygulama sonrasında spastisitede anlamlı bir azalma olduğu bulunmuştur. Bu etkinin spastik kasın Ib inhibitör yolun fasilitasyonu sonucu açığa çıktığı öne sürülmüştür.

Antagonist kas üzerine yapılan surgeli faradik akım uygulaması ile resiprokal inhibisyon yolu ile spastik kasta gevşeme elde edilmektedir. Antagonist kas stimülasyonu ile Ia kas iğciği afferentleri uyarılır, bu uyarı spinal inhibitör internöronları aktive eder ve alfa motor nöronlar inhibe edilir.

Faradik akım uygulamaları 1970 yıllardan sonra yerini NMES'nuna bırakmıştır.

e-Yüksek Voltaj Galvanik Stimülasyon (HVGS)

Yüksek voltaj kesikli galvanik stimülasyon diğer stimülasyon tipleriyle karşılaştırıldığında daha iyi tolere edilmesi ve daha az ağrılı olması sayesinde hastalardan daha kuvvetli kontraksiyonlar alınabilmesi açısından uygulamada diğer elektrik stümülasyonlarına göre bir avantajına sahiptir. YVKGS 'nun etki mekanizması antagonist kasın uyarılması ve resiprokal inhibisyon yolu ile spastik kasın gevşemenin elde edilmesi şeklindedir. Ün ve ark. 18 spastik diplejik SP'li çocukta 6 hafta boyunca haftada 3 kez olacak şekilde genel fizyoterapi uygulamıştır. Çalışma grubuna ise genel fizyoterapiye ek olarak kuadriseps kası üzerine YVKGS uygulamış. Çalışmanın sonunda Kaba motor performans ölçümü, diz ekstansiyon derecesi, kuadriseps kas kuvveti, hamstring kısalığı ve spastisite şiddeti ve yürüme performansı açısından çalışma grubunun kontrol grubuna göre daha iyi gelişim gösterdiğini belirtmiştir. Sonuç olarak; YVKGS ile kombine edilmiş fizyoterapinin kas tonusunu düzenleyip kas kuvvetini ve motor fonksiyonları daha iyi geliştirdiği belirtmişlerdir.

Korkmaz MS'lu hastaları iki gruba ayırmış bir gruba spastisiteye bağlı olarak kalça ve diz fleksör ve ayak bileği dorsi fleksör kaslarında oluşabilecek zayıflıklar açısından YVKGS ile, 2. grupta aynı kaslara proprioseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF) yöntemini içeren egzersizler ile kuvvetlendirme yöntemleri uygulanmıştır. 18 seanslık fizyoterapi ve rehabilitasyon programı sonrasında olgularda özür ve mobilite düzeyleri, spastisitenin şiddeti, kas kuvvetleri ve

yorgunluk düzeylerinde iyileşmelerin olduğunu ifade etmektedir. Sonuç olarak MS'li olgularda spastisiteyi azaltmak ve kuvveti arttırmak için YVKGS'nin güvenle kullanılabilecek etkili bir yaklaşım olduğu belirtmiştir.

Johnstone Basınç Splintleri

Johnstone Basınç Splintleri yumuşak doku üzerinde derin basınç yoluyla duysal bir stimülasyon oluşturmaktadır aynı zamanda fizyoterapistin nefesi ile şişirilmesinden dolayı nötral ısı etkisi ile spastsitesin inhibisyonunu sağlamaktadır. Nötral ısı ve derin basınç uygulaması termal reseptörler ve hızlı adaptasyon gösteren taktil resptörlerin duyarlılığını azaltmakta ve motor nöron eksitabilitesi üzerinde düzenleyici etki oluşturmaktadır.

Splintler nörolojik prensipler dikkate alınarak, spastisiteyi inhibe edici pozisyonlarda uygulanmaktadır. Hemipleji tedavisinde etkisi EMG çalışmaları ile kanıtlanmış olan basınç splintleri egzersiz öncesi 30 dak. uygulanmaktadır. Böylece golgi tendon organı aktive edilerek otojenik inhibisyon sağlayarak spatik kasta inhibisyon sağlamaktadır. Fizyoterapistin nefesiyle şişirilen splintlerde oluşan akciğer havasının nötral sıcaklığı otonom sinir sisteminde parasempatik aktiviteyi artırmaktadır aynı zamanda sempatik aktiviteyi azaltarak kas tonusunun inhibisyonunu sağlamaktadır.

Johnstone Basınç Splintlerinin Kullanım Amaçları

- Spastisiteyi inhibe etmek,
- Birleşik reaksiyonları kontrol etmek,
- Ekstremitede gerekli desteği sağlamak,
- İnhibe edici paternler ile tonus artışını değiştirmek,
- Mümkün olan en erken dönemde ekstremiteye ağırlık aktarımı sağlamak,
- Duyu bozukluğunu tedavi etmek.

Günel ve ark. spastik serebral palsili çocukları iki gruba ayırarak 1. gruba Bobath Nörogelişimsel tedavisine ilave olarak Johnstone Basınç Splintlerini kullanmış diğer gruba sadece Bobath Nörogelişimsel tedavisi uygulamıştır. Her iki grubta tedavi haftada 5 gün ve 3 ay boyunca devam etmiştir. Johnstone Basınç Splintlerinin uygulandığı grupta alt ekstremite pasif hareket ölçümleri, kas tonusu ve duyusal uyarılmış potansiyelde iyileşmeler kaydedilmiştir. Diğer çalışmada botulinum toxin A (BTX) ile Johnstone Basınç Splintlerinin spastik diplejik serebral palsili çocuklarda kalça add.

kas tonusu üzerine olan etkisi karşılaştırılmıştır. Her iki gruba Bobath Nörogelişimsel tedavi haftada 3 kez uygulanmıştır. Basınç splintlerini günde 30 dk ve haftada 3 kez olacak şekilde uygulamışlardır. Sonuç olarak her iki grupta pasif ROM, Kaba Motor Fonksiyon değerlendirme ölçeği ve Modifiye Ashworth Skalası değerlerinde iyileşme kaydedilirken, BTX uygulanan grupta daha fazla gelişme görülmüştür. Kitiş ve ark . hemiparetik serebral palsili çocuklarda EMG biofeedback ile Johnstone Basınç Splintlerinin etkisini karşılaştırdığı çalışmasında; Johnstone Basınç Splintlerinin uygulandığı grupta kas tonusu, günlük yaşam aktiviteleri ve el fonksiyonları açısından daha fazla anlamlı gelişmeler olduğunu belirtmiştir.

Bantlama

Kinezyolojik bantlama tekniği (The Kinesio TapingR technique) ve kinezyolojik bant (Kinesio TexR tape) 1973 yılında Japon kiropraksi ve akupunktur uzmanı Dr. Kenzo Kase tarafından geliştirilmiştir. Standart bant ve teyp uygulamaları eklem ve kas yapılarını desteklemekle birlikte eklem hareketlerinde ve fonksiyonel aktivitelerde kısıtlamaya yol açmaktadır.

Teknik 3 temel kavrama dayanmaktadır. Bunlar alan, hareket ve soğutmadır. Ağrılı ve enflamasyon olan kaslarda oluşan ödem nedeniyle bölgede alan daralır. Kinezyolojik bantlama uygulandığında derinin kaldırılmasıyla cilt ve cilt altı interstisyel alan arttırıldığı için dolaşım ve hareket de arttırılmış olur. Dolaşım ve hareketin artması o bölgede enflamasyonun azalmasına ve ilgili bölgenin soğumasına yol açar. Bu şekilde ağrının azaltılması, performansın arttırılması, nöromuskuler sistemin reedukasyonu, zedelenmenin önlenmesi, dolaşımın ve doku iyileşmesinin hızlanması hedeflenir.

Kase ve ark. banda uygulanan gerilimin derecesine bağlı olarak bazı pozitif etkilerden söz etmektedir. Bu etkiler cilt aracılığı ile mekanoreseptorleri uyarmak suretiyle santral sinir sistemine sinyal göndererek uygulanan bölgede pozisyonel bir uyarı yaratmak, fasya dokusunun dizilimini düzeltmek, ağrılı ve enflamasyonlu bölge üzerindeki fasya ve cilt, cilt altı yumuşak dokuları kaldırarak daha fazla alan yaratmak, hareketi sınırlamak veya arttırmak üzere duysal uyarı oluşturmak, eksrasellüler sıvıyı lenf yollarına yönlendirerek ödemin azaltılmasını sağlamak olarak sıralanabilir.

Kinezyolojik bantlamanın ağrıyı azaltmasındaki rolü ise bir yandan ödem ve enflamasyonun azaltılması, diğer yandan duysal uyarılar ile kapı kontrol mekanizmasının ve desendan inhibitor mekanizmaların aktive edilmesi, yüzeyel ve derin fasya fonksiyonlarını düzenlemesi suretiyle analjezik etki gibi farklı mekanizmalar ile açıklanmaya çalışılmaktadır.

Kinezyolojik bantlama pediatrik yaş grubunda da geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bebeklerde bile iyi tolere edilen bu yöntemin en sık uygulandığı durumlar serebral palsi, spina bifida başta olmak üzere serebrovaskuler olay, ensefalit, kafa travması, omurilik yaralanması, beyin tümörü gibi santral sinir sistemi patolojileri, doğumsal brakial pleksus zedelenmeleri ve tortikollis gibi erken bebeklik döneminde klinik bulguları belirgin olan sorunlar, fonksiyonel motor becerilerin arttırılması, postür bozuklukları, rotasyonel sorunlar, skolyoz, ayak dizilim bozuklukları ve ayak stabilizasyonudur.

Kinezyolojik Bantlama Tekniklerinin; kasları stimule veya inhibe etmeye yönelik kas tekniği uygulamaları, fasyada gerilimi ve yapışıklıkları azaltmak için fasya düzeltme tekniği uygulamaları, ağrı, enflamasyon, şişme veya ödem olan alanın hemen üzerinde daha fazla bir boşluk yaratmak ve bu alandaki basıncın düşmesini sağlamak için alan düzeltme tekniği uygulamaları, hastaya aktif hareket yaptırılarak, duruma göre hareketin sınırlandırılabildiği veya harekete yardımcı olmak üzere bandın yapıştırıldığı fonksiyon düzeltme tekniği, nöral teknik, bağ tekniği ve lenfatik düzeltme tekniği gibi uygulamaları mevcuttur.

Farklı tanılarla (ensefalit, beyin tümörü, serebrovasküler olay, travmatik beyin yaralanması ve spinal kord yaralanması) rehabilitasyon programına devam eden 15 çocukta üst ekstremiteye kinezyolojik bantlama uygulaması öncesi, hemen sonrası ve üç gün sonrasında "Melbourne Üst Ekstremite Fonksiyonel Değerlendirme" testi kullanılarak uygulamanın etkinliği incelenmiştir. Uygulamada zayıf kaslara destek vermek, eklem stabilitesini desteklemek ve eklem dizilimine yardımcı olarak kol ve eli fonksiyonel olarak desteklemek amaçlanmıştır. Hastalar genel olarak ele alındığında skorların zamanla iyileştiği ve bantlama sonrası ve öncesi farkların anlamlı olduğu saptanmıştır.

Kinezyolojik bantlama propriosepsiyon ve mekanoreseptörler üzerindeki etkisi, kas güçlendirici etkisi ve kas tonusunu düzenleyici etkileri nedeniyle nörolojik hastalıkların rehabilitasyonunda diğer tedavilerle birlikte kullanılmaya başlanmıştır. Etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte nörofasilitasyon ile ağrı, spastisite, yürüme paterni ve fonksiyonel aktiviteler üzerinde olumlu etkisi olabileceği düşünülmektedir. Literatürde nörolojik hastalıklar üzerindeki etkisini araştıran çalışmalarda daha çok spastisite, yürüme ve fonksiyonel aktivite üzerine etkileri araştırılmış ve diğer tedavi yöntemleri ile birlikte kullanılmasının yararlı olabileceği ileri sürülmüştür.

İnme sonrası hemipleji gelişen hastalarda kinezyolojik bantlamanın spastisite ve fonksiyonel aktivite üzerine etkisini gösteren birkaç çalışma bulunmaktadır. Jaraczewska ve Long hemiplejik hastalarda üst ekstemite fonksiyonlarını artırmak için pos-

tural bozuklukları düzeltmeye, kas tonusunu dengelemeye ve kas gücünü artırmaya yönelik farklı bantlama uygulamaları önermiş ve kinezyolojik bantlama ile bu uygulamalar sonucunda üst ekstremite fonksiyonlarında anlamlı düzelme gözlendiğini bildirmiştir.

Reiter ayak inversiyon deformitesinde; düşük doz botulinum toksin A enjeksiyonu ile birlikte ayak bileği kinezyolojik bantlama uygulamasının, yüksek doz botulinum toksin A tedavisinden daha etkili olduğunu, Baricich de botulinum toksin A tedavisi ile birlikte ayak bilek plantar fleksörlere kinezyolojik bantlama uygulamasının germe egzersizlerinden daha etkili olduğunu bildirmiştir. Başka bir çalışmada ise el bileği spastisitesinde botulinum toksin A sonrası kinezyolojik bantlamanın elektrik stimulasyondan daha etkili olduğu gösterilmiştir. Saygı ve ark. ise inme sonrası gelişen plantar fleksör spastisitesinde botulinum toksin A uygulaması ve kinezyolojik bantlamanın tek başına botulinum toksin A uygulamasından farklı olmadığını bildirmişlerdir

Spastik kas üzerinde inhibitör bantlama uygulaması yapılırken, antagonist kas üzerine yapılan uygulama ise kası destekletip kuvvetlendirmeye yardımcı olması amacıyla yapılmaktadır.

Kinezyolojik bant uygulaması, nörofasilitasyon ile ağrı, spastisite, yürüme paterni ve fonksiyonel aktiviteler üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir.

Deri üzerinde alınan kuteneal bilgilerin ağrıyı azaltması, zayıf kasları destekleyip kuvvetlendirerek respirokal inhibisyonu artırması, proprioseptif ve duyusal bilgi sağlanması sayesinde duyusal motor integrasyona katkıda bulunması ile kas tonusunun regülasyonuna katkıda bulunduğu düşünülmektedir.

Biofeedback Uygulaması

Biofeedback, fizyolojik sinyalleri görsel ve işitsel uyarılara dönüştürerek, uyarı veren bir cihaz kullanarak bireylerde vücutta istemsiz olarak meydana gelen olaylara karşı istemli olarak öğrendikleri bir benlik düzenleme tekniği olarak kabul edilmektedir. Motor iyileşmenin akut ve kronik dönemlerinde fonksiyonel iyileşme elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Ayni zamanda da hastalık semptomlarını yönetmek için kullanılan bir yöntem olarak da bilinmektedir.

Klinikte EMG biofeedback kullanım olarak daha çok tercih edilmektedir. Spastik kasta tonusu azaltmak ve gevşeme oluşturmak için kullanılırken, spastik kasın antagonisti olan kasta ise kası kuvvetlendirmek için kullanılmaktadır.

Haji-Ahmad ve ark. inmeli hastalarda yaptıkları bir çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında biofeedback alan bireylerin spastisitesinde azalma olduğu be-

lirtilmiştir. Doğan-Aslan ve ark. EMG biofeedback kullanarak hemiplejik inmeli bireylerde yaptıkları bir çalışmada kontrol grubu ile karşılaştırdıklarında biofeedback uygulaması yapılan bireylerin Ashworth skorunda anlamlı azalma olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda EMG biofeedback uygulamasının el bileği fleksör spastisinde azalmaya buna bağlı olarakta el bileği ekstansör aktivitesinde artma görüldüğü belirtilmektedir. Biofeedback uygulamasının spastisitede kullanımında tek başına bir tedavi yöntemi olarak kullanılması yerine başka uygulamalarla bir arada kullanılması spastisite üzerindeki etkisini olumlu yönde etkilemektedir.

Kitiş ve ark . hemiparetik serebral palsili çocuklarda EMG biofeedback ile Johnstone Basınç Splintlerinin etkisini karşılaştırdığı çalışmasında; her iki grupta kas tonusu, günlük yaşam aktiviteleri ve el fonksiyonları açısından daha fazla anlamlı gelişmeler olduğunu belirtmiştir.

Vibrasyon

Vibrasyon, esasında mekanik bir osilasyon olarak tanımlanmaktadır. Vibrasyon uygulaması iki şekilde yapılmaktadır.

a-Antogonist kas üzerine yapılan lokal vibrasyon

b- Tüm vücut vibrasyonu

Antogonist kas üzerine yapılan lokal vibrasyonun etki mekanizması; kas iğciği uçlarını uyararak Ia afferent impulslarının alfa motor nöron ve Ia inhibitör internöronlara iletilmesine neden olmasıdır. Bunun sonucunda da titreşimin uygulandığı kasta kontraksiyon meydana gelmekte (tonik vibrasyon refleksi) ve antagonist kas yani spastik kasta inhibisyon elde edilmektedir. Lokal vibrasyon uygulaması doğrudan kasın veya tendonun üzerine olacak şekilde uygulanabilir. 150 Hz'lik uygulamalar kas için en ideal ve güvenilir uygulamalardır ve uygulama süresi 30-60 dk olarak yapılabilir. Miyara ve ark. alt ekstremite spastisite olan 25 inmeli bireyin hamstring, gastroknemius ve soleus kaslarına 30 Hz, amplitüdü 4-8 mm arasında değişen 5 dakikalık vibrasyon uygulaması yapmışlardır. Bireyleri 5 dk dinlendirdikten sonra değerlendirmeler tekrarlanmış ve araştırmanın sonucunda MAS skorlarında anlamlı azalma ve aktif ayak bileği dorsifleksiyonunda artma olduğunu belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada Murillo ve ark. spinal kord yaralanmalı bireylerde vibrasyon uygulaması sonrasında spastisitede meydana gelen değişiklikleri sağlıklı bireylerle karşılaştırdıklarında Hmax/Mmax oranında ve T dalgası amplütüdün de anlamlı azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. Noma ve ark. inmeli hatalarda üst ekstermiteye 30 dk uygulanan vibrasyonun üst ekstermite kas tonusunda azalma ve EMG'de F dalgalarında parmaklarda motor hareketlerde ve eklem hareket genişliğinde artış olduğunu belirtmektedirler.

Tüm vücut vibrasyonu, bireyin titreşim sağlayan bir platform üzerinde dururken taban teması aracılığı ile vücuda değişebilen frekans ve amplitüt de mekanik uyarıların verilmesi ile meydana gelmektedir. Vibrasyon platformları ile tüm vücut vibrasyon uygulamaları hem motor performansı arttırdığı hem de tonusta azalmaya neden olduğu bildirilmektedir.

Mileva ve ark. yaptıkları çalışmanın sonucunda tüm vücut vibrasyonunun kortikomotor yolun uyarılabilirliğini arttırdığını ve intrakortikal fasilitasyonu azaltarak intrakortikal inhibisyonu arttırdığını belirtmişlerdir. Ibrahim ve ark. 30 spatistik diplejik SP'li çocukları randomize olarak kontrol grubu ve tüm vücut vibrasyon uygulanan grup şeklinde ikiye ayırmışlar. Kontrol grubu her seans bir saat olacak şekilde, haftada 3 kere, 12 hafta boyunca tedavi alırken, TVV grubu tedaviye ek olarak 3 dk vibrasyon 3 dk dinlenme olacak şekilde 3 set toplam 9 dk vibrasyon uygulaması aldılar. Başlangıç vibrasyon frekansı 12 Hz, amplitüdü 4 mm olarak belirlenip tedavi sonunda frekansın 18 Hz, amplitüdün 6 mm'ye ulaşması hedeflenmiştir. Çalışmanın sonucunda 12 haftalık tedavinin sonunda TVV grubunun diz ekstansör spastisitesinde anlamlı azalma olduğu görülmüştür.

Vibrasyon uygulaması gerek tüm vücut gerek lokal olarak uygulanabilirliği ve etkinliği göz önünde bulundurulduğunda spastisite tedavisinde bir tedavi yöntemi olarak kabul edilmektedir.

Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisi (ESWT)

ESWT, genellikle plantar fasiitis, lateral epikondilit, tendinit gibi ortopedik problemlerde tedavi amaçlı olarak tercih edilmektedir. Bununla birlikte literatürde spastisitede ESWT kullanımı ile ilgili çalışmalar öne çıkmaya başlamıştır. ESWT'nin spastik kaslar üzerindeki etki mekanizması tam olarak bilinememektedir. Kullanılan şok dalgaların spastisitesi olan kaslarda mekanik vibrasyon uyarısı oluşturduğu, spinal uyarılabilirliği azalttığı, hipertonik kaslarda oluşan fibröz dokuya etki ederek bağ dokudaki sertliği iyileştirdiği gibi farklı mekanizmalardan söz edilmektedir. Bunların dışında diğer önemli mekanizmalardan biri de ESWT'nin santral sinir sisteminde nörotransmisyon ve sinaptik plastisite gibi önemli fonksiyonları bulunan, tendon yaralanmalarının iyileşmesinde rol oynayan nitrik oksit sentezini indüklediğidir.

Spastisite tedavisi için ESWT'nin farklı yaklaşımları kullanılmaktadır. Radial ESWT veya odaklanmış ESWT spastisite tedavisi için genelde tercih edilen yaklaşımlardır. Konvansiyonel odaklanmış ESWT'yle kıyaslandığında radial ESWT'e penetrasyon gücü 5 cm'den az, sıkıştırılmış hava ile hızlandırılarak atış yapılan düşük-orta enerjili şok dalgasıdır. Fouda ve Sharaf radial ESWT'nin inmeli hastalarda üst ekstre-

mite spastisitesi üzerine etkisini incelemek amacıyla yaptıkları bir çalışmada hastaları iki grup olarak ayırmışlardır. Grup A'ya geleneksel fizik tedavi yöntemine ek olarak plasebo radial ESWT, Grup B'ye ise geleneksel fizik tedavi yöntemine ek olarak ön kol fleksör grup kaslarına1500 atış, elin palmar interosseöz kaslarına her birine ayrı ayrı 800, toplam 3200 atış 0.23 mJ/mm^2 enerjiden oluşan 8 Hz frekansında gerçek radial ESWT uygulaması yapılmıştır. Tedavi haftada 1 kez olmak üzere 5 hafta uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda plasebo radial ESWT uygulanan grupta bir farklılık görülmezken, gerçek radial ESWT uygulama yapılan grubun parmak fleksörleri ve el bileği fleksörlerinin Modifiye Ashworth Skalası (MAS) değerlerinde anlamlı azalma meydana gelmiştir, ayrıca görsel ağrı skalası skorlarında anlamlı azalma ve eklem hareket açıklığında artış görülmüştür.

Moon ve ark. ESWT'nin alt ekstremite spasitisitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla 3 subakut inmeli plantar fleksör spastisitesi bulunan 30 bireyle bir araştırma yapmışlar. Çalışmada medial ve lateral gastroknemius kaslarının muskulotendinöz bileşkesine biri sham üçü gerçek olmak üzere 4 hafta süren 4 uygulama yapılmıştır. Sham uygulaması tedavinin ilk seansında sadece makineden ses çıkararak, temassız gerçekleştirilirken geriye kalan 3 haftada, haftada 1 kez olarak inmeli bireylerin medial ve lateral gastroknemius kaslarının muskulotendinöz bileşkesi 0.089 mJ / mm^2 enerji ile 4 Hz frekansında 1500 atış ile uyarılmıştır. Bireyler tedavinin başında, sham uygulamasından hemen sonra, ESWT tedavisinden 1 hafta ve 4 hafta sonra değerlendirilmiştir. Araştırmanın sonucunda subakut bireylerde ESWT uygulamasından hemen sonra alt ekstremite spastisitesinden önemli iyileşme görüldüğü kaydedilmiştir. ESWT'nin etkisi zamanla azalmış, başlangıçtaki ölçümle 4 hafta sonra yapılan kıyaslandığında spastisite skoru daha az olsa da tedavi etkinliği açısından anlamlılığı çok yüksek bulunmamıştır.

Mirea ve ark. spastik serebral palsili çocukların hem alt ekstremitesine hem de üst ekstremtisine 0.15 mJ/mm^2 enerji, 10 Hz frekans olacak şekilde tedaviye dahil edilen her kasa 500 atış uygulaması ile ESWT uygulamasını toplam 3 seans yapmışlardır. Çalışmanın sonucunda MAS değerlerinden anlamlı azalma olduğu belirtilmiştir. ESWT spastisite tedavisinde kullanılabilecek alternatif ve etkili bir tedavi yöntemi olarak kabul edilebilmektedir.

Akupunktur Uygulaması

Akupuntur uygulaması anatomik noktaları uyarma esasına dayanır. Uyarı iğne batırarak, manuel basınç, elektriksel olarak, düşük güçlü lazer ve ultrasonla yapılmaktadır. Akupunkturun etki mekanizmasının iğne uçlarının sinir ucunu stimüle ederek intren-

sek ağrı inhibisyonu ile olduğu açıklanmaktadır. Akupunkturun özellikle ağrı üzerindeki etkilerini açıklamak için çalışmalarda akupunktur noktalarının elektromanyetik sinyal iletiminde rol aldığını ve bu noktaların uyarımının santral sinir sisteminde opioid salınımı artırdığını gösterilmiştir.

Geleneksel Çin Tıbbı temelli akupunktur, Çin kültürlerinde ağrı veya nörolojik sorunlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ek olarak, birçok çalışma bu tür nörolojik problemler için akupunktur kullanımını analiz etmiştir; Bu çalışmalar, işlev düzeyi, ağrı ve yaşam kalitesi ile ilgili çeşitli sonuçları bildirmektedir.

Manipülatif Tedavi Teknikleri

Pasif germe ile birlikte spastik kasa gergin pozisyonda, kas liflerini hareketlendirecek derinlikte masaj uygulaması ile Otojenik İnhibisyon yoluyla gevşeme sağlanır.

Ayak tabanı ve el ayasına derin dokunuşlar, el ve ayağın küçük eklemlerinin mobilizasyonu, eklem reseptörlerini uyararak proprioseptif girdinin regülasyonu yoluyla kaslarda gevşemeye neden olur.

PNF Tekniklerinden Kas- Gevşe yöntemi ile spastik kasın maksimal dirence karşı izometrik olarak kasılması sağlanır ve bu kasılma ile tendona binen gerilim golgi tendon organını uyararak, otojenik inhibisyonla spastik kası gevşetir.

Post-izometrik Relaksasyon, spastik kasın minimum - orta arası dirençli izometrik kontraksiyonun ardından, yavaş kontrollü (egzentrik kontraksiyon) gevşemesi şeklindedir ve Otojenik inhibisyon mekanizmasıyla gevşeme sağlanır.

Paravertebral kaslara stroking, servikal bölgeden caudal bölgeye kadar ritmik olarak uygulanır. Ekstansör spastisiteyi azaltmada etkilidir. Paravertebral kaslara uygulanan çekmeler sempatik aktiviteyi azaltarak spastisiteyi inhibe etmek amacıyla kullanılmaktadır.

Alt gövdenin üst gövdeye karşı pasif ritmik rotasyonel hareketleri, alt ekstremite ekstansör spastisitesinin azaltılmasında etkilidir. Vücut ekseni etrafında yapılan yavaş ritmik rotasyonun kas tonusu üzerinde inhibitör etkisi vardır. Genellikle pelvisin toraks etrafındaki rotasyonu bu etkiyi oluşturmaktadır.

Bobath'ın inhibitör paternleri ile spastik alt ve üst ekstremiteler tek tek veya birlikte antispastik pozisyona konur ve gevşeme elde edilene kadar tutulur. Bu yöntemde Otojenik İnhibisyonla gevşeme elde edilir.

Nöral mobilizasyon ile sinir liflerini saran nöral kapsülün spastisite veya diğer uygun kas kasılmasını etkileyen problemler nedeniyle mobilitesini kaybedip sinirin düzgün çalışmasını engelleyebilir. Spastik kas içerisinden geçen ve onu inerve eden sinir yapışık-

lıklar nedeniyle iş göremez hale geldiğinde spastik kasın kuvveti azalmay ve ağrı ortaya çıkmaya başlar. Spastik kasın bozulmaya müsait içyapısında daha hızlı bir yıkım başalar. Bu nedenle erken dönemden itibaren sinirlerin mobilize edilmeleri gereklidir.

2-İNDİREKT YAKLAŞIMLAR

Hidroterapi Uygulamaları

Su içi egzersizleri, birçok terapötik amaca yönelik olarak uygulanmaktadır. Bu amaçla Halliwick yöntemi su içinde stabilite ve kontrollü hareketi sağlamak, Ai Chi yöntemi ise basit bir su egzersizi ve gevşeme programı olarak kullanılan yöntemlerdir.

Su kaldırma kuvveti etkisi ile hareketleri kolaylaştıran, istendiğinde dirençli hareket yapılmasına olanak veren bir ortam oluşturarak, kuvvet, endurans, eklem hareketleri, denge ve koordinasyonu arttırır. Ayrıca nötral ısı etkisi ile kas tonusu üzerinde düzenleyici bir etki oluşturur. Ayrıca su içi egzersiz uygulamalarının amacı; spastisiteyi azaltmak, ağrıyı azaltmak, periferal dolanımı arttırmak, kadiovasküler, respiratuar metabolik düzeyi, fonksiyonel durumu geliştirmek.

Kronik dönmede hemiplejik hastalarda su içi egzersiz uygulamalarının amacı kardiyovasküler uygunluğu, kas kuvvetini ve postüral dengeyi geliştirmektir. Bireysel veya gruplar halinde yaptırılan su içi egzersizleri SP'li çocuklarda postüral kontrol ve kaba motor fonksiyonların gelişimini destekler.

MS hastaları açısından bakıldığında su içi egzersizlerin karadaki egzersizlerden farklı olarak vücut ısısının yükselmemesidir. Bu durum vücut iç ısısının egzersizle artıp spastisitede dahil olmak üzere MS semptomlarının pseudoataklarını minimalize etmek açısından önemlidir.

Ayna Terapisi

Ayna terapisi ilk önce fantom ağrısı olan bireylerin tedavisinde kullanılmaya başlamıştır. 1990'lı yılların sonunda Altschuler ve arkadaşları yaptıkları bir çalışma ile ayna terapiyi inme rehabilitasyonuna dahil ederek nörolojik rehabilitasyon kapsamında da kullanılabilirliğinin başlangıcını yapmışlardır. Ayna terapi uygulamasında; etkilenmiş taraf aynanın arkasına yerleştirilerek görüş alanı dışında bırakıldığı, etkilenmemiş tarafın ayna aracılığı ile orta sagital düzlemde pozisyonlanarak yansımasının ayna aracılığı ile bireyin görebildiği bir tedavi yöntemidir. Aynanın sebep olduğu görsel geri bildirim iki ekstremitenin de fonksiyonel olarak kullanıldığı algısı yaratarak beyinde bir hile meydana gelmesine bunun sonucunda da motor iyileşmeye katkıda bulunan sensorimotor bölgelerin uyarılmasına sebep olmaktadır.

Ayna tedavisinin etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte yapılan çalışmalarda iki hipotezden bahsedilmektedir. Bunlardan birincisi motor nöron mekanizmasıdır; bu hipoteze göre ayna terapi uygulaması sırasında frontal lobda bulunan ayna nöronların uyarılabilirliğinin artması ile fonksiyonel iyileşmeyi fasilite etmektedir. İkinci hipotez ise ayna terapinin primer motor kortekste asimetrik hareket ilişkisi bulunan beta desenkronizasyon patern potansiyelini normalize ettiği düşünülen kortikal mekanizmadır. İnme hastalarında etkilenen taraf için beyinde düzgün hareket paterni algısı yaratma konusunda etkili bir yöntem olarak kabul görmektedir.

Yavuzer ve ark. subakut inmeli bireylerde ayna terapinin üst ekstremite üzerindeki farklı etkilerini inceledikleri bir çalışmanın sonucunda bireylerin MAS sonuçlarında anlamlı bir fark bulunmadığını ve spastiste üzerinde etkisi olmadığını bildirmektedir. Sütbeyaz ve arkadaşlarının inmeli hastalarda alt ekstremiteyle ilgili olarak ayna terapi kullanarak yaptıkları bir çalışmanın sonucunda gruplar karşılaştırıldığında ayna terapisi alan ve almayan bireylerin MAS skorlarında anlamlı farklılık gözlenmedi. Ayna terapi tek başına motor iyileşme, fonksiyonel kullanım açısından daha etkili olmakla beraber farklı yaklaşımlarla beraber kullanıldığında spastisite şiddetini azaltıcı etkisi olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Spastisitesi bulunan hastalarda özellikle de inmeli bireylerde ayna tedavisi maliyeti düşük, uygulaması kolay olması nedeniyle de başka yaklaşımlarla kombine edilerek spastisite tedavisinde kullanıma uygun alternatif bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Kısıtlayıcı - Zorunlu Hareket Tedavisi

Kısıtlayıcı- Zorunlu Hareket Tedavisi inmeli hastalarda üst ekstremitede motor fonksiyonu geliştirmeyi ve gerçek yaşam aktivitelerinde kullanımı arttırmayı hedefleyen çok yönlü bir nörorehabilitasyon tekniğidir.

Etkilenmiş üst ekstremitedeki nörolojik iyileşmeyi artırmak için inme rehabilitasyonunda kullanılan yöntemler nöronal plastisite kavramına dayanmaktadır. Nöronal plastisite ile ilişkili yeni tedavi yaklaşımlarından biri olan Kısıtlayıcı- Zorunlu Hareket Tedavisinin (KZHT), orijinal formu etkilenmemiş üst ekstremitenin kısıtlanması ve etkilenmiş üst ekstremitenin yoğun olarak görev-odaklı eğitimini içerir. KZHT hareketin niteliği, miktarı, hızı ve becerisi üzerinde etkilidir.

Bu terapinin temelleri 1963-1981 yılları arasında Knobb ve Taub tarafından atılmıştır. Araştırmacılar maymunlarda duyusal sinir köklerini cerrahi olarak hasarlayıp motor sinir köklerini sağlam bırakmışlardır. Birkaç hafta sonra motor uyarının ve ilgili ekstremite fonksiyonunun azaldığını, hasta tarafın kullanılmadığını fark etmişlerdir. Etkilenmiş bölgedeki patoloji düzeltilse de öğrenilmiş kullanmamanın devam

ettiği görülmüştür. Kısıtlama uygulanırsa maymunların etkilenmiş ekstremitelerini kullanmayı öğrendikleri saptanmıştır. Klinik olarak da ilk kez Wolf 1981'de inmeli bir hastanın sağlam kolunu kısıtlamıştır. Ardından 1989'da inme ve travmatik beyin yaralanması (TBY) tanılı hastaların sağlam kollarına kısıtlama uygulanmıştır. Çocuk hastalarda ise KZHT kullanımı ilk defa 1997 yılında serebral palside (SP) denenmiştir.

Tedavi uygulamasında sağlam ekstremitenin kısıtlandığı ve en az iki ardışık hafta günde üç saatten fazla etkilenmiş ekstremiteye yoğun davranışsal şekillendirme ve motor öğrenme egzersiz tedavisinin uygulandığı KZHT erişkinlerde denenmiştir. Taub ve ark. 1994'de erişkin inmeli 4 hastanın 14 gün boyunca uyanık oldukları zamanın %90'nında sağlam kollarını omuz askısı ile kısıtlamış ve 10 gün boyunca günde altı saat etkilenmiş kollarına egzersiz programı uygulamıştır.

KZHT'nin çocuklardaki uygulaması; yoğun motor egzersiz programının süresinin günde üç saatin altına çekilerek yeniden düzenlenmiştir (modifiye KZHT0). Yapılan çalışmalarda tedavi ile başlangıca göre kazanımlar bildirilmektedir, ancak iyileşmenin derecesi, kazanımların devamlılık süresi değişkenlik göstermektedir.

Hemiplejik çocuklarda KZHT sonrası fonksiyonel iyileşme ile birlikte fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG)'de serebral aktivasyonu işaret eden ipsilateral hemisferden, kontralateral hemisfere lateralizasyon gözlenmiştir. Konjenital hemiparezili çocuklarda 12 günlük KZHT'den hemen sonra gelişen etkilenmiş primer sensoriomotor kortekste kortikal aktivasyon fMRG ile de gösterilmiştir.

Zorunlu kullanım hareket terapisinin hemiparezi hastalarında etkili olmasında iki mekanizma öne sürülmüştür. Birincisi; öncesinde kolunu fonksiyonel olarak kullanabilen hastalarda yaralanma sonrası üst ekstremite'de gelişen "öğrenilmiş kullanmama"yı yenmesidir. İkinci teori ise, öncesinde kolunu etkin kullanamayan hastalarda oluşan etkilenmiş üst ekstremite'yi "gelişimsel kullanamama"nın üstesinden gelmesidir. KZHT'nin hastanın var olan sinir bağlantılarını tekrar kullanmasını veya önceden olan sinir bağlantılarının tekrar yapılanmasını sağlayarak öğrenilmiş kullanmamayı yendiği düşünülmüştür. Yaralanma etkilenmiş ekstremitenin kortikal motor ve duyusal prezentasyon alanında küçülmeye neden olmaktadır. Yaralanmadan sonra KZHT ile uygulanan yoğun, tekrarlayıcı hareketler kortikal plastisiteyi ve adaptif reorganizasyonu başlatmaktadır.

Tedavide hastanın tedavi boyunca uyanık olduğu saatlerin %90'ında etkilenen taraf eline özel eldiven giyerek, kısıtlamaya ek olarak, etkilenmiş üst ekstremite'ye yönelik 2-4 hafta süreli günde altı saate kadar şekillendirme teknikleri ve yoğun, tekrarlayan motor aktiviteler uygulanmaktadır. Hastanın tedavide uygulanan egzersizleri gerçek yaşamda kullanabilmesi için etkilenmiş üst ekstremite'ye şekillendirme adı verilen

şartlı cevap teknikleri uygulanmaktadır. Bu uygulamada amaç motor ya da davranışsal amaca küçük adımlarla ardışık yaklaşma metodu ile ulaşılır.

Fizyoterapist veya iş uğraşı terapisti tarafından uygulanan şekillendirme terapisinde hastanın potansiyeline ve hedefe göre belirlenmiş bir aktivite belirli bir sürede (görev aktivitelerinde seçilen aktivitenin hasta tarafından 15-20 dakikalık süreçte yapması istenir) yaptırılır. Şekillendirme yöntemi ulaşılmak istenen karmaşık motor aktivitenin alt aktivitelere bölünerek uygulanmasını, elde edilen gelişme ve başarıda sözel ödüllendirmeyi, hedefe ulaşıldığında daha zor olan başka bir hedefe yönelik çalışmayı içermektedir. Hasta verilen aktiviteyi başardığında egzersizler çevre ile adapte edilerek ya süre azaltılır ya da aktivite zorlaştırılır.

Aktivite sırasında hastanın gösterdiği performans hakkında hastayı bilgilendirmek, aktivite performansını geliştirmek için sözlü önerilerde bulunmak, aktivitenin nasıl yapılacağına dair model olmak ve hastayı cesaretlendirmek tekrarlı aktiviteye yönelik çalışmalar da önemlidir.

KZHT'de erişkin hastalarda her tedavi seansının 6 saat olması ve tedavi seansları defisit düzeyine göre 10- 15 gün (hafta içi 2-3 hafta boyunca) içinde tamamlanması, ancak yapılan çalışmalarda yüksek fonksiyon seviyeli hastalarda kısa süreli günlük çalışma periyodunun (3 saat/gün) etkinliğini ortaya koymuştur.

Çocuklarda ise etkilenmeyen taraf üst ekstremitenin kısıtlanma süresi günde 1- 24 saat, tedavi süresi 1 ila 6 saat, tedavi sıklığı haftada 2 ila 5 gün, tedavi süresi ise 2 ila 10 hafta arsında değişmektedir.

Bimanuel Üst Ekstremite Eğitimi

Hemipleji ile ilişkili beyin hasarı sıklıkla suplementer motor alan ve parietal lob gibi bimanuel koordinasyonla ilgili alanları da içermektedir. Unilateral yetersizlikten farklı olarak, bimanuel koordinasyon problemleri; giyinme, yemek yeme, oyun gibi aktivitelerde fonksiyonel kısıtlılığa sebep olmaktadır. KZHT tedavisinde hedef, etkilenmiş elin manipulatif kapasitesini arttırmaktır. Bimanuel koordinasyon bozukluğunun tedavisi için; yoğun tekrar, bimanuel koordinasyon bozukluğunu hedef alma, motor öğrenme ve nöroplastisite prensiplerini uygulamak gerekir.

Bimanuel üst ekstremite eğitimi (Bimanuel Intensive Therapy=BIT) ve KZHT, aktivite temelli yaklaşımlar içinde yer almaktadır. Unilateral beyin hasarından sonra uygulanan iki tarafı dengeleyici aktivitelerin motor ve anatomik fonksiyonunun, primer motor kortekste temsili alanı restore edebileceği bildirilmektedir. BIT, bimanuel aktiviteleri gerçekleştirirken üst ekstremite katılımını ve kalitesini de arttırmayı amaçlamaktadır.

Literatür incelendiğinde bimanuel becerilerin geliştirilmesi amacıyla aktivite temelli yaklaşımlar içinde yer alan Zorunlu Kullanım Hareket Terapisi (ZKHT) ve bimanuel üst ekstremite eğitimi gibi yaklaşımların rehabilitasyonda kullanıldığı görülmektedir.

Literatürde tek tarafı etkilenen SP'li bireylerin günlük yaşamdaki bimanuel becerilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Skold ve arkadaşlarının; bimanuel aktivitelerdeki performans deneyimlerini sorguladığı çalışmada bireylerin aktivite yaklaşımları ve karşılaştıkları problemlere getirdikleri çözümler nitel veri olarak ortaya konulmuştur. Bireyler bimanuel becerilerde el, vücut ve nesne kullanımına ilişkin kendilerine özgü stratejiler geliştirdiklerini ancak bu stratejilerin insanlarla ilişkilerini, zaman kullanımlarını ve duygu durumlarını lumsuz etkilediğini ifade etmişlerdir.

Hemiplejik SP'li çocuklarda, ZKHT ve BIT'in etkinliklerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, her iki tedavi yöntemi ile fonksiyonellikte, yaşam kalitesinde anlamlı artış gözlenmiştir, tedavi yöntemleri arasında fark saptanmamıştır. Dong ve ark, KZHT'nin etkilenmiş elin performansını, bimanuel üst ektremite eğitiminin ise bimanuel performansı belirgin arttırdığını dolayısıyla hemiparatik SP'de bu iki tedavi yönteminin kombinasyonunun daha etkili olabileceğini belirtmektedir.

Baş Aşağı Pozisyon

Baş aşağı pozisyonda kan akımının boyun bölgesinde bulunan başta karotid sinüs olmak üzere diğer baro reseptörleri uyararak, kan basıncın düşürmek üzere sempatik sinir sisteminin aktivasyonunun inhibisyonu ile (parasempatik aktivite artışı) kas tonusu azalır.

Vestibüler Stimülasyon

Vestibüler sistem normal motor gelişim ve koordinasyonunun sağlanmasında önemli bir rol oynamaktadır. Vestibüler sistem, içerisinde bulunan reseptörler vasıtasıyla baş ve boynun pozisyonu, hareketlerin yönü ve hızı konusunda üst merkezlere bilgi taşır. Bu bilgiler doğrultusunda postural kaslar ve ekstremite kaslarının tonusunda değişimler meydana gelir.

Vestibüler stimülasyonun eksitatör veya inhibitör etki göstermesi stimülasyon şekli ile belirlenmektedir. Yavaş ritmik ve pasif hareketler inhibitör; hızlı hareketler ise eksitatör etki gösterir.

Yavaş Vestibüler Stimülasyon	Hızlı Vestibüler Stimülasyon
Reseptör: Esas olarak otolit organları (tonik vestibüler reseptörler) aktive eder.	**Reseptör:** Semisirküler kanalları (rotasyonel akselerasyon ve deselerasyonu tespit eden fazik reseptörler) ve otolit organları (yerçekimi ve lineer ivmeye göre baş pozisyonunu tespit eden tonik reseptörler) aktive eder.
Uyaran: Düşük yoğunluklu, yavaş ve ritmik vestibüler stimülasyon.	**Uyaran:** Baş ve vücut hareketleri aracılığıyla vestibüler stimülasyon.
Teknik: Yavaş hareketler (egzersiz topu üzerinde, hamakta, sallanan sandalyede, denge tahtası üzerinde), yavaş anterior-posterior hareket, yavaş horizontal hareket, yavaş vertikal hareket, yavaş doğrusal hareket, yavaş sallanma ve yavaş dönme	**Teknik:** Uyanıklığı ve motor tepkileri arttıran hızlanma ve yavaşlama bileşenlerine sahip doğrusal hareketler (bir sandalyede dönme, scooter board kullanımı, hızlı yuvarlanma)
Yanıt: Sakinleştirici etki, azalmış uyarılma, genel inhibisyon	**Yanıt:** Genel kas tonusunu uyarır. Motor koordinasyonu geliştirir.
Kullanım alanları: Hipertonik, hiperaktif hastalar için yararlıdır. *Diğer gevşeme teknikleriyle (derin solunum egzersizleri, sessiz ortam) birleştirilebilir.	**Kullanım alanları:** Hipotonik hastalar (örn., Down sendromlu), duyusal bütünleştirici işlev bozukluğu olan hastalar, akinezi veya bradikinezi (Parkinson hastalığı) durumlarında yararlıdır.

Hipotonik serebral palsili 19 aylık bir çocukta vestibüler stimülasyonun etkilerini araştıran bir çalışmada; postural kontrol, hareket, emosyonel iyilik ve sosyal katılımını iyileştirmede vestibüler stimülasyon uygulaması etkili bulunmuştur.

Cobeljic ve ark. galvanik vestibüler stimülasyonun (GVS) medulla spinalis yaralanmalı hastalarda vestibulospinal yolla spastisiteyi değiştirebileceğini göstermiştir. GVS'nin şiddet ve süresini tanımlayan ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

Hippoterapi

Hippoterapi veya at eşliğinde terapi fiziksel, zihinsel veya duysal bozukluğu olan hasta gruplarında fonksiyonel açıdan iyileşme ve gelişme sağlamak amacıyla atın hareketlerinden yararlanan bir tedavi stratejisidir. Atın hareketleri değişken, ritmik, tekrarlayıcı ve çok yönlü dür. At binerken destek yüzeyinin dinamik yani hareketli olması denge, postüral kuvvet ve dayanıklılığın geliştirilmesi için idealdir.

Ata binme kalça adduktörlerinin uzun süreli antispastik pozisyonda kalması ile adduktör spastisitenin – Otojenik İnhibisyonla gevşemesi sağlanır. Atın Ritmik hareketleri; vestibüler, proprioseptif ve taktil uyaran oluşturarak istenen etkileri açığa çıkartmaktadır. Atın nötral sıcaklığı parasempatik sistemi uyararak vücutta genel bir gevşemeye neden olamaktadır.

Hippoterapinin Serebral palsili çocuklarda kas tonusunun düzenlenmesi, eklem hareketliliği ve kas kuvvetinin artışı, postüral kontrol ve stabilizasyon gelişimi, görsel algı ve vücut farkındalığı artışı, yürüyüş paterninde iyileşme, fonksiyonel aktivite düzeyinde artış ile denge ve koordinasyonun gelişimine büyük katkı sağlar.

Terapötik binicilik MS'de çok iyi bir egzersiz olanağıdır. Silkwood-Sherer and Warmbier (2007), MS'li hastalarda 7 haftalık hippoterapi ile Berg Denge Skoru'nda kontrol grubuna oranla anlamlı artışlar kaydedildiğini belirtmiştir.

Therasuit Terapi

1990'lardan beri, serebral palsili (SP) çocuklar için farklı tipte tedavi edici giysiler kullanılmaktadır. Bu giysiler çeşitli modellerdeki dinamik ortezlerdir. Gövde giysisi şeklindeki ortezler likra'dan üretilmiştir, vücuda sıkı sıkıya oturur ve gövde ile ekstremiteleri kaplayarak vücut üzerinde bir sıkıştırma kuvveti uygulayabilir. TheraTogs, yelek ve şort üzerine velkro ile bacak ve ayaklar üzerinde ise çapalara tutturulmuş elastik bantlardan oluşmaktadır. Bu teknolojiler, postüral düzgünlüğü, eklem stabilitesini ve hareket verimliliğini geliştirmeyi amaçlar.

TheraSuit, AdeliSuit ve PediaSuit, Rus astronotları için geliştirilen bir prototipten sıfır yer çekimi durumlarına karşı dirençli egzersizleri yapabilmeleri için oluşturulmuştur. Bu modellerde, gövde ve pelvis ile pelvis ve alt ekstremite arasında traksiyonu uygulayan tek tek sabit elastik tüplerden oluşan bir sistemi sabitleyen kancalar vardır. Pek çok ülkede popüler hale gelmişlerdir ve sıklıkla özel tedavi protokolleri ile ilişkilidirler. TheraSuit yöntemi ve AdeliSuit therapy protokoller, çocuk elbiseyi giymiş iken, kuvvetlendirme, germe egzersizleri ve spesifik motor aktiviteleri içeren yoğun tedavilerden oluşur.

Terapötik giysiler pediatrik rehabilitasyonda popülerlik kazanmış ve yaygın olarak ticarileştirilmiştir. SP'li çocukların aileleri, bu elbiseleri alabilmeyi ve bu çok pahalı ek tedaviyi çocuklarına sunabilme gayreti içindelerdir.

Bu dinamik ortezlerin kullanımı ile eklem dizilimini modifiye edebildiği ve serebral palsili çocuklarda belirli kas gruplarının güçlendirilmesine ve/veya gerilmesine katkıda bulunabileceğine, dolayısıyla postür, denge, koordinasyon, gros motor fonksiyon, el fonksiyonu ve çocuğun diğer sağlık koşullarına katkıda bulunabileceği. belirtilmektedir

Bu tür fonksiyonel değişiklikleri açıklamak için önerilen etki mekanizmaları, giysilerin elastik elemanlarının çocuğun kas iskelet sistemi üzerindeki baskısı ve/veya sürekli gerginliğidir. Bu elastik elemanlar, bireysel ihtiyaçlara ve sınırlamalara göre sistematik olarak ayarlanır. Klinik iddialar ve ailelerin olumlu beklentilerine ek olarak, çalışmalar Srebral palsili çocukların postürü ve hareketlerine olan etkilerine dair bilimsel kanıtlar sağlamıştır.

Meta-analizler ve son yapılan sistematik bir derleme, TheraSuit yöntemi ve AdeliSuit therapy protokollerinin CP'li çocukların fonksiyonlarını üzerine olan etkisinin küçük olduğunu göstermiştir. Bu meta analizde kanıt değerlerine bakıldığında; Thera Togs için kanıt düşük kalitede iken, tüm vücut elbisesi, Dinamik Elastomerik Kumaş Ortez ve TheraSuit / AdeliSuit protokolleri için kanıt kalitesi, vücut yapısı ve fonksiyonel sonuçları için çok düşüktü. Aktivite sonuçları ile ilgili olarak, tüm vücut elbisesi ve TheraSuit, çok düşük kalitede kanıtlar gösterirken TheraSuit / AdeliSuit protokolleri için kanıtlar düşük kalitede idi.

TheraSuit/ Adeli Suit terapi, 4 hafta süreyle fizyoterapi kontrolünde olmak üzere haftada 5- 6 gün ve her gün 0,5 ile 2 saat arasında yoğun bir program içermekte olup çocuğun tedaviye aktif katılımı esastır.

Full Body Suit terapide, tüm vücut elbisesi giyilmiş iken günde 6 saat ve 6 hafta boyunca genel fizyoterapi uygulaması yapılmaktadır.

Dynamic Elastomeric Fabrik Orthose tedavisinde, ortalama günlük 4-9 saat arasında ve 6 hafta boyunca genel fizyoterapi uygulaması yapılmaktadır.

Thera Togs terapide ise kıyafet giyilmesi ile günlük 10-12 saat arası ve 12 hafta egzersiz uygulanması şeklindedir.

Serebral palsili çocukların nöromuskuloskeletal sistemi bozukluklarında ve fonksiyonel kısıtlılıklarında modifikasyonları tartışan yeni heyecan verici terapötik yaklaşımlar, bilimsel değerlendirme kılavuzlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Düşük kanıt kalitesi, bu terapötik giysilerin kullanılmasını tavsiye etmede dikkatli olunması gerektiğine vurgu yapmaktadır.

Refleksoloji

Refleksoloji, vücudun herhangi bir bölgesinde ve organlarda spesifik etki oluşturmak için ayak, el ve kulakta bulunana refleks bölgelere basınç uygulama tekniğidir. Bu refleks bölgeler bir sensör olarak görev alır ve vücudun farklı bölümlerini temsil eder. Bu sensörler, homeostazisi sürdürmek, rahatlama hissi sağlamak, enerji ve kan dolaşımını arttırmak için refleksoloji teknikleriyle uyarılırlar.

Diğer bir ifade ile tamamlayıcı ve destekleyici tedavi yöntemlerinden biri olan refleksoloji, bedenin tüm bölgelerine, organlarına ve endokrin bezlere karşılık gelen el ve ayaklardaki refleks noktalarına, el ve parmaklarla uygulanan bir masaj tekniğidir.

"Zon terapisi" olarakta bilinen refleksolojide beden 10 bölüme ayrılmıştır. Refleksoloji uygulaması ile ayak, el ve kulaktaki organ yansıma noktalarına uygulanan basınç, tutma, ovma işlemleri ile meridyenlerde çeşitli nedenlerle oluşmuş, bedensel ve ruhsal hastalıklara neden olabilen blokajların ortadan kaldırılabileceği savunulmaktadır. Refleksoloji seansları ile bedenin kendi kendini tedavi etme mekanizmaları harekete geçirilerek bedende ruhsal, zihinsel ve fizyolojik bir rahatlama sağlanmaktadır.

Doğuda geleneksel tıp olarak varlığını devam ettiren bu bilimin batıda yaygınlaşmasını, Amerika kökenli bir Kulak Burun Boğaz Uzmanı olan Dr. William H. Fitzgerald sağlamıştır. Ardından refleksoloji ile yakından ilgilenen fizyoterapist Eunice Ingham 40 yıllık vaka çalışmalarının sonucunda adını "Orjinal Ingham Metodu" verdiği kendi tekniğini geliştirmiştir. Bu konuda birçok eğitim verip ve modern refleksolojinin tanınıp yayılmasında söz sahibi insanlardan biri olmuştur.

Refleksoloji etki mekanizmasını açıklayan teorilerden biri olan enerji teorisinde, basınç uygulanan noktalarla bağlantılı olan organ ve ekstremitelerdeki serbest enerji akışı sağlanmış olur. Refleksoloji vücudun bütün bölgeleri ile uyumlu ve bağlantılı her ayakta 7000'nin üzerinde sinir refleksini uyarmaktadır. Ayaklar en iyi bilinen Refleksoloji bölgeleridir. Refleks noktasına uygulanan bası periferal sinir sisteminde bir stimülasyon oluşturur, bası noktasında başlayan hücresel uyarılar sinirsel ağları yoluyla merkezi sinir sistemine ulaşır. Beyinden yeniden iyileşmeyi sağlamak üzere, organlara ve uzuvlara bir yanıt gönderilir. Böylece vücudumuzda zaten var olan, hormonlar, yapısal elementler ve enzimler salgılanarak, çeşitli hücresel değişiklikler meydana gelir. Bununla beraber dolaşım ve lenfatik sistemler de uyarılarak vücuttaki enerji dengelenir ve iyileşme sağlanır. Vücuttaki kan akımı hızlanır, homeostazis denilen vücudun iç dengesi iyileştirilir. Tamamlayıcı tedavilerde genellikle olduğu gibi reflekolojide de vücudun ruhsal, fizyolojik, duygusal dengesi sağlamak amaçlanır.

Refleksolojinin etki mekanizması;

Enerji teorisi: organların elektromanyetik alan aracılığıyla bağlantılı olduğunu ve refleksoloji uygulaması sonucunda bloke yollar boyunca enerji dolaşımının yeniden sağlandığını savunur.

Laktik Asit teorisi: refleksolojinin ayakta mikrokristal halde biriken laktik asit kristallerini ezerek enerjinin serbest akışını sağladığını savunur.

Proprioseptif sinir reseptörleri teorisi: ayaklar ve vücut organları arasında bağlantı olduğunu ve ayaktaki yansımaların organları etkilediğini savunur.

Günümüzde refleksoloji anksiyete, depresyon, migren, stres, panik atak, yorgunluk, uykusuzluk, baş ağrısı, bel, sırt ağrısı, eklem ağrıları, kabızlık, egzama, bağışıklık sistemi yetmezliği, bulantı, kusma ataklarında, kanser ağrılarının, kemoterapinin yan etkilerini ve menapoz semptomlarının hafifletilmesinde, nörolojik hastalıklarda modern tıpla beraber tercih edilmektedir. Akut enfeksiyonlar ve ateşli hastalıklar, akut kalp krizi ve spazmı, derin ven trombozu, cilt bütünlüğünün bozulduğu durumlarda (açık, enfekte yaralar gibi), akut cerrahi girişim dönemlerinde ve gebeliğin ilk üç ayında refleksolojinin kullanılması kontrendikedir.

Refleksolojinin etkinliği açısından yapılan bir meta-analizde, içinde MS, baş ağrısı, kronik ağrı, demans hastalarının da olduğu çalışmaların değerlendirmesinde, bunun etkin bir yöntem olduğunu gösterir kanıt olmadığı belirtilmiştir.

Matriks Ritm Tedavisi (MRT)

Matriks Ritm Tedavisi bilimsel olarak 1996 yılında Erlangen Üniversitesi'nde bilimsel olarak kabul görmeye başlamıştır. Matriks Ritim Tedavisinin temel etki alanı matriks sıvısıdır. Hücre biyolojisi alanında yapılan araştırmaların sonuçları, sağlıklı bir organizmada iskelet kaslarının dinlenme halindeyken de karakteristik bir frekans ve amplitüd spektrumu çerçevesinde osilasyon yaptığını ve belli bir ritimleri olduğunu göstermiştir. Bu sağlıklı ritmlerin iskelet kasında 8-12 Hz olduğu bilinmektedir. Herhangi bir şekilde bir yaralanma olduğunda veya kasın normal yapısının bozulduğu durumlarda var olan bu ritmlerde bozukluklar meydana gelmektedir. MRT 8-12 Hz ritimlerle uygulanarak bozulan bu ritmlerin yeniden restore edilmesi sağlanmaktadır.

MRT tedavisi ile dokuda asimetrik basınç dağılımı oluşturmakta, pompalama/emme etkisini uyarmakta ve aynı zamanda sinir reseptörlerini stimüle etmektedir. Vibrasyonlar ile elde edilen mikroskobik, ritmik germeler (mikro-uzatma) ile dokunun sahip olduğu mikro vibrasyonun ve metabolik süreçlerin normalizasyonu sağlanıp, hücreler restore ve stimüle edilmektedir.

MRT özellikle hıza duyarlı kas iğciği ve Golgi tendon organı üzerine etki ederek kaslardaki alfa-gama tonusunun normalleştirilmesini, kas ve sinir sisteminin refleks çemberi üzerinden aktifleştirilmesini, lokal spazmların giderilmesini ve kaslardaki anormal kontraksiyon kalıntılarının ortadan kaldırılmasını sağlayarak artmış kas tonusunun azalmasına etki etmektedir.

MRT uygulama yönü; parasempatik aktiviteyi uyarmak için uygulamaya torakal bölgeden başlanır. Servikal bölge ve üst ektremiteye doğru ilerlenir, ya da torakal bölgeden başlanır. Lumbal bölge ve alt ektremiteye doğru ilerlenir**.** Kasın orta noktasın-

dan origoya, orta noktasından insersioya doğru uygulama yapılmalı. Uygulama süresi uygulanacak alana göre değişmekle beraber 20- 60-dk olacak şekilde belirlenmektedir.

Ünal ve ark. 12 hemiparetik hasta MRT uygulamışlar ve hastaların yürüme hızı ve kadansta anlamlı artışlar kaydetmişlerdir. Bir başka çalışmada Altuğ ve ark. 7 Hemiparetik hastanın özellikle üst ekstremiteye MRT uygulamışlardır. Çalışmalarının sonucunda toplam spastisite şiddetinde anlamlı azalma kaydetmişlerdir. Ayrıca spastisite nedeniyle azalmış Ön kol ekstansiyonu, parmak flek ve ext. eklem hareket açıklıklarında artışlar ve el fonksiyonlarında gelişmeler kaydetmişlerdir.

Manyetik Repetetif Stimülasyon

Manyetik repetitif stimulasyon, son yıllarda kullanılan spastisitede anlamlı fakat geçici düzelmeler sağlayan bir elektrostimulasyon metodudur. Henüz gelişme aşamasında olmakla birlikte ileride spastisite tedavisinde yaygın olarak kullanılacak bir non-invasif yöntem olduğuna inanılmaktadır.

Kafa çevresine uygulanan paletler vasıtası ile beynin çeşitli alanlarına özellikle de motor kortekse sabit frekansta tekrarlayan manyetik uyarı verilir.

Uygulama sonrası hastaların kas tonusunda anlamlı gevşeme gözlenmekte ve bu etki haftalarca sürmekte, hasta bu arada ilaç gereksinimi duymamaktadır.

Robotik Rehabilitasyon

Gerek erişkin gerekse çocuk nörolojik problemli hastalarda erken dönemden itibaren yoğun, tekrarlı, görev odaklı ve hasta için anlamlı olan rehabilitasyon programları uygulanmalıdır. Son yıllarda harekete yardım edecek ve tedavinin etkinliğini arttıracak robotiklerle birleştirilmiş bilgi teknolojileri ile fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları artmaktadır. Robotik sistemler üst ve alt ekstremite için sabit egzersiz robotları, vücuda giyilebilen robotlar (robotik ortezler), günlük yaşam aktivitelerinde yardımcı robotlar, robotik yürüteçler olarak sınıflandırılabilir.

Tüm alt ekstremiteyi kaplayan ilk aktif ortez 1981 yılında paraplejik hastalar için Wisconsin Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir. 1990'lı yılların sonunda, manuel vücut ağırlığı destekli yürüyüş sisteminin otomatize edildiği, ilk modern robotik vücut ağırlığı destekli treadmill sistemlerinin temeli atılmıştır. Klinik çalışmalarda bildirilen robotlar tek eklemli basit sistemlerden, çoklu hareket sistemlerine kadar değişik tipleri içermektedir. Rehabilitasyon robotları tasarım esasına göre end-effector ve eksoskeleton cihazlar olmak üzere 2 grupta incelenebilir.

End-effector tipte cihazlar ekstremite distaline mekanik kuvvet uygulayarak çalışırlar. Kalça ve diz eklemleri serbest aktif katılım gerektirir. Ekstremite proksimalini

kontrol etmekte yetersiz olduğundan anormal postür ve hareketlerin ortaya çıkmasına neden olabilirler. Değişik yüzeylerde yürüme, yokuş inme, çıkma çalıştırılabilir.

Buna karşın eksoskeleton sistemler sabit ve ambulatuar olabilirler. Eksoskeleton tipte robotik cihazlar, hastanın anatomik eksenleri ile hizalanmış eksenlere sahiptirler, eklemlerin direkt kontrolünü sağlarlar. Anormal postür ve hareketlerin ortaya çıkması ihtimalini azaltırlar.

Lokomat, Alex, Arthur, Pam–Pogo ve UoA PMA Bot treadmill destekli eksoskeleton sistemlerdir. Ülkemizde Ortadoğu Teknik Üniversitesi Teknokentte üretilmiş olan RoboGait de eksoskeleton treadmill egzersiz robotudur. Robotik sistemlerde kalça ve diz eklemi için desteksiz pasif ve aktif hareket sırasındaki eklem hareket açıklığı, statik pozisyondayken izometrik kas gücü (torque), pasif hareket sırasında eklemlerindeki mekanik direnç (Nm/derece) ve yürüme parametreleri değerlendirilebilmektedir.

Yeni geliştirilen sistemlerde ortezlere lateral translasyon, transvers rotasyon ve kalça abduksiyon-adduksiyon ilavesi ile fizyolojik yürüme sağlanmaya çalışılmaktadır.

Robotik rehabilitasyon erişin nörolojik problemli hastalarda üst ekstremite için günde en az bir saat olmak üzere haftada 5 gün uygulanmalıdır. Yürüyüşü restore etmek için ise subakut dönemde (<4 hafa) haftada 1 gün ile 7 gün arasında değişen seansta 1 saatlik uygulamalar ile önerilmiştir, ancak literatürde süre ve seans konusunda ortak bir konsensüs bulunmamaktadır.

Mirbagheri ve ark. günde 1 saat olmak üzere haftada 3 gün, 4 haftalık robotik eğitimle ayak bileği spastisitesinde azalma, kas gücünde artış saptamışlardır. Robotik yardımlı yürüme eğitimi ile kardiyopulmoner sistemde; kalp hızında, VO2 ve dakika ventilasyonunda olumlu bulgular saptanmış, pulmoner fonksiyonlardaki iyileşme respiratuvar kaslardaki nöroplastisite ile ilişkilendirilmiştir. Otuz üç yaşında, T-7 ASIA bozukluk skalası (ABS) A, 2,5 yıllık, oturma dengesi olmayan hastada 7 aylık yoğun rehabilitasyon programı ve son 3 ay 33 seans 40 dakika Robotik yardımlı yürüme eğitimi uygulanmıştır. Robotik yardımlı yürüme eğitim sonunda alt ekstremite motor skorunda 4 puan artış saptanan hastada gövde ve oturma dengesi gelişmiştir ve bir çift KAFO- Walker ile yürüyebilir hale gelmiştir. Sonuç olarak, araştırmacılar lezyon seviyesinde korunmuş motor bağlantılarda (diskomplet lezyon) yoğun programla nöroplastik değişiklikler sağlanmış olabileceğini bildirmiştir.

Nintendo Wii

Sanal ortam olarak da nitelendirilebilen sanal gerçeklik, herhangi bir "yerde" olmayı hissettiren ve bunun için duyu organlarımıza çeşitli bilgiler (ışık, ses ve diğerleri) sağlayan üç-boyutlu bir bilgisayar simülasyonudur.

Diğer bir ifade Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu resimlerin ve animasyonların teknolojik araçlarla insanların zihinlerinde gerçek bir ortamda bulunma hissini vermesinin yanı sıra, ortamda bulunan bu objelerle etkileşimde bulunmalarını sağlayan teknolojidir.

Sanal gerçeklik yöntemi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar; mimarlık, kimya, ulaşım, askeri ve güvenlik, tehlikeli durum simülasyonu, tıp, eğitim, turizm, bilim ve mühendislik, eğlence, bilgi toplama, sanal gerçeklik kütüphaneleri, özel eğitim alanlarıdır.

Sanal gerçeklik yöntemlerinin rehabilitasyon amaçlı kullanılması yeni bir uygulamadır. Özellikle pediatrik rehabilitasyon alanında yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik uygulamalarının günlük yaşam içerisinde çocukların yeteneklerini, mobilitelerini, kognitif kabiliyetlerini geliştirdiği onlara eğlence ve motivasyon sağladığı görülmüştür. Sanal gerçeklik uygulaması; Motivasyonu arttırıcı, yaratıcılığı teşvik edici, sosyal bir atmosfer oluşturma, bilgisayar becerilerini geliştirme, öğretilecek konunun bazı özelliklerini ve önemli noktalarının diğer yöntemlere göre daha gerçekçi bir biçimde gösterilmesi ve karşılıklı bir etkileşim gerektirdiğinden öğrencilerin pasif durumdan aktif konuma geçmelerini sağlar.

Gatica- Rojas ve ark. Yaptıkları çalışmalarında; 6- 17 yaş arasındaki spastik serebral palsili çocuklarda 6 hafta boyunca haftada 3 gün 25 dakikalık Nintendo Wii Balance Board egzersiz proğramı sonrası çocuklarda ayak bileği plantar fleksör spastisitesinde anlamlı azalma ve statik ayakta durma dengesinde ise artma bulmuştur. İnme sonrası oyun konsolları uygulanarak yapılan rehabilitasyon hastaları, egzersizleri yüksek yoğunlukta ve çok tekrarlı olarak yapma konusunda teşvik edilebilmekte ve beyin plastisitesi için önemli role sahip olan özel nöronlar active olabilmektedir. İnmeli hastaların rehabilitasyonunda oyun konsollarının kullanımına ait kanıta dayalı çalışmalar literatürde sıklıkla yer almaya başlamıştır.

KAYNAKLAR

1. Ada L, Dorsch S, et al. (2006). Strengthening İnterventions İncrease Strength and İmprove Activity After Stroke: A Systematic Review. *Aust J Physiother*; 52:241-8.
2. Ageranoti SA, Hayes KC. (1990). Effects of Vibration on Hypertonia and Hyperreflexia in the Wrist Joint of Patients with Spastic Hemiparesis. *Physiother Can*; 42: 24–33.
3. Akbayrak T, Armutlu K. et al. (2005). Assessment of the Short-Term Effect of Antispastic Positioning on Spasticity. *Pediatrics International*; 47(4): 440-445.
4. Alagesan J, Shetty A. (2011). Effect of Modified Suit Therapy in Spastic Diplegic Cerebral Palsy a Single Blinded Randomized Con-Trolled Trial. *Online J Health Allied Sci;* 9(4): 14-16.

5. Altschuler EL, Wisdom SB, et al. (1999). Rehabilitation of Hemiparesis after Stroke with A Mirror. *Lancet;* 12;353(9169):2035-6.
6. Altug F, Ünal A, et al. (2018). The Effects of Matrix Rhythm Therapy on Hand Functions in Hemiparetic Individuals: A Preliminary Report" *12th World Congress of the International Society of Physical and Rehabilitation Medicine* (ISPRM). 8-12 July Paris- FRANSA.
7. Altun R, Özden A. (2013). Tamamlayıcı ve Alternatif Tıp*, Güncel Gastroenteroloji;* 8(3): 231-235.
8. An SJ. (2015). The Effects of Vestibular Stimulation on a Child with Hypotonic Cerebral Palsy. *J Phys Ther Sci.*; 27(4):1279-1282.
9. Armutlu K, Fil A, Özçelik Y. (2010). Spasticity and its Management with Physical Therapy Applications in Multiple Sclerosis Patients: *Nova Science Publishers.*
10. Armutlu K, Meriç A, et al. (2003). The Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity in Multiple Sclerosis Patients: A Pilot Study. *Neurorehabil Neural Repair;* 17:79-82.
11. Attard J, Rithalia S. (2004). A Review of the use of Lycra Pressure Orthoses for Children with Cerebral Palsy. *Int J Ther Rehabil*;11(3): 120-126.
12. Bailes AF, Greve K. et al. (2010). Changes in Two Children with Cerebral Palsy after Intensive Suit Therapy: A Case Report. *Pedi-atr Phys Ther*; 22: 76-85.
13. Bailes AF, Greve K. et al. (2011).The Effect of Suit Wears During an Intensive Therapy Pro-Gram in Children with Cerebral Palsy.*Pediatr Phys Ther,*23(2):136-42.
14. Bakheit AM, Maynard V, et al. (2005). The Effects of İsotonic and İsokinetic Muscle Stretch on The Excitability of the Spinal Alpha Motor Neurones in Patients with Muscle Spasticity. *Eur J Neurol*;12:719-24.
15. Bakhtiary AH, Fatemy E. (2008). Does Electrical Stimulation Reduce Spasticity after Stroke? A Randomized Controlled Study. *Clin Rehabil;* 22: 418– 425.
16. Bar-Haim S, Harries N. et al. (2006). Comparison of Efficacy of Adeli Suit and Neurodevelopmental Treat-Ments in Children with Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol;* 48: 325-330.
17. Barker RN, Brauer SG, et al. (2008). Training of Reaching in Stroke Survivors with Severe and Chronic Upper Limb Paresis Using a Novel Nonrobotic Device: A Randomized Clinical Trial. *Stroke*;39:1800–1807.
18. Barnes MP, Johnson GR. (2008). Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity: Clinical Management and Neurophysiology. *Cambrıdge University Press.* New York.
19. Bauer P, Krewer C, et al. (2015). Functional Electrical Stimulation-Assisted Active Cycling–Therapeutic Effects in Patients with Hemiparesis From 7 Days to 6 Months after Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. *Arch Phys Med Rehabil;* 96:188–196.
20. Bertoti DB. (1986). Effects of Short Leg Casting on Ambulation in Children with Cerebral Palsy. *Phys Ther;* 66(10): 1522-9.
21. Binder H. Neurorehabilitative İnterventions in Acute Stage of Disease. In: Selzer ME, Clarke S, Cohen LG, Kwakkel G, Miller RH, editors. Textbook of neural Repair and Rehabilitation. 2nd ed. *Cambridge University Press;* Vol:2(24),261-277, 2014.
22. Bisson DA. Ontario College of Reflexology 2001. N101-*Foot Reflexology Course.*
23. Blair E, Ballantyne J. et al. (1995). Study of A Dynamic Proximal Stability Splint in Management of Children with Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol;* 37(6): 544-54.
24. Blottner D, Luck G. (2001). Just in time and Place: NOS/ NO System Assembly in Neuromuscular Junction Formation. *Microsc Res Tech*; 55 (3):171-80.
25. Blunt E. (2006). Foot Reflexology. *Holist Nurs Pract*; 20: 257–259.
26. Booth BJ, Boyle M. et al. (1983). Serial Casting for the Management of Spasticity in the Head-Inju-

red Adult. *Phys Ther;* 63(12): 1960-6.
27. Bovend'Eerdt TJ, Newman M, et al. (2008).The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil*;89:1395-406.
28. Boyaci A, Topuz O, et al. (2013). Comparison of the Effectiveness of Active and Passive Neuromuscular Electrical Stimulation of Hemiplegic Upper Extremities: A Randomized, Controlled Trial. *Int J Rehabil Res;* 36: 315–322.
29. Burke D (1988) Spasticity as an Adaptation to Pyramidal Tract İnjury. *Advances in Neurology* 47: 401–418.
30. Canning C, Ada L, et al. (2004). Loss of Strength Contributes More to Physical Disability After Stroke Than Loss of Dexterity. *Clinical Rehabilitation;*18: 300–308.
31. Cauraugh J, Light K, et al. (2000). Chronic Motor Dysfunction After Stroke: Recovering Wrist and Finger Extension by Electro-Myographically Triggered Neuromuscular Stimulation. *Stroke;*31: 1360–1364.
32. Chae J, Yang G, et al. (2002). Muscle Weakness and Cocontraction in Upper Limb Hemiparesis: Relationship to Motor İmpairment and Physical Disability. *Neurorehabilitation and Neural Repair;*16: 241–248.
33. Chan MK, Tong RK, et al. (2009). Bilateral Upper Limb Training with Functional Electric Stimulation in Patients with Chronic Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*; 23: 357–365.
34. Charles J, Gordon AM. (2006). Development of Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT) for Improving Bimaual Coordination in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*; 48: 931-6.
35. Chatterton HJ, Pomeroy VM. et al. (2001). Positioning for Stroke Patients: A Survey of Physiotherapists Aims and Practices. *Disability and Rehabilitation;* 23(10), 413-421.
36. Chaussy C, Brendel W, et al. (1980). Extracorporeally İnduced Destruction of Kidney Stones by Shock Waves. *Lancet;* 2: 1265–1268.
37. Chen SC, Chen YL, et al. (2005). Effects of Surface Electrical Stimulation on the Muscle-Tendon Junction of Spastic Gastrocnemius in Stroke Patients. *Disabil Rehabil;* 27:105–110.
38. Cheng JS, Yang YR, et al. (2010). Effects of Combining Electric Stimulation with Active Ankle Dorsiflexion while Standing on A Rocker Board: A Pilot Study for Subjects with Spastic Foot After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil;* 91:505–512.
39. Cherry DB, Weigand GM. (1981). Plaster Drop-Out Casts as a Dynamic Means to Reduce Muscle Contracture. *Phys Ther;* 61(11): 1601-3.
40. Christy JB, Chapman CG. et al. (2012). The Effect Of Intense Physical Therapy For Children With Cerebral Palsy. *J Pediatr Rehabil Med;* 5: 159-170.
41. obelji RD, Ribari -Jankes K. et al. (2018). Does Galvanic Vestibular Stimulation Decrease Spasticity in Clinically Complete Spinal Cord İnjury? *Int. J. Rehabil. Res.;* 41(3):251-257.
42. Cramer SC. (2008). Repairing the Human Brain After Stroke. II. Restorative Therapies. *Ann Neurol;* 63: 549-560.
43. Cusick B. (2007). Developmental Orthopedics, Part Iib. Frontal-Plane Developmental Changes in the Torso and Hips. *The Neuro-developmental Treatment Association*; 14(4): 15-24.
44. De Gail P, Lance JW, et al. (1966). Neilson PD. Differential Effects on Tonic and Phasic Reflex Mechanisms Produced by Vibration of Muscles in Man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*;29(1):1-11.
45. Doğan-AM, Nakipoğlu Yüzer GF, et al. (2012). The Effect of Electromyographic Biofeedback Treatment in İmproving Upper Extremity Functioning of Patients with Hemiplegic Stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis*;21(3):187-92.

46. Dong VA, Tung HW. et al. (2013). Studies Comparing the Efficacy of Constraint-Induced Movement Therapy and Bimanual Training in Children with Unilateral Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Dev Neurorehabil;* 16: 133-143.
47. Dreeben-Irimia O. (2012). Physical Therapy Clinical Handbook for PTAs: *Jones & Bartlett Learning.*
48. Duarte E, Marco E, et al. (2011). Effects of Botulinum Toxin Type A and Electrostimulation on Distal Flexor Spasticity of the Upper Limb in Stroke. Randomized Clinical Trial. *Rehabilitation;* 45(3):194–201.
49. El-Kafy EMA, El-Shemy SA. (2013). Modulation of Lower Extremity Rota-Tional Deformities Using Theratogs and Strapping System in Children with Spastic Diplegia. *Egypt J Neurol Psychiat Neu-rosurg;* 50(4): 397-402.
50. El-Kafy EMA. (2014). Clinical Impact of Orthotic Correction Lower Limb Rotational Deformities in Children with Cerebral Palsy. *Clin Rehabil;* 28(10):1004-14.
51. Embrey DG, Holtz SL, et al. (2010). Functional Electrical Stimulation to Dorsiflexors and Plantar Flexors During Gait to İmprove Walking in Adults with Chronic Hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil;* 91:687–696.
52. Ernst E. (2009). Is Reflexology an Effective İntervention? A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Med J*;191: 263-266.
53. Flanagan A, Krzak J. et al. (2009). Evaluation of Short-Term Intensive Orthotic Garment Use in Children who Have Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther;* 21: 201-204.
54. Flueren Jf, Nederhand Mj. (2006). Influence of Posture and Muscle Length on Strech Reflex Activity in Poststroke Patients with Spasticity. *Arch Phys Med Rehabil;* 87(7): 981-8.
55. Fouda KZ, Sharaf MA. (2015). Efficacy of Radial Shock Wave Therapy on Spasticity in Stroke Patients. *Int J Health Rehabil Sci;* 4 (1): 19-26.
56. Frange CMP, Silva TOT. (2012). Revisão Sistemática do Pro-grama Intensivo de Fisioterapia utilizando a Vestimenta com Cordas Elásticas. *Rev Neurocienc*; 20(4): 517-526.
57. Frank DL, Khorshid L,et al. (2010). Biofeedback in Medicine: who, when, why and how? *Ment Health Fam Med*;7(2):85-91.
58. Fritzsch C, Wang J, et al. (2014). Different Effects of the Mirror İllusion on Motor and Somatosensory Processing. *Restor Neurol Neurosci*;32(2):269-80.
59. Gambles M, Crooke M. et al. (2002).Evaluation of a Hospice Based Reflexology Service: A Qualitative Audit of Patient. *Eur J Oncol Nurs*; 6: 37-44.
60. Gordon AM, Okita SY. (2010). Augmenting Pediatric Constraint Induced Movement Therapy and Bimanual Training with Video Gaming Technology. *Technol Disabil*; 22: 179-91.
61. Gracies JM. (2001). Physical Modalities Other than Stretch in Spastic Hypertonia. *Phys Med Rehabil Clin N Am*; 12:769-92.
62. Graham L. (2013).Management of Spasticity Revisited. *Age and Ageing*; 42: 435–41.
63. Günel MK, Livanelioglu A, et al.(2001). Effects of Johnstone Pressure Splints Combined with Neurodevelopmental Therapy on Spasticity and Cutaneous Inputs in Spastic Cerebral Pasly. *Developmental Medicine & Child Neurology;* 43(5):307-13.
64. Hagbarth KE, Eklund G. (1966). Tonic Vibration Reflexes (TVR) in Spasticity. *Brain Res*; 2(2):201-3.
65. Haji-Ahmad T, Haghgoo HA, et al. (2015).The Effect of Biofeedback Therapy on Hand Function and Daily Activities in Stroke Survivors. *Zahedan J Res Med Sci*; 17(10): e2204.
66. Hall JE. (2010). Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology: Enhanced E-book: Elsevier Health Sciences.
67. Hara Y, Akaboshi K, et al. (2000). Physiologic Decrease of Single Thenar Motor Units in The

F-Response in Stroke Patients. *Arch Phys Med Rehabil*; 81:418-23.
68. Hara Y, Ogawa S, et al. (2006). Hybrid Power-Assisted Functional Electrical Stimulation to Improve Hemiparetic Upper-Extremity Function. *Am J Phys Med Rehabil*; 85: 977-85.
69. Hara Y, Ogawa S, et al. (2008). A Home-Based Rehabilitation Program for the Hemiplegic Upper Extremity by Power-Assisted Functional Electrical Stimulation. *Disabil Rehabil;* 30: 296-304.
70. Harley L, Robertson S. et al. (2011).The Desing of an İnteractive Stroke Rehabilitation Gaming System Lecture Notes in Computure Science.*HCI;*(4):167-73.
71. Harvey L, Herbert R, et al. (2002). Does Stretching Induce Lasting İncreases in Joint ROM? A Systematic Review. *Physiother Res Int*; 7:1-13.
72. Hazneci B, Tan AK, et al. (2006). Comparison of the Efficacies of Botulinum Toxin A and Johnstone Pressure Splints Against Hip Adductor Spasticity Among Patients with Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Mil Med;* 171(7):653-6.
73. Hesse S, Jahnke MT, et al. (1995). Short-term Electrical Stimulation Enhances the Effectiveness of Botulinum Toxin in the Treatment of Lower Limb Spasticity in Hemiparetic Patients. *Neurosci Lett*;201:37–40.
74. Hesse S, Reiter F, et al. (1998). Botulinum Toxin Type A and Short-Term Electrical Stimulation in the Treatment of Upper Limb Flexor Spasticity after Stroke: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Clin Rehabil;*12:381–388.
75. Higgins JPT, Sally G. (2011). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. Version 5.1.0. [e-book online]. *http://www. cochrane-handbook.org.*
76. Hinderer KA, Harris SR. et al. (1988). Effects of Tone-Reducing Standart Plaster Casts on Gait Improvement of Children with Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol;* 30: 370-377.
77. Hylton N, Allen C. (1997). The Development and Use Of SPIO Lycra Compression Bracing In Children With Neuromotor Deficits. *Pedi-atr Rehabil;* 1(2): 109-116.
78. Ibrahim MM, Eid MA, et al. (2014). Effect of Whole-Body Vibration on Muscle Strength, Spasticity, and Motor Performance in Spastic Diplegic Cerebral Palsy Children. *EJMHG*; 15(2):173-179.
79. Johnson CA, Burridge JH, et al. (2004). The Effect of Combined use of Botulinum Toxin Type A and Functional Electric Stimulation in the Treatment of Spastic Drop Foot after Stroke: A Preliminary Investigation. *Arch Phys Med Rehabil;* 85:902–909.
80. Jones M, Gray S. (2005). Assistive Technology: Positioning and Mobility. In SK Effgen (Ed) Meeting the Physical Therapy Needs of Children. Philadelphia: FA Davis Company.
81. Karakus D, Ersoz M, et al. (2013). Effects of Functional Electrical Stimulation on Wrist Function and Spasticity in Stroke: A Randomized Controlled Study. *Turk J Phys Med Rehab*;59:97–102.
82. Kerem M, Livanelioğlu A. et al. (2001). Effects of Johnstone Pressure Splints Combined with Neurodevelopmental Therapy on Spasticity and Cutaneous İnputs in Spastic Cerebral Palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.;* 43: 307–313.
83. Kesiktas N, Paker N. et al. (2004). The use of Hydrotherapy for the Management of Spasticity. *Neurorehabil Neural Repair;* 18(4):268-73.
84. Kitiş A, Kayıhan H. (2010). Comparison of EMG Biofeedback and Johnstone Pressure Splints in Children with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*; 56. No:3.
85. Knuttsons E, Mattsson E. (1969). Effects of Local Coolingon Monosynaptic Reflexes in Man. *Scand J Rehabil Med*; 52: 166-168.
86. Knuttsons E. (1970). Topical Criyoterapy in Spasticity *Scand J Rehabil Med;* 2: 159-162.
87. Ko MS, Lee JA. et al. (2014). Effect of Adeli Suit Treatment on Gait in a Child With Cerebral Palsy:

A Single-Subject Report. *Physiother Theory Pract.;*31(4): 1-8.
88. Korkmaz N. (2006). Multipl Sklerozlu Hastalarda Yüksek Voltaj Kesikli Galvanik Stimülasyonun Kuvvetlendirme ve Yorgunluk Üzerine Etkisi. Doktora tezi. *HÜ/Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Nöroloji Anabilim Dalı.*
89. Kroon JR, IJzerman MJ, et al. (2004). Electrical Stimulation of the Upper Limb in Stroke: Stimulation of the Extensors of the Hand Vs. Alternate Stimulation of Flexors and Extensors. *Am J Phys Med Rehabil;* 83:592–600.
90. Krug G, McCormack G. (2009). Occupational Therapy: Evidence Based Intervention for Stroke. *Missouri Medicine.* March/April; 106(2):145-149.
91. Kunz B., Kunz K. (2003) Reflexology Health At Your Fingertips: Hands-On Treatment for Vitality and Well-Being, editor :S. Beatty, *DK Publishing*, US, ss:160.
92. Lee JY, Kim SN, et al. (2014). Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Patients after Brain Injury: A Meta-analysis. *J. Phys. Ther. Sci.* 26: 1641–1647.
93. Leone JA, Kukulka CG. (1988). Effects of Tendon Pressure on Alpha Motoneuron Excitability in Patients with Stroke. *Phys Ther;* 68 (4):475-80.
94. Lin KC, Huang PC, et al. (2014). Combining Afferent Stimulation and Mirror Therapy for Rehabilitating Motor Function, Motor Control, Ambulation, and Daily Functions After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*;28(2):153-62.
95. Lin Z, Yan T. (2011). Long-term Effectiveness of Neuromuscular Electrical Stimulation for Promoting Motor Recovery of the Upper Extremity after Stroke. *J Rehabil Med*;43:506–510.
96. Mahani M, Karimloo M. et al. (2011). Effects of Modified Adeli Suit Therapy on Improvement of Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy. *Hong Kong J Occup Ther;* 21: 9-14.
97. Malhotra S, Rosewilliam S, et al. (2013). A Randomized Controlled Trial of Surface Neuromuscular Electrical Stimulation Applied Early after Acute Stroke: Effects on Wrist Pain, Spasticity and Contractures. *Clin Rehabil;* 27:579–590.
98. Manganotti P, Amelio E. (2005). Long-term Effect of Shock Wave Therapy on Upper Limb Hypertonia in Patients Affected by Stroke. *Stroke;* 36 (9):1967-71.
99. Mangold S, Schuster Chlatter A, et al. (2009). Motor Training of Upper Extremity with Functional Electrical Stimulation in Early Stroke Rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*; 23:184–190.
100. Mariotto S, Cavalieri E, et al. (2005). Extracorporeal Shock Waves: From Lithotripsy to Anti-İnflammatory Action by NO Production. *Nitric Oxide;* 12 (2):89-96.
101. Martins E, Cordovil R. et al. (2015). Efficacy of Suit Therapy on Functioning in Children and Adolescents with Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Dev Med Child Neurol;* 58(4): 348-360.
102. Matrimed B, Forschungspreis M.R. (1996). Internationale Zeitschrift für biomedizinische Forschung und Therapie. *Biologische Medizin*. ISSN 0340-8671.
103. Mesci N, Özdemir F, et al. (2007). The Effect of Neuromuscular Electrical Stimulation on Gait Speed and Distance in Patients with Stroke. *Turk J Phys Med Reh*;53:144–49.
104. Mesci N, Özdemir F, et al. (2009). The Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation on Clinical Improvement in Hemiplegic Lower Extremity Rehabilitation in Chronic Stroke: A Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *Disabil Rehabil*; 31: 2047–2054.
105. Mileva KN, Bowtell JL, et al.(2009). Effects of Low-Frequency Whole-Body Vibration on Motor-Evoked Potentials in Healthy Men. *Exp Physiol*; 94 (1):103-16.
106. Miller L, Mattison P, et al. (2007). The Effects of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) on Spasticity in Multiple Sclerosis. *Mult Scler;*13:527-33.

107. Mirea A, Onose G, et al. (2014). Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT) Benefits in Spastic Children with Cerebral Palsy (CP). *J Med Life;* 7(3): 127–132.
108. Miyara K, Matsumoto S, et al. (2014). Feasibility of using Whole Body Vibration as a Means for Controlling Spasticity in Post-Stroke Patients: A Pilot Study. *Complement Ther Clin Pract*;20(1):70-3.
109. Moher D, Liberati A, et al. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: *PRISMA statement. PLoS Med;*e1000097. doi: 10.1371/journal. pmed.1000097.
110. Mokrusch T. (1997). Treatment of Cerebral Infarction-Related Spastic Hemiparesis with EMG-Triggered Electrostimulation. *Neuro-Rehabil;* 2:82–86.
111. Moon SW, Kim JH, et al.(2013). The Effect of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Lower Limb Spasticity in Subacute Stroke Patients. *Ann Rehabil Med;* 37(4):461-70.
112. Morris C, Bowers R. et al. (2011). Orthotic Man-Agement of Cerebral Palsy: Recommendations from a Consensus Conference. *NeuroRehabilitation;* 28: 37-46.
113. Morris SL, Dodd KJ, et al. (2004). Outcomes of Progressive Resistance Strength Training Following Stroke:A Systematic Review.*Clinical Rehabilitation;* 18: 27–39.
114. Mouawad MR, Doust CG. et al. (2011). Wii – Based Movement Thyerapy to Promote Improved Upper Extremity Function Post- Stroke: A Pilot Study. *J Rehabil Med;* 43(6): 527-33.
115. Murillo N, Kumru H, et al. (2011). Decrease of Spasticity with Muscle Vibration in Patients with Spinal Cord Injury. *Clin Neurophysiol*;122(6):1183-9.
116. Neves EB. (2013). Trends in Neuropediatric Physical Therapy. *Front Pub-lic Health;* 5(1):5.
117. Ng SS, Hui-Chan CW. (2007). Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Combined with Task-Related Training Improves Lower Limb Functions in Subjects with Chronic Stroke. *Stroke*;38:2953- 9.
118. Ng SS, Hui-Chan CW. (2009). Does the use of TENS Increase the Effectiveness of Exercise for Improving Walking After Stroke? A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clin Rehabil*;23:1093- 103.
119. Noh DK, Lim JY. et al. (2008). The Effect of Aquatic Therapy on Postural Balance And Muscle Strength in Stroke Survivors–A Randomized Controlled Pilot Trial. *Clin Rehabil;* 22(10-11): 966-76.
120. Noma T, Matsumoto S, et al. (2009). Anti-spastic Effects of the Direct Application of Vibratory Stimuli to The Spastic Muscles of Hemiplegic Limbs in Post-Stroke Patients. *Brain Inj*;23:623-31.
121. Novak I, McIntyre S. et al. (2013). A Systematic Review of Interventions for Children with Cerebral Palsy: State of The Evidence. *Dev Med Child Neurol*; 55: 885-910.
122. Odeon I, Knutsson E. (1981). Evaluation of the Effects of Muscle Stretch, Weight Load in Patients with Spastic Paraplegia. *Scand. J. Rehabil. Med.;* 13: 117.
123. Patten C, Lexell J, et al. (2004). Brown HE. Weakness and Strength Training in Persons with Poststroke Hemiplegia: Rationale, Method, and Efficacy. *J Rehabil Res Dev;* 41: 293-312.
124. Ping Ho Chung B, Kam Kwan Cheng B. (2010). Immediate Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Spasticity in Patients With Spinal Cord Injury. *Clin Rehabil*;24:202-10.
125. Pomeroy VM, Pollock A. (2006). Electrostimulation for Promoting Recovery of Movement or Functional Ability After Stroke [Protocol]. *Cochrane Database of Systematic Reviews 1.*
126. Price R, Lehmann JF.(1990). Influence of Muscle Cooling on the Viscoelstic Respons of the Human Ankle to Sinusoidal Displacement. *Arch Phys Med Rehab*;71(10):745-8.
127. Price R, Lehmann JF. et al. (1993). Influence of Cryotherapy on Spasticity at the Human Ankle. *Arch Phys Med Rehabil*; 73: 300-4.
128. Radtka SA, Skinner SR. et al. (1997). A Comparison of Gait with Solid, Dynamic and No Ankle Foot Orthoses in Children with Spastic Cerebral Palsy. *Phys Ther;* 77(4): 395-409.
129. Ramachandran VS, Altschuler EL. (2009). The use of Visual Feedback, in Particular Mirror Visual Feedback, in Restoring Brain Function. *Brain*;132(7):1693-710.

130. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D,et al. (1995). Touching the Phantom Limb. *Nature;*12;377(6549):489-90.
131. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. (1996). Synaesthesia in Phantom Limbs İnduced with Mirrors. *Proc Biol Sci;* 22;263(1369):377-86.
132. Randoll UG. (1996) Vortrag anlässlich der Fortbildungsveranstaltung des Ärztlichen Kreisverbandes Erlangen. Neue Therapieverfahren bei chronischen Erkrankungen des Nerven-, Stütz- und Bewegungsapparates, Mitteilungsblatt der AEKV Erlangen.
133. Rathkolb O, Baykoushev S, et al. (1990). Myobiofeedback in Motor Reeducation of Wrist and Fingers after Hemispherical Stroke. *Electromyogr Clin Neurophysiol*; (30):89–92.
134. Ring H, Rosenthal N. (2005).Controlled Study of Neuroprosthetic Functional Electrical Stimulation in Sub-Acute Post-Stroke Rehabilitation. *J Rehabil Med;*37:32–36.
135. Rittweger J. (2010).Vibration as an Exercise Modality: How it May Work, and What its Potential Might Be. *Eur J Appl Physiol*;108(5):877-904.
136. Roberts JM, Wilson K, et al. (1999). Effect of Stretching Duration on Active and Passive Range of Motion in The Lower Extremity. *Br J Sports Med*; 33:259-63.
137. Robinson KA, Dickersin K. (2002). Development of a Highly Sensitive Search Strategy for the Retrieval of Reports of Controlled Trials Using. *Int J Epidemiol;* 31:150–153.
138. Robinson KL, McComas AJ. et al. (1982). Control of Soleus Motoneuron Excitability during Muscle Stretch in Man. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 45: 699-704.
139. Robinson N, Lorenc A. et al. (2012). Exploring Practice Characteristics and Research Priorities Of Practitioners Of Traditional Acupuncture in China and the EU-A survey. *Journal of Ethnopharmacology*; 140(3): 604–613.
140. Romeo P, Lavanga V, et al. (2014). Extracorporeal Shock Wave Therapy in Musculoskeletal Disorders: A Review. *Med Princ Pract*;23 (1): 7-13.
141. Ross SA, Engsberg JR. (2002). Relation between Spasticity and Strength in İndividuals with Spastic Diplegic Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*;44:148-57.
142. Ross SA, Engsberg JR.(2002). Relation between Spasticity and Strength in İndividuals with Spastic Diplegic Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol* ;44:148-57.
143. Rossiter HE, Borrelli MR, et al. (2015). Cortical Mechanisms of Mirror Therapy after Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*;29(5):444-52.
144. Ryan AS, Dobrovolny CL, et al. (2002). Hemiparetic Muscle Atrophy and Increased İntramuscular Fat in Stroke Patients. *Arch Phys Med Rehabil*;83:1703-7.
145. Sabut SK, Sikdar C, et al. (2011). Functional Electrical Stimulation of Dorsiflexor Muscle: Effects on Dorsiflexor Strength, Plantarflexor Spasticity, and Motor Recovery in Stroke Patients. *Neuro-Rehabilitation;* 29:393–400.
146. Sahin N, Ugurlu H, et al.(2012). The Efficacy of Electrical Stimulation in Reducing the Post-Stroke Spasticity: A Randomized Controlled Study. *Disabil Rehabil;* 34:151–156.
147. Sakzewski L, Carlon S. (2012). Impact of Intensive Upper Limb Rehabilitation on Quality of Life: A Randomized Trial in Children with Unilateral Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol;*54: 415-23.
148. Sakzewski L, Ziviani J. et al. (2011). Participation Outcomes in a Randomized Trial of 2 Models of Upper-Limb Rehabilitation for Children with Congenital Hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil;* 92: 531-9.
149. Scheeren EM, Mascarenhas LPG. Et al. (2012). Description of the Pediasuit Protocol TM. *Fisioter Mov*; 25(3): 473-480.
150. Sciusco A, Ditrenta G, et al. (2008).Mirror Therapy in the Motor Recovery of Upper Extremities. *Eur Med Phys*;44 (Suppl. 1 to No. 3):1-5.

151. Selles RW, Li X, et al. (2005). Feedback-Controlled and Programmed Stretching of the Ankle Plantarflexors and Dorsiflexors in Stroke: Effects of a 4-Week İntervention Program. *Arch Phys Med Rehabil* ;86:2330-6.
152. Semenova KA. (1997). Basis for A Method of Dynamic Propriocep-Tive Correction In The Restorative Treatment of Patients with Residual-Stage Infantile Cerebral Palsy. *Neurosci Behav Physiol;* 27: 639-643.
153. Silkwood-Sherer D, Warmbier H. (2007). Effects of Hippotherapy on Postural Stability, in Persons with Multiple Sclerosis: A Pilot Study. *Journal of Neurologic Physical Therapy;* 31(2): 77-84.
154. Skold A, Josephsson S. et al. (2004). Performing Bimanual Activities: The Experiences of Young Persons with Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Occup Ther*; 58(4): 416–425.
155. Skold A. (2010). Performing Bimanual Activities in Everyday Life- Experiences of Children with Unilateral Cerebral Palsy. Stockholm: Karolinska Institutet. Printed by *Reproprint AB*.
156. Smanıa N, Pıcellı A, et al. (2010). Rehabilitation Procedures in the Management of Spasticity. *Eur J Phys Rehabıl Med*;46:423-38.
157. Stavness C. (2006). The Effect of Positioning for Children with Cerebral Palsy on Upper-Extremity Function: A Review of the Evidence. *Phys Occup Ther Pediatr.;* 26(3):39-53.
158. Stefanovska A, Vodovnik L, et al. (1989). FES and Spasticity. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering;* 36(7):738-45.
159. Stein C, Fritsch GC, et al. (2015). Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles after Stroke Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Stroke*; 46(8):2197-205.
160. Stevenson VL. (2010). Rehabilitation in Practice Spasticity Management *Clinical Rehabilitation*; 24: 293–304.
161. Sütbeyaz S, Yavuzer G, et al. (2007). Mirror Therapy Enhances Lower-Extremity Motor Recovery and Motor Functioning after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*;88(5):555-9.
162. Ün K, Kara M, vd. (2016). Diplejik Serebral Palside Yüksek Voltaj Kesikli Galvanik Stimülasyonun Motor Gelişim ve Hamstring Spastisitesi Üzerine Etkisi. *Van Tıp Derg;* 23(1): 13-20.
163. Ünal A, Altuğ F, et al.(2018). İnmeli Hastalarda Matriks Ritm Terapisinin Yürüme Hızı ve Kadansa Etkisi.*1. Nörolojik Fizyoterapi ve Reh. Kongresi,* 29-31 Mart. DEÜ, İzmir.
164. Van der Salm A, Veltink PH, et al. (2006). Comparison of Electric Stimulation Methods for Reduction of Triceps Surae Spasticity in Spinal Cord İnjury. *Arch Phys Med Rehabil*;87:222-8.
165. White LJ, Dressendorfer RH. (2004). Exercise and Multiple Sclerosis. *Sports Med;* 34(15): 1077-100.
166. Wiart L, Darrah J, et al. (2008). Stretching with Children with Cerebral Palsy: What do We Know and Where Are We Going? *Pediatr Phys Ther*;20:173-8.
167. Wissel J, Ebersbach G,et al. (1989). Treating Chronic Hemiparesis with Modified Biofeedback. *Arch Phys Med Rehabil*;70(8):612-7.
168. Wong V, Cheuk DK, et al. (2011). Acupuncture for Acute Management and Rehabilitation of Traumatic Brain İnjury. *Cochrane Database of Systematic Reviews;* 47(3):507-11.
169. World Health Organization (WHO). 2001. International Classification of Functioning, Disability and Health. *Geneva: WHO*.
170. Xu Q, Guo F, et al. (2017). Effects of Mirror Therapy Combined with Neuromuscular Electrical Stimulation on Motor Recovery of Lower Limbs And Walking Ability of Patients with Stroke: A Randomized Controlled Study. *Clin Rehabil*;31(12):1583-1591.
171. Yan T, Hui-Chan CW, et al. (2005). Functional Electrical Stimulation İmproves Motor Recovery

of the Lower Extremity and Walking Ability Of Subjects with First Acute Stroke: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *Stroke;* 36:80–85.

172. Yavuzer G, Selles R, et al. (2008). Mirror Therapy İmproves Hand Function in Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008 Mar;89(3):393-8.
173. You G, Liang H, et al. (2014). Functional Electrical Stimulation Early after Stroke İmproves Lower Limb Motor Function and Ability in Activities of Daily Living. *Neuro-Rehabilitation*; 35:381–389.
174. Zachazewski JE, Eberle ED. et al. (1982). Effect of Tone Inhibiting Casts and Orthoses on Gait. *Phys Ther;* 62(4): 453-5.
175. Zhao XF, Du Y, et al. (2012). Acupuncture for Stroke: Evidence of Effectiveness, Safety and Cost from Systematic Reviews," *Topics in Stroke Rehabilitation*; 19(3): 226–233.

Distoni ve Fizyoterapi

14

Dr. Öğr. Üyesi Fatih SÖKE, Uzm. Fzt. Fettah SAYGILI,
Prof. Dr. Arzu GÜÇLÜ GÜNDÜZ

GİRİŞ

Distoni ilk kez 1911 yılında Oppenheim tarafından, değişken kas tonusu ve tekrarlayan kas kontraksiyonlarına neden olan bozukluk olarak tanımlanmış ve "dystonia musculorum deformans" olarak adlandırılmıştır. 1976 yılında ise, David Marsden ve Stanley Fahn farklı distoni sendromlarını tanımlamaya ve sınıflandırmaya başlamıştır. Bu süreç ile başlayan distoni tanımlama ve sınıflandırma süreci günümüzde çok detaylı bir şekilde tarif edilerek ve çeşitli genetik formlar eklenerek tanımlanır hale gelmiştir.

Distoni; anormal tekrarlı hareketlere, postürlere veya her ikisine de neden olan sürekli veya intermitant kas kontraksiyonlarıyla karakterize bir hareket bozukluğudur. Distonik kasılmalar tipik olarak patern halinde ortaya çıkan bükücü hareketlere neden olur ve bu hareketlere tremor eşlik edebilir. Distoni genellikle istemli hareketle başlar veya kötüleşir, komşu kaslara yayılma eğilimi vardır. Distoni; stres, anksiyete, emosyonel değişimler ve yorgunlukla artarken, istirahat, gevşeme, uyku, hipnoz ve duyusal hilelerle azalmaktadır.

Distoni, esansiyel tremor ve Parkinson Hastalığı'ndan sonra en sık görülen 3. hareket bozukluğudur ve prevelansının 16.43/100.000'de olduğu belirtilmektedir. 50 yaş üzerindeki popülasyonda izole distoni prevelansının 732/100.000 olduğu tahmin edilmekte ve bu durum yaşlanan popülasyonda distoninin yaygın bir nörolojik hastalık olduğunu göstermektedir. Çoğu distoni tipi kadınlarda erkeklere göre daha yaygın görülmektedir. Distoninin genetik nedenleri (özellikle erişkin başlangıçlı fokal formlar) hala oldukça belirsiz olmasına karşın hastaların yaklaşık %20'sinde pozitif aile öyküsü olduğu bildirilmektedir. Erişkin başlangıçlı idiyopatik fokal distoniler arasında en yay-

gın olarak sırasıyla; servikal distoni (%69.2), blefarospazm (%17.2), fokal el distonisi (%6.6), spazmodik distoni (%3.0), müzisyen distonisi (%2.9) ve oromandibular distoni (%1.0) görüldüğü belirtilmektedir.

KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Distoni, tremor dahil tonik postürlerin ve fazik hareketlerin kombinasyonuyla tanımlanabilir, istemli hareketlerle özel bir ilişkiye sahiptir. Taşma fenomeni, ayna fenomeni ve duyusal hileleri içeren klinik semptomlar gösterir. (Tablo 14.1).

Tablo 14.1. Distoniye eşlik eden klinik bulgular

Klinik belirti	Tanımlama
Distonik postürler	Bir vücut bölümü longitudinal ekseni boyunca fleksiyona gelir veya bükülür (blefarospazm veya laringeal distonide görülmez). Beceri gerektiren hareketlerde görülen yavaşlık ve beceriksizlik etkilenen bölgedeki rijidite ve traksiyon hissi ile ilişkilidir.
Distonik tremoru kapsayan distonik (fazik) hareketler	Distonik kasılmalar hızlı veya yavaş olabilir. "Tremor", "tik", "kore" veya "miyoklonus" biçiminde görülebilir. Hareketler tekrarlayıcı ve paternlidir (yani tutarlı ve öngörülebilirdir), bükücü olabilir. Distonik tremor, spontan osilatuar (kendiliğinden salınan) ve görünüşte ritmik olmasına karşın tutarsız ve düzensiz distonik hareketlerdir. Primer (normal) bir postür sürdürülmek istendiğinde genellikle kötüleşir. Tremor izole tremor olarak da görülebilir ve esansiyal tremordan ayırt edilmesi zordur. Distonik semptomlar etkilenen vücut bölgesi distonik harekete zıt yönde pozisyonlandığında kötüleşir (örneğin; sağ laterokolliste başı sola çevirmek). Etkilenen vücut bölgesi distoni ile aynı yönde maksimum pozisyona alındığında ise, geçici olsa da gevşeme olabilmektedir (örneğin; sağ laterokolliste başı sağ çevirmek). Bu durum, "null point" (sıfır pozisyonu) olarak adlandırılmaktadır.
İstemli hareketler	Birey hedefe yönelik hareketleri yapabilir. Diğer taraftan, distoni istemli hareketlerden veya istemli olarak sürdürülen postürden etkilenebilir. Bazen, yalnızca bir motor görev yapılırken ortaya çıkabilmektedir (göreve özgü distoni).
Taşma fenomeni	Distonik harekete veya distonik duruşa eşlik eden anatomik olarak farklı vücut bölgelerinde ipsilateral (genellikle) veya kontralateral olarak ortaya çıkan istemsiz kas kasılmalarıdır. Genellikle distonik hareketlerin veya postürlerin arttığı tepe noktada ortaya çıkar.

Ayna fenomeni	Distoni ile aynı veya benzer unilateral istemsiz postür veya hareketlerdir. En çok etkilenen vücut tarafının tekrarlayıcı kasılmaları sırasında, etkilenmeyen veya daha az etkilenen vücut tarafında ortaya çıkarılabilir. Tüm ekstremitelerde bulunmakla birlikte, üst ekstremitelerde özellikle de elde daha yaygın görülmektedir.
Duyusal hileler ("sensory tricks veya gestes antagoniste")	Anormal postürü düzelten veya distoniyi hafifleten istemli hareketlerdir. Genellikle bu hareketlerin başlangıcından hemen sonra distoni hafifler ve hareketler biter bitmez veya bitmeden önce kendiliğinden yavaşça geri döner. Duyusal hile olarak; taktil, propriyoseptif, görsel, işitsel veya termal uyarılar ile imgesel, motor ve atipik uyaranlar kullanılabilir. Duyusal hileler etkilenen vücut bölgesini ilgilendiren basit hareketlerdir, ancak distoniye karşı güçlü bir etkileri yoktur. Bu hareketler etkilenen vücut bölgesine uygulanan itme-çekme gibi zorlayıcı hareketler değil, basit dokunmalardır. Duyusal hileler genellikle basit uyaranlar olsa da bazıları kompleks ve tuhaftır (Tablo 2). Kas aktivitesinde ve distonide geçici bir rahatlama sağlarlar, ancak cevabın daha uzun olduğu nadir durumlar da olabilir. Bu hileler kişiden kişiye farklılık gösterebilir. Çoğu duyusal hile kolayca fark edilebilir. Hastaların %90'ından fazlası kullandıkları duyusal hileyi değerlendiricilere gösterebilir.

Distonik hastaların sıkça kullandığı ve distoni tipine spesifik duyusal hileler Tablo 14.2'de görülebilir.

Tablo 14.2. Bazı distoni tiplerine göre duyusal hilelerin listesi

Distoni	**Duyusal hileler**
Servikal Distoni	• Yüz, çene, alın, oksipital bölge, şakak, burun, mastoid veya boynun arkasında belirli noktalara dokunma • Kolu kaldırma ve parmağı yüze dokundurmadan hedef bölgenin yakınında tutma • Belirli bir noktaya sabit bakma, yürürken sabit nesnelere odaklanma, aynada kendine bakma • Yanak, şakak, çene, baş arkası, mastoid, alın gibi bölgelere basınç uygulama • Başın veya boynun arkasını dayama, gövdeyi öne doğru eğme, sırtı veya omuzları dayama, esneme, fular takma, dirsekleri bir yere dayama • Duyusal bir hile yapmayı hayal etmek, düşünmek

Tablo 14.2. Bazı distoni tiplerine göre duyusal hilelerin listesi

Blefaros-pazm, göz kapağı açma apraksisi	• Sıkı gözlük • Göz kapaklarına dokunma/çekme, kaşın üzerini bantlama • Yüzün özel bölgelerine dokunma (alın, burun, göz kapaklarının yanı, çene) • Başın arkasını itme • Elmacık kemiklerine, göz kapaklarına, alın bölgesine masaj yapma • Gözlerin yanında bitemporal deriye dokunma • Gözü kapama • Dişini temizleme (kürdan vb.) • Lateral göz kapağına dokunmayı taklit edebilmek için takılan basit bir cihaz vb. • Şapka veya başörtüsü takma
Kraniyal distoni (Meige Sendromu)	• Uyuma/rahatlama • Konuşma • Şarkı söyleme/uğuldama • Üst göz kapağını çekme • Boyun arkasını sıkma • Esneme • Geğirme • Yanakları içine çekme veya dışarı üfleme • Soğuk ve/veya alkollü içecek içme
Alt kraniyal distoni, oro-mandibular distoni	• Dudağa veya yüzün alt köşesine dokunma • Dişler arasında kürdan vb. bir nesneyi sıkıca tutma, • Diş ateli veya mandibular duyusal hile cihazı kullanma • Damağa dille dokunma, dudakları ısırma, yutkunma, yüzünü yukarı çekme, boynu öne eğme • Sakız çiğneme • Islık çalma • Ağızda kalem/sigara/dil bastırıcı ısırma vb. • Yiyeceği/plastiği alt ve üst azı dişleri arasında ısırma • Gülümseme, şarkı söyleme, konuşma, konuşmayı düşünme • Pamuk ya da plastik parçasını ısırma • Daha büyük ağızlıkla oynama • Yüz kaslarına 5 dk buz masajı
Laringeal Distoni	• Yüzünü buruşturma • Gülme • Yüksek sesle uğuldama
Yazıcı krampı	• Elini 5 dk soğuk suya daldırma • Değişken kalem tutuşu, kalemi işaret parmağı ve başparmak arasında dik olarak tutma, kapalı yumrukla yazma • Tebeşir ve tahta veya boya kullanarak farklı boyutlarda ve ölçülerde kalemler kullanma • Distonik elin özel bir bölümüne, kontralateral normal elin özel bölümü ile dokunma

Koşucu distonisi	• Ellerini başının üzerinde tutma • Saat yönünde koşma • Saat yönünde koştuğunu hayal etme • Sahilde yürüme • Elle kalçaya baskı uygulama
Kamptokormi	• Yere yakın sırt çantası kullanma • Tekerlekli yürüteç kullanma • Sırtını duvara bastırma
DYT1 distoni	• Piyano çalma

Distoninin non-motor özellikleri

Distoni motor semptomlarıyla bilinmesine karşın artan kanıtlar non-motor semptomların da distoninin bir komponenti olduğunu göstermektedir. Distonide; ağrı, duyusal bozukluklar (propriyosepsiyon, temporal ve spasyal diskriminasyon vb.), nöropsikiyatrik bozukluklar (depresyon, anksiyete, sosyal fobi, obsesif kompülsif bozukluk, alkol/ilaç/madde bağımlılığı vb.), uyku bozuklukları (uyku verimliliğinin bozulması, REM uykusunun azalması vb.), kognitif bozukluklar ve otonomik disfonksiyon (kardiyovasküler düzensizlik, kalp hızı ve sistolik kan basıncı değişkenliği vb.) gibi geniş spektrumda non-motor semptomların varlığı bildirilmektedir.

DİSTONİ SINIFLANDIRMASI

Distoni klinik özelliklerine (Aksis I) ve etyolojisine (Aksis II) göre iki alt kategoride incelenmektedir (Tablo 14.3).

Klinik Özelliklere Göre Sınıflama

Başlangıç yaşı

Yaşa göre sınıflandırma hem tanısal testler hem de prognostik değer için klinik olarak önem taşımaktadır. Çocuklukta başlayan distoninin anlaşılabilir bir nedene sahip olması ve fokalden jeneralizeye doğru ilerlemesi daha muhtemeldir.

Önceleri distoni sınıflamasında çocukları erişkinlerden ayırmak için 26 yaş sınırı kullanılmaktaydı. Ancak, 26 yaş çocukları erişkinlerden ayırmak için kullanılan yaşla uyumsuzluk göstermekteydi ve tüm distoni popülasyonlarında tek bir yaş sınırına göre sınıflamanın yapılamayacağı görüldü. Örneğin; yaşamın ilk yılında ortaya çıkan distoninin, spesifik diagnostik göstergeleri ve ciddi prognostik sonuçları olan kalıtsal bir metabolik bozukluktan kaynaklanma olasılığı çok yüksektir. 2-6 yaşları arasında ortaya çıkan distoni, özellikle gelişimsel motor gecikme dönemini izlerse, distonik serebral

Tablo 14.3. Distoni Sınıflaması

Aksis I. Klinik özelliklere göre sınıflama	**Aksis II. Etyolojiye göre sınıflama**
• Başlangıç yaşına göre; ✓ İnfant: 0-2 yaş ✓ Çocukluk: 3-12 yaş ✓ Adolesan: 13-20 yaş ✓ Erken erişkin: 21-40 yaş ✓ İleri erişkin: >40 yaş	• Sinir sistemi patolojisine göre; ✓ Dejenerasyon varlığı ✓ Yapısal lezyonların varlığı ✓ Dejenerasyon veya yapısal lezyon kanıtının olmaması
• Vücut dağılımına göre; ✓ Fokal ✓ Segmental ✓ Multifokal ✓ Jeneralize ✓ Hemidistoni	• Kalıtımsal veya edinsel oluşuna göre; *-Kalıtımsal* ✓ Otozomal dominant ✓ Otozomal resesif ✓ X'e bağlı ✓ Mitokondriyal *-Edinsel* ✓ Perinatal beyin hasarı ✓ Enfeksiyon ✓ İlaç ✓ Toksik ✓ Vasküler ✓ Neoplastik ✓ Beyin hasarı ✓ Psikojenik -İdiyopatik ✓ Sporadik ✓ Familyal
• Zamansal paterne göre; *- Hastalık Seyri* ✓ Statik ✓ Progresif *- Değişken* ✓ Sürekli ✓ Aksiyon spesifik ✓ Diurnal ✓ Paroksismal	
• Eşlik eden özelliklere göre; - İzole veya diğer hareket bozuklukları *ile kombine distoni* ✓ İzole distoni ✓ Kombine distoni - *Diğer nörolojik veya sistemik belirtilerin varlığı*	

palsi ile daha uyumludur. Dopaya cevap veren distoni gibi diğer distoni sendromları ise 6-14 yaşları arasında ortaya çıkma eğilimindedir. 50 yaşından sonra ise genellikle sporadik fokal distoni ortaya çıkmaktadır. Yaşa göre sınıflandırmadaki bu kısıtlılıklar nedeni ile tanı testlerine yol göstermek ve prognozun belirlenmesine yardımcı olmak için her yaş grubunda meydana gelen en olası hastalıklara odaklanan daha detaylı yaş kategorilerine ihtiyaç duyulmuştur. Bu nedenle; diğer nörolojik bozukluklarla tutarlılık dikkate alınarak Tablo 3'te yer alan şekli ile infant, çocukluk, adolesan, erken erişkin ve ileri erişkin yaş distonisi olarak sınıflandırma yoluna gidilmiştir.

Vücut Dağılımı

Etkilenen vücut bölgelerine göre sınıflandırma, tanı ve tedaviyi yönlendirdiği için klinik olarak önemlidir. Örneğin, erişkin başlangıçlı fokal distonide tanısal değerlendirmeler erişkin başlangıçlı jeneralize distoniden oldukça farklıdır. Distoni; üst veya alt kraniyal bölge, servikal bölge, larinks, gövde, üst veya alt ekstremiteleri fokal veya daha geniş seviyede multifokal olarak etkileyebilmektedir. Etkilenen bölgeler ayrı ayrı veya farklı kombinasyonlarda olabilmektedir. Burada unutulmaması gereken nokta vücut dağılımının zamanla değişebildiği ve distoninin genellikle önceden dahil olmayan bölgelerin tutulumuyla ilerleyebildiğidir.

Fokal distoniler

Yalnızca bir vücut bölgesi etkilenmektedir. Fokal distoni formlarının tipik örnekleri arasında; servikal distoni, blefarospazm, oromandibular distoni, laringeal distoni ve yazıcı krampı yer almaktadır. Fokal distoni, ciddi fonksiyonel ve sosyal bozukluğa yol açan oldukça fazla engelliliğe neden olan hareket bozukluğudur. Hastaların %18.9-47'si distoni nedeniyle işi bırakmakta veya erken emekli olmakta ve bu durum 40'lı yaşlarda belirgin duruma gelmektedir. 50 yaşlarında ise, distoni hastalarının genel popülasyona göre çalışma oranının yaklaşık olarak 2.5 kat daha az olduğu belirtilmektedir (%25'e karşı %62). Ayrıca, hastaların yaşam kalitesinin depresyon ve anksiyetenin de eklenmesi ile inme, multipl skleroz ve Parkinson hastalarıyla kıyaslanabilecek derecede azaldığı görülmektedir.

Servikal Distoni

Fokal distoninin en sık görülen formudur. Genellikle 40-50 yaş arasında başlamaktadır. Sternokleidomastoid, trapez ve posterior servikal kasların değişken tutulumu baş, boyun ve omuzdaki anormal pozisyonlara ve hareketlere neden olmakta ve baş normal merkezi pozisyonundan uzaklaşmaktadır. Bu durum genellikle sürekli anormal postür, spazm, ani kasılmalar, tremor veya bunların kombinasyonu ile ortaya çıkmaktadır. Boyun veya omuz ağrısı veya ikisi birlikte servikal distonili hastaların %70'inden

fazlasında görülmektedir. Ayrıca, anksiyete ve depresyon da dahil olmak üzere duygu durum bozuklukları sıklıkla mevcuttur.

İlk semptomlar arasında boyunda çekilme hissi, ağrı veya sertlik yer alır. Distonik kaslarda kas tonusu ve kütlesi artar. Hastaların %20'sinden azında spontan semptom remisyonu ortaya çıksa da, genellikle remisyon döneminden önceki ilk beş yıl içerisinde distoni giderek ilerlemekte ve remisyon olsa da sonrasında bu hastaların çoğunda relaps görülmektedir.

Servikal distonili hastalarda tortikollis (%82), laterokollis (%42), anterokollis (%29), retrokollis (%25) veya çoğunlukla bu postürlerin kombinasyonu (%66) görülebilir. Ayrıca, hastaların %39'unda skolyoz görüldüğü de belirlenmiştir.

Blefarospazm

Başlangıçta arada sırada tek taraflı olabilmesine karşın genellikle çift taraflı olarak görülen göz kapaklarının aşırı istemsiz kapatılmasından kaynaklanan bir fokal kraniyal distonidir. Genelde orbikularis okuli'nin spazmı nedeniyle ortaya çıkmaktadır. Ancak; kaşların, paranazal, labiyal, çiğneme, lingual, faringeal ve servikal kasların distonik hareketleri de eşlik edebilir. Genellikle 50-60 yaşlarında ve sinsi başlangıç göstermektedir. Göz irritasyonu veya kuruluğunun ardından özellikle parlak ışıkta aşırı göz kırpma görülmektedir. Yıllar içinde kötüleşen semptomlar gözlerin sürekli kapanmasına neden olur ve şiddetli semptomlar fonksiyonel körlüğe yol açabilir. Gözlerin zaman içinde istemsizce kapanması araba kullanma veya kitap okuma gibi günlük yaşam aktivitelerini engellemektedir. Uyku sırasında spazmlar yoktur. Distoninin önemli sayıda hastada, alt yüz ve oromandibular kasları içeren diğer bölgelere yayılabildiği görülmektedir.

Oromandibular Distoni

Belirgin çene açma veya kapama ile birlikte çene kaslarını etkilemektedir. Sıklıkla, dil, yüz ve faringeal kasların tutulumunun da eklendiği görülmektedir. Oromandibular distoni, disartri veya disfaji ile birlikte yemek yeme veya konuşma sırasında kötüleşmektedir. Temporomandibular eklem bozukluğu ile sonuçlanabilecek gözle görülür, acı verici ve ağrılı bir duruma neden olmaktadır. Çiğneme, konuşma, yutma ve yüz ifadesi etkilenmekte ve önemli fonksiyonel yetersizliklere neden olmaktadır. Dilin ısırılması ve sürekli diş gıcırdatmadan kaynaklanan dişin hızlı aşınması ve kaybı sonucu oral travma ortaya çıkmaktadır.

Laringeal Distoni

Spazmodik disfoni olarak da bilinmektedir. Kadınlarda erkeklerden 3-8 kat daha fazla görülmektedir. En sık başlangıcı 35-45 yaşlarında olmasına karşın 13-71 yaşları ara-

sında ortaya çıkabilmektedir. 25 yaşından önce görülen bireylerin ailesinde sıklıkla distoni öyküsüne rastlanmaktadır. Fonasyondan sorumlu kasların ya addüksiyonuna ya da abdüksiyonuna neden olarak sesi etkileyen eyleme özgü bir distoni formudur. Adduktor laringeal distoni, vokal kordun hiperaddüksiyonundan kaynaklanan gergin veya boğulmuş ses kalitesi ile sonuçlanmaktadır. Abduktor spazmodik distonide ise konuşmada nefesin kesildiği görülmektedir. Her iki tip laringeal distonide de ses tremoru ortaya çıkabilir.

Yazıcı krampı

Göreve özgü distoni formları arasında en sık görülenidir ve 30-50 yaşları arasında başlamaktadır. Genellikle baskın elin distal kasları ilk olarak etkilenir. Kalemin sıkıca tutulması tipik özelliğidir.

Hastalar anormal derecede kuvvetli kavrama ile birlikte parmaklarda gerginlik ve ağrı olduğunu ve yazarken önkolun sürekli kramp oluşumuna doğru ilerlediğini ifade eder. Sıklıkla, başparmağın ve işaret parmağının aşırı fleksiyonu, elin pronasyonu ve el bileğinin ulnar sapması ile birlikte görülür. Hastaların yarısından azında kol tremoru ortaya çıkabilir. Zamanla el yazısı daha az okunaklı hale gelir.

Segmental Distoni

İki veya daha fazla bitişik vücut bölgesi etkilenir. Segmental distoni formları arasında; kraniyal distoni veya bi-brakiyal distoni yer almaktadır.

Kraniyal Distoni (Meige Sendromu)

Distoni oromandibular distoni ve blefarospazm birlikte görüldüğünde Meige Sendromu veya kraniyal distoni olarak adlandırılmaktadır. Meige sendromunda göz kapakları, alt-yüz ve çene kasları, larinks ve zaman zamanda servikal kaslar etkilenmektedir.

Multifokal Distoni

İki bitişik olmayan ya da daha fazla (bitişik ya da değil) vücut bölgesini içermektedir.

Jeneralize Distoni

Gövde ve en az 2 başka bölge etkilenmektedir.

Hemidistoni

Vücudun bir tarafı ile sınırlanan daha çok vücut bölgesini içeren distonilerdir. Tipik hemidistoni örnekleri kontralateral hemisferdeki edinsel beyin lezyonlarından kaynaklanmaktadır.

Zamansal patern

Distoni fenomenolojisi; istemli eylemler, eksternal uyarıcılar, kompansatuvar davranışlar, duyusal hileler, psikolojik değişimler, anlık görünüm veya günlük değişkenler ile ilerleyebilmektedir. Zamansal patern tanı ve tedavi tercihlerini kolaylaştıran önemli bir klinik özelliktir. Önemli zamansal özellikler hastalığın seyri veya değişkenliği ile ilişkilendirilmekte ve statik formları progresif formlardan ayırabilmektedir. Bu terminoloji özellikle pediatrik nörologlar tarafından kullanılmasına karşın erişkin vakalara da uygundur. Ek olarak, değişkenlik gün boyunca distoni oluşumuna ilişkin tanımlayıcı nitelik taşımaktadır.

Hastalığın seyri

Hastalığın seyri, distoninin benzer şiddette devam ettiği formlar için statik ve ilerleyen formlar için progresif olarak 2 alt gruba ayırmaktadır.

Değişkenlik

Gün boyunca distoni 4 farklı paternde seyredebilmektedir.

- Sürekli: Distoni gün boyunca yaklaşık olarak aynı biçimde devam etmektedir.
- Aksiyon spesifik: Distoni sadece belirli bir aktivite veya görev sırasında ortaya çıkmaktadır.
- Diurnal: Distoni oluşumunda, şiddetinde ve fenomenolojisinde fark edilebilir sirkadiyen değişimlerle gün boyunca dalgalanmalar görülmektedir.
- Paroksismal: Distoni ani ataklarla ve bir tetikleyici tarafından başlatılmaktadır. Paroksismal distoni, her zaman aynı aktivite veya eylem tarafından tetiklenen distoniden (yani göreve özgü distoniden) ayırt edilmelidir. Paroksismal distonide, farklı durumlarda aynı tetikleyici bir atağı uyarabilir veya uyarmayabilir, aksiyon distonisinde (göreve özgü distoniyi içeren) ise aynı motor aktivite tahmin edildiği gibi distoniyi uyaracaktır. Paroksismal distoni tipik olarak tetikleyici bittikten sonra sürerken göreve özgü distoni tetikleyici eylem tamamlandığında azalır.

Eşlik eden özellikler

İzole veya diğer hareket bozuklukları ile kombine distoni

İzole distoni

Distoni, tremor hariç tek motor özelliğidir. DYT1, DYT6, DYT24 ve DYT25 gibi distoni türleri izole distoniler arasındadır.

a) DYT1 distoni: En iyi karakterize edilen izole distoni formudur, aynı zamanda DYT-TOR1A olarak da adlandırılmaktadır. DYT1 distonisine, Torsin A proteinini kodlayan TOR1A genindeki mutasyonlar neden olur. Semptomlar genellikle çocuklukta alt ekstremite distonisi ile başlar ve daha sonra genele yayılır. Yüz ve boyun tipik olarak dahil değildir.
b) DYT6 distoni: Adolesan veya genç erişkin başlangıçlıdır. Segmental kalabilir veya jeneralize tutulum gösterebilir. Kraniyoservikal ve laringeal tutulum belirgindir.
c) DYT24 distoni: Servikal izole distoni sendromudur ve ANO3 genindeki mutasyondan kaynaklanmaktadır. Temel özelliği olan distonik tremor; en yaygın baş ve kolda ortaya çıkmakta ve distonik postürlerden önce ortaya çıkabilmektedir.
d) DYT25 distoni: Sıklıkla belirgin tremor ile birlikte, erişkin başlangıçlı servikal veya kraniyal distoniye neden olur. Genellikle larinks, gövde ve ekstremiteleri içerecek şekilde ilerlemektedir.

Kombine distoni

Bu formda distoni diğer hareket bozuklukları (örneğin, miyoklonus, parkinsonizm vb.) ile birlikte görülmektedir.

a) Myoklonus-distoni: Miyoklonus-distoni terimi, temel olarak boynu ve üst ekstremiteleri etkileyen distoni ve miyoklonus ile otozomal dominant kalıtımın bir varlığını tanımlamak için kullanılmıştır. DYT11 myoklonus distonisinde, eyleme bağlı, alkole duyarlı subkortikal kökenli myoklonik ani kasılmalar distoni ile kombinedir. Miyoklonik ani kasılmalar tipik olarak kısadır, çok hızlıdır ve sıklıkla boyun, gövde ve üst ekstremiteleri etkilemektedir. Distoni, hastaların yaklaşık üçte ikisinde genellikle hafif servikal distoni ve yazıcı krampı şeklinde meydana gelmektedir.
b) Distoni-parkinsonizm: Çocukluk çağında başlayan olgularda distoni baskındır ve tek motor bulgu olabilir, parkinsonizm yaşla birlikte belirginleşir. Bazı formlarda dopamin metabolizması bozukluğu, semptomların günlük dalgalanması ve levodopaya sürekli yanıt vardır.
c) Ataksi ile kombine distoni: Bazı otozomal dominant spinoserebellar ataksi tiplerinde görülebilmektedir.

Diğer nörolojik veya sistemik bulguların varlığı

Diğer nörolojik veya sistemik bulguların varlığı veya yokluğu, distoni sendromlarını karakterize etmek için önemli bir bileşendir. Motor olmayan bulgular son zamanlarda farklı etyolojilere sahip distoni durumlarında tanımlanmıştır, bilişsel düşüş tipik ola-

rak dejeneratif veya ilerleyici distoni sendromlarında gözlenmektedir. Wilson hastalığı, distoninin tipik olarak diğer nörolojik veya psikiyatrik semptomlar ve karaciğer hastalığı ile birleştiği bir hastalıktır.

Nörolojik spektrum zamanla gelişmekte ve yeni bilgiler edinilirken sınıflamada sık sık revizyon yapılmaktadır.

Etyolojiye göre sınıflandırma

Aksis II etyolojiye yöneliktir ve yeni bilgiler elde edildikçe düzenli olarak güncellenerek gelişen bir alandır. Birçok distoni formunun etiyolojisi henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Şu anda, sınıflandırma için iki tamamlayıcı özellik faydalı olabilir: tanımlanabilir anatomik değişiklikler ve kalıtım paterni. Anatomik nedenler beyin görüntüleme veya patoloji kullanılarak incelenebilir. Kalıtım; metabolik, genetik veya diğer testler yoluyla edinilen durumlardan kalıtsallığı ayırt etmektedir.

Sinir Sistemi patolojisi

Son zamanlarda yapılan beyin görüntüleme çalışmaları izole distoni sendromlu insanlarda; bazal gangliyonlar, serebellum, korteks, beyin sapı ve talamusu içeren bazı beyin bölgelerinde hemen göze çarpmayan anormallikler olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalar, hem gri hem de beyaz maddenin hacmindeki veya bütünlüğündeki değişikliklerin ve bazı temel yapısal bozuklukların distoni etyolojisinde önemli olabileceğini belirtmektedir.

Gross, mikroskobik ya da moleküler seviyede dejenerasyon bulgularının olması, distoni alt gruplarını dejeneratif ve dejeneratif olmayan formlara ayırmada kullanılmaktadır;

a) Dejenerasyon; nöronal kayıp gibi ilerleyici yapısal anormallik mevcut.
b) Statik lezyonlar; ilerleyici olmayan nörogelişimsel anomaliler veya edinilmiş lezyonlar mevcut.
c) Hiçbir dejenerasyon veya yapısal lezyon bulgusu yok.

Kalıtsal veya edinsel

Kalıtsal

Genetik orjini doğrulanan distoni formlarıdır. Distoni genleri; DYT'ler, PARK'lar, PNKD'ler gibi farklı kodlama sistemleriyle veya sistematik olmayan kısaltmalar ile listelenmiştir.

a) Otozomal dominant: DYT1, DYT5, DYT6, DYT11, hızlı başlangıçlı distoni-parkinsonizm, nöroferritinopati, dentatorubral-pallidoluysian atrofisi ve Huntington hastalığı gibi birkaç otozomal dominant formu içermektedir.
b) Otozomal resesif: Kalıtımsal distoninin otozomal resesif formları listesi sürekli olarak artmaktadır. Wilson Hastalığı, PKAN, PLAN ve tip 2 jüvenil Parkinson Hastalığı'nın yanı sıra çok sayıda metabolik bozukluklar en önemli formları arasında yer almaktadır.
c) X'e bağlı resesif: X'e bağlı geçişli kalıtsal distoni; Lubag (DYT3), Lesch-Nyhan sendromu ve Mohr-Tranebjaerg sendromu gibi formları kapsamaktadır.
d) Mitokondriyal: Leigh sendromu veya Leber optik atrofisi ve distonisi gibi mitokondriyal formlar da kalıtsal distonilere neden olmaktadır.

Edinsel (bilinen bir nedene bağlı distoni)

a) Perinatal beyin hasarı (distonik serebral palsi, gecikmiş başlangıçlı distoni), enfeksiyon (viral ensefalit, ensefalit lethargica, subakut sklerozan panensefalit, HIV enfeksiyonu, tüberküloz, sifiliz vb.),
b) İlaç (levodopa ve dopamin agonistleri, nöroleptikler (dopamin reseptör bloke edici ilaçlar), antikonvülsanlar ve kalsiyum kanal blokerleri),
c) Toksik (manganez, kobalt, karbon disülfit, siyanür, metanol vb.),
d) Vasküler (iskemik, hemorajik ve anevrizma içeren arteriovenöz malformasyon),
e) Neoplastik (beyin tümörü ve paraneoplastik ensefalit), beyin hasarı (kafa travması, stereotaktik ablasyonlar dahil beyin ameliyatı, elektrik yaralanması)
f) Psikojenik (fonksiyonel) nedenlerden kaynaklanmaktadır.

İdiyopatik (nedeni bilinmeyen)

a) Sporadik
b) Ailesel

En yaygın idiyopatik formlar, genellikle erişkin başlangıçlı ve yayılma eğiliminde olan izole fokal distonilerdir. Örneğin; servikal distoni, blefarospazm, kraniyal distoni, oromandibular distoni, laringeal distoni ve işle ilgili kramplardır (yazıcı krampı, müzisyen krampı). Geç (erişkin)-başlangıçlı izole fokal distoni sendromları genellikle tanımlanabilir neden olmaksızın sporadiktir. Nadiren genelleşmeye doğru ilerlemesine karşın bitişik vücut bölgelerini kapsayacak şekilde yayılabilir (segmental dağılım).

DİSTONİDE TANI YÖNTEMLERİ

Hastaların tanı öncesi ortalama 3.2 hekim tarafından muayene edildiği ve %34'ünün yanlış tanı aldığı görülmektedir. En yaygın olarak %42.7'si stres bozukluğu ve %35'i sinir/kas problemi olarak tanılanmaktadır. Semptomların başlangıcı ve tanı süresi arasında ortalama 5.4 yıl geçmektedir. En sık konulan yanlış tanılar arasında; servikal distoni (%51.6), hemifasyal spazm (%20.0) ve blefarospazm (%9.8) yer almaktadır. Yanlış tanı konulması ise uygun tedavilere erişimin gecikmesine, yaşam kalitesinin uzun süreli bozulmasına ve hastalar farklı sağlık profesyonellerinden yardım istediklerinde sağlık sistemi üzerindeki yükün artmasına neden olmaktadır.

Distoni tanısını doğrulamak için spesifik bir test olmadığı için tanı klinik muayene ile konulmaktadır. Bu nedenle, uzman klinik değerlendirme gerekmektedir. Tanı distoninin ayırıcı özelliklerini oluşturan temel fiziksel belirtiler incelenerek verilmektedir (Tablo 1). Distoni teşhisi klinik özelliklere dayanmasına ve tanı için rutin olarak nörofizyolojik testler yapılmamasına karşın, çeşitli kaslardan alınan elektromiyografi (EMG) incelemesi distoninin bazı karakteristik özelliklerini göstererek klinik değerlendirmeye katkıda bulunabilir. EMG; 3 farklı tip anormal kas aktivasyonunun ayırt edilmesinde (tonik, fazik, tremor), distoni özelliklerinin saptanmasında, farklı tip tremorların myoklonus ve distoniden ayrımında ve distoni topografyasına katılan kasların tanımlanmasında yarar sağlamaktadır. Bu nedenle, distoninin tipik EMG anormalliklerinin gözlenmesi klinik özellikler tanı için yetersiz kabul edildiğinde yararlıdır.

Distoni tanısı konulduktan sonra, bir sonraki adım klinik distoni sendromunu tanımlamaktır. İzole distonisi olan hastalar için, araştırma süreci başlangıç yaşına, vücut dağılımına ve etkilenen aile üyelerinin olup olmadığına bağlıdır. Yalnızca fokal veya segmental distonisi olan erişkinlerde tanı koyucu testler gerekmez çünkü bunlar genellikle net fikir vermez. Hemidistoni veya jeneralize distonisi olan erişkinlerde nörogörüntüleme yararlıdır çünkü yapısal bir neden açıklama olasılığı daha yüksektir. İzole distonisi olan genç bireylerde tanısal yaklaşım oldukça farklıdır çünkü bir nedeni açıklama olasılığı çok daha yüksektir. Nörogörüntüleme vücut dağılımına bakılmaksızın erken başlangıçlı tüm vakalar için önemlidir. Genetik testler klinik tanı konulduktan sonra yapılabilir.

Birçok kombine distonik bozukluk, ilk önce izole distoni gibi görünerek ortaya çıkabilir. Ek klinik özellikler; izole ekstremite distonisinin mevcut özellik olabileceği parkinsoniyen sendromlarında olduğu gibi takip eden aylar veya yıllar boyunca gelişebilmektedir.

DİSTONİDE FİZYOTERAPİ DEĞERLENDİRMESİ

Distoni hastalarında fizyoterapi değerlendirilmesi, hastanın tıbbi dosyasının incelenmesi ve hikayesinin alınması ile başlar. Hikayede özellikle distoninin ortaya çıkış zamanı, hangi bölgede görüldüğü, şiddetinin zamanla artıp artmadığı, distoninin fonksiyonel aktivitelerde yetersizliğe neden olup olmadığı, mesleki görevlerini veya sosyal aktivitelerini engelleyip engellemediği sorgulanmalıdır. Distoni nedeni ile uygulanan medikal veya cerrahi müdahaleler ve bunlardan gördüğü faydalar kayıt edilmelidir. Distoniye ek nörolojik veya ortopedik bozuklukların varlığı ve kullanılan ilaçlar öğrenilmelidir. Gün içinde distonide gözlemlenen değişim, distoniyi azaltan pozisyonlar veya duyusal hileler sorgulanmalıdır.

Değerlendirme en temel hatlarıyla; işlevsellik, yeti yitimi ve sağlığın uluslararası sınıflandırılmasına (ICF) göre vücut yapı ve fonksiyonlarındaki bozuklukların bozuklukların ve distoninin neden olduğu aktivite ve katılım yetersizliklerinin değerlendirmesi kapsamında yapılmalıdır.

Değerlendirme bölümünde klinik ve çalışmalarda yaygın olarak kullanılan güvenilir, geçerli ölçeklere de yer verilecektir. Bununla birlikte, bu ölçeklerin çoğunun belirli bir distoni tipine spesifik olduğu görülecektir. Bu noktada, bu ölçekler diğer distoni tipleri için de distoninin ne tip aktivite ve katılım kısıtlılıklarına neden olabileceği ve nelerin sorgulanması gerektiği ile ilgili fikir verecektir.

Distoni şiddeti, lokalizasyonu ve durasyonu

Distoninin hangi vücut bölümlerini etkilediği, şiddetinin ne olduğu ve ne kadar süre devam ettiğinin değerlendirilmesi tedavi planının oluşturulabilmesinde önemlidir. Distoninin şiddetini değerlendirirken günden güne ve gün içinde dalgalanma gösterebildiği, zaman zaman kaybolabildiği, farklı koşullarda tetiklenerek artabildiği veya azalabildiği unutulmamalıdır. Örneğin; stres oluşturan durumlarda distoni şiddeti ve eşlik eden semptomlar daha da artabilir.

Distoni şiddeti ve lokalizasyonu distoniye özel geliştirilen ölçeklerle değerlendirilebileceği gibi, basitçe görsel analog skalası ve vücut diagramı ile de değerlendirilebilir. Kasılmaların seyri ne zaman artıp azaldığı, tetikleyiciler ve azaltıcılar kayıt edilebilir.

Distoninin değişken yapısı değerlendirme ölçeklerinin geliştirilmesini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, klinik olarak kullanımı önerilen güvenilir ve geçerli ölçekler de bulunmaktadır. En sık kullanılan değerlendirme ölçekleri aşağıda yer almaktadır. Bu ölçeklerin bir kısmı distoni şiddetini değerlendirmenin yanı sıra distoni nedeni ile oluşan aktivite kısıtlılıklarını da değerlendirmektedir.

Burke-Fahn-Marsden Distoni Değerlendirme Ölçeği: Jeneralize distonilerde kullanılan ölçek hareket ve disabilite olmak üzere iki bölümden oluşur; Burke-Fahn-Marsden Hareket Ölçeği ve Burke-Fahn-Marsden Disabilite Ölçeği. Hareket bölümü; gözler, ağız, konuşma veya yutma, boyun, kollar (sağ ve sol), gövde ve bacaklar (sağ ve sol) olmak üzere 9 vücut bölgesini içermektedir. Herbir vücut bölgesinde distoni şiddeti ve distoniyi provoke edici faktörler değerlendirilir. Distoni şiddeti 0 (distoni yok)-4 (şiddetli) puan arasında, distoni ile hareket arasındaki ilişkiyi inceleyen provoke edici faktör de yine 0 (distoni hareket veya dinlenmede yok)-4 puan (dinlenmede distoni) arasında puanlanır. Her bir vücut bölümü için şiddet ve provoke edici faktör puanı çarpılır. Ağız, yüz ve boyun puanları ikiye bölündükten sonra tüm bölüm puanları toplanır. Değerlendirmede maksimum elde edilebilecek maksimum hareket alt ölçeği puanı 120'dir. Burke-Fahn-Marsden Disabilite Ölçeği bölümünde; ebeveyn veya birey günlük aktiviteleri (konuşma, yazı yazma, beslenme, yemek yeme, yutma, hijyen, giyinme ve yürüme) sırasında ne kadar aktivite kısıtlılığı yaşadığını değerlendirir. Yürüme 0-6 arasında, diğer tüm aktiviteler ise 0-4 arasında puanlanmakta ve maksimum 3 puan alınmaktadır. Yüksek skorlar hareketin ve aktivite kısıtlılığının şiddetinin arttığını göstermektedir. Toplam puan 0 (tamamen bağımsız) ile 30 (tamamen bağımlı) arasında değişir.

Birleşik Distoni Değerlendirme Ölçeği (Unified Dystonia Rating Scale, UDRS): Jeneralize distonide kullanılmaktadır. Gözler, üst yüz, alt yüz, çene ve dil, larinks, boyun, gövde, omuz/proksimal kol (sağ ve sol), distal kol/el (sağ ve sol), proksimal bacak (sağ ve sol) ve distal bacak/ayak (sağ ve sol) olmak üzere 14 farklı vücut bölgesini kapsamaktadır. Değerlendirilen her bir vücut bölgesi için, distoninin şiddeti ve durasyonu puanlanır. Distoni şiddeti 0 (distoni yok)-4 (şiddetli distoni) arasında değişmektedir. Toplam puan 112 puandır.

Global Distoni Değerlendirme Ölçeği: Jeneralize distonide kullanılmakta ve Birleşik Distoni Değerlendirme Ölçeği'ndeki 14 vücut bölgesinde distoni şiddeti değerlendirmektedir. Distoni şiddeti 0 (yok)-1 (minimal)-5 (orta) ve 10 (şiddetli) arasında puanlanır ve en yüksek 140 puan alınır.

Toronto Western Spazmodik Tortikollis Değerlendirme Ölçeği (TWSTRS): Servikal distoni için geliştirilen ölçek; boyun deviasyonunun yön ve şiddetini değerlendiren motor bölümü ile birlikte ağrı ve günlük yaşam aktivitelerinin değerlendiren 3 alt bölüm içermektedir. Distoni şiddeti alt bölümü klinisyenin puanladığı 11 maddeden oluşmaktadır. Bu maddeler; baş hareketlerini, semptomların durasyonunu, duyusal hilelerin etkilerini, omuz elevasyonu ve omuzun öne yer değiştirme miktarını, hareket açıklığını ve nötral pozisyonun süresini değerlendirmekte ve maksimum 35 puan almaktadır. Disabilite alt bölümü; günlük yaşam aktiviteleri, işle ilgili aktiviteler, okuma,

televizyon izleme ve araç kullanmayı içeren 6 maddeden oluşmakta ve maksimum 30 puan almaktadır. Ağrı alt bölümü; ağrının şiddeti, durasyonu ve ağrıdan kaynaklanan aktivite kısıtlılıklarını değerlendirmekte ve maksimum 20 puan almaktadır. Şiddet alt ölçeğini klinisyen puanlarken, disabilite ve ağrı alt ölçeklerini hasta puanlamaktadır.

Tsui Değerlendirme Ölçeği: İlk olarak spazmodik tortikollisin değerlendirilmesi için geliştirilmiştir. İstemsiz boyun hareketlerinin, omuz elevasyonunun ve baş tremorunun durasyonunu ve amplitüdünü değerlendiren 6 maddeden oluşmaktadır.

Servikal Distoni Şiddeti Ölçeği: Üç düzlemin her birinde nötrale göre baş deviasyon açısını değerlendirerek distoni şiddeti ile ilgili bilgi verir. Değerlendirmede bir açı ölçer ve duvar şeması kullanır (rotasyon, laterokollis, anterokollis ve retrokollis). Bu ölçek; omuz elevasyonu, tremor veya sagittal kaymayı değerlendirmez.

Jankovic Değerlendirme Ölçeği: Blefarospazm hastalarında distoni şiddetinin değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan ölçektir. Göz kapağı spazmının şiddetini (0=yok ve 4=şiddetli, göz kapaklarının ve muhtemelen diğer yüz kaslarının etkisiz hale getirici spazmı) ve frekansını (0=yok ve 4= fonksiyonel körlük, uyanık olduğu zamanın %50'sinden fazlasında sürekli gözler kapalı) değerlendirmektedir.

Eklem Hareket Açıklığı

Distoni; boyun, el veya ayak gibi izole vücut bölgelerinde, üst veya alt ekstremite gibi bir bölgede veya "genelleştirilmiş" biçimde vücudun çoğunda görülebilmektedir. Bu da distoninin birçok kas ve eklemde biyomekanik değişikliklere neden olmasına ve aktif-pasif eklem hareket açıklığını limitlemesine yol açmaktadır. Eklem hareketlerinin izlenmesi ve gonyometrik ölçümlerle değerlendirilmesi sıklıkla karşılaşılan kontraktürlerin oluşumunun engellenmesine yardımcı olur.

Servikal distonide; atlantoaksiyal ve servikal, yazar/müzisyen/daktilocu krampında; el, el bileği, parmak hatta dirsek ve omuz , koşucu distonisinde; kalça, diz ve ayak bileği, oromandibular distonide; temporomandibular eklemler değerlendirilmelidir.

Postür

Distoni etkilenen kasta veya antagonistinde fonksiyonel kayıplara yol açmakla birlikte iskelet sistemini de etkileyerek postüral değişikliklere neden olmaktadır. Çoğu distoni türünde özellikle istemsiz hareketler gövdeyi etkilediğinde postüral anormallikler yaygın olarak görülmektedir. Örneğin; tortikollis, laterokollis, anterokollis, retrokolis, skolyoz ve kamptokormi gibi postüral bozukluklar tek tek veya kombine biçimde ortaya çıkabilir.

Statik duruş postürünü değerlendirmenin yanı sıra fonksiyon sırasında da vücut postüründeki değişimler gözlenmeli ve kayıt edilmelidir. Özellikle, yazıcı krampı gibi göreve özgü distoni türlerinde; görev yapılırken distonik ekstremitenin, diğer ekstremitelerin ve gövdenin postürü incelenmelidir.

Kas kuvveti

Distoni sonucu gelişen postür özellikle antagonist kaslarda yapısal değişikliklere neden olabilir. Distonik kasın gözlenmesi ve palpasyonu ile tonus, gerginlik, ağrı ve kuvveti değerlendirmenin yanı sıra distonik ve antagonist kaslar arasındaki kuvvet dengesinin bozulmuş olabileceği düşünülerek antagonist kaslardaki güçsüzlük de kayıt edilmelidir. Değerlendirmede klasik test yöntemleri kullanılabildiği gibi, özellikle objektif olmayacağı düşünülen durumlarda fonksiyonel testler kullanmak uygun olacaktır. Özellikle, kas dengesizliğini gidermek için yapılan botulinum toksin uygulaması sonrası bu kasların kuvvet ölçümleri takip edilmelidir.

Ağrı

Ağrı distonik kaslarda veya kompansatuar kaslarda, bu kaslarla ilişkili eklemlerde ve bu bölgedeki biyomekanik bozukluk nedeni ile daha fazla stres taşımak zorunda kalan diğer vücut bölgelerinde ortaya çıkabilmektedir. Ağrının görülme sıklığı; servikal distonide %90'a kadar çıkarken, fokal el distonisi veya yazar krampı görülen hastalarda %30 oranındadır. Ağrı distoni hastalarında yaşam kalitesini olumsuz olarak etkileyen en önemli şikayetlerden biridir. Değerlendirmede ağrının günlük yaşam aktiviteleri üzerine olumsuz etkisi ve psikososyal yükü arttırması da dikkate alınmalıdır.

Numerik Ağrı Derecelendirme Ölçeği ağrının şiddetini değerlendirmede en yaygın kullanılan ölçek olsa da Toronto Western Spazmodik Tortikollis Değerlendirme Ölçeği gibi distoniye özgü ek ölçekler de kullanılabilmektedir.

Duyu

Sensorimotor entegrasyonun bozulmasının distoni patofizyolojisine olumsuz etkileri vardır. Distoni hastalarında; temporal diskriminasyon, spasyal diskriminasyon, propriyosepsiyon ve grafiestezi (fokal el distonisi) gibi duyularda bozulma görülebilir. Vücut imajı bozularak vücut farkındalığı azalabilir. Bu durumda duyu uygun testler ile değerlendirilmelidir. Distonide görülen anormal sensorimotor süreçlerin düzenlenmesi ve distoni semptomlarının azaltılması için duyusal hileler kullanılabilir. Hastada bu hilelerin varlığı, neler olduğu, etki düzeyi, ne sıklıkla kullanıldığı gibi bilgiler kayıt edilmelidir.

Denge

Distonide denge pek çok nedenle bozulabilir. Postüral anormallikler ve istemsiz kasılmalar ağırlık merkezinin yerinin değişmesine, destek yüzeyi olan ayağın yerle etkili temasının ortadan kalmasına ve baş-boyundan gelen vestibüler bilgilerde hataya neden olabilir.

Dengeyi farklı parametreleri ile detaylı olarak değerlendirmek gerektiğinde klinikte sık kullanılan ve Parkinson hastalığında da güvenilir ve geçerli olduğu gösterilen Denge Sistemler Testi (Balance Evaluation Systems Test-BESTest) ve Berg Denge Ölçeği ilk akla gelen ve dengenin statik, proaktif ve reaktif yönlerini değerlendirebilen ölçeklerdir.

Yürüme

Distoni yürümeyi çeşitli nedenlerle olumsuz yönde etkiler. Hem ekstremite distonisi hem de gövdede bozuk postüre neden olan istemsiz hareketler sonucunda normal yürüyüş bozulur. Yürüme problemleri bacak ve gövde distonisi olan bireylerde daha sık görülmesine karşın servikal distonide de görülebilir. Örneğin, tortikollis anormal boyun ve gövde postürü nedeni ile yürüme sırasında görme alanını bozarak yürüyüşü olumsuz etkileyebilir. Servikal distoni hastalarının normal bireylere göre; daha yavaş yürüdüğü, daha uzun çift destek süresine sahip olduğu ve fonksiyonel mobilitelerinin azaldığı bildirilmektedir. Şiddetli blefarospazm hastalarında ise, fonksiyonel körlük normal yürümeyi engellemektedir. Dopaya duyarlı distonide, gün sonuna doğru motor kötüleşme sonucunda yürüme bozulmakta veya yürümede dalgalanmalar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca asimetrik, içe basan ve iki kolun ekstansiyonuyla vücut ağırlık merkezinin ayak parmaklarına doğru yer değiştirdiği oldukça sıradışı bir yürüyüş paterni de görülebilmektedir. Dopaya duyarlı distoni ve alt ekstremiteleri içeren diğer distoni formları, parmak yürüyüşüne de neden olabilir. Görüldüğü gibi; farklı distoni türlerinde yürüyüş farklı şekillerde de olsa etkilendiğinden yürümenin dikkatle değerlendirilmesi gerekmektedir.

Değerlendirmede birbirinde oldukça farklı varyasyonları olan distoni için tek bir yöntem söylemek yerine, gözlemsel yürüme analizi ile yürüyüşün temel parametrelerinin gözlenerek kayıt edilmesi uygun olabilir. Üst ekstremite tutulumunun görüldüğü durumlarda distoni yürüme sırasında özellikle etkilenen tarafın kol salınımlarında azalmaya neden olmaktadır. Bu gibi durumlar not edilmelidir. Bu amaçla geliştirilmiş kontrol listeleri veya Tinetti Denge ve Yürüme Anketi kullanılabilir. Süreli Kalk Yürü Testi, 10 m yürüme Testi de yine yürüme performansını değerlendirmede yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir.

Düşme korkusu ve denge güven algısı

Distoni hastalarında; sağlıklı yaşlılara, Parkinson ve multipl skleroz hastalarına benzer biçimde, düşme korkusunun arttığı ve günlük yaşam aktivitelerinde denge güven algısının azaldığı görülmektedir. Bu amaçla, Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (Activity-Specific Balance Confidence (ABC) Scale) kullanılabilir.

Fonksiyonel egzersiz kapasitesi

Özellikle jeneralize distoniler gibi alt ekstremite etkilenimi olan veya servikal distonilerde olduğu gibi postüral bozuklukların görüldüğü distoni türlerinde torakal ekspansiyon, denge, denge güven algısı ve yürümenin bozulması fiziksel aktivite düzeyini olumsuz etkilemektedir. Buna bağlı olarak da egzersiz kapasitesinin azalabileceği düşünülerek klinik değerlendirmede altı dakika yürüme testi gibi fonksiyonel testlerle egzersiz kapasitesinin değerlendirilebileceği akılda tutulmalıdır. Değerlendirme hastanın durumuna uygun yöntemler kullanılarak detaylandırılabilir.

Üst ekstremite ve el fonksiyonları

Üst ekstremite distonileri ve göreve özgü distoni türlerinde semptomlar el fonksiyonlarında yetersizliğe neden olmaktadır. Bu nedenle, özellikle yazıcı krampı olmak üzere, ayakkabıcı distonisi, terzi distonisi, piyanist krampı ve kuaför krampı gibi distoni türlerinde üst ekstremite ve el fonksiyonları değerlendirilmelidir. Bu amaçla 9 Delikli Peg Test ve Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand-DASH) hem motor performansı hem de fonksiyonel yetersizliği ve semptomları sorgulamak için kullanılabilir.

Tremor

Distoninin motor özelliklerinden biri olarak kabul edilen distonik tremor sosyal olarak yetersizliğe ve şekil bozukluğuna neden olduğu için önemlidir. Tremor, genellikle baş veya kolları içermekte ve postüral/kinetik veya istirahat tremoru biçiminde görülmektedir. Baş tremoru distoniye özgüyken, kol tremoru esansiyel veya parkinsoniyen tremorla da karıştırılabilir. Üst ekstremite tremoru, servikal distoni, fokal üst ekstremite distonisi veya spazmodik disfoni gibi izole edilmiş fokal distoni sendromları olan hastaların önemli bir kısmında gözlenir. Değerlendirmede tremorun şiddeti, frekansı, ne oranda aktivite kısıtlılığına neden olduğu sorgulanmalıdır. Bu amaçla; Birleştirilmiş Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği'nin (Unified Parkinson's Disease Rating Scale-UPDRS) motor ve günlük yaşam aktiviteleri bölümündeki ilgili değerlendirmeler, EMG, videoteyp ve dış iskelet (eksoskeleton) teknolojisine sahip ortezler kullanıla-

bileceği gibi tremora spesifik Basit Tremor Şiddet Ölçeği (Simple Tremor Severity Scale), Arşimet Spiral Çizme Testi (Archimedes spiral drawing test) ve grafik tabletlerle tremor analizi gibi yöntemler de kullanılabilir.

Taşma fenomeni

Değerlendirme sırasında özellikle fonksiyonel aktiviteler sırasında gözlemlenerek not edilmesi gerekir. Tedavi uygulamaları sırasında da diğer kaslara yayılan kas aktivasyonu ve ko-kontraksiyonların oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Diğer hareket bozuklukları

Distoni her zaman tek başına görülmemektedir. Spastisite, Parkinson Hastalığı, myoklonus, kore, tik, serebellar ataksi, paroksismal diskinezi gibi hareket bozukluklarıyla kombine biçimde de ortaya çıkabilmektedir. Bunların da değerlendirilmesi gerekmektedir.

Duygu durumu ve nöropsikiyatrik bozukluklar

Depresyon, anksiyete, apati, yorgunluk, uyku bozuklukları ve kognitif anormallikler gibi nöropsikiyatrik bozukluklar distoni hastalarında ortaya çıkabilmektedir. Özellikle, depresyonun sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında; servikal distoni, blefarospazm, laringeal distoni ve fokal el distonisi görülen hastalarda daha sık ortaya çıktığı görülmektedir. Bu durum değerlendirmeler sırasında akılda tutulmalı, tedavi ve değerlendirme için yönlendirme yapılmalıdır.

Günlük Yaşam Aktiviteleri

Şiddetli jeneralize distoni formları yürüme veya el fonksiyonları ile ilgili tüm günlük yaşam aktivitelerini etkileyebilmektedir. Fokal distoni formlarına bakıldığında; servikal distoni yürüme ve denge, blaferospazm yürüme ve araba sürme, oromandibular distoni yemek yeme ve konuşma, laringeal distoni konuşma gibi aktivititelerde yetersizliğe neden olmaktadır. Yazıcı krampı, müzisyen krampı gibi göreve özgü distoni formları ise, bireylerin günlük yaşam aktiviteleri dışında profesyonel işlerini yapmalarına da engel olmaktadır. Distoniye özgü ölçeklerden pek çoğunun günlük yaşam aktivitelerini içeren alt bölümleri bulunmaktadır. Örneğin, Burke-Fahn-Marsden Distoni Değerlendirme Ölçeği, Toronto Western Spazmodik Tortikollis Değerlendirme Ölçeği ve Blefarospazm Disabilite İndeksi günlük yaşam aktivitelerinde yetersizliği değerlendiren bölümler içermektedir.

Yaşam kalitesi

Distoni, hastaların günlük yaşamlarının birçok yönünü etkileyerek yetersizliklere ve postür bozukluklarına neden olmaktadır. Hastalığın karakteristik özelliği olan şiddetli kas kasılmaları; yürüme, oturma, yemek yeme ve konuşma gibi temel günlük fonksiyonlarını engellemektedir. Tuhaf postürler nedeniyle, hastalar utanmakta ve bu durum sosyal kaçınma ve izolasyona yol açmaktadır. Genelleşmiş distonisi olan, işsiz, genç ve ayrılan/boşanan bireylerin yaşam kaliteleri daha fazla etkilenmektedir.

Yaşam kalitesinin bozulmasının birincil nedenlerini gelişen fonksiyonel yetersizlikler, vücut şekil bozukluğu ve depresyon oluşturmaktadır. Distoniye özgü yaşam kalitesi ölçekleri incelendiğinde servikal distonili bireyler için geliştirilen aşağıdaki iki ölçeğin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte pek çok klinikte ve çalışmada SF-36 (Short Form - Kısa Form) kullanılabilmektedir.

Kraniyoservikal Distoni Soru Anketi (Craniocervical Dystonia Questionnaire-24; CDQ-24): Servikal distoni ve blefarospazmı içeren kraniyoservikal distonide yaşam kalitesini değerlendirmek için kullanılır. Ölçek beş alt ölçekte, stigma-damga (6 madde), emosyonel iyilik (5 madde), ağrı (3 madde), günlük yaşam etkinlikleri (7 madde) ve sosyal/aile yaşamı (4 madde) olmak üzere 24 sorudan oluşmaktadır. Hastalardan son iki haftalık durumlarını değerlendirmeleri istenir. Her madde şiddete göre 0'dan 4'e kadar puanlandırılır. Kaba puanlar 0-100 ölçeğine dönüştürülür. 0 en iyi, 100 en kötü yaşam kalitesi düzeyini yansıtır. CDQ-24 güvenilir, geçerli ve değişikliklere duyarlı bir ölçektir.

Servikal Distoni Etki Profili (Cervical Dystonia Impact Profile-58; CDIP-58): Servikal Distoni hastalarında yaşam kalitesini değerlendiren hastalığa özgü bir ölçektir. Sekiz alt ölçekte 58 madde içerir. Baş boyun semptomları (6 madde), ağrı ve huzursuzluk (5 madde), üst ekstremite aktiviteleri (9 madde), yürüyüş (9 madde), uyku (4 madde), rahatsızlık (8 madde), duygu durum (7 madde) ve psikososyal işlev (10 madde) ölçeğin alt gruplarını oluşturmaktadır. Her madde, hasta tarafından Likert puanlamasına göre yanıtlanır. Alt ölçeklerin toplam skorları "0" (etki yok) ile "100" (çok etkili) arasında derecelendirilir. Çok merkezli bir çalışmada CDQ-24 ve CDIP-58 ölçeklerinin tutarlılığı, geçerliliği ve değişikliklere duyarlılığı kanıtlanmıştır.

Botulinum Toksin ve Derin Beyin Stimülasyonu Sonrası Değerlendirme

Botulinum toksin tedavisi, distonik kas hiperaktivitesini gevşetmenin en etkili yoludur (52). Botulinum toksin uygulamasının amacı; distonik ve antagonist kaslar arasındaki imbalansın dengelenmesi olduğundan fizyoterapi değerlendirmeleri; eklem hareket açıklığı, kas kısalıkları ve kuvvetlendirme üzerine odaklanmalıdır. Botulinum toksin

sonrası fizyoterapi elde edilen klinik kazanımların süresinin uzamasına, yeniden enjeksiyon oranlarının ve ağrının azalmasına katkı sağlamaktadır.

Derin beyin stimülasyonu (DBS) ise, kas aktivitesini baskılar. Stimülasyon; globus pallidus internus veya talamik hedeflere (tremor tip distonide) uygulanır. İdiyopatik distonide en iyi sonucun ortaya çıkmasını sağlar. DBS sonrası fizyoterapi değerlendirmeleri; eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, koordinasyon, propriyosepsiyona ek olarak normal postürler ve hareketlerin sağlanması için kullanılan duyusal hileleri içermelidir.

Birleştirilmiş Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği (Unified Parkinson's Disease Rating Scale-UPDRS)

İdiyopatik Parkinson Hastalığı'nda kullanılmak üzere geliştirilen Birleştirilmiş Parkinson Hastalığı Değerlendirme Ölçeği hareket hastalıklarının eşlik ettiği distonilerde hastanın kapsamlı değerlendirmesi amacı ile kullanılabilmektedir. Dört alt ölçekte 42 madde içerir. Maddeler 0 (normal)-4 (çok şiddetli) arasında puanlanır ve yüksek puanlar semptomların şiddetlendiğini gösterir. Mental durum, davranış ve ruhsal durum (4 madde), günlük yaşam aktiviteleri (13 madde), motor işlevler (14 madde) ve tedavi komplikasyonları (11 madde) ölçeğin alt gruplarını oluşturmaktadır. Mental durum; 16 puan, günlük yaşam aktiviteleri; 52 puan, motor işlevler; 108 puan ve tedavi komplikasyonları; 23 puan olmak üzere toplam 199 puandan oluşmaktadır. Yüksek skorlar hastalık şiddetinin arttığını gösterir.

Konuşma ve yutma değerlendirmesi

Distoninin baş-boyun, konuşma ve yutma kaslarını etkilediği durumlarda hasta yutma, salya kontrolü ve konuşma fonksiyonlarının değerlendirilmesi ve terapisi için dil konuşma terapistlerine yönlendirilmelidir.

DİSTONİDE TEDAVİ

MEDİKAL TEDAVİ

Distoninin medikal tedavisinde başlıca dopaminerjik, antidopaminerjik ve antikolinerjik ilaçlar kullanılmaktadır.

Dopaminerjik ilaçlar

Distonili hastalarda levadopa kullanımı genellikle sınırlı bir iyileşme sağlamaktadır. Ancak çocukluk çağı distonilerinin yaklaşık %5'ini temsil eden küçük bir türünde

levadopa kullanımıyla önemli ölçüde düzelme hatta distoninin tamamen iyileşmesi sağlanabilmektedir. Bu nedenle çocukluk çağında görülen distoninin bu türüne dopa duyarlı distoni adı verilmektedir.

Antidopaminerjik İlaçlar

Geçmişte yaygın olarak kullanılmasına rağmen, çoğu klinik çalışmada dopamin reseptör blokerleri ile ilgili net bir sonuç bulunamamıştır. Bu gruptaki ilaçlar etkilerinin az olmasının yanı sıra birçok yan etkiye sebep olmaktadır. Bunlar; özellikle sedasyon, parkinsonizm, depresyon ve tardif distoniyi indükleme riskidir.

Antikolinerjik ilaçlar

Triheksifenidil gibi antikolinerjik ilaçlar, genel ve segmental distoninin tedavisinde yararlıdır. Doz düşük başladığında ve çok yavaş arttığında, antikolinerjik ilaçlar iyi tolere edilebilir (105). En iyi antidistonik etkiler antikolinerjik ilaçlarla elde edilir.

Diğer ilaçlar

İmplante edilmiş bir pompayla uygulanan sürekli intratekal baklofen fokal olmayan distonide kullanılabilir. İntratekal baklofen uygulamasının en iyi sonuçları fokal distonide verdiği ancak fokal olmayan distonide de fayda sağladığı bildirilmiştir. Ağrılı sekonder komplikasyonlarda ve ağrılı distonik kas aktivitesinin yeterince baskılanamadığı durumlarda analjezikler kullanılabilir. Anksiyolitik ilaçlar distoniyi tetikleyen bir faktör olan stresi azaltmak için kullanılabilir.

ANTİDİSTONİK TEDAVİ

Botolunium Toxin

Botolunium toksin (BT) paralitik etkisini presinaptik uçta bulunan kolinerjik akson terminaline bağlanarak gerçekleştirir. BT, presinaptik uçtaki kolinerjik akson terminaline bağlandıktan sonra kolinerjik akson terminalinden asetil kolin salınımını engeller. Böylece kasta bir paralizi meydana gelir. BT enjeksiyonları ile başarılı bir şekilde tedavi edilen fokal distoni vakalarının raporları 1980'lerin başında ortaya çıkmaya başlamıştır. O zamandan beri blefarospazm, servikal distoni ve laringeal distoni gibi birçok distoni türünün tedavisinde etkinliği randomize klinik çalışmalarda kanıtlanmıştır. Literatür incelendiğinde, distoni tedavisinde en çok tercih edilen tedavinin BT uygulaması olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, bu tedavi ön servikal kaslara uygulandığında lokal ağrı ve/veya parezi, disfaji, ağız kuruluğu gibi yan etkilere neden olabilmektedir. Bu yan etkilerin yanı sıra vücutta BT'ye karşı oluşan antikor üretimi sonraki uygulamalarda daha yüksek dozlara ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır.

Distonide BT tedavisinin fizyoterapi programlarıyla birlikte uygulanması BT uygulamalarının etkinliğini arttırmaktadır. BT'ye ek olarak uygulanan fizyoterapi programının; distoninin şiddetini azaltmada daha etkin bir yöntem olduğu, ağrıyı, özürlülüğü ve yaşam kalitesini arttırdığı ve tekrarlanacak olan BT uygulamalarında daha düşük dozlarla uygulama yapılmasını sağladığı bildirilmiştir.

Cerrahi

Fonksiyonel beyin cerrahisi distoninin tedavisinde önemli bir rol oynamaktadır. Tıbbi tedaviye dirençli hastalarda yakın zamanlara kadar radyofrekans lezyonları kullanılmasına rağmen, son birkaç yılda derin beyin stimülasyonu (DBS) ilgi odağı olmuştur. Derin beyin stimülasyonu (DBS), stereotaktik olarak yerleştirilmiş elektrotlar yoluyla sürekli yüksek frekanslı stimülasyon kullanılarak bazı bazal gangliyon yolaklarını bloke etme yöntemidir. DBS ile posteroventral lateral globus pallidus internus'un (GPi) uyarılması günümüzde neredeyse radyofrekans lezyonlarının yerini almıştır. DBS ile en iyi sonuç idiyopatik distonide alınmakla birlikte jeneralize ve segmental primer distonili hastaların tedavisinde de etkili olabilmektedir.

Distonide rizotomi uygulamaları da kullanılmıştır. Anterior servikal rizotomi, BT tedavisine başlamadan önce standart teknik olmasına rağmen, hem sınırlı etkinliği hem de nispeten yüksek yan etki yükü nedeniyle büyük ölçüde terk edilmiştir. Rizotominin aksine, posterior ramisektomi sadece birkaç yan etkisi olan ekstradural ve ekstraspinal bir işlemdir. Bu nedenle rizotomiye karşı tercih edilebilmektedir.

Bilateral radyofrekans lezyon oluşturma metodu ise geçmişte kullanılan bir yöntemdir. Hem pallidotomi hem de talamotomi yaygın olarak kullanılmıştır. Özellikle, 1990'lı yıllardan beri fonksiyonel stereotaktik beyin cerrahisinin yeniden canlanması ile bu işlemlerin popüleritesi artmıştır. Bazı çalışmalar geçici etkiler gösterse de diğer çalışmalarda hastaların %30'unda dizartri görülmüştür. Günümüzde bu işlemlerin unilateral olarak kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Servikal distonide BT tedavisinden önce posterior ramisektomi, periferik denervasyon ve sternokleidomastoid kasın miyektomisiden oluşan Bertrand işleminin yaygın olarak tedavide kullanıldığı ve fayda sağladığı saptanmıştır. Diğer seçici denervasyonlar ve miyektomiler lokalize distoninin özel formlarında kullanılabilirken, distonide denenen bir diğer stimülasyon bölgesi olan spinal kord stimülasyonunun sonuçları etkili bulunmamıştır.

Repetitif transkraniyal manyetik uyarım

Repetitif transkraniyal manyetik uyarım (rTMU), manyetik uyarının peş peşe verilmesiyle ortaya çıkan ve kortikal eksitabilite üzerine modülasyon sağlayan elektrofizyo-

lojik bir yöntemdir. Bu özelliği nedeniyle çeşitli nörolojik ve psikiyatrik hastalıklarda kullanılmaktadır.

Literatür incelendiğinde 2017'de yayınlanan bir meta-analizde rTMU'nun çeşitli distoni tiplerinde, nörofizyolojik ve fonksiyonel (kan akımı ya da serebral aktivite) değişimleri inceleme ve tedavi için önemli olanaklar sunduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar rTMU'nun potansiyel faydaları olabileceğini bununla birlikte henüz klinik gelişme sağlayacak etkili bir protokol bulunmadığını kaydetmişlerdir. Bu konudaki çalışmaların artmasıyla uygun protokollerin geliştirilmesi ümit verici bir alan gibi görünmektedir.

FİZYOTERAPİ

Distonide kullanılan fizyoterapi yöntemlerinin ilk hedefi yumuşak dokularda ve eklemlerde artan stres sonucu oluşan gerilimi, spazmı ve ağrıyı azaltmak olmalıdır. Bu hedefle distoniye sekonder yumuşak dokularda gelişecek geri dönüşsüz adaptif değişikliklerin oluşması engellenmelidir.

Bununla birlikte, distonik vücut bölgesinin kortikal reprezentasyonunda ortaya çıkan bozukluklar, o vücut bölgesinin temsilindeki kortikal azalma ve hatalı bağlantıların oluşması da erken dönemden itibaren önlenmeye çalışılmalıdır. Bu da motor öğrenme temelli yaklaşımlarla fonksiyonel hareketin yeniden öğretilmesi ve nöral plastisitenin fasilite edilmesi anlamına gelmektedir.

Bu iki temel hedef ile planlanan fizyoterapi yöntemleri ile elde edilen klinik faydalar çoğu zaman yakın takip ve yoğun tedavi ile alınabilmektedir. Diğer taraftan, özellikle distoni şiddetinin belirgin olduğu durumlarda yapısal değişikliklerin yerleştiği veya vücudun pek çok bölgesini içeren distonilerde fizyoterapinin medikal veya cerrahi tedavilerle birlikte planlanması gerektiği unutulmamalıdır.

Distoni de fizyoterapi programını planlarken fizyoterapiste yol gösterecek kanıta dayalı çalışmalar ne yazık ki yetersizdir. Bu durum; distoni çeşitliliğindeki fazlalık, distoniyi tetikleyen faktörlerin farklılığı, kronik bir hal alan distoninin hastada yarattığı psikolojik çaresizlik, bununla baş etmede yaşadığı zorluklar ve fizyoterapiye katılımında veya bu konuya özel çalışan fizyoterapistle buluşmasındaki zorluklardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, fizyoterapi programının temel hedefleri bilinirse uygun fizyoterapi yöntemi seçiminin kolaylaşacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, öncelikle distonide genel olarak fizyoterapi hedefleri ve tedavi programı oluştururken dikkat edilmesi gerekenler incelenecektir;

- Distoniye sekonder yumuşak dokularda gelişecek geri dönüşsüz adaptif değişikliklerin oluşmasını engellemek tedavi programının en önemli müdahalesi olmalıdır. Bu müdahaleler doğru postürün geliştirilmesinin, eklem ve yumuşak dokuların

korunmasının yanı sıra fonksiyonel hareketin yeniden restorasyonunu kolaylaştıracak, duyu kayıplarını ve ağrı gelişimini önleyecektir.

- Hastada biyomekanik kısıtlılıklar gelişmişse eklemlerde hareket sınırını geliştirmek hedeflenmelidir.
- Distoni ile oluşan hatalı postürler ve hatalı tekrarlı hareketler antagonistik kaslarda aşırı gerilim ve kuvvet kaybı ile sonuçlanmaktadır. Uzamış pozisyonda uzun süre kalan kasların fizyolojik yapısı bozulmakta ve güç üretemez hale gelmektedir. Bu erken evrede önlenmesi gereken önemli bir konudur. Dolayısıyla, kasların fizyolojisini koruyarak zayıflamalarına engel olmaya çalışmak ve zayıf kasların güçlendirilmesi bir diğer tedavi hedefi olmalıdır. Diğer taraftan zorlu hareketlerin ve dirençli egzersizlerin distoniyi tetikleyebileceği unutulmamalıdır. Hasta gözlemlenerek uygun kuvvetlendirme yöntemi bulunmalıdır. Bazı durumlarda bu yöntemi bulmak mümkün olmayacaktır. Bu durumda kar zarar hesabı yapıp öncelik belirlenmelidir. Önce distonik kaslar gevşetilerek, antagonist kaslardaki gerilimi azaltmak hedeflenip aşama aşama ilerlenebilir.
- Distonik vücut bölgesinin kortikal temsili o bölgeden gelen hatalı bilgilerle azalmaktadır. Bu nedenle o bölgeden gelen duyusal girdi arttırılmalıdır. Duyu eğitimi ile vücut bütünlüğünü ve farkındalığını geliştirme önemli bir hedef olmalı ve uygun yöntemlere tedavi programında yer verilmelidir.
- Distonik ekstremiteye, baş-boyuna veya gövdeye sadece dokunmak bile bazen distoniyi arttırabilir, ağrılı spazmları tetikleyebilir. Bu durumda inhibisyon için indirek yöntemler denenebilir. Alt veya üst anahtar noktalarda hareket ile veya distonik bölgenin aktif kontrollü hareketi ile başlanılabilir. Böyle hipersensitif hastalarda manuel yöntemleri kullanmak zordur, duyusal desensitizasyon eğitimi ile başlamak hem zor hem zaman alır. BT vb. tedaviler sonrası bu yöntemlere geçmek düşünülebilir, böylece hastanın tolerasyonu ve katılımı artar.
- Tek başına klinikte yapılanlar tedavide yeterli olmayacaktır. Mutlaka gün boyu doğru postürü korumaya ve hatalı hareketlerden kaçınmaya devam etmelidir. Ayrıca, hastaya egzersizleri tekrar etmesi için ev ödevi verilmelidir.
- Değerlendirmede anlatıldığı gibi distoni servikal bölge, gövde ve alt ekstremiteleri içerdiğinde denge ve yürüme bozukluklarına neden olabilir. Bu nedenle tedavi programına gerekiyorsa denge ve yürüme eğitimi eklenmelidir.
- Hastanın distoni ile mücadele etme yöntemleri (duyusal ipuçları gibi) sorgulanmalıdır. Bu yöntemler eğer vücut düzgünlüğünü bozmayan yöntemlerse tedavide fizyoterapiste yol gösterebilir. Ancak, vücut düzgünlüğü bozuluyorsa ek muskuloskeletal problemlere neden olabileceği için gerekli müdahale yapılmalıdır.

- Hastanın terapiste olan güveni ve bağlılığı tedavi sürecinin başarısı için önemlidir. Terapist hastaya tedavi sürecini ve egzersizleri ne sıklıkla ve nasıl yapacağını hastanın anlayabileceği bir dil ile detaylı bir şekilde anlatmalı ve tedavideki başarıda en büyük payın hastaya ait olduğunu hatırlatmalıdır. Hasta herhangi bir problemle karşılaşırsa mutlaka fizyoterapistine danışmalıdır.
- Tedavi programı kişiye özel olmalıdır. Bireyin beklentileri, alışkanlıkları, mesleği ve diğer sosyal rolleri göz önüne alınarak tedavi hedefleri belirlenmelidir.
- Fizyoterapi medikal tedavinin gün içindeki etkilerine göre şekillendirilebilir. Mutlaka ilaçların gün içindeki etkileri sorgulanmalıdır.
- Fizyoterapi hedeflerine ulaşmak her zaman çok kolay olmayabilir. Medikal ve cerrahi yönlendirmeler akılda tutulmalıdır.

Sonuç olarak, hastaya yapılacak detaylı değerlendirme sonrasında, yukarıda bahsedilen hedefler göz önünde bulundurularak hastaya özel bir fizyoterapi programı ile tedaviye başlanmalıdır. Bugüne kadar yapılmış olan araştırmalar distoni tedavisinde hangi yöntemlerin en etkili olduğunu belirlemede yeterli değildir. Distoni tipine, şiddetine, hastalığın durasyonuna, başlangıç yaşına ve eşlik eden diğer hareket hastalıklarının varlığına göre aşağıda önerilen fizyoterapi yöntemleri kombine edilerek kullanılabilir, farklı evrelerde farklı yöntemler denenebilir. Bu yöntemlerden birkaçı ile tedavi programı planlanıp yoğun ve bol tekrarla uygulanmalı ve ev ödevleri ile de desteklenmelidir. Yeterli gelişme elde edilemediğinde başka bir yöntem denenebilir. Fizyoterapistin distonili hasta grubundaki klinik tecrübesi arttıkça yöntem seçimi daha pratik ve etkili olacaktır.

Hidroterapi

Hangi tip distoni olursa olsun hatalı duruş ve hareketlerin neden olduğu ağrı için sıcak uygulamalar çoğu hastada fayda sağlar. Sıcak uygulama yöntemi distoninin tipine göre fokal ise hot-packlerle (120) uygulanabildiği gibi, birden çok vücut bölgesinin etkilendiği segmental/jeneralize distonilerde ise nötral banyolar, kısmi daldırma banyoları ve ek olarak duyu girdisi sağlaması nedeniyle whirpool kullanılarak uygulanabilir. Bu yöntemlerle dokulardaki gerilimin azaldığı, hastanın gevşediği hatta distoninin şiddetinin de azaldığı görülmektedir. Ancak distoni şiddetindeki bu azalma çoğu zaman geri dönüşlü olmaktadır. Bu konu ile ilgili yeterli kanıtlar olmasa da klinik tecrübeler bu yöndedir.

Su içi egzersiz kavramını bu başlık altında incelediğimizde hedef hem gevşemeyi sağlamak hem de vücut üzerindeki stresi azaltarak egzersiz yapmak olmaktadır. Bu konuda az sayıda çalışma olsa da Useros-Olmo ve Collado-Vázquez'un çalışması dikkat çekmektedir. Araştırmacılar çalışmalarında servikal distonili bireylerde Watsu ve Halliwick yöntemlerinin etkilerini incelemişlerdir. 6 hafta boyunca haftada 1 eğitim

sonrasında servikal distonili hastalarda Watsu ve Halliwick egzersizlerinin; özürlülüğü, distoninin şiddetini ve ağrıyı azalttığını, boyun hareketliliği ve dengede iyileşme sağladığını bildirmişlerdir. Ancak araştırmacılar bu çalışmanın bir pilot çalışma olduğunu ve su içi egzersizlerin distoni tedavisindeki etkilerini inceleyen ek çalışmalara ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir. Useros-Olmo ve Martínez-Pernía, servikal distonili hastalarla yaptıkları bir sonraki çalışmalarında Watsu ve gevşeme egzersizlerinin uygulandığı çalışma grubunu hiçbir tedavinin uygulanmadığı kontrol grubuyla karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda; kontrol grubunda hiçbir ilerleme kaydedilmezken, çalışma grubunda ağrıda azalma ve yaşam kalitesinde gelişme başta olmak üzere, distoninin derecesinde ve depresyonda azalma elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Literatürde görebildiğimiz bu iki çalışmada da su içi egzersiz metodları servikal distoni gibi fokal bir distoni tipinde uygulanmıştır. Suyun kaslarda gevşeme, ağrıyı azaltma, duyusal bildirim sağlama ve bireyi rahatlatma gibi bir çok olumlu özelliği vardır. Her ne kadar çalışmalar fokal distonilere odaklansa da suyun bu etkileri düşünüldüğünde çok daha büyük vücut bölgelerini içeren segmental/jeneralize distonilerde de bu yöntemlerin kullanımı faydalı olacaktır.

El-el bileğini içeren fokal distonilerde ise su içine eli daldırarak egzersiz yapılabilir. Pohl ve arkadaşları yazıcı krampı olan hastalarla yaptıkları çalışmada, sıcak (44°) veya soğuk (15°) daldırma banyosunun akut etkisini sağlıklı kontrollerle karşılaştırarak incelemişlerdir. Bir grup hasta ve sağlıklı kontrole 5 dakika sıcak daldırma banyosu uygulanırken, diğer gruptaki hasta ve sağlıklı kontrollere 5 dakika soğuk daldırma banyosu uygulanmıştır. Uygulamadan sonraki 5, 15, 25, 45 ve 60. dakikalarda ölçümler tekrarlanmıştır. Sonuç olarak, hasta grubunda sıcak yerine soğuk uygulama yapılmasının yazma süresini kısalttığını ve yazı kabiliyetini arttırdığını bildirmişlerdir. Ancak sağlıklı kontrollerde soğuk uygulamasının yazma kabiliyetini kötüleştirdiği bildirilmiştir.

Literatür incelendiğinde soğuk uygulamanın distonide kullanıldığı bir çalışma görülmüştür. Kim ve arkadaşlarının tuba çalan ve dudak kaslarında distonisi olan bir müzisyen hastayla yaptıkları vaka çalışmasında, dudak bölgesine 5 dakika süreyle buz masajı uygulama sonrası distonik kas kasılmalarının gözle görülebilir bir şekilde azaldığı bildirilmiştir.

Bu sonuçlar bize soğuk-sıcak-su içi uygulamaların faydalı olabileceğini ve denenebileceğini göstermektedir.

Yumuşak Doku Teknikleri

Yumuşak doku teknikleri distonide her ne kadar dokulardaki gerilimi ve ağrıyı azaltmak amacı ile kullanılsa da, distonili vücut bölgesine dokunmanın duyusal girdiyi artırmada ve fonksiyonel hareketi reorganize etmede önemli bir yeri olabilmektedir.

Fasya kaslara destek sağlayan bir yumuşak dokudur. Baştan ayağa, bir koldan diğerine uzanan entegre bir ağ ("anatomic train") oluşturur. Distoni kasları etkilediğinde fasya da etkilenir ve normal fasyal hareket bozulur, fasya kısalır ve gerilir. Bu nedenle yumuşak doku teknikleri kullanılırken mutlaka fasya da işin içinde olmalıdır.

Smania ve arkadaşları çalışmalarında, servikal distonili hastalarda pasif miyofasyal elongasyon manevralarını kullanmış ve uyguladıkları bu yumuşak doku mobilizasyon tekniğinin servikal distonili hastalarda ağrıyı azalttığını bildirmiştir. Benzer şekilde, Voos ve arkadaşları servikal distonili bir hastada trapez ve skalen kaslarına uygulanan manuel yumuşak doku mobilizasyon tekniklerinin hem hastanın lokal ağrısını ve gerginliğini azalttığını hem de hastanın boynun distonik hareketlerini kontrol etmesine yardımcı olduğunu göstermişlerdir. Byl ve arkadaşları ise, fokal el distonili hastalarda yumuşak doku ve eklem mobilizasyon tekniklerini kullanmışlar ve hastaların motor ve duyusal yeteneklerinin geliştiğini, aktivitelerdeki bağımsızlıklarının arttığını bildirmişlerdir. Tassorelli ve arkadaşları ise servikal distonili hastalarla yaptıkları çalışmada, pasif miyofasyal elongasyon tekniklerinin ve servikal kaslara derin masaj uygulamalarının kullanımının faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalarda yumuşak doku mobilizasyon tekniklerinin vücudun yalnızca bir bölgesini tutan fokal distonilerde kullanıldığı görülmektedir. Ancak, bu uygulamaların daha geniş vücut bölgelerinin etkilendiği distoni türlerinde de faydalı olabileceği ve benzer kazançlar elde edilebileceği düşünülmektedir.

Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS)

TENS distonide daha çok ağrıyı azaltmak amacı ile kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde TENS'in fokal distonilerde kullanıldığı görülmüştür. Foley-Nolan ve arkadaşları, post-whiplash servikal distonili bir hastada servikal bölgeye haftada 2 gün, 30 dk, 100 Hz, 100 μs geçiş süreli konvansiyonel TENS uygulamışlardır. Sonuç olarak, hastanın ağrısında ve distonik hareketlerinde azalma olduğunu bildirmişlerdir.

TENS kullanımının bir diğer amacı ise, merkezi sinir sisteminde agonist ve antagonist kaslar arasındaki uyarıcı ve inhibe edici ilişkileri yeniden düzenleyerek agonist-antagonist kas koordinasyonunu geliştirmektir. Tinazzi ve arkadaşlarının çalışmasında, sağlıklı bireylerde ön kol fleksörlerine uygulanan 30 dakikalık yüksek frekans (150 Hz) TENS uygulamasının yaklaşık 40 dakika boyunca ön kol fleksörlerinde uyarılmayı azalttığı, antagonist kaslarda ise uyarılabilirliği arttırdığı tespit edilmiştir. Bu bilgiden yola çıkarak, yazıcı kramplı bireylerde yaptıkları plasebo kontrollü çalışmada, distonik ön kol fleksörlerine TENS uygulamışlardır. Daha önceki çalışmada olduğu gibi yüksek frekanslı TENS uygulamasının; distonik kaslarda kasın uyarılabilirliğini azaltttığı, antagonist kaslarda kasın uyarılabilirliğini arttırdığı ve distonik semptomları azalttığı bildirilmiştir.

Ek olarak, düşük şiddetli uzun süreli TENS uygulamasının duyu girdisini artırarak vücut bölgesinin kortikal temsilini geliştirmede ki katkıları dikkate alındığında, distonide de bu hedefle kullanılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmalar TENS kullanımı ve hedefleri ile ilgili bize klinik ip uçları vermektedir. Bu bilgilerden yola çıkıldığında, TENS farklı farklı distoni tiplerinde akla gelen bir yöntem olabilir.

Kassal Re-Edükasyon Eğitimi

Fonksiyonel hareket kassal koordinasyon ile ortaya çıkar. Distonide bozulan kassal koordinasyon; distonik kaslarda kontrolsüz bir güç ve artmış tonus ile seyrederken, antagonist kaslarda güçsüzlüğe neden olmaktadır. Kompansatuar kaslar ise aşırı yorulmakta ve yaralanmaktadır. Tedavide gergin distonik kasların gevşetilmesi ve tonusun regüle edilmesinin yanı sıra zayıf kasların güçlendirilerek kassal koordinasyonun yeniden kazandırılması gerekmektedir. Kassal re-edükasyon, kaslara normal uzunluklarının kazandırılmasını ve daha sonra kasların uygun şekilde kasılmasını ve fonksiyonel olarak kuvvetlendirilmesini içerir. Bu hedefle uygun fizyoterapi yöntemi seçilmelidir.

Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) teknikleri hem fizyoterapistin eli ile doğru hareket paternini yeniden öğretmesi, hem tonusu regüle edici manipülasyonlar ve teknikler kullanmasına olanak sağlaması, hem de distonik kasılmaları kontrol ederken zayıf kasları kuvvetlendirebilecek tekniklerin uygulanabilmesi nedeniyle akla gelmeli ve klinikte kullanımı denenmelidir. Bu hedeflerle; ritmik başlatma, tekrarlı germe, kombine izotonikler ve dinamik zıt teknikleri kullanılabilir. Ek olarak, boyun ve gövde de stabilizasyon etkilendi ise ritmik stabilizasyon ve stabilize zıt teknikleri fonksiyonel pozisyonlar seçilerek uygulanabilir.

Kuvvetlendirmede dikkat edilmesi gereken distonik kasılmaları artırmamaktır. Kuvvetlendirme özellikle botoks veya cerrahi uygulamalar sonrası önem kazanmaktadır. Erken dönemde kuvvetlendirme hedefli yaklaşımlar incelenmeli ve uygun müdahale yapılmalıdır.

Postüral Re-edükasyon

Kaslar hareketi açığa çıkarmalarının yanı sıra sinir sistemine vücudun konumu hakkında önemli bilgiler sağlayan duyusal reseptörlere (propriyoseptör) sahiptirler. Özellikle, servikal distonide boynun sürekli yanlış pozisyonda tutulması bu kaslardan üst merkezlere hatalı propriyoseptif bilginin gitmesine neden olur. Bu nedenle servikal distonili hastalarda hem postür hem denge bozulur. Distonide görülen anormal postürün sürekliliği; ağrı, miyofasiyal kontraktürler, radikülopatili servikal spondiloz veya miyelopati ve disfajiye neden olabilir.

Özellikle, ağrının giderilmesinde postüral reedükasyon egzersizleri faydalı olmaktadır. Bu egzersizlerin amacı düzgün duruşu geliştirmektir. Postüral re-edükasyon

egzersizlerinde kısa olan agonist kaslara germe uygulanırken antagonist kaslara kuvvetlendirme egzersizleri yapılır. Kasların gerilmesi ve güçlendirilmesi limitasyonları en aza indirebilir, kontraktürleri önleyebilir ve postüral stabiliteyi artırabilir. Egzersizlerin ayna karşısında yapılması görsel bir geribildirim sağlayacağı için faydalıdır. Hem ayna karşısında yapılan egzersizlerde hem de normal egzersizlerde daha fazla geri bildirim sağlaması açısından biofeedback kullanılabilir.

Proprioseptif Nöromuskuler Fasilitaston (PNF)

Proprioseptif Nöromuskuler Fasilitaston (PNF), motor kontrol ve motor öğrenme prensiplerine dayalı bireyin var olan potansiyelini ortaya çıkararak güçlendirmeyi hedefleyen ve diğer tedavi konseptleri ile kolayca kombine edilebilen bir tekniktir. Fonksiyonel hareketin temellerine dayanan PNF hareketin restorasyonu için zengin bir içeriğe sahiptir. Bu yönleri ile distonili hastalarda antidistonik kasları kuvvetlendirmek, distonik kasları gevşetmek, duyu ve stabilizasyonu geliştirmek amaçlı kullanılabilir.

Tedavideki hedeflere göre uygun PNF tekniği seçilebilir. Gevşeme için ritmik başlatma, eklem hareket açıklığını artırmak için ritmik stabilizasyon ve PNF germe teknikleri kullanılabilir. Hastada kuvvet artışı isteniyorsa tekrarlı germeler, izotoniklerin kombinasyonu ve dinamik zıt teknikleri, denge ve stabilizasyon geliştirilmek isteniyorsa farklı fonksiyonel pozisyonlarda ritmik stabilizasyon ve stabilize zıt teknikleri kullanılabilir. Burada da aşırı direncin distoniyi şiddetlendirebileceği unutulmamalı, teknikler hastaya özel seçilmelidir.

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Terapisi (KZHT)

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Terapisi (KZHT) özellikle üst ekstremitede motor fonksiyonları ve ekstremitenin kullanımını arttırmayı hedefleyen çok yönlü bir nörorehabilitasyon tekniğidir. Özellikle, inme hastalarında üst ekstremitede öğrenilmiş kullanmama ve kortikal reorganizyon mekanizmalarını kullanarak önemli gelişmeler sağladığı gösterilmiştir. İnme hastalarında paralitik el kaslarının kortikal temsil alanının azaldığı bilinmektedir. Fokal el distonili hastalarda da motor kortekste elin temsil alanında değişiklikler tespit edilmiştir. Motor kortekste parmakların temsil alanlarında füzyonlar ortaya çıktığı ve elin fonksiyonel alanlarına kontrolsüz eş zamanlı yayılan bir aktivasyon olduğu bildirilmiştir. KZTH'nin kortikal reorganizasyona sağladığı katkılar nedeni ile distonide bozulan kortikal şemanın yeniden organize edilmesinde faydalı olabileceği düşünülmüştür. Candia ve arkadaşları müzisyen distonisi olan bireylerle yaptıkları çalışmada, KZTH'nin etkinliğini incelemişlerdir. Müzisyen distonisi olmayan parmaklar bir splint yardımıyla tespit edilmiş ve distonili parmağa sık tekrarlı egzersizler yaptırılmıştır. Bu çalışma KZHT'nin distoniyi azalttığını ve parmak hareket-

lerini arttırdığını ortaya koymuştur. Literatürde konu ile ilgili çalışmalar hala yetersiz olsa da KZTH'nin uygun hastada fizyoterapistin aklına gelebilecek yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Duyu Eğitimi

Fokal el distonisi olan hastalarda duyusal disfonksiyon olduğu ve duyusal bilgiyi motor programlamaya entegre etmenin bozulduğu gösterilmiştir. Meydana gelen anormal duyusal işlemleme var olan motor bozukluğu daha da artırdığı için distoni tedavisinde duyu eğitimine yer verilmelidir. Zeuner ve arkadaşlarının çalışmasında, fokal el distonisi olan hastalarda duyu eğitimi amacı ile Braille alfabesi eğitimi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda duyu eğitiminin spasyal diskriminasyonu geliştirdiği, hastaların özürlülük derecesini azalttığı bildirilmiştir.

Distonide duyu çalışmasında, lokal vibrasyon, TENS ve taktil stimülasyon kullanılan bir diğer yöntemdir. Kısa süreli (5sn) ve uzun süreli (15dk) vibrasyon uygulamaları duyusal girdi için kullanılabilir. Karnath ve arkadaşları spazmodik tortikollisli hastalarla yaptıkları çalışmanın sonucunda; sonucunda uzun süreli vibrasyon uygulamasının TENS, taktil stimülasyon ve kısa süreli vibrasyon uygulamasına göre daha faydalı olduğunu bildirmişlerdir.

Bu çalışmalardan yola çıkılarak yeterli çalışma olmasa da duyu eğitiminde; Braille alfabesi alfabesi, ayna terapisi, TENS ayna terapisi, TENS, vibrasyon, taktil stimülasyon, derin friksiyon masajı ve kinesiotape gibi duyu girdisini arttıran tekniklerin kullanılmasının duyu ve vücut algısının gelişmesinde faydalı olabileceği söylenebilir. Jeneralize/segmental distoni gibi birçok vücut kısmının etkilendiği distonilerde de duyu eğitimi bozulan vücut imajı ve dengenin gelişimine katkı sağlayacaktır. Özellikle, alt ekstremite etkilenimi olduğu durumlarda denge eğitimi sırasında ayak altına konacak sert paspas ya da tırtıklı yüzeylerle duyu girdisinin arttırılması sağlanabilir.

Biofeedback

Biofeedback'in kullanılma amacı; uygun olmayan ko-kontraksiyonları azaltmak, zayıf antagonist kası kuvvetlendirmek ve distonik kası inhibe ederek fonksiyonu geliştirmektir. Biofeedback eğitiminde amaç görsel ve işitsel uyaranlar ile hastaya performansı hakkında bilgi vermektir. Bu yöntemin uygulanmasında sıklıkla yüzeyel elektrotların kullanıldığı EMG biofeedback tercih edilmektedir.

Deepak ve Behari yazıcı kramplı hastalarda EMG biofeedback yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada hastalar yazı yazma sırasında distonik kas kasılması ile duyulan sesli uyarana karşı gevşeyerek sesi azaltmayı ve kas kasılmalarını kontrol altına almayı öğrenmişlerdir. Katılımcıların yazılarında ve distonik kasılmalarında belirgin

bir iyileşme elde edildiği bildirilmiştir. Benzer uygulamalar diğer distoni tiplerinde de uygulanabilir.

Bantlama

Bantlama yöntemleri distonide yumuşak dokuları ve eklemleri desteklemek, hatalı postürü düzeltmek, kasları uyarmak veya inhibe etmek, ağrıyı azaltmak ve duyu girdisini artırmak amacı ile kullanılabilir. Bir çok bantlama yöntemi olmasına karşın literatür incelendiğinde distonide sadece kinezyoteypinin uygulandığı bir çalışma olduğu görülmüştür. Pelosin ve arkadaşlarının çalışmasında, kinezyoteypin servikal ve fokal el distonili hastalarda etkisi araştırılmıştır. Servikal distonili hastaların sternokleidomastoid kasına, yazıcı kramplı hastaların ise fleksör karpi radialis ve ulnaris kaslarına inhibisyon amaçlı proksimalden distale "paper off" gerim ile (%0 gerim) uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda kinezyoteyp uygulamasının distonili hastalarda ağrıyı azalttığı, iki nokta diskriminasyonunu geliştirdiği bildirilmiştir. Bu çalışmadan yola çıkarak kinezyotape ve diğer bantlama yöntemlerinin inhibisyon, fasilitasyon veya korreksiyon hedefi ile diğer distoni tiplerinde de kullanılabileceği düşünülmektedir.

Ortezleme

Distonili hastalarda ortezler, pozisyonlama ve duyu girdisini artırmak amacıyla kullanılabilir. Servikal distonili hastalarda daha çok servikal collar kullanılmaktadır. Alt ekstremite distonilerinde ise farklı tip ayak-ayak bileği ortezleri denenmektedir. Ayak-ayak bileği ortezlerinin distonide amacı,s distoni nedeni ile inversiyon ve plantar fleksiyona giden ayağın sallanma fazında yerle temasını azaltmaktır. Ayak-ayak bileği ortezi kullanımının bazı hastalarda distoniyi arttırdığı bazılarında ise yürüyüşü iyileştirdiği bildirilmiştir. Bu nedenle ayak-ayak bileği ortezi önerilen hastalarda iyi gözlem ve takip gerekmektedir.

İmmobilizasyon

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Terapisi bölümünde de belirtildiği gibi, fokal el distonisi olan hastalarda elin fazla kullanımına bağlı olarak kortekste elin kortikal temsil alanında bir artış olduğu bilinmektedir. Piriori ve arkadaşları müzisyen distonisi olan bireylerde immobilizasyonun etkinliğini incelemiştir. Hastalara 4 hafta boyunca el bileği ve parmakları hareketsiz tutan bir splint takılmış, 4 haftanın sonunda 10 dakikadan başlayıp her hafta artan süreler ile 1 ayın sonunda günde 1 saat olacak şekilde egzersiz yaptırılmıştır. Hastalar splint çıkarıldıktan 1 hafta sonra yapılan ilk değerlendirmede ellerini kullanmakta kendilerini beceriksiz hissettiklerini söylemiş, elde ödem ve ağrı görülmüştür. Ancak bu şikayetler sonraki ölçümlerde ortadan kaybolmuş, hastaların

distonileri önemli ölçüde iyileşmiş ve motor performansları artmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak, uzun süreli ve tekrarlı ekstremite kullanımının ilgili ekstremitenin kortikal temsil alanında değişikliklere sebep olduğunun bilindiğini, uzun süreli immobilizasyonun ise distonik kasların anormal şekilde genişletilmiş kortikal temsilini normalleştirdiğini öne sürmüştür.

Denge ve Yürüme Eğitimi

Distoni denge ve yürümeyi bozan iki önemli etkiye sahiptir. Birincisi; denge için anahtar noktalar olan ayak-ayak bileği, gövde ve baş-boyundan gelen duyusal bilgilerde hataya neden olarak doğru postüral cevapların ortaya çıkmasını geciktirmesi veya engellemesidir. İkincisi ise; özellikle ayak-ayak bileğini içeren distonilerde ayağın yerle doğru temasını ve etkileşimini azaltarak ayağın iyi bir destek yüzeyi olmasını engellemesidir. Distoniye sekonder gelişen biomekanik kısıtlılıklar ve kuvvet kayıpları da denge ve yürüme bozukluklarının ortaya çıkmasının bir diğer nedenidir.

Servikal distonili bireylerin sağlıklı kontrollerden daha yavaş yürüdükleri ve anormal baş-boyun duruşunun dengeyi etkilediği gösterilmiştir. Bu nedenle, distoni hastalarında denge ve yürüme eğitimi unutulmamalı, düşme riski değerlendirilerek gerekli müdahaleler yapılmalı ve eğitim verilmelidir.

İş ve Uğraşı Terapisi

Distonide iş ve uğraşı terapisi yaygın olarak kullanılmakta ve çok sayıda farklı strateji uygulanmaktadır. Distonili hastalarda iş ve uğraşı terapisinin hedefi hastanın günlük yaşam aktivitelerini modifiye ederek kolaylaştırmaktır.

Yazı yazılan elin değiştirilmesi gibi basit stratejiler dahil olmak üzere, klavye kullanılması, mümkün olan yerlerde konuşma tanımlama cihazları kullanılarak yazılan yazıların yazıcıdan çıktısının alınması, kalem tutma pozisyonunun değiştirilmesi, kalın ve kaygan olmayan yüzeylere sahip kalemlerin kullanılması, özel cihazlar ve ortezlerle kalemin tutulmasının sağlanması, bileğin parmaklardan daha fazla kullanılması, oturma pozisyonunun optimize edilmesi, genel rahatlama teknikleriyle stres ve kaygıdan kaçınılması gibi pek çok stratejiyi içermektedir. Diğer eli kullanmayı öğretmek stratejisi ile ilgili önemli bir sorun, hastaların yaklaşık yarısında değiştirilmiş olan elde de yazıcı krampının gelişmesidir ve bu risk göz ardı edilmemelidir.

Duyusal Hileler ve Hafifletici Manevralar

Distonili veya bitişik vücut kısmına uygulanan taktil veya propriyoseptif uyaranlar ile, hatta bu uyaranların hayal edilmesiyle bile istemsiz kas spazmlarını etkileyici bir şekilde azaltabilen özel hareketlere daha önce de anlatıldığı gibi "duyusal hileler" veya

"hafifletici manevralar" denir. Hastaların yaklaşık %70'inde görülen bu özel hareketler distonide karakteristiktir ve tanısal bir ipucudur. Örneğin; servikal distonili hastalarda yüzün kontralateraline dokunmak istemsiz kas kasılmalarını azaltabilir. Bu duyusal hileler, blefarospazmlı hastalarda ise esneme, gözü ovuşturma, gözlüğü düzeltme, yüze dokunma vb. şekillerde görülür. Yapılan çalışmalar duyusal hilelerin, suplementer motor alanın ve primer duyusal motor korteksinin aktivasyonunu azaltarak merkezi işlemenin yeniden dengelenmesine neden olabileceğini göstermiştir. Duyusal hilelerin distonili kaslarda nasıl bir etki yaparak kasılmayı azalttığı tam olarak bilinmemekle birlikte, distoninin motor bir bozukluktan ziyade bir duyu bozukluğu olup olmadığı sorusunu akıllara getirmektedir.

Distonili hastalar çoğu zaman bu duyusal hileleri ve hareketleri kendileri geliştirmiş olsalar da erken dönemde kullanmaya başlamamış olabilirler. Bu durumda bu hileleri öğretmek hastayı rahatlatmak için bir strateji olabilir mi? Veya erken dönemde bu hileleri öğretmek yerine, doğru duyusal girdi verecek şekilde modifiye yöntemler öğretmek mi, hiç öğretmemek mi doğru olur? Bu konu fizyoterapistin üstünde düşünmesi gereken önemli bir konudur ve hastaya göre cevap değişecektir.

Sonuç olarak, distoninin fizyoterapistlerin klinikte baş etmesi gereken en zor hastalıklardan biri olduğu söylenebilir. Doğru müdahaleyi bulmanın ancak motor öğrenme ve nöralplastisitenin prensiplerini ve muskuloskeletal sistemi geri dönüşsüz değişimlerden koruyacak yöntemleri iyi bilmekle mümkün olacağı unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Oppenheim H. Uber eineeigenartige Krampfkrankheit des kind-lichen und jugendlichen Alters (Dysbasia lordotica lordotica progressive, Dystonia musculorum deformans). Neurol Cbl. 1911;30:1090-107.
2. Marsden C. Dystonia: the spectrum of the disease. Research publications-Association for Research in Nervous and Mental Disease. 1976;55:351-67.
3. Fahn S, Eldridge R. Definition of dystonia and classification of the dystonic states. Advances in neurology. 1976;14:1-5.
4. Albanese A, Bhatia K, Bressman SB, DeLong MR, Fahn S, Fung VS, et al. Phenomenology and classification of dystonia: a consensus update. Movement disorders. 2013;28(7):863-73.
5. Albanese A, Di Giovanni M, Lalli S. Dystonia: diagnosis and management. European journal of neurology. 2019;26(1):5-17.
6. Pont Sunyer C, Martí M, Tolosa E. Focal limb dystonia. European journal of neurology. 2010;17:22-7.
7. Evatt ML, Freeman A, Factor S. Adult-onset dystonia. Handbook of clinical neurology. 100: Elsevier; 2011. p. 481-511.
8. Bertram KL, Williams DR. Diagnosis of dystonic syndromes—a new eight-question approach. Nature Reviews Neurology. 2012;8(5):275.
9. Go CL, Rosales RL. Dystonia arising from occupations: the clinical phenomenology and therapy. Dystonia–the many facets. 2012:43.

10. Louis ED, Ferreira JJ. How common is the most common adult movement disorder? Update on the worldwide prevalence of essential tremor. Movement Disorders. 2010;25(5):534-41.
11. von Campenhausen S, Bornschein B, Wick R, Bötzel K, Sampaio C, Poewe W, et al. Prevalence and incidence of Parkinson's disease in Europe. European Neuropsychopharmacology. 2005;15(4):473-90.
12. Steeves TD, Day L, Dykeman J, Jette N, Pringsheim T. The prevalence of primary dystonia: a systematic review and meta analysis. Movement Disorders. 2012;27(14):1789-96.
13. Müller J, Kiechl S, Wenning G, Seppi K, Willeit J, Gasperi A, et al. The prevalence of primary dystonia in the general community. Neurology. 2002;59(6):941-3.
14. Group ESoDiEC. A prevalence study of primary dystonia in eight European countries. Journal of neurology. 2000;247(10):787-92.
15. Schmidt A, Jabusch H-C, Altenmüller E, Hagenah J, Brüggemann N, Lohmann K, et al. Etiology of musician's dystonia: familial or environmental? Neurology. 2009;72(14):1248-54.
16. Groen JL, Kallen MC, van de Warrenburg BP, Speelman JD, van Hilten JJ, Aramideh M, et al. Phenotypes and genetic architecture of focal primary torsion dystonia. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2012;83(10):1006-11.
17. Williams L, McGovern E, Kimmich O, Molloy A, Beiser I, Butler J, et al. Epidemiological, clinical and genetic aspects of adult onset isolated focal dystonia in Ireland. European journal of neurology. 2017;24(1):73-81.
18. Del Sorbo F, Albanese A. Dystonia. Movement Disorders Curricula: Springer; 2017. p. 253-63.
19. Pablo-Fernandez D, Warner TT. Dystonia. British medical bulletin. 2017:1-12.
20. Ramos VFML, Karp BI, Hallett M. Tricks in dystonia: ordering the complexity. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2014;85(9):987-93.
21. Stamelou M, Edwards MJ, Hallett M, Bhatia KP. The non-motor syndrome of primary dystonia: clinical and pathophysiological implications. Brain. 2011;135(6):1668-81.
22. Conte A, Berardelli I, Ferrazzano G, Pasquini M, Berardelli A, Fabbrini G. Non-motor symptoms in patients with adult-onset focal dystonia: sensory and psychiatric disturbances. Parkinsonism & related disorders. 2016;22:S111-S4.
23. Semerdjieva NI, Milanov IG. Non-Motor Symptoms in Patients with Primary Dystonia. Dystonia-Different Prospects: IntechOpen; 2018.
24. Zoons E, Dijkgraaf M, Dijk J, Van Schaik I, Tijssen M. Botulinum toxin as treatment for focal dystonia: a systematic review of the pharmaco-therapeutic and pharmaco-economic value. Journal of neurology. 2012;259(12):2519-26.
25. Phukan J, Albanese A, Gasser T, Warner T. Primary dystonia and dystonia-plus syndromes: clinical characteristics, diagnosis, and pathogenesis. The Lancet Neurology. 2011;10(12):1074-85.
26. Foltz EL, Knopp LM, Ward AA. Experimental spasmodic torticollis. Journal of neurosurgery. 1959;16(1):55-72.
27. Chan J, Brin MF, Fahn S. Idiopathic cervical dystonia: clinical characteristics. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 1991;6(2):119-26.
28. Tarsy D, Simon DK. Dystonia. New England Journal of Medicine. 2006;355(8):818-29.
29. Lencer R, Steinlechner S, Stahlberg J, Rehling H, Orth M, Baeumer T, et al. Primary focal dystonia: evidence for distinct neuropsychiatric and personality profiles. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2009;80(10):1176-9.
30. Novak I, Campbell L, Boyce M, Fung V. Botulinum toxin assessment, intervention and aftercare for cervical dystonia and other causes of hypertonia of the neck: international consensus statement. European journal of neurology. 2010;17:94-108.

31. Jankovic J, Leder S, Warner D, Schwartz K. Cervical dystonia: clinical findings and associated movement disorders. Neurology. 1991;41(7):1088-.
32. Bhidayasiri R, Cardoso F, Truong D. Botulinum toxin in blepharospasm and oromandibular dystonia: comparing different botulinum toxin preparations. European journal of neurology. 2006;13:21-9.
33. Lee KH. Oromandibular dystonia. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 2007;104(4):491-6.
34. Grillone GA, Chan T. Laryngeal dystonia. Otolaryngologic Clinics of North America. 2006;39(1):87-100.
35. Torres-Russotto D, Perlmutter JS. Task-specific dystonias. Annals of the New York Academy of Sciences. 2008;1142:179.
36. LeDoux MS. Meige syndrome: what's in a name? Parkinsonism & related disorders. 2009;15(7):483-9.
37. Balint B, Bhatia K. Isolated and combined dystonia syndromes–an update on new genes and their phenotypes. European journal of neurology. 2015;22(4):610-7.
38. Jog M, Chouinard S, Hobson D, Grimes D, Chen R, Bhogal M, et al. Causes for treatment delays in dystonia and hemifacial spasm: a Canadian survey. Canadian Journal of Neurological Sciences. 2011;38(5):704-11.
39. Hilker R, Schischniaschvili M, Ghaemi M, Jacobs A, Rudolf J. Health related quality of life is improved by botulinum neurotoxin type A in long term treated patients with focal dystonia. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2001;71(2):193-9.
40. Albanese A, Sorbo FD, Comella C, Jinnah H, Mink JW, Post B, et al. Dystonia rating scales: critique and recommendations. Movement Disorders. 2013;28(7):874-83.
41. Pietracupa S, Bruno E, Cavanna AE, Falla M, Zappia M, Colosimo C. Scales for hyperkinetic disorders: a systematic review. Journal of the neurological sciences. 2015;358(1-2):9-21.
42. Snaith A, Wade D. Dystonia. BMJ clinical evidence. 2014;2014.
43. Fahn S. Assessment of the primary dystonias. Quantification of neurologic deficit. 1989:241-70.
44. Burke RE, Fahn S, Marsden CD, Bressman SB, Moskowitz C, Friedman J. Validity and reliability of a rating scale for the primary torsion dystonias. Neurology. 1985;35(1):73-.
45. Comella CL, Leurgans S, Wuu J, Stebbins GT, Chmura T, Group DS. Rating scales for dystonia: a multicenter assessment. Movement disorders. 2003;18(3):303-12.
46. Comella CL, Stebbins GT, Goetz CG, Chmura TA, Bressman SB, Lang AE. Teaching tape for the motor section of the Toronto Western Spasmodic Torticollis Scale. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 1997;12(4):570-5.
47. Consky E, Lang A. Clinical assessments of patients with cervical dystonia. Therapy with Botulinum Toxin. Edited by: Jankovic J, Hallett M. 1994. New York: Marcel Dekker, Inc.
48. Tsui JC, Stoessl AJ, Eisen A, Calne S, Calne D. Double-blind study of botulinum toxin in spasmodic torticollis. The Lancet. 1986;328(8501):245-7.
49. O'Brien C, Brashear A, Cullis P, Truong D, Molho E, Jenkins S, et al. Cervical dystonia severity scale reliability study. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2001;16(6):1086-90.
50. Jankovic J, Orman J. Botulinum A toxin for cranial cervical dystonia: a double blind, placebo controlled study. Neurology. 1987;37(4):616-.
51. Defazio G, Hallett M, Jinnah HA, Conte A, Berardelli A. Blepharospasm 40 years later. Movement Disorders. 2017;32(4):498-509.

52. Dressler D, Saberi FA. Rehabilitation of Dystonia. Movement Disorders Rehabilitation: Springer; 2017. p. 67-81.
53. Volpe AD. Rehabilitation of dystonia. Rehabilitation in Movement Disorders. 2013:174.
54. Camargo CHF, Cattai L, Teive HAG. Pain relief in cervical dystonia with botulinum toxin treatment. Toxins. 2015;7(6):2321-35.
55. Ahmad O, Ghosh P, Stanley C, Karp B, Hallett M, Lungu C, et al. Electromyographic and Joint Kinematic Patterns in Runner's Dystonia. Toxins. 2018;10(4):166.
56. Barbosa P, Warner TT. Dystonia. Handbook of clinical neurology. 159: Elsevier; 2018. p. 229-36.
57. Furukawa Y, Kish SJ, Lang AE. Scoliosis in a dopa-responsive dystonia family with a mutation of the GTP cyclohydrolase I gene. Neurology. 2000;54(11):2187-.
58. Bhandutia AK, Nangunoori R, Whiting DM, Sangimino MJ. Scoliosis Secondary to Dystonia: A Case Report and Review of the Literature. JBJS case connector. 2017;7(3):e47.
59. Margraf N, Wrede A, Deuschl G, Schulz-Schaeffer W. Pathophysiological concepts and treatment of camptocormia. Journal of Parkinson's disease. 2016;6(3):485-501.
60. Bleton JP. Physiotherapy of focal dystonia: a physiotherapist's personal experience. European journal of neurology. 2010;17:107-12.
61. Dressler D, Altenmueller E, Bhidayasiri R, Bohlega S, Chana P, Chung TM, et al. Strategies for treatment of dystonia. Journal of neural transmission. 2016;123(3):251-8.
62. Shanker V, Bressman SB. Diagnosis and management of dystonia. CONTINUUM: Lifelong Learning in Neurology. 2016;22(4):1227-45.
63. Kuyper DJ, Parra V, Aerts S, Okun MS, Kluger BM. Nonmotor manifestations of dystonia: a systematic review. Movement Disorders. 2011;26(7):1206-17.
64. Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. Functional gait assessment and balance evaluation system test: reliability, validity, sensitivity, and specificity for identifying individuals with Parkinson disease who fall. Physical therapy. 2011;91(1):102-13.
65. Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, Gayton D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiotherapy Canada. 1989;41(6):304-11.
66. GÜNDÜZ AG, OTMAN AS, KÖSE N, BİLGİN S, ELİBOL B. Parkinson hastalığında farklı denge ölçeklerinin karşılaştırılması. Fizyoterapi Rehabilitasyon. 2009;20:17-24.
67. Qutubuddin AA, Pegg PO, Cifu DX, Brown R, McNamee S, Carne W. Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2005;86(4):789-92.
68. Tinetti ME. Performance oriented assessment of mobility problems in elderly patients. Journal of the American Geriatrics Society. 1986;34(2):119-26.
69. Bloem BR, Marinus J, Almeida Q, Dibble L, Nieuwboer A, Post B, et al. M easurement instruments to assess posture, gait, and balance in P arkinson's disease: Critique and recommendations. Movement Disorders. 2016;31(9):1342-55.
70. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. Journal of the American geriatrics Society. 1991;39(2):142-8.
71. Steffen T, Seney M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. Physical therapy. 2008;88(6):733-46.
72. Maeda A, Yuasa T, Nakamura K, Higuchi S, Motohashi Y. Physical performance tests after stroke: reliability and validity. American journal of physical medicine & rehabilitation. 2000;79(6):519-25.

73. Boyce MJ, Lam L, Chang F, Mahant N, Fung VS, Bradnam L. Validation of fear of falling and balance confidence assessment scales in persons with dystonia. Journal of neurologic physical therapy. 2017;41(4):239-44.
74. Zetterberg L, Urell C, Anens E. Exploring factors related to physical activity in cervical dystonia. BMC neurology. 2015;15(1):247.
75. test Asgfts-mw. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. Am J Respir Crit Care Med. 2002;166(1):111-7.
76. Guyatt GH, Sullivan MJ, Thompson PJ, Fallen EL, Pugsley SO, Taylor DW, et al. The 6-minute walk: a new measure of exercise capacity in patients with chronic heart failure. Canadian medical association journal. 1985;132(8):919.
77. Mathiowetz V, Weber K, Kashman N, Volland G. Adult norms for the nine hole peg test of finger dexterity. The Occupational Therapy Journal of Research. 1985;5(1):24-38.
78. Earhart GM, Cavanaugh JT, Ellis T, Ford MP, Foreman KB, Dibble L. The 9-hole PEG test of upper extremity function: average values, test-retest reliability, and factors contributing to performance in people with Parkinson disease. Journal of Neurologic Physical Therapy. 2011;35(4):157-63.
79. Hudak PL, Amadio PC, Bombardier C, Beaton D, Cole D, Davis A, et al. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder, and head). American journal of industrial medicine. 1996;29(6):602-8.
80. Düger T, Yakut E, Öksüz Ç, Yörükan S, Bilgütay BS, Ayhan Ç, et al. Kol, omuz ve el sorunları (disabilities of the arm, shoulder and hand-DASH) anketi Türkçe uyarlamasının güvenirliği ve geçerliği. Fizyoterapi Rehabilitasyon. 2006;17(3):99-107.
81. Fahn S, Elton R. Members of the UPDRS development committee (1987) The unified Parkison disease rating scale. Recent developments in Parkinson's disease. 1987:153-63.
82. Timmer J, Lauk M, Deuschl G. Quantitative analysis of tremor time series. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control. 1996;101(5):461-8.
83. Louis ED, Barnes L, Wendt KJ, Ford B, Sangiorgio M, Tabbal S, et al. A teaching videotape for the assessment of essential tremor. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2001;16(1):89-93.
84. Rocon E, Manto M, Pons J, Camut S, Belda JM. Mechanical suppression of essential tremor. The Cerebellum. 2007;6(1):73.
85. Cersosimo M, Koller W. Essential tremor. Movement Disorders: Neurological Principles and Practice. 2004:431-58.
86. Bain PG, Findley LJ, Atchison P, Behari M, Vidailhet M, Gresty M, et al. Assessing tremor severity. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1993;56(8):868-73.
87. Liu X, Carroll CB, Wang S-Y, Zajicek J, Bain PG. Quantifying drug-induced dyskinesias in the arms using digitised spiral-drawing tasks. Journal of neuroscience methods. 2005;144(1):47-52.
88. Rudzi ska M, Izworski A, Banaszkiewicz K. Quantitative tremor analysis with a graphic digitizing tablet. Neurol Neuroch Pol. 2007;41:510-6.
89. Fung VS, Jinnah H, Bhatia K, Vidailhet M. Assessment of patients with isolated or combined dystonia: an update on dystonia syndromes. Movement Disorders. 2013;28(7):889-98.
90. Smit M, Kamphuis AS, Bartels AL, Han V, Stewart RE, Zijdewind I, et al. Fatigue, sleep disturbances, and their influence on quality of life in cervical dystonia patients. Movement disorders clinical practice. 2017;4(4):517-23.
91. Wagle Shukla A, Brown R, Heese K, Jones J, Rodriguez R, Malaty I, et al. High rates of fatigue and sleep disturbances in dystonia. International Journal of Neuroscience. 2016;126(10):928-35.

92. Berman BD, Junker J, Shelton E, Sillau SH, Jinnah H, Perlmutter JS, et al. Psychiatric associations of adult-onset focal dystonia phenotypes. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2017;88(7):595-602.
93. Consky ES. Clinical assessment of patients with cervical dystonia. Therapy with botulinum toxin. 1994:211-37.
94. Jankovic J, Kenney C, Grafe S, Goertelmeyer R, Comes G. Relationship between various clinical outcome assessments in patients with blepharospasm. Movement Disorders. 2009;24(3):407-13.
95. Jahanshahi M, Marsden C. Depression in torticollis: a controlled study. Psychological medicine. 1988;18(4):925-33.
96. Jahanshahi M, Marsden C. Body concept, disability, and depression in patients with spasmodic torticollis. Behavioural Neurology. 1990;3(2):117-31.
97. Page D, Butler A, Jahanshahi M. Quality of life in focal, segmental, and generalized dystonia. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2007;22(3):341-7.
98. Müller J, Wissel J, Kemmler G, Voller B, Bodner T, Schneider A, et al. Craniocervical dystonia questionnaire (CDQ-24): development and validation of a disease-specific quality of life instrument. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2004;75(5):749-53.
99. Cano S, Warner T, Linacre J, Bhatia K, Thompson A, Fitzpatrick R, et al. Capturing the true burden of dystonia on patients: the Cervical Dystonia Impact Profile (CDIP-58). Neurology. 2004;63(9):1629-33.
100. Cano SJ, Warner TT. Dystonia rating scales. Clinical Diagnosis and Management of Dystonia. 2007:249.
101. Pinar R. Reliability and construct validity of the SF-36 in Turkish cancer patients. Quality of Life Research. 2005;14(1):259-64.
102. Demiral Y, Ergor G, Unal B, Semin S, Akvardar Y, Kıvırcık B, et al. Normative data and discriminative properties of short form 36 (SF-36) in Turkish urban population. BMC public health. 2006;6(1):247.
103. Fahn S. Unified Parkinson's disease rating scale. Recent development in Parkinson's disease. 1987.
104. Akbostancı M, Balaban H, Atbaşoğlu C. Birleşik Parkinson Hastalığı Değerleme Ölçeği Motor Muayene Bölümü ve Anormal İstemsiz Hareketler Ölçeği'nin değerlendiriciler arası güvenilirlik çalışması. Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Dergisi. 2000;3(2):7-13.
105. Jankovic J. Treatment of dystonia. The Lancet Neurology. 2006;5(10):864-72.
106. Chien HF, Barsottini OGP. Movement Disorders Rehabilitation: Springer; 2017. 188 p.
107. Jankovic J, Schwartz K, Donovan DT, Neurosurgery, Psychiatry. Botulinum toxin treatment of cranial-cervical dystonia, spasmodic dysphonia, other focal dystonias and hemifacial spasm. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 1990;53(8):633-9.
108. Sheean G. Restoring balance in focal limb dystonia with botulinum toxin. Disability and rehabilitation. 2007;29(23):1778-88.
109. Bressman SB, Greene PE. Dystonia. Current treatment options in neurology. 2000;2(3):275-85.
110. Skogseid I, Kerty E. The course of cervical dystonia and patient satisfaction with long term botulinum toxin A treatment. European journal of neurology. 2005;12(3):163-70.
111. Velickovic M, Benabou R, Brin MF. Cervical dystonia. Drugs. 2001;61(13):1921-43.
112. Tassorelli C, Mancini F, Balloni L, Pacchetti C, Sandrini G, Nappi G, et al. Botulinum toxin and neuromotor rehabilitation: an integrated approach to idiopathic cervical dystonia. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2006;21(12):2240-3.
113. Ramdharry G. Physiotherapy cuts the dose of botulinum toxin. Physiotherapy Research International. 2006;11(2):117-22.
114. Queiroz MAR, Chien HF, Sekeff-Sallem FA, Barbosa ERJFn. Physical therapy program for cervical dystonia: a study of 20 cases. Functional neurology. 2012;27(3):187.

115. Hu W, Rundle-Gonzalez V, Kulkarni SJ, Martinez-Ramirez D, Almeida L, Okun MS, et al. A randomized study of botulinum toxin versus botulinum toxin plus physical therapy for treatment of cervical dystonia. Parkinsonism & related disorders. 2019.
116. Werner C, Derlien S, Best N, Witte O, Smolenski UC, Günther A. Effects of A 3-Month Physiotherapy Intervention in Stable Cervical Dystonia As Add-On to Botulinum Toxin Therapy. Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin. 2019;29(01):53-7.
117. Krauss J. Surgical treatment of dystonia. European journal of neurology. 2010;17:97-101.
118. Moro E, Gross RE, Krauss JK. What's new in surgical treatment for dystonia? Movement Disorders. 2013;28(7):1013-20.
119. Gündüz A, Kumru H, editors. Distonide repetitif transkraniyal manyetik uyarım. Yeni Symposium; 2017.
120. http://www.manchesterneurophysio.co.uk/adults/conditions-we-treat/muscular-disorders/dystonia/physiotherapy-for-dystonia.php.
121. Useros-Olmo A, Collado-Vázquez S. Effects of an hydrotherapy program in the treatment of cervical dystonia. A pilot study. Revista de neurologia. 2010;51(11):669-76.
122. Isabel Useros-Olmo A, Martínez-Pernía D, Huepe D. practice. The effects of a relaxation program featuring aquatic therapy and autogenic training among people with cervical dystonia (a pilot study). Physiotherapy theory and practice. 2018:1-10.
123. Pohl C, Happe J, Klockgether T. Cooling improves the writing performance of patients with writer's cramp. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2002;17(6):1341-4.
124. Kim JS, An JY, Lee KS, Kim HT. Cooling can relieve the difficulty of playing the tuba in a patient with embouchure dystonia. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society. 2007;22(15):2291-2.
125. https://www.dystonia.org.uk/physiotherapy-and-focal-dystonia.
126. Smania N, Corato E, Tinazzi M, Montagnana B, Fiaschi A, Aglioti SM. The effect of two different rehabilitation treatments in cervical dystonia: preliminary results in four patients. Functional neurology. 2003;18(4):219-26.
127. Voos MC, Oliveira TdP, Piemonte MEP, Barbosa E. Case Report: Physical therapy management of axial dystonia. Physiotherapy theory and practice. 2014;30(1):56-61.
128. Byl NN, Nagajaran S, McKenzie AL. Effect of sensory discrimination training on structure and function in patients with focal hand dystonia: a case series.S rchives of physical medicine and rehabilitation. 2003;84(10):1505-14.
129. Foley-Nolan D, Kinirons M, Coughlan R, O'Connor P. Post whiplash dystonia well controlled by transcutaneous electrical nervous stimulation (TENS): case report. The Journal of trauma. 1990;30(7):909-10.
130. Tinazzi M, Zarattini S, Valeriani M, Romito S, Farina S, Moretto G, et al. Long-lasting modulation of human motor cortex following prolonged transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) of forearm muscles: evidence of reciprocal inhibition and facilitation. Experimental brain research. 2005;161(4):457-64.
131. Tinazzi M, Farina S, Bhatia K, Fiaschi A, Moretto G, Bertolasi L, et al. TENS for the treatment of writer's cramp dystonia: a randomized, placebo-controlled study. Neurology. 2005;64(11):1946-8.
132. Meesen RL, Cuypers K, Rothwell JC, Swinnen SP, Levin O. The effect of long term TENS on persistent neuroplastic changes in the human cerebral cortex. Human brain mapping. 2011;32(6):872-82.
133. Livanelioglu A, Erden A. Proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon teknikleri. Ankara. Hacettepe Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları. 1998.

134. Taub E, Miller NE, Novack TA, Fleming W, Nepomuceno C, Connell J, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. 1993;74(4):347-54.
135. Karaduman AA, Yılmaz ÖT, Akel BS. Fizyoterapi ve rehabilitasyon: Hipokrat Yayınevi; 2017.
136. Taub E, Uswatte G, Bowman MH, Mark VW, Delgado A, Bryson C, et al. Constraint-induced movement therapy combined with conventional neurorehabilitation techniques in chronic stroke patients with plegic hands: a case series. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2013;94(1):86-94.
137. Elbert T, Candia V, Altenmüller E, Rau H, Sterr A, Rockstroh B, et al. Alteration of digital representations in somatosensory cortex in focal hand dystonia. Neuroreport. 1998;9(16):3571-5.
138. Candia V, Elbert T, Altenmüller E, Rau H, Schäfer T, Taub E. Constraint-induced movement therapy for focal hand dystonia in musicians. The Lancet. 1999;353(9146):42.
139. Odergren T, Iwasaki N, Borg J, Forssberg H. Impaired sensory–motor integration during grasping in writer's cramp. Brain. 1996;119(2):569-83.
140. Bara Jimenez W, Shelton P, Sanger TD, Hallett M. Society tCN. Sensory discrimination capabilities in patients with focal hand dystonia. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 2000;47(3):377-80.
141. Zeuner KE, Bara Jimenez W, Noguchi PS, Goldstein SR, Dambrosia JM, Hallett M. Sensory training for patients with focal hand dystonia. Annals of neurology. 2002;51(5):593-8.
142. Karnath H, Konczak J, Dichgans J. Effect of prolonged neck muscle vibration on lateral head tilt in severe spasmodic torticollis. Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry. 2000;69(5):658-60.
143. Deepak K, Behari M. Specific muscle EMG biofeedback for hand dystonia. Applied psychophysiology and biofeedback. 1999;24(4):267-80.
144. Pelosin E, Avanzino L, Marchese R, Stramesi P, Bilanci M, Trompetto C, et al. Kinesiotaping reduces pain and modulates sensory function in patients with focal dystonia: a randomized crossover pilot study. Neurorehabilitation and neural repair. 2013;27(8):722-31.
145. Bragg DC, Sharma N. Update on treatments for dystonia. Current neurology and neuroscience reports. 2014;14(6):454.
146. Priori A, Pesenti A, Cappellari A, Scarlato G, Barbieri S. Limb immobilization for the treatment of focal occupational dystonia. Neurology. 2001;57(3):405-9.
147. Hoffland B, Veugen L, Janssen M, Pasman J, Weerdesteyn V, van de Warrenburg BP. A gait paradigm reveals different patterns of abnormal cerebellar motor learning in primary focal dystonias. The Cerebellum. 2014;13(6):760-6.
148. Barr C, Barnard R, Edwards L, Lennon S, Bradnam L. Impairments of balance, stepping reactions and gait in people with cervical dystonia. Gait & posture. 2017;55:55-61.
149. Patel N, Hanfelt J, Marsh L, Jankovic J. Alleviating manoeuvres (sensory tricks) in cervical dystonia. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2014;85(8):882-4.
150. Tsui JKC, Calne DB. Handbook of dystonia: Marcel Dekker; 1995.
151. Deuschl G, Heinen F, Kleedorfer B, Wagner M, Lücking C, Poewe W. Clinical and polymyographic investigation of spasmodic torticollis. Journal of neurology. 1992;239(1):9-15.
152. Naumann M, Magyar Lehmann S, Reiners K, Erbguth F, Leenders KL. Sensory tricks in cervical dystonia: perceptual dysbalance of parietal cortex modulates frontal motor programming. Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society. 2000;47(3):322-8.
153. Greene PE, Bressman S. Exteroceptive and interoceptive stimuli in dystonia. Movement disorders. 1998;13(3):549-51.
154. Hallett M. Is dystonia a sensory disorder? Annals of neurology .1995;38(2):139-40.

Kas Tonusu Bozukluklarının Tedavisinde Nörofizyolojik Yaklaşımların Kullanımı

15

Doç. Dr. Burcu Ersöz Hüseyinsinoğlu, Prof. Dr. Arzu Razak Özdinçler

GİRİŞ

Kas tonusu anormallikleri, nörolojik hastalıklarda ortaya çıkan motor kontrol bozukluğunun en önemli sebepleri arasındadır. Tonus anormallikleri, kasların veya eklemlerin mekanik özelliklerini değiştiren kas kısalıkları, eklem limitasyonları, kontraktürler gibi bazı patolojik koşulların da oluşmasına zemin hazırlayabilir. Bu nedenle kas tonusu anormalliklerinin belirlenmesi ve uygun fizyoterapi girişiminin yapılması nörolojik rehabilitasyon alanının önemli bir maddesidir. "Nörofizyolojik Yaklaşımlar" kas tonusunun yeniden düzenlenmesini sağlamak amacıyla kullanılan fizyoterapi yaklaşımları arasında önemli yer tutar. Bobath Yaklaşımı, Propriyoseptif Nöromuskuler Fasilitasyon gibi yaklaşımların yanı sıra son yıllarda tanımlanan ve görev odaklı tedaviler olarak da bilinen Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi, Motor İmgeleme ve Ayna Tedavisi nörolojik hasar sonrası kaybedilen fonksiyonların yeniden kazanılması hedefiyle, kas tonusunda ortaya çıkan değişiklikleri kontrol altına almayı hedefler. Nörofizyolojik yaklaşımların kas tonusu üzerindeki etkinliği ile ilgili bilimsel kanıt düzeyi zayıftır. Ancak son yıllarda nöroplastisite ve motor öğrenme çalışmalarından elde edilen bilgilere göre hastanın tedavi hedefine uygun olarak dizayn edilmiş, uygun nörofizyolojik yaklaşımların kullanıldığı seansların kas tonusunu regülasyonunda önemli rol oynayarak hastanın fonksiyonel iyileşmesini tetiklediği bildirilmektedir.

Eklemde oluşturulan pasif germeye karşı istirahat halindeki kasların istem dışı gerginliğine "*Kas Tonusu*" denir. Nörolojik hastalıklar sonucunda ortaya çıkan kas tonusu değişiklikleri ya tonusda artma (hipertoni) ya da azalma (hipotoni, atoni) şeklinde olur. Kas tonusu artması spastisite, rijidite, myotoni, katılık ve distoninin bazı form-

ları gibi ayrı semptomlar olarak incelenebilir. Temel olarak spastisite piramidal sistem hastalıklarında ortaya çıkar, rijidite ise ekstraprimidal hastalıkların temel bozukluklarından biridir. Kas tonusu azalması, ikinci motor nöronun ve periferik sinirleri hastalıkları ile, serebellar ve ekstrapiramidal sistemin bazı hastalıklarında görülür.

Kas tonusu anormallikleri, nörolojik hastalıklarda ortaya çıkan motor kontrol bozukluğunun en önemli sebepleri arasındadır. Aynı zamanda kasların veya eklemlerin mekanik özelliklerini değiştiren patolojik koşulların da oluşmasına zemin hazırlayabilir (örnek; kas kısalıkları, eklem limitasyonları, kontraktürler vb.). Bu nedenle kas tonusu anormalliklerinin belirlenmesi ve uygun fizyoterapi girişiminin yapılması nörolojik rehabilitasyon alanının önemli bir maddesidir. "Nörofizyolojik Yaklaşımlar" kas tonusunun yeniden düzenlenmesini sağlamak amacıyla kullanılan fizyoterapi yaklaşımları arasında önemli yer tutar.

Nörofizyolojik Yaklaşımların tarihsel gelişimine bakıldığında 1950 ve 1960'larda nörofizyoloji alanında yapılan, çoğunlukla uyarana karşı verilen cevap mekanizmasını araştıran ve hayvan modelleri üzerinde yapılan çalışmalara dayandığı görülür. Bu çalışmalardan elde edilen bilgiler doğrultusunda, nörorehabilitasyon alanında afferent stimülasyon (özellikle kas ve eklem proprioseptör ve taktil reseptörlerinin stimülasyonu) paretik ekstremitede hareketi fasilite eden, tedavi edici bir metod olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu yıllarda geliştirilen Bobath Tedavi Yaklaşımı (Nörogelişimsel Tedavi), Proprioseptif Nöromüsküler Stimülasyon, Rood ve Ayres yöntemleri sinir sisteminin stimülasyonu ile hareketin kolaylaştırılabileceği görüşünü temel alarak geliştirilen tedavi yaklaşımlarıdır. Bu yaklaşımlarda aynı zamanda gelişimsel hareket paternlerini kullanıldığı, postural stabilite ve normal hareket paternleri dikkate alındığı takdirde tedavi edici etkilerin ortaya çıkarılabileceği görüşü temel alınmıştır. Bu tedavi yaklaşımları içinde normal hareket paternlerinin açığa çıkarılabilmesi için kas tonusunu düzenleyen (anormal tonusu arttırarak ya da azaltarak) pek çok yöntem ya da teknik tanımlanmıştır. Bu bağlamda, tanımlanan nörofizyolojik yaklaşımların tedavi hedefindeki kas tonusu bozukluklarının daha çok spastisite yada hipotoni olduğu söylenebilir. Nörofizyolojik Yaklaşımların rijidite, myotoni ya da distoni üzerine etkisi ise hala netlik kazanmamıştır.Bu yaklaşımların spastisite ya da hipotoni üzerine etkisini araştıran bilimsel çalışmaların ise yetersiz olduğu görülmektedir. Bunun nedenlerinden biri dünya literatüründe "Nörofizyolojik Yaklaşımlar" terimi yerine yapılan girişimlerin çoğu kez "Standart Tedavi" ya da "Konvansiyonel Tedavi" isimleriyle tanımlanmasıdır. Diğer taraftan nörofizyolojik yaklaşımlardan bazılarının, kurulan birlikler aracılığı ile hem tanınırlığı hem de güncel araştırmalar ışığında gelişimi devam etmektedir (Bobath Tedavi Yaklaşımı, Propriyoseptif Nöromuskuler Fasilitasyon gibi). Bazılarının ise tanımlandığı yıllar-

daki özellikleriyle kaldığı görülmektedir. Hem yukarıda sıralanan nedenlerle hem de nörolojik rehabilitasyon alanında homojen çalışma grubu oluşturulmasındaki zorluklar bu konuda kanıt düzeyi yüksek çalışmaların ortaya çıkmasını zorlaştırmaktadır.

Kitabın bu bölümünde nörolojik rehabilitasyon alanında sıklıkla uygulanan nörofizyolojik yaklaşımlar ele alınarak, bu yaklaşımların kas tonusu üzerindeki etkileri üzerinde durulacaktır.

BOBATH TEDAVİ YAKLAŞIMI

Bobath Tedavi Yaklaşımı (BTY), santral sinir sistemi lezyonuna bağlı fonksiyon, hareket ve postural kontrol bozukluğu olan kişilerde değerlendirme ve tedavi amacıyla uygulanan bir problem çözme yaklaşımıdır. Tedavinin amacı; postural kontrolü geliştirme ve kolaylaştırma teknikleri ile seçici hareketleri açığa çıkararak, fonksiyonu en iyi duruma getirmektir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde nörogelişimsel tedavi adıyla bilinen Bobath Tedavisi inme sonrası hastaların rehabilitasyonunda kullanılan en önemli tekniklerden biridir. Karl ve Bertha Bobath tarafından geliştirilen bu tedavi tekniğinin teorik temeli 1916'lerde motor kontrolün hiyerarşik modeli ile ilgili nörofizyolojik araştırmalara dayanmaktadır. Bu hiyerarşik modele göre hareket; üst merkezlerin inhibisyon etkisinde kalan spinal kord düzeyindeki reflekslerin stümülasyonu sonucu ortaya çıkar. Pramidal yolda meydana gelen lezyon sonucu bu inhibitör kontrol ortadan kalkarak kontralateral spastik hemipleji oluşur. Bu nedenle Bobath yaklaşımına göre motor davranışın adaptasyonunda inhibisyon önemli bir faktördür ve afferent inputlarla tonusu düzenlemek mümkündür.

Bertha Bobath hemiplejik hastalarda temel problemin; hareket paterninin anormal koordinasyonuna eşlik eden anormal tonus olduğunu vurgulamıştır. Kas gücü ve seçici kas aktivitesi ise ikincil öneme sahiptir. Bu nedenle özellikli el tutuşları ile tonusun normalleştirilmesi ve istemli ve otomatik hareketin açığa çıkarılması tedavide üzerinde durulan en önemli esaslardır. Bobath yaklaşımına göre tedavi tüm hastalara tarif edilmek üzere yapılandırılmış egzersiz setinden değil, kişiye göre değişen ihtiyaçlara göre uyumlandırılan geniş, farklı tekniklerden oluşmalıdır. Tedavi; motor problemler kadar duyu, algı ve adaptif davranışları da kapsayarak 24 saat boyunca devam eden bütünsel bir yaklaşım içinde gerçekleşmelidir. Tedavideki kazanımlar mutlaka fonksiyona dönüştürülmelidir.

Bobath tedavisi problem çözmeye yönelik analitik bir yaklaşımdır. Fonksiyonel aktiviteler sırasındaki performansın temelini tonus, hareket paternleri ve postural

kontrol anlayışı oluşturur. Tutuş teknikleri ile bir aktivitenin yapılış biçimi modifiye edilerek, performe edilmesi daha etkin ve başarılı bir hale getirilebilir. Tedavi kişinin aktif katılımını desteklemelidir. Hareketin fonksiyon içinde uygulanışı önemlidir.

Lance'in tanımına göre spastisite; üst motor nöron sendromunun bir komponenti olarak germe refleksinin hipereksibilitesi nedeniyle tonik germe refleksinde hıza bağlı artıştır. Bu tanımda spastisitenin yalnızca nöral komponenti ele alınmıştır. Bu nedenle Lance'nin tanımındaki spastisite az sayıdaki hastanın hareket bozukluğunu açıklar. Kasın mekanik içeriğindeki iç değişiklikler ise tonusun nöral olmayan komponentini oluşturur. Spastisite disinhibisyon, plastik reorganizasyon ve mekanik değişikliklerin bir birleşimidir ve kişiler arasında anlamlı değişiklik gösterir. Pek çok yazar Bobath tedavi yaklaşımının aktif hareketi kolaylaştırmak için tonusun normalizasyonu üzerine odaklanmıştır. Ancak Bobath'ın kas uzunluğu ve açısını etkileyerek nöral olmayan seviyede tonusu etkilemeye çalışan bir yaklaşım olduğunu söylemek daha doğrudur.

Bobath Tedavi Yaklaşımı' nın Klinik Uygulanışı İle İlgili Prensipler

BTY'nın uygulanışı ile ilgili prensipler aşağıdaki alt gruplara ayrılarak incelenebilir;

Hareket Analizi

- Bobath tedavi yaklaşımı motor problemler, duyu, algı ve adaptif davranışları gözönünde bulundurarak hastayı bir bütün olarak el alır ve tedaviyi hastanın ihtiyaçları doğrultusunda şekillendirir. Tedavi kişi, aktivite ve çevre arasındaki interaktif süreci kapsamaktadır.
- Hareket bozukluğu yaratan birincil ve ikincil nedenlerinin belirlenebilmesi için hareket ve aktivite performansının analizi yapılmalıdır.
- Terapi hastanın potansiyeline ve günlük yaşantısını geçirdiği çevreye uygun ve gerçekçi olarak seçilmiş bir "hedef" temeline oturtulmuş olmalıdır.
- Tedavi süreci içinde yapılan değerlendirmelerin tekrarı doğrultusunda hedef yenilenir, ihtiyaç ve gelişime göre tedavi girişimi değiştirilebilir.

Postural Kontrol ve Aktiviteye Yönelik Hareketin Integrasyonu

- Gövde ve ekstremitelerin seçici hareketleri (konsantrik ve eksantrik), postural kontrol mekanizması ile bağlantı halindedir. Dolayısıyla etkin bir postural kontrol, duruş ve fonksiyon seçici hareketlerin iyileşmesi için bir ön koşuldur.

Normal Hareket

- Fizyoterapistlerin el tutuşları hasta üzerinde, stabilite ve düzgünlük bakımından kontrol sağlarken aynı zamanda daha "kaliteli" hareket paternlerinin açığa çıkarılmasına rehberlik eder.
- Amaç hastaya mümkün olan en kaliteli hareketi açığa çıkarabilmesini öğretmek olmalıdır.
- Doğru olmayan hareket paternleri çabuk benimsenebilir. Bu nedenle hastanın ev programı hastanın doğru şekilde yapabildiği aktivitelerden oluşmalıdır.

Motor Öğrenme

- Tedavi sırasında motor öğrenmenin prensipleri olan aktif katılım, pratik fırsatı ve anlamlı hedef koyma mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.
- Motor kontrolün arttırılabilmesi için tekrar önemlidir ancak tekrar demek aktivitenin sürekli aynı yolla yapılması anlamına gelmemelidir.
- Rehabilitasyon parçasının bir parçası olarak tedavi hastanın yaşam tarzında yapılacak düzenlemelerle 24 saati kapsamalıdır.

Bobath Tedavi Yaklaşımının Kas Tosunu Yeniden Düzenlenmesine Bakışı

BTY'nın yukarıda özellikle hareket analizi, postural kontrol ve normal hareket başlıkları altında anlatılan klinik uygulama prensipleri aynı zamanda motor kontrol kaybına neden olan kas tonusu artışına engel olacak ya da hipotoni durumunda kas tonusunu normal seviyeye yükseltecek bir egzersiz programı oluşturulmasının temelini oluşturur. Spastisite varlığında BTY'nın temel hedefi spastisiteyi azaltmak değil, üstünlüğünü önlemek ve geriye kalan fonksiyonu en iyi düzeye getirmektir. Tonusun normalleştirilmesi için kutanöz, propriosepsif uyarılar gibi duyusal uyaranların kullanımı ve tutuş teknikleri kullanılabilir.

Artmış Kas Tonusu için Öneriler

Spastisite sadece tek bir kas ya da kas grubunda görülmeyip tüm ekstremiteyi etkileyen sinerjik paternlerdir. Normal hareket paternlerini anormal paternler üzerine yerleştirmek mümkün değildir, bu yüzden anormal paternlerin ortaya çıkışını engellemek gerekir. Anormal paternlerin inhibisyonu spastisiteyi azaltır ve seçici fonksiyonel hareketin elde edilmesi kolaylaşır.

BTY'na göre kas ya da eklem mobilizasyonu, germe, etkilenen tarafa ağırlık aktarma, daha az çaba harcanan daha etkili fonksiyonel aktivitelerle diğer bir deyişle nöral olmayan seviyede hipertonusu kontrol altına almada yardımcı olabilir. Ayrıca spastik

kasa soğuk uygulama, uygun pozisyonlama, gövde rotasyonu, hasta tarafın gerilip uzatılması yapılabilecek diğer uygulamalardır.

Azalmış Kas Tonusu için Öneriler

Baş, boyun ve vücut hareketi stimülasyonlarına cevabı kolaylaştırmak için kasın gerilmesi ve hafif vurmalar gibi proprioseptif stimülasyonlardan yararlanılır.

PROPRİYOSEPTİF NÖROMUSKULER FASİLİTASYON

Propriyoseptif Nöromuskuler Fasilitasyon (PNF) kas ve sinir sisteminin proprioseptif uyaranlarla fasilite edilmesidir. 1940'lardan beri PNF fizyoterapi ve rehabilitasyonda en çok kullanılan tedavi konseptlerinden biridir. Dr Kabat ve Fizyoterapist Margaret Knott, 1947'de Kaliforniya Vallejo'da bu tekniği geliştirmeye başladı. 1953'de Fizyoterapist Dorothy Voss'un da aralarına katılmasıyla ilk PNF kitabı Knott ve Voss tarafından yazılarak 1956 yılında basıldı. Başlangıçta daha çok Multiple Sklerozlu ve Poliomyelitli hastalar bu metotla tedavi edildi. Tecrübe arttıkça bu tedavi yaklaşımının çok daha geniş bir hastalık grubunda etkili olduğu görüldü. Bugün neredeyse tüm rehabilitasyon alanları ama özellikle nörolojik rehabilitasyon bu konseptten yararlanabilir durumdadırlar.

PNF'in Genel Prensipleri

Hareket, çevremiz ile etkileşme yolumuzdur. Bütün duyusal ve bilişsel işlemler bir sonraki motor çıktılara karar vermek için olan girdiler olarak görülebilir. Motor kontrol ve öğrenme, rehabilitasyon için önemlidir. Herhangi bir etkileşimli durumun anahtar öğesi bilgi aktarımıdır. Bu durum terapi için de geçerlidir.

Bilgi olmadan hastalar yeni yeteneklerde uzmanlaşmakta kısıtlanırlar. Bu özellikle motor öğrenmenin ilk aşamalarında çok önemlidir. Hastalar, hastalıklarından dolayı kendi içsel bilgi kaynaklarına güvenemeyebilirler. Böyle durumlarda PNF gibi kolaylaştırmalar ve terapist en önemli dışsal bilgi kaynağı olur.

- PNF entegre bir yaklaşımdır.
- Sadece spesifik bir probleme ya da vücut kısmına yoğunlaşmaz, insanı bütün olarak ele alır.
- Hastanın potansiyelini ortaya çıkarmaya odaklanır.
- Tedavi yaklaşımı her zaman pozitiftir.
- Esas hedef en yüksek düzeyde fonksiyon kazanımıdır.
- Motor kontrol ve motor öğrenme prensipleri terapide entegre olarak kullanılır.
- Tedavi, aktivite ve katılım düzeyinde planlanır.

PNF'in kısaca felsefesi:

- Pozitif yaklaşım: Ağrısız, ulaşılabilir hedefler, başarı için hazırlık, direkt ve indirekt tedavi, güçlü başlangıç
- En yüksek fonksiyonel düzey: Fonksiyonel yaklaşım, yapısal ve aktivite düzeyinde tedavi
- Yoğun çalışma ile potansiyeli harekete geçir: Aktif katılım, motor öğrenme, bireye özel çalışma
- İnsanı bütün olarak düşün: İnsanı çevresel, kişisel, fiziksel ve duygusal faktörlerle bir bütün olarak düşünün.
- Motor kontrol ve motor öğrenme prensiplerini kullanın.

PNF'in Temel Uygulama Prensipleri

- Optimal direnç
- İrradiasyon ve güçlendirme
- Elle temas
- Vücut pozisyonu ve vücut mekaniği
- Sözlü Komutlar
- Traksiyon ve apraksimasyon
- Germe
- Normal zamanlama
- Patern kullanımı

PNF'in Nörofizyolojik Prensipleri

1. Afterdischarge: Uyaran durduktan sonra uyaranın etkisinin devam etmesidir. Uyaranın gücü ve süresi artarsa afterdischarge da artar.
2. Sumasyon: Bir nöron hücresinin gövdesine uygulanan birçok uyarının eksitatör ve inhibitör etkilerinin cebirsel toplamıdır. İki'ye ayrılır:
   a. Zamansal (Temporal) sumasyon: Sürekli olarak verilen zayıf uyarılar eksitasyona neden olur. Eğer 2 ya da daha fazla sinaptik olay hızlı ardışık meydana gelirse (aynı yerde) etkileri birbirine eklenir.
   b. Uzaysal (Spatial) sumasyon: Vücudun farklı bölgelerine eş zamanlı olarak uygulanan zayıf uyaranların toplamı eksitasyona neden olur.

   Temporal ve spatial sumasyonun kombinasyonu daha fazla aktivite oluşturabilir.
3. İrradiasyon (Kuvvet yayılımı): Stimülasyon cevabının bir sonucu olarak sinir sistemi içinde eksitasyonun bir yayılımıdır. Uyaranların sayısı veya uyarıcının gücü arttığı zaman ortaya çıkar. Bu cevap eksitasyon ya da inhibisyon olabilir.

4. Ardışık indüksiyon: Agonist kasların artan bir uyarım ile uyarılmasını antagonistlerin uyarılması takip eder.
5. Resiprokal inervasyon: Kaslardaki kontraksiyon ilgili kasın antagonistinde inhibisyona neden olur. Bu koordinasyon için gereklidir. Relaksasyon tekniklerinde özellikle bu yöntem kullanılır.
6. Ko-kontraksiyon: Sinerjik kaslar aktive edildiği zaman beyindeki kas bilgileri daha güçlü ve daha kesindir. Agonist ve antagonist her iki kasın eş zamanlı kontraksiyonu stabilizasyon için gereklidir ve vücudu destekler.
7. Post-izometrik relaksasyon: Bu prensipte, bir kasın kontraksiyonu sonrasında otomatik olarak kısa bir latent periodu ardından relaksasyon oluşur.

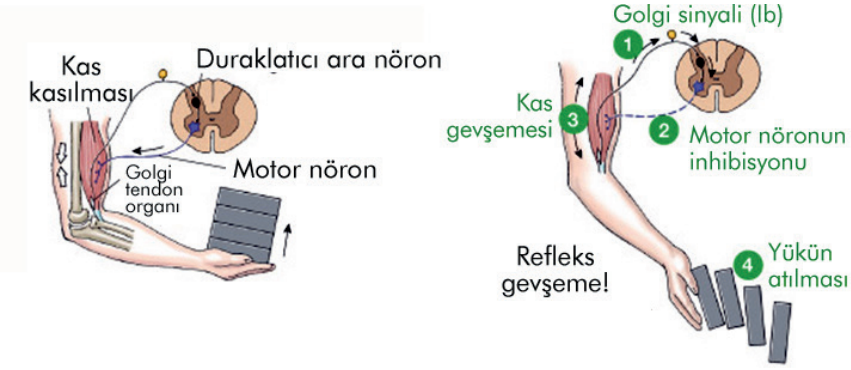
Kas Tonusu ile ilgili PNF Teknikleri için Mekanizmalar

Tüm PNF germe teknikleri alternatif izotonik kasılma veya izometrik kasılma ve agonist ve antagonist kasların gevşemesini içermektedir. Dört mekanizmadan söz edilir:

- Otojenik inhibisyon
- Resiprokal inhibisyon
- Stres relaksasyon
- Kapı kontrol teorisi

Otojenik İnhibisyon

Golgi tendon organları kas tendonlarının arasında onlara seri bağlanmış reseptörlerdir. Bu reseptörler kasın aşırı kasılması veya tendonların gerilmesi ile uyarılır. Uyarı Grup Ib ile medulla spinalisin arka kökünden girer ön boynuza gelir, inhibitör ara nöron ile sinaps yapar ilgili kasın alfa motor nöronunu inhibe eder (Şekil 15.1).

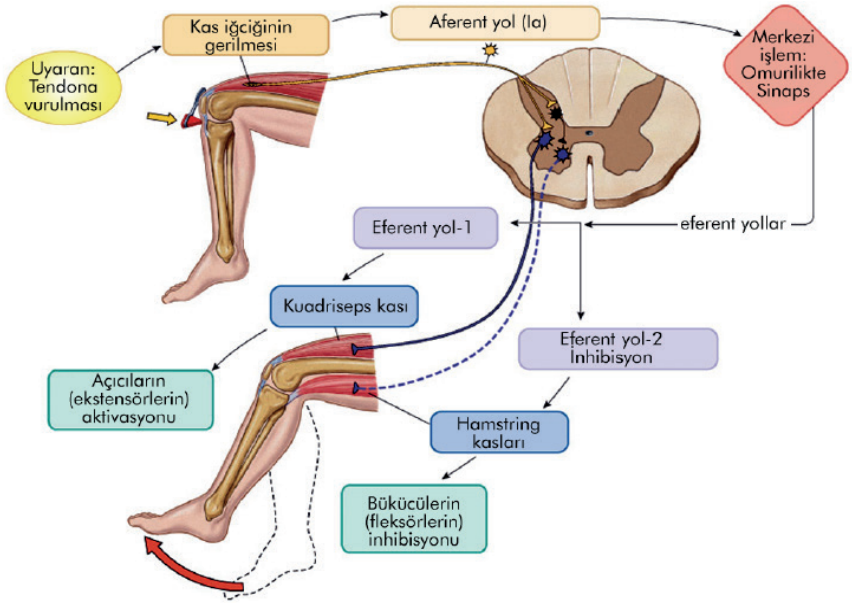


Şekil 15.1. Otojenik İnhibisyon

https://image3.slideserve.com/6601560/muscle-reflexes-response-to-load-and-overload-n.jpg

Resiprokal İnhibisyon

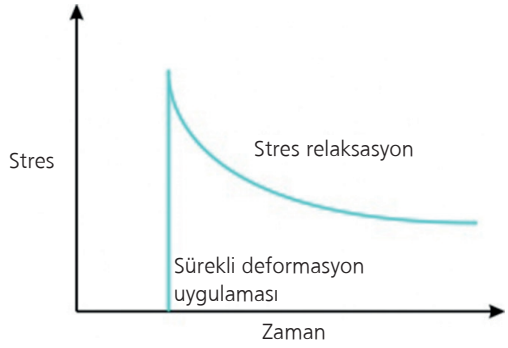
Bir grup kas kasılırken antagonistlerin gevşeyerek bu kasılmaya izin vermesi gerekir (Şekil 15.2).



Şekil 15.2. Resiprokal İnhibisyon *https://wikigait.wordpress.com/tag/reciprocal-inhibition/*

Stres Relaksasyonu

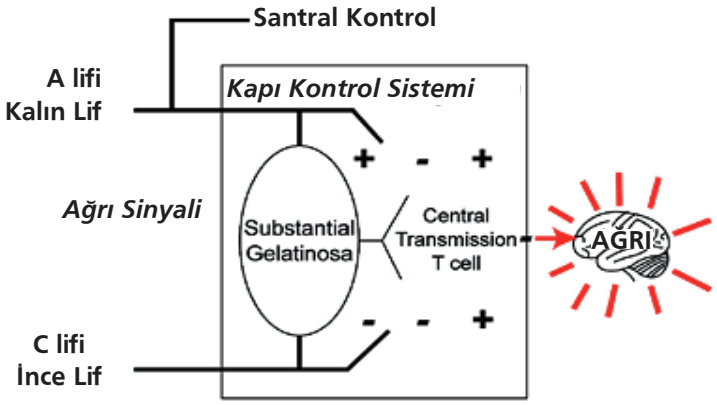
Muskulokutanöz ünite sabit bir strese maruz kaldığında stres relaksasyon meydana gelir. Muskulotendinöz ünitenin gerilmesine neden olan elongasyon uyarısına karşı viskoelastik materyal tarafından oluşturulan direnç kuvveti azalır (Şekil 15.3).



Şekil 15.3. Stres Relaksasyon *https://samarpanphysioclinic.com/2019/10/01/properties-of-elasticity-and-use-in-physiotherapy/*

Kapı Kontrol Teorisi

Kas aktif eklem hareket açıklığı ötesinde gerildiğinde hastanın bu germeye karşı koyması istenir. Açığa çıkan bu büyük kuvvet ağrılı uyaran olarak hissedilir ve olası bir hasar gibi algılanır. Golgi tendon organı aktive olur (Şekil 15.4).



Şekil 15.4. Kapı Kontrol Teorisi *http://www.skylarkdevice.com/electrotherapy.html*

Kas Tonusu İle Doğrudan İlişkili PNF Teknikleri

Ritmik Başlatma

Ritmik olarak ekstremiteleri istenilen hareket aralığında hareket ettirmektir. Genelde pasif olarak başlanır, aktif ve dirençli şeklinde ilerleme yapılır.

- Harekete başlamayı kolaylaştırır.
- Hareketin koordinasyonunu sağlar.
- Hareketi normalize eder.
- Hareketi öğretir.
- Hastanın gevşemesine yardımcı olur.

Kopyalama - Taklit Etme (Replication)

Fonksiyonel aktivitelerin motor öğrenimini fasilite eder. Bir fonksiyonu ya da aktiviteyi öğretmeyi amaçlar.

- Hareketin taklit edilmesi konusunda model oluşturulur.
- Agonist kasların kısaldığı pozisyonda aktiviteyi korumayı öğretir.

Kas – Gevşe

Gevşeme tekniğidir. Aktif germe olarak kısalmış dokuları açmak ve hareket açıklığını artırmak amacıyla kullanılır. Dinamik kasılma kullanılır. Tonusun inhibisyonuna yardımcıdır. Yukarıda açıklanan mekanizmalarla etkili olmaktadır. Ayrıca post izometrik relaksayon mekanizmasından da söz edilmektedir.

Tut – Gevşe

Gevşeme tekniğidir. Aktif germe olarak kısalmış dokuları açmak ve hareket açıklığını artırmak amacıyla kullanılır. Statik kasılma kullanılır. Tonusun inhibisyonuna yardımcıdır. Yukarıda açıklanan mekanizmalarla etkili olmaktadır. Ayrıca post izometrik relaksayon mekanizmasından da söz edilmektedir.

JOHNSTONE TEDAVİ YAKLAŞIMI

Johnstone Tedavi Yaklaşımı'nın temeli 1980'li yıllarda Margaret Johnstone tarafından yazılan kitaplarda anlatılmıştır. Bu yaklaşımın getirdiği en önemli yenilik, basınç splintlerinin kullanılmasıdır**.** Bu splintleri kullanılma amaçları;

- Egzersiz sırasında ekstremiteyi antispastisite pozisyonunda tutarak gerekli desteği sağlamak,
- Birleşik reaksiyonları kontrol altında tutmak,
- Derin ve sabit basınç uygulaması ile kas eklem pozisyon algılama reseptörlerini uyarmak,
- Dominant reflekslerin inhibisyonunu sağlamak şeklinde sıralanabilir.
- Ayrıca duyu problemi olan hastalarda hipertansiyon, kalp yetmezliği, akut pulmoner ödem, derin ven trombozu yoksa proprioseptörlerin uyarılmasını arttırmak amacı ile splint şişirilerek mekanik jobs aletine bağlanabilir (40 mm Hg 3 sn,10 mm Hg 3 sn olarak 45 dk).

PVC'den yapılan splintler tüm kol, yarım kol, tüm bacak, dirsek, el ve ayak splintleri olarak tasarlanmıştır (Resim 15.1).



Resim 15.1. Johnstone Tedavi Yaklaşımında kullanılan splintler

Duyu bozukluğu olan hastalarda splintler aralıklı basınçla alet yardımı ile şişirilerek uygulanır. Bu proprioseptif duyuyu artırmaktadır. Johnstone yönteminde hareket kontrolü üzerinde çalışırken, yeniden eğitim için primitif refleks hareketlerden koordine hareketlere doğru olan insan gelişimi izlenmektedir. Hasta bir harekette başlangıç pozisyonundan itibaren dışarıdan yardım almadan kendini stabilize edebiliyorsa, az bir dirence karşı da bunu yapabilir duruma gelebilmiş demektir. Hastanın tüm eğitimi boyunca fizyoterapist görme, duyma ve dokunma duyularını birer uyarıcı araç olarak kullanmaktadır.

Johnstone Tedavi Yaklaşımına Göre Kas Tonusu ile ilgili Mekanizmalar

Kortikospinal yolların hasarı kas güçsüzlüğü ve spastisiteye yol açar. İnternal kapsül hasarı nedeniyle vestibüler sistem artık yüksek seviyelerde kontrol edilmiyorsa antigravite kaslarında artmış tonus karşımıza çıkar. Spinal seviyede ise ön boynuzda inhibisyon mekanizmasının kaybıyla artmış kas iğciği ve golgi tendon organı aktivitesi nedeniye artmış tonus oluşur. Anti-gravite kaslarında artmış tonusun sonucu olarak spastisite paterni ortaya çıkar.

Splint Kullanırken Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Derin ven trombozu tanısı ya da şüphesi varsa kontraendikedir.
- Ağrı varsa splint çıkarılmalıdır.
- Cilt bütünlüğü küçük alanlarda bozulduysa bir kılıf ile kaplanmalıdır.
- Basınç asla 40 mm Hg'ı aşmamalıdır.
- Hava splinti doğrudan güneş ışığına maruz kalmamalıdır.

Tonusu Normalleştirmek İçin Tedavinin Ana Hatları

- Ekstemitelerin stabilitesi gövde kaslarına bağlıdır.
- Postural tonus eklem basıncı ile ilişkilidir. Stimulasyonu için gözler, vestibüler sistem, ağırlık taşıma esastır.
- Hasta erken dönemde dikkatli pozisyonlanmalıdır. Yastık yardımı önemlidir.
- Latissimus dorsi kası omuz için; gluteus maksimus kası ise kalça için anahtar kaslardır. Öncelikle tedavi edilmelidir.
- Baş pozisyonu (ATBR VE STBR) tedavi esnasında daima önemsenmelidir.
- Kas tonusu dikkatle izlenmeli, dirençli hareketlerin sinerjik paternlere neden olabileceği unutulmamalıdır.
- Hasta bir harekette başlangıç pozisyonundan itibaren dışarıdan yardım almadan kendini stabilize edebiliyorsa az bir dirence karşı da yapabilir duruma gelmiştir.

- Duyu bozukluğu olan hastalarda intermittent basınç uygulanabilir.
- Sallanan sandalye kullanımı istenir.
- Hareket kontrolünde reedükasyon için primitif refleks hareketlerden koordineli hareketlere doğru olan insan gelişimi izlenmelidir.
- Hastanın tüm eğitimi boyunca fizyoterapist görme,duyma ve dokunmayı kullanmalıdır.
- Apraksimasyon ve ağırlık taşıma omuz ve kalçadan başlamalıdır.

Azalmış Kas Tonusu için Öneriler

- Pozisyon
- İntermittent Basınç Splinti
- Apraksimasyon
- Aktif Yardımlı Hareket
- Hafifçe vurma (tapping)
- Aktif Dirençli Egzersiz
- Ağırlık Transferi
- Ektremitenin Boşlukta Tutulması

Artmış Kas Tonusu için Önerileri

- Pozisyon
- Basınç Splinti
- Pasif Hareket
- Aktif Yardımlı Hareket
- Aktif Hareket
- Ekstremitenin Boşlukta Tutulması
- Ağırlık Transferi

PRO-ACTIVE APPROACH TO NEUROREHABILITATION (PANat)

PANat, Johnstone basınç splintleri ile diğer tedavi araçlarını özellikle duyu eğitimi, mobilizasyon, aktivite bazlı eğitim yaklaşımlarını entegre eden yaklaşımdır.

PRO: Hava splintlerinin ve diğer tedavi araçlarının kullanımını gerektirecek karar verme süreci ve klinik akıl yürütmedir (Kim, ne ve neden).

Aktif: Eğitim programı çağdaş motor öğrenme teorilerine dayanır (Nasıl).

Eğitimin amacı, kompansasyon stratejilerini önlemek için hemiparetik ekstremitenin unilateral-bilateral ve bimanuel hareketlerdeki kalitesini ve kullanım miktarını artırmaktır. Egzersiz seansındaki aktivitenin seçimi, hastanın bir görevi yerine getirmesini veya tamamlamasını engelleyen durumlara göre yapılır ve değiştirilir.

Rehabitasyon Sürecinde PANat'ın Amaçları

- Kas tonusunun normalize edilmesi ve korunması,
- Zayıf kasları güçlendirmek,
- Kas aktivitesini fonksiyonel olarak uyarmak,
- Duyusal uyarımı arttırmak.

PANat Uygulaması

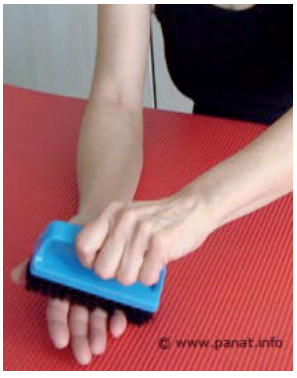
1) Splint Kullanımına Hazırlık (Resim 15.2)
2) Splint Kullanımı
3) Splint ile Yapılacak Örnek Egzersizler (Resim 15.3)
   a) Omuz ve Skapula Mobilizasyonu
   b) Ağırlık Aktarma Egzersizleri
4) Splint Çıkarıldıktan Sonra Yapılacak Örnek Egzersizler (Resim 15.4)
   a) Eklemlerin Pasif Mobilizasyonu
   b) Duyu Uyaranları ile Çalışma



Resim 15.2. Splint Kullanımına Hazırlık *(www.panat.info)*



Resim 15.3. Splint ile Yapılacak Örnek Egzersiz *(www.panat.info)*



Resim 15.4. Splint Çıkarıldıktan Sonra Yapılacak Örnek Egzersiz *(www.panat.info)*

KISITLAYICI-ZORUNLU HAREKET TEDAVİSİ

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (KZHT) üst ekstremitede motor fonksiyonu geliştirmeyi ve gerçek yaşam aktivitelerinde kullanımını arttırmayı hedefleyen çok yönlü bir nörorehabilitasyon tekniğidir. KZHT, içerdiği kompanentlerle hemiparetik üst ekstremitenin tekrarlı kullanımını destekleyen bir tedavi paketi olarak da tanımlanabilir. Hemiparetik üst ekstremitenin tekrarlı kullanımı; sağlam kol kullanımının kısıtlanması ve yoğun tedavi saatleri sayesinde sağlanır.

KZHT'nin temeli Dr. Edward Taub tarafından maymunlar üzerinde yapılan davranışsal nörobilim araştırmalarına dayanır. Yapılan maymun deneylerinden elde edilen deneyselkanıtlara göre deafferentasyona bağlı gelişen motor fonksiyon kaybı; "öğrenilmiş kulanmama" diğer bir deyişle "öğrenilen davranışsal baskılama" nın bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. KZHT'nin dayandırıldığı bir diğer teorik temel kortikal reorganizasyon teorisidir. Beynin değişime adaptasyonu olarak açıklanabilecek kortikal reorganizasyon kavramı Wiliam James tarafından ortaya atılmıştır. Günümüzde merkezi sinir sistemi yaralanması sonrası erişkin beyinde beyaz ve gri maddede plastik değişikliklerin olduğunu gösteren pek çok çalışma mevcuttur. Son yıllarda yapılan TMS ve beyin görüntüleme çalışmaları da KZHT sonrasında beyinde meydana gelen fonksiyonel ve yapısal plastik değişiklikler sonucunda inmeli hastalarda motor fonksiyon kazanımları olduğunu desteklemektedir.

Tedavi Programı

Bir tedavi paketi olarak da adlandırılan KZHT ana üç komponent ve bunların alt kompanentlerinden oluşur. KZHT'nin kompanentleri:

- Tekrarlayıcı, görev odaklı aktiviteler;

Şekillendirme ve Görev Aktiviteleri

- Davranış Stratejileri;

Motor Aktivite Günlüğü-28'in uygulanması, Ev Günlüğü, Davranışsal Anlaşma, Bakım Veren ile Yapılan Anlaşma, Ev Beceri Anlaşması, Ev Pratiği, Günlük Program

- Etkilenmeyen taraf üst ekstremitenin kısıtlanması (Resim 15.5)

KZHT'nin en önemli özelliklerinden biri tedavi seanslarına ayrılan sürenin uzunluğudur. Tedavinin original protokolünde her tedavi seansı 6 saattir ve tedavi seansları defisit düzeyine göre ardı sıra 10-15 gün (hafta içi, 2-3 hafta boyunca) içinde tamamlanır. Ancak yapılan pek çok çalışma yüksek fonksiyon seviyeli hastalarda kısa süreli günlük çalışma periodunun (1,5- 3 saat/gün) etkinliğini ortaya çıkarmıştır. Hatta bazı çalışmalarda KZHT'nin klinik saatlerinin azaltılarak bu zamanın ev programı olarak da tasarlanabileceği üzerinde durulmuştur.



Resim 15.5. Etkilenmeyen taraf üst ekstremitenin kısıtlanması.

KZHT'nin Spastisite Üzerine Etkisi

KZHT'nin kronik inmeli hastalarda etkilenen üst ekstremitede motor beceriyi ve kullanım sıklığını arttırdığı ve bu gelişimin iki yıl boyunca korunabildiği gösterilmiştir. Ancak bu çalışmalar içinde KZHT'nin spastisite üzerine etkisini sınırlı çalışma tekniğin spastisiteyi azaltma yönünde etkin bir tedavi olduğunu göstermiştir.

DİĞER NÖROFİZYOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Nörolojik rehabilitasyon alanında kullanılan nörofizyolojik yaklaşımlar içerisindeBobath ve PNF gibi yaklaşımlarla benzer tarihlerde tanımlanmış olan bir diğer yaklaşım Rood Yaklaşımıdır. Bu yaklaşım Bobath ve PNF yaklaşımlarında olduğu gibi herhangi bir birlik tarafından güncellenip günümüze ulaştırılmasa da tanımlanmış olduğu 1950'li yıllarda kas tonusu üzerine etkili uygulamalar açıklamıştır. Bir fizyoterapist olan Margaret Rood tarafından geliştirilen bu yaklaşımın temelinde duysal mekanizmaların motor fonksiyonun ayrılmaz bir parçası olduğu görüşü yatar. Hastanın bireysel ihtiyaçlarının belirlenmesinden sonra uygun duyusal uyaran seçimiyle normal motor gelişim aktivitelerinin ve pozisyonlarının birbirini takip eden bir sırayla çalıştırılması tedavinin temelini oluşturur. Tonusu arttırmak için kullanılacak uyarılar hızlı germe, direnç, vibrasyon (100-200 hz), traksiyon, hafifçe vurma (tapping), apraksimasyon, hızlı fırçalama ve buz masajı olarak tanımlanırken, tonusu azaltmak için uzamış germe, inhibitör tendon basıncı ve yavaş sıvazlama önerilmiştir. Günümüzde bu uyarılar kas tonusunu normalleştirmek üzere kullanılmasına karşın yapılan uygulamalar Rood Yaklaşımı adı altında tanımlanmadığı, yöntem bütünüyle uygulanmadığı için yöntemin bilimsel kanıt düzeyi yetersizdir.

Son yıllarda adından sıkça bahsedilen bir diğer nörofizyolojik yaklaşım olan Ayna Terapisi hastanın sağlam ekstremitesinin hareketlerini aynada gözlemlenmesine dayanan tedavi yöntemidir. Ayna tedavisinin etki mekanizmasının; yapılan hareketlerin

gözlemlenmesi ve motor işlerin mental pratiği yoluyla ayna nöronların aktivasyonu ve gelişmiş kendi farkındalık ve uzaysal dikkat olduğu öne sürülmektedir. Literatürde ayna tedavisinin etkinliği nörolojik rehabilitasyon alanında daha çok inmeli hastalar üzerinde incelenmiştir. Hastaların standart tedavilerine ek olarak uygulanan ayna tedavisinin inmeli hastaların üst ve alt ekstremite motor gelişim ve fonksiyonel kullanımı üzerine olumlu etkilere sahip olduğu bildirilse de yöntemin kas tonusu üzerine etkisini araştıran çalışma sayısı yetersizdir.

SONUÇ

Üst motor nöron sendromunun bulguları arasında yer alan tonus kaybı ya da tonus artışı bireylerde önemli fonksiyon kayıplarına neden olmaktadır. Kaybedilen fonksiyonların yeniden kazanılması hedefiyle geliştirilen nörofizyolojik yaklaşımların önemli hedeflerinden biri kas tonusunda ortaya çıkan değişiklikleri kontrol altına almaktır. Bu amaçla proprioseptif ya da ekstroseptif pek çok uyarı kullanılır. Nörofizyolojik yaklaşımların kas tonusu üzerindeki etkinliği ile ilgili bilimsel kanıt düzeyi zayıftır. Ancak son yıllarda nöroplastisite ve motor öğrenme çalışmalarından elde edilen bilgilere göre, kullanılacak yaklaşım ve beraberinde seçilecek uyarıya karar verilirken hastaya kazandırılması hedeflenen fonksiyon gözönünde bulundurulmalıdır. Ayrıca nörofizyolojik yaklaşımlara ek olarak diğer fiziksel ve farmakolojik ajanların kullanımı tedavide bütüncül yaklaşımı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Adler SS, Beckers D, Math B (2008). PNF in Practice: An Illustrated Guide. 3th ed. Springe , Germany, ss:1-30.
2. Bobath B (1990). Adult Hemiplegia: Evaluation And Treatment. 3rd ed. Oxford: Butterworth- Heinemann, England.
3. Huseyinsinoglu BE. İnmeli Hastalarda Üst Ekstremite İyileşmesi Üzerine Kısıtlayıcı- Zorunlu Hareket Tedavisi ve Bobath Tedavi Yaklaşımının Etkileri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 2010.
4. https://ibita.org/model-of-bobath-clinical-practice/ (2021)
5. https://www.panat.info/ (2021)
6. Johnstone M (1983). Restoration of Motor Function in the Stroke Patient: A Physiotherapist's Approach, 2.ed. Edinburgh; Churchill Livingstone, England.
7. Kagawa S, Koyama T et al. (2013). Effects of constraint-induced movement therapy on spasticity in patients with hemiparesis after stroke. J Stroke Cerebrovasc Dis; 22(4):364-70.
8. Kılınç M, Yıldırım SA, Yılmaz OT, Karaduman A (2016). İnme Rehabilitasyonunda Nörogelişimsel Tedavi. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Cilt 3. Editör: Yılmaz OT, Karaduman A, Hipokrat &Pelikan Yayınevi, Ankara, ss: 15-48.

9. Lennon S, Ashburn A (2000) The Bobath concept in stroke rehabilitation: A focus group study of the experienced physiotherapists' perspective. Disabil Rehabil; 22; 665-674.
10. Livanelioğlu A. (2014). Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon. Pelikan Yayınevi, Ankara.
11. Livanelioğlu A (2016). Nörofizyolojik Yaklaşımlar. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Cilt 3. Editör: Yılmaz OT, Karaduman A, Hipokrat &Pelikan Yayınevi, Ankara, ss: 5-13.
12. Martino D, et. al. (2016). Abnormalities of Muscle Tone. Disorders of Movement: A Guide to Diagnosis and Treatment. Editor: Martino D, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 49-95.
13. Metcalfe A.B, Lawes N. (1998) A modern interpretation of the Rood Approach. Physical Therapy Reviews; 3: 195-212.
14. Monaghan K, Horgan F et. al. (2011) Physical treatment interventions for managing spasticity after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 7 DOI: 10.1002/14651858.
15. Morris DM, Taub E, Mark VW (2006) Constraint-induced movement therapy: Characterizing the intervention protocol. Eura Medicophys; 42:257–268.
16. Pollock A, Baer G et. al. (2014) Physical rehabilitation approaches for the recovery of function and mobility following stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews Issue 4 DOI: 10.1002/14651858. CD001920.pub3.
17. Raine S. (2006) Defining the Bobath concept—using the Delphi technique. Physiother Res Int; 11: 4-13.
18. Raine S. (2007) The current theoretical assumptions of the members of BBTA. Physiother Theory and Pract; 23: 13-118.
19. Raine S (2009). The Bobath Concept: Developments and Current Theoretical Underpinning. Bobath Concept: Theory and Clinical Practice In Neurological Rehabilitation. Editor: Raine S, Wiley-Blackwell, ss:1-22.
20. Ramachandran VS, Altschuler EL. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visualfeedback, in restoring brain function. Brain; 132:1693-1710.
21. Ribeiro T, Britto H, et. al. (2013). Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a randomized controlled study. European Journal of Physical And Rehabilitation Medicine; 49(4): 451-461.
22. Sawaki L, Butler AJ, et al. (2008). Constraint-induced movement therapy results in increased motor map area in subjects 3 to 9 months after stroke. Neurorehabil Neural Repair; 22: 505–513.
23. Sharman MJ, Cresswell AG, et al. (2006) Proprioceptive neuromuscular facilitation stretching. Sports Medicine; 36(11): 929-39.
24. Siebers A, O¨ berg U, et. al (2010) The effect of modified constraint-induced movement therapy on spasticity and motor function of the affected arm in patients with chronic stroke. Physiother Can; 62: 388–396.
25. Taub E, Miller NE, et. al. (1993) Technique to improve chronic motor deficit after stroke. Arch Phys Med Rehabil; 74: 347–54.
26. Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. (1985) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF:Patterns & Techniques. Philadelphia, Harper & Row.

27. Wang JS, Lee SB, et. al. (2016) The immediate effect of PNF pattern on muscle tone and muscle stiffness in chronic stroke patient. Journal of Physical Therapy Science; 28(3), 967-970.
28. Wolf SL, Winstein CJ, et. al. (2006) Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial. J Am Med Assoc; 296: 2095–2104.
29. Yeldan İ. (2015) Ayna Tedavisi. Turkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics; 1(1):35-42.

Kas Tonusu Bozuklukları ve Denge Eğitimi

16

Prof. Dr. Ferhan SOYUER, Dr. Öğr. Üyesi Feyzan CANKURTARAN,
Dr. Öğr. Üyesi Meltem YAZICI GÜLAY

GİRİŞ

Amaçlı ve fonksiyonel bir hareketin oluşturulması kas tonusu, vücut yapıları ve denge arasındaki ilişkinin çevresel koşullara uygun olarak optimize edilmesiyle sağlanır. Tonus çevresel koşullara, vücut düzgünlüğüne, denge ve harekete bağlı olarak düzenlenir. Bu etkileşim periferal reseptörlerden gelen bilgiyi alma ve algılama, bu bilgiye uygun cevap oluşturabilme, adaptasyon sağlayabilme yeteneğine bağlıdır.

Yapılan iş ve çevre koşullarına uygun olarak dengenin sürdürülebilmesi, spesifik kas ve duyusal bilginin kullanılmasıyla ilişkilidir. İstenen işin başarıyla tamamlanabilmesi için yapılmak istenen iş ve çevre koşullarına uygun olarak vücut pozisyonu ve vücut segmentleri arasında oryantasyonun sağlanması gereklidir. Bu oryantasyon görsel, vestibüler, somatosensörik sistemlerden alınan çoklu duyusal bilgilerin entegrasyonuyla oluşturulur. Bu bilgiler sayesinde hareket planlanır ve denge devam ettirilir. Postüral aktiviteyi sürdürebilmek için merkezi sinir sistemi birçok kas grubunu sürekli olarak aktive eder. Kas tonusunun arttığı ya da azaldığı tüm kas tonusu bozukluklarında denge olumsuz etkilenebilmektedir.

Bu nedenlerle bölümün odak noktası, kas tonusu ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi ve kas tonusu bozukluklarında denge, postüral kontrol eğitimidir. Bu bölüm, farklı popülasyonlardaki denge kontrol problemlerinin tedavisi için, kas tonus bozukluğu olan bireylerin, klinik araştırma ve rehabilitasyonundaki uygulamalarını içermektedir.

DENGE

Denge motor, duyu, kognitif işlemler arasındaki etkileşiminin bir sonucu olarak herhangi bir aktivite ve duruş sırasında postürü koruyabilme yeteneğidir. Günlük yaşam içinde yapılan eylemlerin temelini oluşturur. Bir koltukta oturmak, çanta taşımak, yüksek bir pencereye uzanmak, yürürken veya koşarken atılan topu yakalamak gibi aktiviteler denge kontrol sistemi içindeki karmaşık düzenlemelerle yapılır. Denge eylem ve gerçekleştirildiği ortamdan ayrılamaz bir bileşen olarak tüm istemli motor becerilerin temeli olarak kabul edilir.

Denge kontrolü postürün korunması, hareketin fasilitasyonu ve dengenin düzenlenmesi demektir. Hareketin oluşturulması için bir önkoşuldur. Duyu, motor, algı sistemlerinin arasındaki etkileşim ile tüm vücuttaki nöromusküler aktivitenin koordinasyonunu sağlar. Bu etkileşim sayesinde saniyeler içinde bir çok kas aktive olur, yüksek efor harcamadan, uygun bir harmoniyle, çevreye, koşullara uygun ve güvenli olarak aktivite yapılır. Dengenin devam ettirilmesi stabilite sınırları içinde, vücut ağırlık merkezi ve destek yüzeyi arasındaki ilişkinin düzenlenerek hareketin sürdürülmesine bağlıdır.

Nörolojik bozukluğu olan hastaların zayıf motor repertuara sahip oldukları ve koordinasyonu sağlayamadıkları görülmektedir. Denge bozukluğu yaşadıklarında çözüm seçenekleri azalmıştır, düşmeyi önlemek için doğru stratejileri kullanamazlar. İnme geçirmiş hastaların % 50-70'inde denge bozukluğu sebebiyle düşme görülür. Denge bozukluğu motor, duyu, kognitif veya hareket kontrolü açısından bütün olarak ele alınması gereken bir durumdur.

DENGE KONTROLÜ

Denge, oryantasyon ve stabilite ile dik duruş pozisyonunda kalabilme becerisidir. Postüral oryantasyon ise çevreden alınan duyusal bilgilerin yorumlanmasıyla çevresel koşullara veya fonksiyona göre uygun vücut düzgünlüğünü sürdürebilmektir. Vücut yerçekimi, destek yüzeyi, görsel çevre ve içsel bilgilerle kendini düzenler. Postüral stabilite veya denge pertürbasyonlara karşı veya fonksiyonel hareketi sağlayabilmek için vücut ağırlık merkezinin (VAM) destek yüzeyi (DY) içinde kalmasını kontrol eder. VAM tüm vücudun ağırlığının yoğunlaştığı noktayı ifade eder. DY ise vücut segmentleri ile destek alanı arasındaki sınırlandırılmış bölgedir. Örneğin desteksiz duruş sırasında DY ayakların altındaki yüzeyi kapsayan alandır. Ayakta durmak için baston, yürüteç gibi yardımcı bir alet kullanılıyorsa DY hem ayakların içerdiği hem de yardımcı cihazın dahil olduğu alanı kapsar. Statik denge için VAM, DY içinde kalmalıdır. VAM bu alanın içinde kalarak güvenle hareket eder ve bu alan *stabilite sınırlarını* gösterir. Dinamik denge de VAM kontrollü olarak DY içine girebilir ve çıkabilir. Lokomosyon

veya sandalyeden kalkmak gibi dinamik aktiviteler sırasında stabilite sınırları VAM'ın yeri kadar momentuma da bağlıdır.

Yapılan iş ve çevre koşullarına uygun olarak dengenin sürdürülebilmesi spesifik kas ve duyusal bilginin kullanılmasına bağlıdır. Örneğin sabit zeminde, iki ayak üzerindeki dengeyi koruyabilmek için primer somatosensörik uyarılar ve ayak, ayak bileğindeki postüral kaslar kullanılırken stabil olmayan yüzeyde, tek ayak üstünde durma sırasında dengeyi koruyabilmek için daha fazla vestibüler, görsel bilgi, kalça ve gövdedeki kasların kullanımı gereklidir. Yapılmak istenen işin başarıyla tamamlanabilmesi için yapılmak istenen iş ve çevre koşullarına uygun olarak vücut pozisyonu ve vücut segmentleri arasında oryantasyonun sağlanması gereklidir. Bu oryantasyon görsel, vestibüler, somatosensörik sistemlerden alınan çoklu duyusal bilgilerin entegrasyonuyla oluşturulur. Bu bilgiler sayesinde hareket planlanır ve beceri süresince denge devam ettirilir.

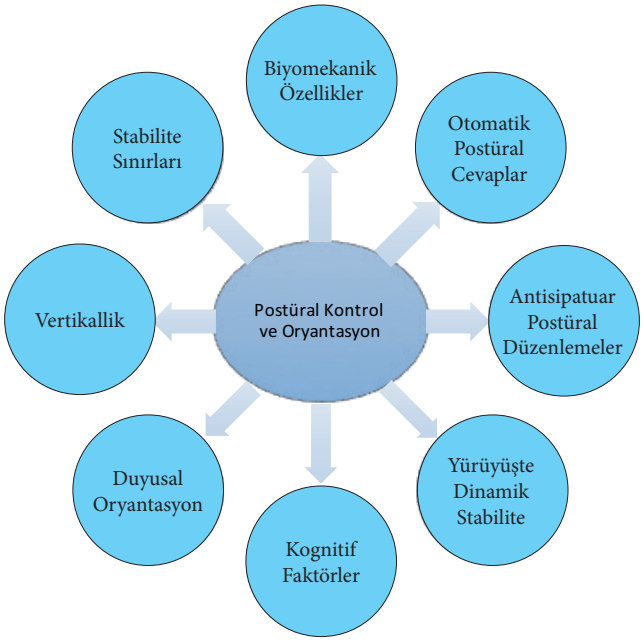
Motor kontrolün günümüzdeki modellemesi, denge cevaplarının seçimi ve adaptasyonu üzerinde durur. Bu modellemeye göre merkezi sinir sistemi (MSS) biyomekanik yapılardan aldığı bilgiyi ve duyusal uyarıları kombine ederek hareketi düzenler. Harekete uygun istenen vücut oryantasyonunu sağlayabilmek için uygun postüral kontrol stratejisi seçilir. Denge ve postüral kontrol terimleri birbiri içine geçen ve bütüncül bir ifadeyle genel kullandığımız anlamda "Denge"yi açıklamak için kullanılan terimlerdir. Kapsamlı olarak;

- Postüral Kontrol
- Antisipatuar (Beklenen) Postüral Düzenlemeler
- Koruyucu Reaksiyonlar/Reaktif Stratejiler'i içermektedir.

POSTÜRAL KONTROL VE ORYANTASYON

Merkezi sinir sisteminin en önemli fonksiyonlarından biri aktivite sırasında hareket ve postürü koordine etmek, vücut stabilizasyonunu sağlamaktır. Sinir sistemi duruş ve hareket boyunca otomatik olarak VAM' ı DY içinde korur ve kontrol eder. Her hareket uygun postüral düzenlemelerle gerektiğinde başlar ve bitirilir. Postüral kontrol duyu, algı, kognitif ve motor sistemlerin birlikte çalışmasıyla sağlanır. Birey, yapılan iş ve bu işe uygun performansla ilişkili olarak düzenlenir. Bu fonksiyonel sistemleri anlayabilmek, denge bozukluklarını tanımlamak ve tedavisini planlayabilmek için, postüral kontrol parametrelerini incelemek ve etkilenen sistemlere odaklanmak önemlidir. Postüral kontrol ve oryantasyon parametreleri Şekil 16.1'de gösterilmektedir.

Biyomekanik Faktörler: Kas gücü, hareket açısı gibi biyomekanik elementler denge kontrolünde önemli rol oynar. Biyomekanik kısıtlılıklar denge kontrolü için gerekli stratejilerin kullanılmasını engeller. Özellikle ayakların biyomekanik özellikleri



Şekil 16.1. Postüral kontrol ve oryantasyon sistemi

önemlidir. Ayaklar hem ayakta durma, yürüme sırasında destek yüzeyi sağlar hem de ağırlık merkezini destek yüzeyi içinde kontrol ederler. Postüral düzgünlük ve kas kuvveti biyomekaniği etkileyen temel esaslardandır. Çalışmalarda fleksiyon postüründe postüral cevapların bozulduğu ve yaşlılarda görülen düşme problemlerinin en yaygın sebeplerinden birinin kas zayıflığı olduğu bildirilmektedir.

Stabilite Limitleri: Kişinin dengesini koruyarak ağırlık merkezini destek yüzeyi sınırları içinde hareket ettirebildiği bölgeyi ifade eder. Beyin stabilite sınırlarıyla ilgili bir iç görüşe sahiptir ancak beynin bu içsel görüşü her zaman doğru sınırları belirtmez. Stabilitenin gerçek sınırlarını asıl olarak biyomekanik özellikler belirler. Yaşlı bireyler veya hastalar stabilite limitleri azaldığı için düşmekten korkarlar. Çoğu nörolojik hastanın stabilite sınırlarıyla ilgili içsel görüşleri ile gerçek durumları arasında uyumsuzluk olduğu görülmektedir.

Vertikallik: Hem dik duruş algısı hem de uzayda vücudun düzgün dizilimiyle ilişkili olarak dik pozisyonun içsel olarak algılanması, içsel görüşüdür. Beyindeki görsel vertikal algı ve postüral (somatosensörik) vertikallik algısı iki ayrı kavramdır. Vestibüler hasarlı hastalarda görsel vertikallik bozulurken vücudun yarısında ihmal olan inme geçirmiş hastalarda postüral vertikallik bozulur. Vertikallik vestibüler otolitlerden, propriyoseptörlerden, görsel sistemden gelen duyusal uyarıların entegre edilmesiyle sağlanır.

Duyusal Oryantasyon

Duyusal oryantasyon görsel, vestibüler, ve somatosensörik (propriyoseptif, kutenöz ve eklem) sistemlerden alınan duyusal bilginin entegrasyonuyla oluşur.

- ***Görsel Sistem:*** Çevredeki objenin izlenmesi, yerinin belirlenmesi ve tanımlanmasını sağlar. Görsel bilgi vücudun oryantasyonunun belirlenmesi ve hareketin çevresel koşullara adapte olabilmesi için kullanılır. Aynı zamanda çevre açısından kendi hareketini belirler (lokomosyon sırasında progresyon veya ayakta durma sırasındaki postüral salınım gibi). Bir kol boyu mesafedeki nesneler daha uzaktaki objelere göre denge kontrolü için daha efektif bir etki yaratır. Daha yakındaki nesnelerde vücudun hareketi ile retina üzerine düşen görüntünün açısal kayması daha büyük olur. 2,5 m. mesafeden daha uzak mesafelerdeki nesneler duruş sırasındaki kontrolü artırmak için kullanılamazlar. Görsel sistem çevrenin hareketinden kendi hareketini ayıramaz. Sabit duran bir kişiye nazaran yavaşça hareket eden bir görüntü olduğunda görme hareketin illüzyonuna sebep olabilir. Mesela park edilmiş bir arabanın içinde oturuyorken yandaki araba hareket etmeye başladığında kısa bir an için hareket ettiğimizi hissederiz. Yandaki arabanın öne hareketi kendimizin geriye gittiği illüzyonunu doğurur. Postüral kontrol değişkenleri üzerine görmenin etkisi aydınlatma koşullarıyla, görsel keskinlikle, görsel alan içindeki görsel stimülasyonun boyutu ve lokalizasyonuna bağlı olarak değişir. Çalışmalarda görme kaybolduğunda deneklerin çoğunda sallanmanın arttığı gösterilmektedir.
- ***Vestibüler Sistem:*** Postüral oryantasyon ve denge kontrolü için özelleşmiştir. Bu sistem başın uzaydaki rotasyonel ve doğrusal (linear) hızlanmasını belirler. Otolitler, baştaki tüm doğrusal hareketleri ve gravite nedeniyle oluşan sabit ivmeyi, semisirküler kanallar ise başın açısal hareketlerini algılarlar. Başın aşağı yukarı (sagital), dönme (frontal) hareketleri anterior ve posterior kanallar, sağa sola hareketleri horizontal kanallar tarafından algılanır. Başın aşağı, yukarı ve dönme hareketleri vücudun ağırlık merkezini stabilite sınırları içine doğru taşır. Anterior ve posterior semisirküler kanallar özellikle postüral salınımın kontrolünde önemlidir. Lokomosyon gibi aktiviteler sırasında yüksek frekanslı baş hareketlerine semisirküler kanallar, statik postüral kontrol için ise düşük frekanslı baş hareketlerine otolitler duyarlıdır.

Hem görsel hem vestibüler sistem kafatası içine yerleşim gösteren duyu sistemleridir. Baş vücuttan bağımsız hareket edebildiği için bu iki sistemde vücudun oryantasyonu hakkında direkt bilgi sağlayamazlar.

- ***Somatosensörik Sistem:*** Vücuttan alınan somatosensörik bilgilerle vücudun oryantasyonu hakkında direkt bilgi alınır. Bu bilgi kas iğcikleri, golgi tendon organları, kutenöz mekanoreseptörleri, basınç reseptörleri ve eklem reseptörleri aracı-

lığıyla sağlanır. Boyundan ve gövdeden gelen somatosensörik bilgi olmadan sinir sistemi sadece görsel ve vestibüler bilgiyle hareketi organize edemez.

Üç sistemden gelen bilginin yorumlanması ve işlenmesi sayesinde iyi bir denge oluşturulur. Eyleme ve alınan duyusal bilginin düzeyine göre duyular entegre edilir ve düzenlenir. Örneğin; destek yüzeyi hareketli olduğunda görsel çevredeki hareket daha güçlü bir etkiye sahip olur. Destek yüzeyinin stabil olmaması veya yumuşak olması durumunda görsel bilgi değer kazanır. Sağlıklı bireylerde stabil yüzeyde ve iyi aydınlatılmış odada yapılan ayakta durma çalışmalarında postüral oryantasyon için alınan bilginin %70'inin somatosensörik bilgiye bağlı olduğu çalışmalarda gösterilmektedir. Bazı kişiler yüzey osilasyonlarına karşı vestibüler bilgiye duyduğu ihtiyacı yavaşça artırır. Duyusal sistemlerden biri hasarlandığında sinir sistemi hasarı kompanse etmek için tüm duyu sistemlerini baskın olarak kullanmaya başlar. Somatosensörik veya vestibüler sistem hasarı yaşayan kişilerde denge kontrolü için diğer duyuların hassasiyetlerinin artırıldığı çalışmalarda gösterilmektedir.

Antisipatuar Postüral Düzenlemeler

Antisipatuar (beklenen) postüral düzenlemeler, istemli hareketle birlikte kendiliğinden veya daha önce oluşan postüral düzenlemelerdir. Duyusal geri bildirimlerin postüral cevapları ortaya çıkarması için yeterli olan zamanda bu düzenlemeler sağlanır. Örneğin; kapıyı açmak için tutup çekmeden önce vücudu stabilize etmek veya kapıya uzanırken öne doğru düşmemek için baldır kasları aktive olur. Antisipatuar postüral düzenlemelerin önceki deneyimlere göre öngörülen (prediktif), ileri beslemeli bir kontrolü vardır. Postüral kaslar istemli hareketi yapacak ana kaslarla eş zamanlı veya daha önce aktive olarak fonksiyon için uygun postüral hazırlığı sağlarlar. Serebellum ya da frontal korteksi etkilenen hastalarda antisipatuar postüral düzenlemeler zayıftır.

Otomatik Postüral Cevaplar

Ayakta durma sırasında yüzeye göre farklı denge stratejileri kullanılarak denge devam ettirilir. Yürüme sırasında çevresel değişkenlere bağlı olarak dengeyi sürdürmek iki temel mekanizmayla sağlanır. Birincisi vücudu etkileyen strese karşı veya azaltıcı yönde etki sağlayan *proaktif mekanizmadır*. İkincisi ise beklenmedik bir perturbasyona maruz kalındığı veya proaktif komponentlerin işe yaramadığı durumlarda ani oluşturulan otomatik *reaktif mekanizmadır.*

Proaktif denge mekanizması görsel sistemden aldığı bilgilerle düzenlenir. Çevreden alınan görsel bilgiye göre stabilite ayarlanır. Bu bilgiye dayanarak kaygan olduğunu gördüğümüz zeminde yürüyüş hızımızı azaltır veya bir engelle karşılaştığımızda

uygun adım yüksekliğiyle üzerinden veya yanından geçeriz. Bu düzenlemeler tökezleme, sendeleme gibi durumlardan korunmayı, aynı zamanda vücut içindeki ve vücudu etkileyen kuvvetlere ilişkin cevap oluşturulmasını sağlarlar. Bazen vücut ve destek yüzeyi arasında ve vücudun kendi içindeki intersegmental stabilitesi *prediktif denge kontrolüyle* sürdürülür.

Prediktif kontrol, daha önceki deneyimlerimize dayanan antisipatuar postüral düzenlemelerle sağlanır. Antisipatuar postüral düzenlemelerin boyutu hareketin hızı ve yönüne göre belirlenir. İlk cevap duyusal bilgilere göre değil daha önce deneyimlenmiş hareketin yönü, miktarıyla ilgili depolanmış bilgilere dayanır. Diğer postüral veya reaksiyonel düzenlemeler, istemli hareket ile ilişkili antisipatuar postüral düzenlemeleri güçlendirir. Onlar hareketlerin tipi ve boyutunu kinestetik ve somatosensörik bilgilere göre düzenlerler ve antisipatuar kontrolün yetersiz olduğu durumları kompanse ederler. Hem hareket için vücut parçalarını hazırlarlar hem de graviteye karşı vücudu stabilize ederler. Yürüme sırasındaki antisipatuar postüral düzenlemeler sallanma fazından önce duruş fazındaki bacağın hareketiyle VAM'ın yeni DY'ye doğru taşınmasını kapsar.

Proaktif ve prediktif mekanizma postür ve dengenin sürdürülmesinde yeterli olmadığında veya beklenmedik bir etki oluştuğunda kriz yönetiminde yedek sistem olarak *reaktif denge cevapları (stratejiler)* devreye girer. Denge sistemi koşullara uygun olarak bu denge cevaplarını karıştırarak en uygun cevabı oluşturur.

Koruyucu Reaksiyonlar /Reaktif Stratejiler

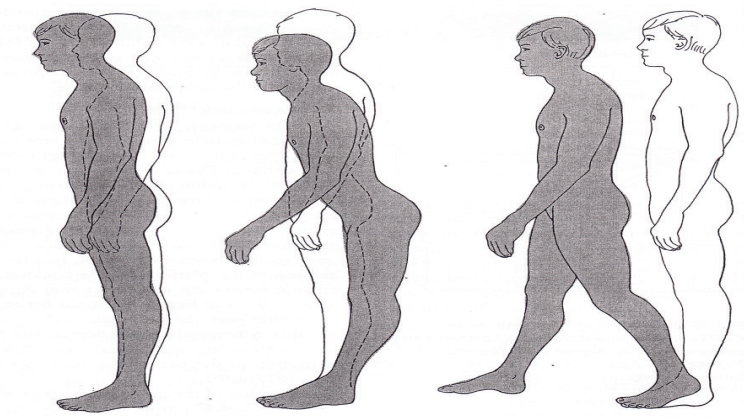
Vücut ağırlık merkezinin dışsal pertürbasyonlara cevabıyla tetiklenen koruyucu veya kompansatuar reaksiyonlardır. Otomatik sağlanan postüral cevaplar kasların sinerjistik bir aktivasyonudur ve kasların koordine aktivasyonuyla perturbasyonlara karşı vücudu stabilize eder. Her bir koruyucu strateji farklı kas paternlerini aktive ederek uygun yönde postüral stabiliteyi sağlar. Otomatik postüral cevaplar adım alma veya uzanma aktivitelerinde açığa çıkar. Destek yüzeyindeki değişikliklerde duruma uygun olarak görülebilir. Destek yüzeyi değişmediğinde ise sabit destek stratejileri kullanılır. Motor yetersizliği olan bireyler bir stratejiden diğerine geçiş yapabilirler ya da kassal zayıflığı telafi etmek amacıyla tek bir biyomekanik postüral düzen kullanabilirler.

Denge Stratejileri

- ***Ayak Bileği Stratejisi:*** Bir sabit destek stratejisidir. Geniş yüzeyde ayakta durulduğunda küçük pertürbasyonlara cevaben üretilir. Antero-posterior yöndeki pertürbasyonlarla kullanılır. Kas aktivasyonu distalden proksimale doğru sağlanır ve

primer olarak ayak bileği etrafında üretilen tork (kuvvetin döndürme etkisi) ile salınımların yönü vücudun karşı tarafına doğru olur. Vücudun öne doğru yer değiştirmesine öncelikle gastrocnemius sonra hamstring ve paraspinal kaslar karşı koyarlar. Vücudun arkaya doğru yer değiştirmesinde ilk olarak tibialis anterior sonra kuadriceps femoris ve abdominal kaslar karşı koyar.

- ***Dik Duruş Stratejisi:*** Lateral pertürbasyonlara cevaben üretilir. Kalça abduksiyonu/adduksiyonu ve ekstremiteye yükleme/yüklenmemesi vücut ağırlık merkezinin hareket sırasında vücut oryantasyonunun dik olabilmesini sağlar. Öncelikle kalça abdüktör ve addüktörleri sonra ayak bileği invertör ve evertörleri aktive olur.
- ***Kalça Stratejisi:*** Dengenin sağlanmasında pertürbasyona verilen yanıtın, hızlı ve büyük ya da destek yüzeyinin, eğimli yüzey olduğu durumlarda kullanılan başka bir destek stratejisidir. Daha büyük pertürbasyonlar veya ayak bileği stratejisinin kullanılmadığı durumlarda kullanılır. Temel olarak ayak bileği stratejisi düşük hızlı perturbasyonda, kalça stratejisi ise yüksek hızlıda kullanılmaktadır. Kalça stratejisi öne veya arkaya pertürbasyonlara cevaben üretilir. Proksimalden distale kas aktivasyonuyla karakterizedir ve kalça torkuyla sonuçlanır. Kalça torku vücut ağırlık merkezini daha hızlı hareket ettirmek için gövdeye rotasyon yaptırır. Lateral yöndeki pertürbasyonlara cevaben gövde paraspinal kasları aktive olur ve gövde lateral fleksiyona gelir. Ayak ve kalça stratejilerinin her ikisinde de kas aktivasyon gecikme süresi 75-100 msn'dir.



Şekil 16.2. Ayakta Duruşta Motor Stratejiler (Shumway- Cook, Woollacott, 2001)

Destek yüzeyindeki değişimlere göre destek stratejileri de değişir.

- ***Adımlama ve Uzanma Stratejisi:*** Çok büyük ve hızlı pertürbasyonlarda dengenin sağlanmasında önemlidir. Destek stratejisinin değişimine örnek bir stratejidir. Destek stratejisindeki ikinci bir değişim yakındaki bir yerden tutunmak için destek yüzeyinin boyutunu artırmaktır. Bu stratejiler ayak ve kalça stratejisinden daha karmaşıktır ve sabit destek stratejileri işe yaramadığında son çare olarak devreye giren stratejilerdir. Adımlayan bacak üzerine yükleme yapılmaz ve kalça, ayak stratejilerine göre gecikme süresi daha uzundur. Örneğin, yüzüstü düşen veya düşmekten korkan yaşlılarda adımlama veya kolla uzanma stratejileri kullanılır.

Yürüyüşte Dinamik Stabilite: Yürüme sırasındaki dinamik stabilite özellikle yürüyüşün orta sallanma fazında (tek bacak desteğinde) gövde ve vücudun ağırlık merkezinin lateral yönde kontrolünü devam ettirebilmesidir. Denge bozukluklarında yürümenin yön değiştirmesi veya yürüme sırasında dönme düz yürümeden daha fazla etkilenir. Dinamik stabilite yürüme sırasında kayma, ayağın takılması gibi eksternal pertürbasyonlara karşı oluşan reaksiyonlar ve de engellerden kaçınmak için koruyucu yürüyüş modifikasyonlarını içerir. Yürümenin başlangıcında ayağın doğru yerleştirilmesi, hız ve yön değiştirme, yürümeyi durdurma gibi hazırlayıcı stratejileri kullanırlar.

Kognitif Faktörler: Dikkat, idare ve psikolojik faktörler dengeye katkı sağlayan faktörlerdir. Sağlıklı bireylerin duruş sırasında bile dikkatlerinin yüksek olduğu, dikkatleri dağıldığında vücuttaki salınımlarının arttığı görülmüştür. Bu nedenle sadece düşme korkusu gibi psikolojik faktörler postüral stabilitede kayba, fonksiyonda gerilemeye, yaşam kalitesinde bozulmaya sebep olabilirler.

ÇOCUK VE DENGE GELİŞİMİ

Statik denge, vücut lokasyonunun değişmediği postürdür. Oturma veya ayakta durma pozisyonlarında bile vücut belli belirsiz postüral salınımlar yapar. Dinamik postürlerde dengenin sürdürülmesi için çocuklar vücutlarının izin verdiği stabilite sınırlarında postüral salınımlarını yaparlar. Bu sınır bölgesi çocuğun kas gücü, yerçekimi ve destek yüzeyi arasındaki ilişkiye bağlıdır. VAM bu alanın içinde kalarak güvenle hareket eder ve bu alan stabilite sınırlarını gösterir.

Genel olarak çocuklar/bebekler, önce sabit postürlerde kontrol sağlarlar daha sonra stabil olmayan durumlarda kontrolü geliştirebilirler. Bu sırada kasten dengesizleşerek durumla mücadele etmeyi öğrenirler. Bu onların düşmeden hareket edebilmeleri için gereklidir. Örneğin; bebekler dönme fonksiyonunu öğrenmeden önce gövdesini kaldırmayı, başlarını çevirmeyi öğrenirler ve emeklerken bu becerileri geliştirirler. Diğer bir örnek; çocuğun yürümeden önce ayakta durmayı geliştirmesidir. Yürümenin

ilk bir kaç ayında ise stratejilerini geliştirmeye çalışır ve kasten dengesizliği artıracak şekilde değişken ve kendine özgü paternleri dener. Örneğin parmak ucu yükselme öne doğru düşme kontrolünü geliştirdiği bir deneyimdir.

Algı, hareket ve fonksiyonlar birbiriyle etkileşerek gelişimlerini bir arada sürdürürler. Bu sayede gelişen her motor hareket koşullara uygun olarak adaptasyonunu öğrenir. Hareketler daha önceki deneyimlerden sağlanmış bilgilerle planlanmalıdır ancak henüz bebeğin nöral iletimi zayıftır ve otomatik hızlı cevaplar oluşturması bu dönemde yetişkininki gibi değildir. Bu dönemde piramidal yolların myelinizasyonu tamamlanmadığı için santral iletim hızı daha düşüktür. Nöral ve iskelet sistemi maturasyonu tamamlanmamıştır. Yetişkindeki gibi antisipatuar bir kontrolü kazanması yıllar alır. Bu dönemde koordinasyon, hız, denge kontrollleri yoktur. Postür ve dengenin korunmasından sorumlu vestibüler ve görsel sistemlerin, 15-16 yaşında ancak maturasyona ulaştığı bildirilmektedir. Bu dönemde çocuk algıyı yüksek düzeyde kullanarak çevreden bilgi toplar ve sonraki adımını (hareketini) planlar ve lokomotor adaptasyonu sağlar. Çalışmalarda çocuğun 4 yaşından önce yetişindekine benzer otomatik postüral cevapları oluşturamadığı, antisipatuar postüral düzenlemelerin 4-5 yaşına kadar ortaya çıkmadığı gösterilmektedir.

Çocukların biyomekanik özelliklerinin yetişkinlerden farklı olması nedeniyle VAM'da farklı yeri işaret etmektedir. Çocukların baş büyüklüğünün vücuduna göre oranı yetişkinlerden daha yüksektir. Bu nedenle ağırlık merkezi daha yukarda, yaklaşık torakal 12 düzeyindedir. VAM'ın yukarda olması postüral salınımı azaltan, postürü korumayı ve denge kurmayı zorlaştıran bir etki yaratır. Büyümeyle birlikte vücut şekil ve ölçüleri değişir. Bu değişimler kasların gerginliği ve esnekliğini dönemsel olarak etkiler.

Her postür stabilite sınırları, hareket merkezi, denge ve öne doğru hareketler için aktifleşen kas grupları, zeminle ilgili faklı görüş açısı, görsel ile vestibüler bilgi arasındaki korelasyonlar dahil olmak üzere çok farklı parametreler içerir. Çocuk büyüme süreci içinde her postürde yeni parametrelere uygun olarak denge kontrol sistemini düzenler ve her değişen parametre ve yüzey için ince ayarlamalar yapar.

Yürüme becerisini oluşturan hareketlerin gelişimi prenatal dönemde başlar ve yürüyüşün maturasyonu sağlanıncaya, yaklaşık 7 yaşa kadar devam eder. Bebeğin ilk hareketleri yüzme, emekleme, yürüme gibi paternler olarak ilk fetal dönemde görülür. Ancak fetüs veya yeni doğanın hareketlerinde denge eksiktir. Genel olarak önce sabit postürlerde kontrol sağlarlar daha sonra stabil olmayan durumlarda kontrolü geliştirebilirler. Bu sırada kasten dengesizleşerek durumla mücadele etmeyi öğrenirler. Bu onların düşmeden hareket edebilmeleri için gereklidir. Bu gelişimler hareket becerileri ile denge kontrolünün entegrasyonuna bağlıdır. Ayakta duruş stabilitesi ilk yılın sonunda veya ikinci yılın başında ancak gelişmektedir.

Yürüme paternindeki en önemli değişimin ise bağımsız yürümenin 4-5. aylarında oluştuğu gösterilmektedir. Bununla birlikte çocukların yürüme sırasındaki kol salınımlarının 3-3,5 yaşlarında yetişkine benzer özellikler gösterdiği bildirilmektedir. Bu değişimler lokomosyon ile denge kontrolünün entegrasyonunu gösterir. Dengenin kontrolü santral patern jeneratörlerinden daha üst seviyelerdeki kortikal kontrolü gerektirir. Yürümedeki proaktif ve reaktif entegrasyon sistemlerinin adaptasyonu sağlandıkça yürümede de denge kontrolü gelişir.

GÖVDE KONTROLÜ VE POSTÜRAL TONUS

Postüral aktiviteyi sürdürebilmek için merkezi sinir sistemi (MSS) birçok kas grubunu sürekli olarak aktive eder. Postüral tonusun fonksiyonu graviteye karşı dengeyi sürdürebilmek için eklemlerde yeterli güç sağlamaktır. Postüral tonus aktivite için an ve an otomatik bir ön hazırlık sağlar. Her hareketten önce, sonra ve hareket sırasında postüral tonus yeniden düzenlenir. Tonus seviyesini değiştiren en önemli faktör kas kontraksiyonudur. Postüral tonusdaki kas kontraksiyonu gravitenin etkisine karşı koyabilecek kadar büyük ve küçük hareketlere dinamik adaptasyon sağlayabilecek kadar küçük olabilmelidir. Destek yüzeyi ve gravitenin etkisine bağlı olarak düzenlenir.

Gövde kontrolü yerçekimine karşı vücudun dik duruşunu, fonksiyonel aktiviteler sırasında uygun ağırlık aktarımını, kendi içinde selektif hareketleri sağlayan, postüral düzenlemelerde ağırlık merkezini destek yüzeyi içinde tutmayı sağlayan gövde kaslarının yeteneğidir. Gövde kaslarındaki postüral tonus fonksiyonla direkt ilişkilidir. Vücut segmentleri arasında ayaktan gözlere kadar birbiriyle ilişkili olan fonksiyonel kinematik bir zincir vardır ve postüral kontrolün temel parçası gövdedir. Vücudun merkezi pelvis, kalça, alt ekstremitelerin proksimali ve gövdenin kas iskelet bölgesi tarafından oluşturulur. Abdominal kaslar özellikle transversus abdominus, diafram, pelvik taban kasları, sırt kasları postüral stabiliteye katkı sağlar. Gövde ve pelvis kasları birbiriyle ilişkili olarak fonksiyonel aktivitelerde gövdenin dinamik stabilitesini sağlarlar.

Normal hareket içinde postüral tonus geniş bir yelpaze içinde değerlendirilir. Yerçekimi etkisi, psikolojik, kognitif ve bireysel özelliklerin postüral tonus üzerine etkisi önemlidir. Postüral tonus, sırtüstü gevşemiş pozisyonda en düşüktür. Kişi psikolojik ve fiziksel olarak rahatsızlık hissediyorsa tonusu yükselir. Yapısal özelliklerle ilişkili olarak bazı bireylerin tonusu yüksekken bazılarının daha düşük, psikolojik faktörlerle ilişkili olarak gergin insanların tonusu yüksekken sakin olanlarınkinin daha düşük olduğu bilinmektedir.

Tonus deneyim ve egzersiz tekrarıyla değişik derecelerde gelişebilir. Bale yapan dansçıların postüral aktivasyonları çok yüksektir. Dans sırasında hem daralmış destek

yüzeyinde graviteye karşı koyabilmek ve hem de aktiviteyi sürdürebilmek için tonuslarını en yüksek seviyede sürdürürler.

Tonus çevresel koşullara, vücut düzgünlüğüne, denge ve harekete bağlı olarak düzenlenir. Bu etkileşim periferal reseptörlerden gelen bilgiyi alma ve algılama, bu bilgiye uygun cevap oluşturabilme, adaptasyon sağlayabilme yeteneğine bağlıdır. Bu nedenle başlangıç değerlendirmesi taktil temas yüzeylerinin değerlendirilmesiyle başlar. Taktil bilgi destek yüzeyleri ayaklar (tabanı), kalça ve ellerdir. Vücut yapıları ve destek yüzeyi arasındaki ilişki aktiviteye, çevresel koşullara göre tonusun nasıl düzenlendiğini anlamamızda önemlidir. Tonus hareketin başlatılmasında, sürdürülmesinde, gevşetilmesinde ve fonksiyon süresince devam ettirilmesinde optimal düzeyde ayarlanmalıdır. Tonus aktiviteye uygun şekilde optimalize olursa aktivite düzgün olarak yapılabilir.

Resiprokal inervasyon aktiviteye uygun hareketin oluşturulabilmesi için yeteri kadar eforla, düzgün, ritmik, harmonik, etkin kas aktivitesini koordine eder. Bütün kompleks hareketler eksternal güçler (yerçekimi, durumu devam ettirme, pasif biyomekanik karakterler) ve agonist, antagonist, sinerjistik kas gruplarındaki farklı motor unitlerin gerilim-uzunluk değişimlerinin etkileşimiyle sağlanır. Bir diğer deyişle resiprokal inervasyon kaslar arasındaki harmoni (selektif motor kontrolü sağlayan eksentrik ve konsentrik kontraksiyonlar arasındaki koordinasyon) olarak açıklanmaktadır. Resiprokal inervasyon;

- Kas içindeki motor unitlerin farklı aktivasyonu sağlanır.
- Eklem etrafındaki farklı kasların koordinasyonu: agonist, antagonist, sinerjistik kaslar arasında koordinasyon sağlanır.
- Farklı vücut parçalarının koordinasyonu: nöromüsküler aktivite aracılığıyla sağ ve sol, proximal, distal koordinasyon sağlanır.
- Normal hareketin koordinasyonu, stabilite, selektivitesini sağlar.

Ayak ve Stabilite

Ayak çok kompleks bir yapıdır ve farklı fonksiyonların yapılabilmesine olanak sağlar. Ayakta durma sırasında destek yüzeyi oluştururken, yürüme sırasında topuk vuruşu veya parmak kalkışı sırasında stabil kalmalıdır. Orta duruş fazında ise yere tamamen adaptasyon sağlayacak kadar mobil olmalıdır. Vücut ve çevre arasında direk bir bilgi iletimini sağlayan destek yüzeyinden bilgi toplayan duyu organı gibi işlev görür. Destek yüzeyinin düzlüğü-engebesi, yapısı-niteliği, sertliği, yönü, eğimi ve vücut ağırlık merkezindeki değişim bilgileri ayaklardan alınarak MSS'ye iletilir. Bu özellikleriyle yürüme ve koşma sırasındaki rotasyonel kompnentleri belirler ve uyum geliştirir. Yürüme ve koşma sırasında hem plantar fasya ve ligamentler gibi pasif dokudan hem

de ayak intrinsik ve ekstrinsik kasların kontraksiyonlarından alınan duyusal bilgiler hareketin ve postürün kontrolünde kullanılır. McKeon ve ark. ayak arklarına kadar uzanan *"merkezi/kor stabilite"* konseptini oluşturmuşlardır. Bu konsepte göre *ayakların merkez sistemi* statik ve dinamik aktiviteler sırasındaki değişikliklere uyum sağlamak için fonksiyonel bir stabilite ve duyusal uyarı sağlar. Lumbopelvik merkez ve ayak arkları lokal ve global kasların her ikisiyle kontrol edilir. Lokal stabilizatörler ayağın intrinsik kaslarıdır. Global kaslar alt bacaktan başlayan ve ayağa yapışan kaslardır. Yürüme sırasında intrinsik kaslar ark deformasyonunun hızı ve boyutunu kontrol eder. Bu kontrol olmazsa ayağın düzgünlüğü ve stabilitesi bozulur ve ayak anormal hareket eder. Ayakların nöromüsküler aktivitesi ve düzgünlüğü, vücudun dinlenme sırasındaki nöromüsküler aktivitesi ve düzgünlüğünü önemli düzeyde etkiler.

DENGE BOZUKLUKLARININ DEĞERLENDİRMESİ

Her hasta yaşadığı denge bozukluğuna, fonksiyon kaybına ve kullandığı kompansatuar stratejilerine göre uygun şekilde değerlendirilmelidir. Değerlendirme, dengeyi etkileyen intrinsik ve ekstrinsik faktörleri içermelidir. İntrinsik faktörler biyomekanik özellikler, stabilite sınırları, duyusal oryantasyon, antisipatuar postüral düzenlemeler, otomatik postüral cevaplar, dinamik yürüme stabilitesi, kognitif ve psikolojik faktörleri içerir.

Biyomekanik Özellikler: Eklem hareket açısı, kuvvet, esneklik, oturma ve ayakta duruştaki postüral düzgünlük değerlendirilir. Ayak dorsi/plantar fleksörleri, kalça abdüktör/addüktörleri ve ayak bileği hareket açıklığı denge için özellikle önemlidir. Gövdenin postüral düzgünlüğü, kasların kuvveti ve hareket açıları değerlendirilmelidir.

Stabilite Sınırları: Hastadan ayaklarını hareket ettirmeden tüm yönlere uzanmasını isteriz. Fonksiyonel uzanma testi öne doğru olan stabilite sınırlarını gösterir. Yanlara ve arkaya doğru aynı şekilde uzanmasıyla diğer yönlerde de stabilite sınırları değerlendirilir. Ayaklarında duyusal kayıp yaşayan hastalar stabilite sınırlarında azalma gösterirler. İnme geçirmiş hastalarda veya unilateral vestibüler kayıp olan hastalarda stabilite sınırları asimetri gösterir.

Postüral Vertikallik: Yerçekimine karşı oturma ve ayakta durma pozisyonlarında postüral düzgünlük değerlendirilir. Hastadan hafif eğimli bir yüzeyde ayakta duruyorken hafif bir çubuğu dik tutması istenir. Hastanın gözleri kapalıyken vücudu dik tutabilmesi doğru somatosensörik işlemlemeyi gösterir. Vücut yarısında ihmal görülen hemiplejik hastalarda sıklıkla anormal görülür.

Duyusal Organizasyon: Dinamik postürografi kullanılarak ölçülebilir. Görsel ve/veya yüzey bilgisi yeterince postüral bilgi sağlamadığında postüral salınımlardaki artışı değerlendirmek için kullanılır. Baş dönmesini tanımlamada dinamik postürografi

vestibulo-oküler refleks testinden daha etkilidir. Yaşlı kişilerin düşme hikayelerinde, diyabetli ve nöropatisiz hastalardaki farkı ortaya koymakta önemlidir. Pahalı olması ve kolay ulaşılmaması en büyük dezavantajıdır.

Duyusal organizasyonun değerlendirilmesinde alternatif bir klinik test olarak Dengenin Duyusal Entegrasyon Klinik Testi ((Clinical Test for Sensory Integration in Balance (CTSIB)) kullanılır. CTSIB görsel ve somatosensörik bilginin değiştiği altı farklı koşulda uygulanır. Her durumda hastadan 30 sn boyunca ayakta durması istenir. Gözleri kapatılarak görsel bilgi alması engellenir veya orta yumuşaklıktaki sünger üzerinde ayakta durması istenerek somatosensörik bilgi değiştirilir.

Görsel, vestibüler, somatosensörik duyular uygun koşullarda değerlendirilir. Gözler kapatıldığında yalnızca vestibüler ve somatosensörik bilgiye ulaşır. Spinal kord yaralanması, periferal nöropati gibi somatosensörik duyu kaybı olan hastalarda görsel bilginin kaybolması oldukça zorlayıcıdır. Görsel bozukluğu olan hastalar için ayaklardan alınan somatosensörik duyunun azaldığı yumuşak zeminde durmak zordur. Hem yumuşak zemin, hem gözlerin kapandığı pozisyonda kalabilmesi iyi bir vestibüler bilgiyi sağlayabilmesini gösterir. Görsel çevre başa geçirilen bir engel ile sabitlenerek denge kontrolünde kullanılan diğer kaynaklar değerlendirilir. Sinir sistemi lezyonlarında özellikle Multiple Skleroz, kafa travması, inme, vestibüler patolojili bazı hastalarda görsel bağımlılık artar. Bu hastalarda doğru görsel bilgi olmadan dengeyi sağlayabilmek zordur. Anormal duyu seçimi olan hastalar görsel ve yüzey bilgisi değiştiğinde stabilite kaybı yaşarlar. Bu paternler genellikle yaşlı hastalarda görülür. Yüzeye bağlı stabilite kaybı yaşayan hastalar genellikle serebellar defisitli ve nöropati gibi anormal somatosensörik fonksiyonu olan hastalardır.

Antisipatuar Postüral Düzenlemeler: Hastanın hafif bir ağırlık tutarken her iki kolunu seri bir şekilde omuz seviyesine kaldırarak, ayak parmakları üzerine çıkması, bir bacağını en az üç saniye boyunca kaldırması veya alternatif ayağı bir basamağa koyması ile incelenir. Bu test sırasında görülen herhangi bir postürel instabilite, zayıf antisipatuar postürel düzenlemelerden kaynaklanabilir. Parkinson hastalarında antisipatuar postüral düzenleme süresinin uzaması, amplitüdün azalması yürüyüşün başlatılmasında problemlere yol açar. Bu durum çoklu antisipatuar postüral düzenlemelerde yürüyüşün donmasıyla ilişkili sonuçlar doğurur.

Postüral Cevaplar: Eksternal perturbasyonlara karşı oluşturulan postüral cevaplar omuzun ya da kalçanın aniden itilip bırakılması (Push and Release) testiyle değerlendirilebilir. Ayaklar yerdeyken öne, yana, arkaya doğru adımlama cevabı görülür. Farklı çevresel koşullara göre postüral cevap stratejilerinin adaptasyonu gözlenir. Mesela; daraltılmış destek yüzeyinde dengeyi sağlamak için kalça stratejisinin kullanılması veya büyük bir perturbasyona karşı kompansatuar bir adımın açığa çıkmasının ne kadar zaman aldığı değerlendirilir. Dinamik postürografi, dinamik platform sayesinde duyusal

veya mekanik perturbasyonlarla bozulan dengenin tekrar düzenlenmesi ve sürdürülme yeteneği analiz edilir. Bu değerlendirmeyle problemin strateji seçiminden, cevap oluşumundaki gecikmeden, vertikallik hissinden ve sensörimotor entegrasyonda ki bozuklukların hangisinden kaynaklandığı ayırt edilebilir.

Yürümede Postüral Stabilite: Yürüme sırasındaki dinamik postüral stabiliteyi değerlendirebilmek için hastanın yürüme hızındaki değişim, baş rotasyonu, ekseni etrafında dönmesi, engel üzerinden geçebilmesi ve yüzüstü pozisyonlara geçiş (oturmadan ayağa kalkma, dönme ve oturma) performansları değerlendirilmelidir. Dinamik yürüme indeksi yürümedeki dinamik denge tiplerini gösterir. Süreli kalk yürü testi postüral geçişleri (oturmadan ayağa kalkma, dönme ve dönüp oturma) değerlendirir. Vestibüler ve serebellar problemler baş rotasyonuyla yürüme sırasında fark edilebilir. Parkinsonlu hastalar yürüme hızını değiştirmekte, yürüyüş sırasında dönmekte ve engelleri geçmekte zorlanırlar.

Kognitif ve Psikolojik Faktörler: Dinamik postüral kontrol üzerine kognitif fonksiyonların etkisini değerlendirebilmek için hasta dengeyle ilgili bir şey yapıyorken ikinci bir görevi yapması istenir. Örneğin hasta yürüyorken, kalk yürü testinde veya tek ayak üstünde duruyorken 100' den geriye doğru üçerli olarak sayması istenebilir. Bu sırada denge ve kognitif fonksiyon veya her ikisi birden bozulursa bu durum dengenin otomatik olmadığını veya dikkatinin zayıf olduğunu gösterir. Düşme korkusu denge güven seviyesinin değerlendirilmesiyle ölçülebilir. Yaşlı bireylerin ambulasyondaki dengeyle ilgili güven hisleri Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (Activities-specific Balance Confidence-ABC) ile değerlendirilir. Kişi günlük yaşamda kullanılan 16 aktivite için denge güven hissini 0-10 puan (0=hiç güvenim yok, 10=güvenim tam) arasında skorlar.

Denge kontrolünde ekstrinsik faktörlerin etkisi de değerlendirilmelidir. Bireyin ev koşullarında, toplum içinde ve değişik ortamlarda dengeyle ilgili becerileri farklılık gösterebilir. Zeminin kaygan, ıslak, engebeli ve basamaklı olması dengeyi zorlayan, ışıklandırmanın az veya çok olması da dengeyi etkileyen dışsal faktörlerdendir.

DENGE DEĞERLENDİRMESİNDE SIKLIKLA KULLANILAN KLİNİK SKALALAR

Bohannon Ayakta Duruş Dengesi (Bohannon 1989): İnme geçiren hastalarda kullanılan ve ayakta duruş performansını değerlendiren bir testtir. Uygulaması bir kaç dakika içinde tamamlanır. Bireylerin performansı 0-4 arasında puanlanır. 0=hiç ayakta durmayı başaramayan hastalar, 1= ayaklar açık pozisyonda ancak 30 sn'den daha az ayakta durabilen hastalar, 2= ayaklar açık pozisyonda, 30 sn den fazla ayakta durabilen hastalar, 3= ayaklar bitişik olarak 30 sn'den daha az ayakta durabilen hastalar, 4= her

iki ayak bitişik olarak 30 sn'den daha uzun süre duruşu devam ettirebilen hastaları ifade eder. Değerlendirme cihaz kullanmadan ayakkabı ile düzgün bir zeminde yapılmalıdır.

Oturma Dengesi Skoru (Sandin ve Smith, 1980): Hasta yatakta ayakları yere değecek şekilde otururken değerlendirilir. Sırtı desteksiz olarak pozisyonu 15 sn koruyup koruyamadığına bakılır. Daha sonra öne, arkaya, yanlara hafifçe itilir. Duruşunu koruyamayanlar 1, pozisyonda güçlükle kalabilenler 2, pozisyonu kolaylıkla koruyabilenler ancak hemiparetik tarafa itildiğinde kendini düzeltebilmek için desteğe ihtiyaç duyanlar 3, pozisyonu korumakla ilgili sıkıntı yaşamayanlar 4 puanla skorlanır. Hemiparetik hastalarda kullanılır.

Berg Denge Testi (BBS) (Berg ve ark 1989): Statik ve dinamik denge yeteneğini değerlendirebilen ve klinikte en sık kullanılan denge değerlendirmesidir. Yetişkin ve yaşlılar için geliştirilmiş olan test fonksiyonel denge değerlendirmesinde altın standart olarak görülmektedir. 5 yaş ve üstündeki çocuklarda aktivite sırasındaki dengeyi değerlendirmek için modifiye edilerek kullanılmaktadır. Berg Denge testi 14 madde ile 0-4 puanları (0=yapamaz, 4=bağımsız) arasında değerlendirilerek maksimum 56 puanla skorlanır. Puanlandırma dercesine göre 0-20 puan yüksek düşme riskini göstermekte ve yürüteçe (walker) ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. 21-40 puan orta dereceli düşme riski ve tripod-baston kullanım ihtiyacını, 41-56 puan ise düşük düşme riskini ve yardımcı araca gerek olmadığını göstermektedir. *Değerlendirme maddeleri*: Desteksiz oturma, sandalyeden kalkma ve oturma, sandalyeden diğer sandalyeye transfer, bağımsız ayakta durma, gözler kapalı ayakta durma, ayaklar bitişik ayakta durma, ayaktayken kollarla öne uzanma, eğilip yerden cisim alma, ayaklar sabitken gövdeyi çevirme, 360 derece dönme, basamak inip çıkma, tandem duruşta desteksiz durma, tek ayak üstünde durma pozisyonlarından oluşur.

Duyusal Entegrasyon ve Dengenin Klinik Testi (CTSIB) (Shumway-Cook and Horak 1986): Altı farklı duyusal değişkene bağlı olarak bireyin ayakta durma becerisini devam ettirebilmesi incelenir. Bu testle yanlış veya eksik duyusal bilginin kompanse edilebilme düzeyi değerlendirilir. Testin yapıldığı duyusal değişken koşulları; 1) gözler açık-sert yüzey, 2) gözler kapalı-sert yüzey, 3) gözler açık fakat bir örtüyle oluşturulan görsel engel-sert yüzey, 4) gözler açık-yumuşak yüzey, 5) gözler kapalı-yumuşak yüzey, 6) görsel engel-yumuşak yüzeydir. Hasta her test pozisyonu için maksimum 30 saniyede değerlendirilir.

Dinamik Yürüme İndeksi (DGI) (Shumway-Cook and Woollacott 1995): Hastadan normal bir zemin üzerinde devamlı yürümesi istenir. Her 150 cm (5 feet=152,4cm)' de verilen yönergelerle kişiden kaynaklanan perturbasyonlar gözlenir. "Normal yürü; hızlı yürü; yavaş yürü; başını bir taraftan diğerine çevirerek yürü; boyun fleksiyon/ekstansiyonuyla yürü; yürü sonra dön ve dur; yürü ve bir ayakkabı kutusunu üzerinden

adımlayarak geç ve iki koninin arasında zikzak çizerek yürü" yönergelerinin ardından son olarak merdiven inip çıkması değerlendirilir. Bütün maddeler 1'den (ciddi etkilenmiş) 3'e (normal) kadar puanlandırılarak toplam 24 puan üzerinden skorlanır. Bu test düşen ve düşmeyenler arasındaki farkı ortaya koyabilir.

Fonksiyonel Uzanma Testi (FRI) (Duncan ve ark. 1990): Hastadan yalınayak rahat bir şekilde ayakta duruyorken elini yumruk yapması ve sağ kolunu yaklaşık 90 derece kaldırması istenir. İkinci olarak adım atmadan ve dengesini kaybetmeden uzanabildiği kadar ileriye uzanması istenir. Hastanın omzu hizasında duvara yapıştırılan mezura üzerinden hastanın başlangıç ve son uzandığı mesafe kaydedilir. Hastanın uzandığı mesafe fonksiyonel uzanmayı gösterir. Ölçüm için referans noktası olarak 3.metakarpal hizası alınır.

Azalmış uzanma yeteneği gelecekte düşme riskinin arttığını gösterir. Duncan ve ark. 15,2 cm (6 inch) uzanma mesafesine ulaşamayan yaşlı erkeklerde yüksek düşme riski, 15,2-25,4 cm (6-10 inch) arasında uzanma mesafesine sahip bireylerde ise orta derecede düşme riski olduğunu göstermişlerdir.

Performansla İlişkili Mobilite-Denge Değerlendirme Testi (B-POMA) (Tinetti 1986): Tinetti'nin orijinal performans-oryantasyon değerlendirme testi hem denge hem mobilite veya yürüme bölümünü içerir. Denge bölümü hastaların 13 farklı fonksiyon sırasındaki becerilerini değerlendirir. Fonksiyon sırasında gösterilen normal performans (1 puan), adaptif cevap (2 puan) veya anormal performans (3 puan) olarak skorlanır. Tamamen normal bir performans skoru 13 iken skorun daha yüksek olması daha zayıf dengeyi gösterir. Değerlendirme "dengeli oturma, sandalyeden ayağa kalkma, hızlı ayakta durma dengesi, önce gözler açık sonra kapalı olarak ayaklar üzerinde dengede durma, bir nokta üzerinde 360 derece dönme ve sternum üzerine uygulanan hafif bir dürtme ile ayakta durma, baş hareketleri ile beraber ayaklar üzerinde durma, tek bacak dengesi, sırt ekstansiyonu, yukarı uzanma, eğilme ve oturma" becerileri üzerinde yapılır.

Performansla İlişkili Mobilite-Yürüme Değerlendirme Testi (M-POMA) (Tinetti 1986): Tinetti'nin oryantasyon problemleriyle ilişkili performans değerlendirmesinin mobilite bölümü, temel olarak düzgün bir yürüyüşü niteliksel olarak değerlendirir. Hasta bu sakin yürüyüşüyle (gerekirse yürüme yardımcısı kullanır) yürürken, testi uygulayan kişi yürüyüşün 9 niteliğini inceler. 1) Yürümenin başlatılması, 2) adım yüksekliği, 3) adım uzunluğu, 4) adım simetrisi, 5) adım devamlılığı, 6) yoldan çıkma, 7) gövde stabilitesi, 8) yürüme duruşu ve 9) yürürken dönme. Puanlama normal hareket için 1 ve anormal ve kompansatuar hareket için 2 puan olarak hesaplanır.

Postüral Stres Testi (PST) (Wolfson ve ark. 1986): Hasta ayakları açık olarak ve duvara monte makaralı bir sistemle bağlantılı pamuklu bir bel kemeri giymiş şekilde

ayakta durur. Habersiz bir şekilde aniden geriye doğru bir perturbasyon uygulanır. Bu perturbasyonun şiddeti hastanın vücut ağırlığına göre standardize edilmiş oranlarda derecelendirilerek uygulanır. Sonuçlar sadece perturbasyonun şiddetini (ağırlık derecesini) değil aynı zamanda hastalar tarafından kullanılan stratejiyi de gösterir. Test düşen ve düşmeyen hastaları ayırt edebilir.

Uzanma Testi (Goldie ve ark. 1990): Hemiplejik hastalar için geliştirilmiştir ve hastanın tekrarlayan şekillerde ipsilateral büyük trokantere yakın olan bir hedeften karşı kalça önünde bel seviyesindeki ikinci bir hedefe uzanmasını gerektirir. Bu ikinci hedef, uzatılan kolun uzunluğundan 15 cm öteye yerleştirilir. Hareketin 60 saniye içerisindeki tekrarlanma sayısı skoru oluşturur.

Duyuyla İlişkili Mobilite Değerlendirme Testi (SOMAI) (Tang ve ark. 1998): Mobiliteyi değerlendiren test "sandalyeden kalkma, sakin yürüme, duvara yapıştırılmış şeridi almak için yukarı uzanma ve sonra alçalarak şeridi diz seviyesinde duvarda bir yere yapıştırma; 180 derece dönme ve iki sünger minderin birleşerek oluşturduğu bir halı yolu boyunca yürüme ve sandalyeye dönme" maddelerinden oluşur. Test normal görme ve periferik görmenin kapatılması ile iki kez yapılır.

Performans her madde için niteliksel olarak değerlendirilir. Değerlendirme 0'dan (normal) 3'e (güvenlik için yardım gerektirmesi) kadar puanlandırılır. Maksimum skor=0'dır. Problemleri ayırt edebilme ve düşme eğilimini tahmin edebilme gücü araştırılmamıştır.

Omuzu İtme Testi (Pastor ve ark 1993): Hasta yüzünü testi yapacak kişiden başka bir yöne bakacak şekilde ayakta durur. Testi uygulayan kişi " seni geriye doğru çekeceğim ama seni düşürmeyeceğim" diyerek açıklamada bulunur. Sonra hastayı yerinden oynatabilecek bir güç ile her iki omzundan hızlıca geriye doğru iter.

Test ayak bileği stratejisi, adımlama cevabı veya hiçbir postüral cevabın olup olmamasına göre derecelendirilir.

Adım Testi (Hill ve ark. 1996)**:** Hasta tek bacak üzerinde durur, ayağının 5 cm önüne yerleştirilmiş 7.5cm'lik bir bloğun üzerine diğer bacağıyla adımını atar ve kaldırır. Bu hareketi 15 saniyeden daha kısa bir sürede yapmaya çalışır. Diğer bacağın kullanılmasıyla test tekrar edilir.

Değişik Konfigürasyonlarda Süreli Olarak Ayaklar Üzerinde Durma Testi (Bohannon ve ark 1984): Bu test iki ayrı ayak üzerinde durma pozisyonundan her iki ayak birleşik durma pozisyonuna geçmekle başlar. Adım duruşu ve tandem (topuk burun) duruştan tek bacak üzerinde durmaya kadar zorluk derecesi artarak dengeyi değerlendirir. Her pozisyon maksimum 30 saniyede yapılır.

Tek bacak üzerinde durma komponenti, yaralayıcı düşüşlerin %31'i için pozitif tahmin değerine sahip olduğu gösterilmiştir.

Süreli Olarak "Kalk ve Yürü" Testi (TUG) (Podsiadlo ve Richardson 1991) : ''Yürü" komutu verildiğinde, kişi normal bir sandalyeden ayağa kakar, 3 metre yürür, döner ve tekrar sandalyeye doğru yürür ve oturur. Zaman komut verildiğinde başlar ve kişi tekrar sandalyeye oturunca sona erer. Zamanlı "kalk ve yürü" testi, yaşlı insanlar için temel fonksiyonel mobilite testidir.

Tek Bacaklı Duruş Testi veya Tek Bacak Desteği veya Zamanlanmış Unipedal Duruş Testi: Tek ayak üzerinde duruş sonuna kadar geçen saniye cinsinden süre kaydedilir.

Denge Değerlendirme Sistemleri testi (BEST): Alt parametreleri altı kategoriden oluşan test, 0 (ciddi bozulma) ile 3 (bozulma yok) arasında puanlanır ve toplam 108 puanla skorlanır. Alt parametreler; (1) Biyomekanik koşullar: Destek yüzeyi, vücut kitle merkezi dizilimi, ayak bileği kuvvet ve eklem hareket açıklığı, kalça/gövde lateral kuvvet, yere oturma ve ayağa kalkma süresi. (2) Stabilite sınırları: Oturma vertikalitesi ve lateral uzanma, öne ve yana fonksiyonel uzanma. (3) Geçişler-beklentisel postüral düzenlemeler: Otur-kalk aktivitesi, parmaklar üzerinde yükselme, tek ayak üzerinde durma, basamağa adım yerleştirme, ayakta ağırlık aktarma. (4) Reaktif-postüral yanıtlar: Öne ve geriye yanıt, kompansatuvar düzeltici adımlama –öne/geriye/yana doğru. (5) Duyusal oryantasyon: Denge için duyusal oryantasyon, gözler kapalı eğimli yüzeyde duruş. (6) Yürümede stabilite: Yürüme süresi, yürüme hızında değişiklik, horizontal baş hareketleriyle yürüme, yürürken pivot dönüş, engel üzerinde atlayarak yürüme, süreli kalk-ve-yürü testi, ikili görev ile süreli kalk-ve-yürü testi ile değerlendirilir.

Dört Kare Adım Test: Dinamik dengeyi değerlendiren karmaşık bir görevdir. Daha ileri denge becerileri için, iyi bir testtir ve güçlü bir bilişsel bileşeni vardır. Düz zemin üzerinde 4 kare numaralandırılır. Bireyden her kareye mümkün olduğu kadar hızlı adım atması ve her karede her iki ayağın zeminle temas etmesi istenir. Sıralamayı öğrenmesi için bir deneme yapılır. Testi tamamlama süresi kaydedilir. Testin tamamlanamadığı durumlarda test tekrarlanır.

PEDİATRİK DENGE DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Tek Bacak Üstünde Durma: Tek bacak üstünde durma süresinin ölçümü, tipik gelişim gösteren, işitme kaybı olan çocuklarda ve serebral palsili çocuklarda güvenilir bir yöntem olarak kullanılabilmektedir. Bir çok gelişimsel bozuklukta denge gelişimini göstermektedir.

Fonksiyonel Uzanma Testi (FRT): Ayakta duruyorken bir veya iki el öne doğru uzandığı mesafe ölçülür. Tipik gelişim gösteren ve serebral palsili çocuklarda, psikometrik özellikleri değerlendirilmiştir. Test, çocuklar için adapte edilerek Pediatrik Uzanma Testi düzenlenmiştir.

Pediatrik Uzanma Testi (PRT): Oturma veya ayakta durma pozisyonundayken, bir el veya iki el kullanarak öne ve yana uzanma mesafesi ölçülür. Tek el veya iki el ile uzanma teknikleri arasındaki fark karşılaştırılmış, iki el ile uzanma test sonucunun daha güvenilir olduğu bulunmuştur. PRT'nin, kaba motor fonksiyon ölçümü (GMFM), Kalk ve Yürü testi (TUG), 10 sn otur kalk testi ve Berg denge testiyle güçlü ilişkisi gösterilmektedir.

Tek Bacak Üstünde Zıplama: Tipik gelişen çocuklar ve işitme kaybı olan çocuklarda yapılan çalışmalar, gözler açık/ kapalı tek ayak üstünde durma ve kiriş üstünde yürüme testleriyle güçlü bir ilişkisi olduğu gösterilmektedir.

Zamanlı Kalk Yürü Testi (TUG): Test, tipik gelişen çocuklarda, serebral palside, spina bifida, travmatik beyin yaralanması ve gelişimsel bozukluğu olan çocuklarda incelenmiştir. GMFM, 10 sn otur kalk testi, Berg denge testi ve yürüme hızıyla ilişkili bulunmuştur.

Zamanlı Merdiven İnme Çıkma Testi (TUDS): Zamanlı kalk yürü testine göre daha fazla denge, koordinasyon, kuvvet gerektirmektedir. Bu nedenle fonksiyonel mobilite ve dengeyi değerlendirmek için kullanılır. 8-14 yaş serebral palsili ve diğer çocuklarda kullanılabilir. Test 14 basamaklı bir merdivende yapılır. Teste basamağın bir adım önünde durularak başlanır. Katılımcıdan hızla basamakları çıkması ve dönüp başladığı noktaya inmesi istenir ve bu eylemi tamamlama süresi kaydedilir. Testi yaparken ayakkabı ile olması ve ortez kullanmaması istenir. Trabzanlardan tutunması, koşarak veya basamakları atlayarak çıkması kişinin tercihine bırakılmıştır, test sonucunu etkilemez.

Otur Kalk Testi: Oturduğu yerden ayağa kalkması istenir ve beş tekrarı tamamlanma süresi kaydedilir. Serebral palsi ve tipik gelişen çocuklarda geçerliği gösterilmiştir.

Berg Denge Skalası: Çocuklar için pediatrik denge skalası olarak modifiye edilmiştir. 14 madde ile dengenin sağlanması ve sürdürülmesini değerlendirerek, denge kontrolünü test eder. Hem statik gövde stabilitesini hem de yarı-mobiliteyi değerlendirir. Test serebral palsili ve tipik gelişen çocuklarda uygulanmış ve geçerliliği gösterilmiştir. Çocuklar için fonksiyonel bağımsızlık ölçümü (WeeFIM), 10 sn otur kalk ve Pediatrik Özürlülük Değerlendirme Envanteri (PEDI), GMFM, ve TUG ile güçlü ilişkisi gösterilmiştir.

Dinamik Yürüme İndeksi: Fetal alkol spektrum bozukluğu olan çocuklar ve tipik gelişim gösteren çocuklarda geçerliliği gösterilmiştir.

Standardize Yürüyüş Engel Yolu: Bir görev sırasında, dengeyi sürdürmek ve restore etme becerisini değerlendirir. Tipik gelişen ve gelişimsel bozukluk gösteren çocuklarda incelenmiştir. Test üç koşulda uygulanır. (1) Yürüme, (2) Tepsi taşıyarak

yürüme, (3) Gölgeli gözlüklerle yürümesi istenir. Ayağa kalkma, bir yönde yürüme ve oturma değerlendirilir. Güvenirliği ve TUG ile yüksek ilişkisi gösterilmiştir.

Ghent Gelişimsel Denge Testi: Bağımsız yürümeye başlayan ve 6 yaşa kadar olan çocuklarda kullanılır. Stabilite, yarı-mobilite ve mobiliteyi değerlendirir. Değişik görevler içinde çocuğun denge becerilerini değerlendiren, güvenirliği gösterilmiş bir testtir.

DENGE DEĞERLENDİRMESİ İÇİN UYGUN OLAN REHABİLİTASYONDA KULLANILAN ROBOTİK CİHAZLAR

Denge/Pertürbasyon Platformları Dinamik postural dengeyi değerlendirmede güvenilir bir test aracıdır, hareketli, eğimi ve stabilitesi ayarlanabilir bir platform içerir. Platform instabilitesi ve test süresi ayarlanabilir özelliktedir. Bu sistemin 360° eklem hareket açıklığında, yüzeyi 20°' ye kadar eğilebilen hareketli, dengenin objektif olarak değerlendirilebilmesini sağlayan bir bilgisayar yazılımı ile bağlantılı denge platformu mevcuttur. Bu sayede, Genel Stabilite İndeksi, Antero-Posterior Stabilite İndeksi, Medio-Lateral Stabilite İndeksi ve Düşme Riski İndeksi değerlendirilebilmektedir.

Treadmiller: Koşu bantları tipik olarak bir pertürbasyon yönü ile sınırlı olmalarına rağmen, yüksek dinamik yeteneklere sahip koşu bantları, aynı zamanda, kısa hızlanma veya yavaşlama pulsları sağlarken, pertürbasyon platformları, harekete geçirilmiş platformlar olarak da düşünülebilir.

Koşu Bandı Monte Edilmiş İtme Cihazları: Ayakta veya koşu bandında yürüyüş sırasında, gövde veya pelvise, itme ya da çekme gibi kontrollü kuvvetleri sağlamak için tasarlanmıştır. Bu robotlar konnektör, sabit, koşu bandı tipi robotlar olarak sınıflandırılmıştır.

Ek Yükü Aktif Vücut Ağırlığı Destek Sistemleri (CFT / CFP / CFO / CMO): Vücut Ağırlığı Desteği (BWS) sistemleri denge ve yürüyüş eğitimi sırasında, güvenlik ve vücut ağırlığı desteği sağlamak için sabit veya kontrollü dikey destek kuvveti oluşturulmasına izin verir.

Koşu Bandı Monte Edilmiş Dış İ**skelet (DFT):** Kullanıcının, bacak eklemlerini veya segmentlerini bir dizi robotik bağlantı üzerinden harekete geçiren cihazlardır. Son zamanlarda geliştirilen cihazlar, pelvisin, medial-lateral ve anteriorposterior yönlerde hareketini ve transvers planda rotasyonlarına ayrıca LOPES I, LOPES II, yeni Lokomat ve diğer benzer cihazlar da, kalça abd/adduksiyonuna da izin verirler. Bu, cihazdaki hastaların kendileri tarafından dengelerini korumalarına ve denge değerlendirilmesinin yapılmasına olanak sağlar.

Tamamen Giyilebilir Dış İskelet, Harekete Geçirilmiş O**rtezler veya Exo-Takımlar (DWO):** Normalde tekerlekli sandalyeye bağlı olan hastalar üzerinde, statik denge değerlendirmesinin uygulanması, bu dış iskelet kullanıcılarının zayıf ya da azalmış tepkilere sahip olmalarına rağmen, kendi başlarına pertürbasyonlara karşı durma ya da tepki gösterme olasılıklarının düşük olması nedeniyle, daha fazla araştırılmalıdır. Mevcut robotlar için, frontal düzlemde dengenin değerlendirilmesi mümkün değildir, çünkü dış iskeleti, sola ya da sağa tilti sağlamak için, hareket olanaklarının olmamasından dolayı, ciddi bir düşme tehlikesi oluşturmaktadır.

Hareketli Ayak Plakaları veya End-Effector Bağlantılı Robotlar (SFP): Bu robotlar, yüzey, sabit, plaka tipi (SFP) robotlar olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal olarak, bu cihazlar ayakların hareketlerini ölçmektedir, bu da BOS'un yeniden yapılandırılmasına ve ayrıca yer temas kuvvetlerine (veya COP) izin verir. Cihaza bağlı olarak, anterior-posterior veya medial-lateral yönlerde ve bunların kombinasyonlarında pertürbasyonlar sağlanabilir.

DENGE EĞİTİMİ

Dengenin görsel, vestibüler ve somatosensorik duyularla ilişkili bir sistem olmasından dolayı bu sistemlerin girdilerini değiştiren veya ortadan kaldıran tüm egzersizler, denge egzersizleri olarak sınıflandırılabilir.

Egzersiz uygulamaları destek yüzeyi değişimlerine göre düzenlenir. Bu durum statik ya da dinamik; belirli bir ayak duruşunun gerçekleştirilmesi (tek ayak, çift ayak, yarı-tandem, tandem veya tek bacak duruş); sert, köpük veya eğimli zeminde gerçekleştirmek; görsel girdiler (gözler açık ya da kapalı gibi) ile gerçekleştirmek; yürüme esnasında gerçekleştirilen (çok değişkenli) veya bir noktaya sabit bakışta kalmaya çalışılarak gerçekleştirilenler olarak sıralanır. Egzersiz prensipleri, motor kontrol teorileri ve duyusal girdilerde oluşacak değişiklikler de göz önüne alınarak belirlenen sıranın düzenlenmesi, verilen herhangi bir egzersiz için zorluk derecesini değiştirir.

Denge egzersizleri, yapılan değerlendirmelerin ışığında basitten karmaşığa doğru planlanmalı ve uygulanmalıdır. Denge egzersizlerinde nörogelişimsel sıra takip edilerek (sırtüstü yatıştan yanlara dönme, köprü kurma, yüzüstü önkollar üzerine gelme, emekleme, dizüstü, yarım dizüstü, oturma ve ayakta) egzersizler planlanmalı, stabil destek yüzeyinden unstabil yüzeye, geniş destek yüzeyinden dar yüzeye geçilmelidir.

Dengeyi bozmak için verilen eksternal uyarılar aynı yöne olandan farklı yönlere ve hastanın farkındalığını geliştirmeyen çabuklukta ve şiddette olabilir. İlk zamanlar ayakbileği staratejisi daha sonra kalça stratejisi ve en son adım alma stratejisi ortaya çıkaracak şiddet giderek pertürbasyonda arttırılabilir. Başlarda kullanılan görsel uyarılar zamanla kaldırılabilir yada azaltılabilir (petrol jöle kaplı gözlükler kullanılabilir)

veya ortam ışıklandırması azaltılabilir. Yine tandem yürüyüş kullanarak kalça stratejileri ortaya çıkarılabilir. Çıkarılan her yeni işlevde önemli olan önce statik daha sonra dinamik olarak aktivite ya da pozisyonun sürdürülebilmesidir.

Bunlar başarıldığında günlük yaşam aktivitelerine daha yakın görevlere geçilmeli ve tekli görevlerin yerine çoklu görevler almalıdır. Örneğin tandem yürüyüşü yaparken aynı anda geri geri sayma aktivitesini yapabilme veya stabil olmayan zemin üzerindeyken hastanın aynı anda uzanarak sandalyenin üzerindeki bardağı alması gibi.

Denge egzersizleri hastanın durumuna göre nörogelişimsel sıra takip edilerek verildiği gibi hasta güvenliğinin de gözden kaçırılmaması oldukça önemlidir. İlk başlarda hastalar fizyoterapist eşliğinde programa alınmalı, eğer ev egzersizleri verilecekse mutlaka özellikle ayaktaki egzersizler esnasında tutunma noktaları (örneğin duvar köşesinde ve bir sandalyenin çevrelediği alanda egzersiz yapma gibi) oluşturulmalıdır.

DENGE EGZERSİZLERİNİN VARYASYONLARI

Statik duruş, yumuşak zeminde duruş, ağırlık kaldırma, ağırlık merkezinin değişimi, yürüme ve bakış stabilizasyonu veya VOR (Vestibülo-Oküler Refleks) eğitimini kapsayan, postüral kontrolü iyileştirmeyi amaçlayan bir denge programının geliştirilmesinde farklı egzersiz kategorilerinin yer alması önerilir. Her bir kategoride egzersizleri birbirinden ayıracak modifikasyon değişiklikleri ve egzersiz zorluk seviyesini düzenleyen değişiklikler bulunmaktadır. Çalışmanın ilerleyişi her bir egzersizi, yer aldığı kategorilerdeki zorluk düzeyine göre derecelendirme şeklindedir.

Ayakta Duruş: Tek ayak, çift ayak, yarı-tandem, tandem ve tek bacak duruşu şeklinde desteğin azalmasına bağlı olarak artan zorluk seviyesine göre beş duruş sıralanabilir. Her kategorideki egzersiz, destek zeminini daraltarak zorluğu artırma prensibiyle uygulanabilir. Yine ayakta duruşta üst ekstremitelerin pozisyonu da denge için önemlidir. Kollar yana açılmış şekilde dengeyi sağlamak daha kolayken, zorlaştırmak için sırasıyla kollar yanda ve kollar göğüs hizasında çaprazlanarak çalışılır.

Zemin: Pek çok çalışma, yumuşak zeminde denge kurmanın sert zemine göre daha zor olduğunu göstermiştir. Buna ek olarak, zemin eğiminde artış ayakta dururken postüral stabiliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bir kişi eğimli bir zeminde ayakta durduğunda düşme riski, yüzey ile ayaklar arasındaki yüksek sürtünme kuvvetinden dolayı artar. Yokuş aşağı ve yokuş yukarı yürümenin postüral stabilite üzerine etkisi karşılaştırılmış ve insanların topuk temasında artan sürtünme kuvvetinden dolayı yokuş aşağı yürürken daha fazla kayma eğiliminde oldukları bulunmuştur. Zorluk derecesi ve postüral kayma miktarının zeminlerde sırasıyla sert, sert ve eğimli, sert ve eğimli köpük zeminde olduğu gibi giderek arttığı söylenebilir. Bu sıra, modifiye edilmiş ağırlık merkezi egzersizlerinde kullanılırken sert zeminden köpük zemine ilerleyiş şeklinde olmalıdır.

Görsel Girdiler: Gözler kapalı iken gerçekleştirilen aktivitelerin gözler açıkken yapılanlardan daha zor olduğu bilinmektedir. Bunu sağlamak için gözlerin kapatılması veya gözlük kullanan vakalarda gözlüğe petrol jöle kaplaması önerilebilir.

Statik ve Dinamik Duruşun Karşılaştırılması: Dinamik ağırlık kaldırma ve üst ekstremite hareketleri ağırlık merkezinde değişikliklere neden olmaktadır. Tek ayak üstünde duruşta ağırlık kaldırma aktivitelerinde mediolateral yönün anteroposterior yönden daha kolay olduğu çalışmalarda gösterilmektedir. Bu, ağırlıklı olarak sakin tek ayak duruş boyunca öncelikle kalça kaslarının postüral stabiliteyi mediolateral yönde kontrol ederken ayak bileği kaslarının dengeyi anteroposterior yönde kontrol etmesinden kaynaklanmaktadır. Tek ayak duruş boyunca destek temelinin mediolateral yönde daha büyük olmasından dolayı postüral stabiliteyi bu yönde bozmak için basınç merkezi yer değiştirmesinin daha büyük olması gereklidir. Teorik olarak bu durum, bu aktiviteyi küçük bir destek temelinde basınç merkezini sabitlemeyi sağlamaktan daha kolay hale getirebilir ki küçük bir yer değiştirme, destek temelinde hareket meydana getireceğinden dengesizliğe neden olabilir. Buna ek olarak yapılan bir çalışmada bireylere görev olarak verdiği ulaşacakları hedefleri ağırlık kaldırma sırasında ekranda gösterirken (Değerlendirme için Neurocom Smart Balance Master ® sistemi kullanılmıştır.), bireylerin mediolateral yönde, anteroposterior yöne göre daha iyi kontrol sağladıklarını göstermiştir. Şaşırtıcı olmamakla beraber ayak bileği hareket açısının denge ve fonksiyonel kabiliyet için önemli bir faktör olduğu ve düşme riski artışının zayıf mediolateral kontrol ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Farklı hız ve mesafelerde ağırlık kaldırma sırasında postüral stabilite analiz edilmemesine rağmen, hareket hızı azaldıkça postüral kaymanın artacağı öngörülür. Ayrıca, postüral kayma artarken kütle merkezinin destek temeli dışına çıkacağı düşünülebilir.

İkili Görevler: Göreve odaklanma ile, kognitif veya manuel olarak ikili görevlerin tamamlandığı bir aktivitenin kıyaslanması sonucu göreve odaklanmada performans artışı beklenmektedir. Kognitif görev örnekleri (sadece örneklerle sınırlı olmamak üzere); belirlenen kategorideki kelimeleri sınıflandırma, geriye doğru sayma, aritmetik, hafıza ve heceleme görevlerini içermektedir. Bir topu tutma, atma/yakalama, topa vurma ve bir nesneyi taşıma ise bazı manuel görev örnekleridir.

Kognitif görev, postüral görevde artan zorluk nedeniyle performans üzerinde çok daha negatif bir etki göstermiştir. Denge ve yürüme ile ilgili görevlerin seçiminde klinisyen, görev öğelerinin gerektirdiği istemli hareketleri, otomatik postüral yanıtı veya antisipatuar postüral düzenlemeyi göz önünde bulundurmalıdır.

Çevre: Pek çok farklı çevresel değişkenin performansı ve egzersizin zorluk derecesini etkilediği bilinir. Bazı görüşler egzersizin yapıldığı ortamın sessiz ya da gürültülü, sakin ya da kalabalık, yüksek ya da düşük görsel kontrasta sahip olduğu ve değişkenlerin tahmin edilebilir ya da edilemez olmasının değişikliğe sebep olacağı yönündedir.

Ayrıca yumuşak zemin tipi (köpük yoğunluğu, halı tipi, dış zemin tipi, oluşturulan zemin tipi), aydınlatma (floresan, renk değişkenliği, doğal ışık ve ışık miktarı); fiziksel destek (fizyoterapistten, aile üyelerinden, destekleyici cihaz veya bir duvar/sabit nesne/destek zemini) varlığı veya yokluğu; talimat veya komutları veren kontrol cihazının tonu ve etkisi de performansı etkileyen faktörlerdendir. Zemin tipi değişiklikleri egzersiz zorluğunu artırmaktadır. Bu tip bir çalışmanın kliniğe uyarlanması hasta için gerçek yaşam koşullarını taklit eden ek değişiklikler yapılmasını gerektirmektedir.

DENGE VE YÜRÜME

Yürümenin amacı farklı seviyelerdeki zeminlerde yürüyüşe hakim olması için hastayı desteklemektir. Daha sonra bağımsız kontrollü hareketlerin aynı kalitede olması sağlanırken görevde veya çevrede aşamalı değişiklikler oluşturularak hastalar izlenir.

Denge kaybı ve vestibüler tutulumu olan hastalar genellikle geniş yürüme alanında, azalmış yürüme hızı ve kısıtlanmış baş hareketi ile yürürler. Hastaların yürüyüş hızları kişinin seçtiği hızdan-daha hızlıya ve son olarak yavaşa doğru zorluk düzeyi kademeli olarak artırılır. Geriye yürümenin ileri yürümeden daha zor olduğu bilinir. Yürüme eğitimine, belli bir süre boyunca yürüyüş hızını değiştirme, ani durma/başlama, farklı boyutlardaki nesnelerin üzerinden yürüme, yana kaçma, zikzak, marş yürüyüşü, 180 ve 360 derecelik dönüşler, parmak ucunda yürüme veya topuklara basarak yürüme gibi yürüme değişiklikleri dahil edilmelidir.

Yürüme sırasındaki dinamik stabilite, hız bağımlı koşu bandı, görsel ipuçları, işitsel ipuçları, engelli yollar ve farklı yönlerde ve ortamlarda yürüme ile artırılabilir.

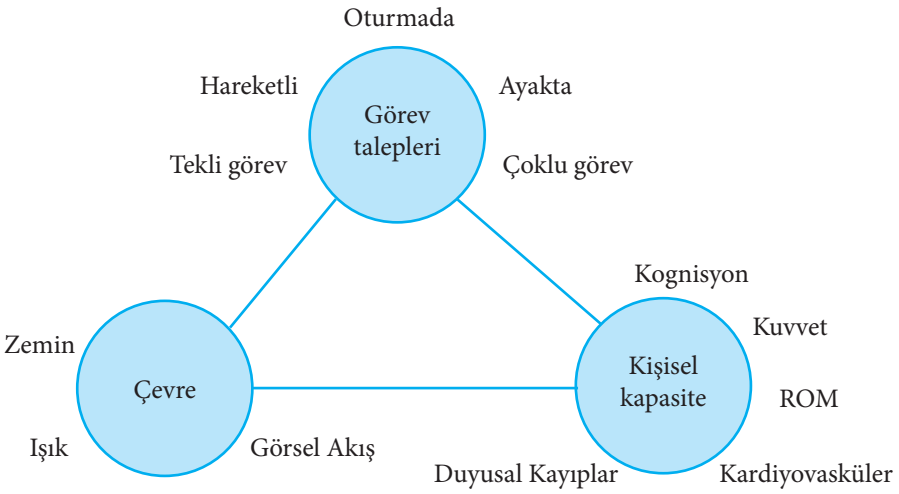
İkili görev paradigmasının kullanılması, dengenin daha otomatik bir süreç haline getirilmesine de yardımcı olabilir, zira dikkat dengeyi sağlamaya odaklanmak yerine orta derecede dağıtmaya yönlendirilmelidir. Motor veya kognitif bir çift görevle birlikte harici olarak yönlendirilmiş yürüyüş eğitimini kullanarak yapılan son çalışmalar, Parkinson hastalarında yürüyüş hızı ve yürüyüşte değişkenliğin azaltılması üzerinde pozitif etkiler bildirmiştir.

DENGE EĞİTİMİ VE EV DÜZENLEMELERİ

Tıpkı denge değerlendirmesi gibi denge eğitiminde de hem intrinsik hem de ekstrinsik faktörler göz önüne alınmalıdır. Düşme tehlikelerini azaltmak veya ortadan kaldırmak için ev ortamının değiştirilmesi önerilir. Alınacak önlemler arasında şunlar sayılabilir: halı-kilimleri kaldırmak veya iki taraflı bantla zemine sabitlemek, kaymaz tabanlıklı destek ayakkabıları giymek, yeterli aydınlatma kullanmak, banyo yaparken, kauçuk paspas veya duş koltuğu kullanmak ve merdivenlerde korkuluklar kurmak. Başka bir

seçenek ise, bir baston veya yürüteç gibi yardımcı cihaz kullanmaktır. Hem standart hem de dört ayaklı bastonlar, hemiparezi olan kişilerde postürel salınımı azaltırken; periferik nöropatili hastalar, baston kullanarak stabil olmayan bir yüzeye çıktıklarında düşme eğilimleri azalır. Aslında, sabit bir yüzeye hafif parmak ucu dokunması bile sağlıklı insanlarda ve periferik nöropati veya vestibüler hasar gören insanlarda postüral sallanımda stabilite kazandırır. Bununla birlikte, yararlılıklarına rağmen, yardımcı cihazlar, yürümede dikkat gereksinimini arttırabilir ve hastaların eksternal pertürbasyona yanıtını engelleyebilir. Bu nedenle, yardımcı cihazları kullanan kişilerin, cihazla yürürken dikkati başka şeylere yöneltme konusunda pratik yapmaları ve/veya yürüme sırasında başka görevleri yapmaktan kaçınmaları gerekebilir.

Düşme riskini ve düşme sonuçlarını ele alan eğitimin, düzeltici merceklerin doğru kullanılması, güvenlik davranışı ve egzersiz alışkanlığı gibi unsurların, fonksiyonel düşme insidansını ve düşme korkusunu azalttığı bulunmuştur. Denge bozuklukları olan hastalar farklı postüral kontrol sistemlerinden ortaya çıkan çeşitli bozukluklara sahip olduklarından (örneğin; biyomekanik kısıtlamalar, stabilite sınırları, duyusal yönelim, ileriye yönelik postüral ayarlamalar, postüral yanıtlar ve yürüme stabilitesi) özelleştirilmiş bir rehabilitasyon yaklaşımı gereklidir. Davranış eğitimi, yardımcı cihazlar ve ev modifikasyonu ile birlikte her bir hastanın kısıtlılıklarına odaklanan çok yönlü bir yaklaşım, denge bozukluğu olan bireylerde postürel dengeyi geliştirebilir ve böylece düşme riskini azaltabilir. Tüm bu anlatılanlar birlikte denge rehabilitasyonun bağlı olduğu unsurlar Şekil 16.3'de gösterilmiştir.



Şekil 16.3. Denge Eğitiminin Bağlı Olduğu Unsurlar

Daha öncede bahsedildiği gibi denge rehabilitasyonu için eğitilmesi gereken 3 alan vardır. Bunlar: Motor stratejilerin eğitimi, duyusal stratejilerin eğitimi ve kognitif eğitimdir. Bu eğitimleri tamamen birbirinden bağımsız düşünmemek gerekir. Bu konular aşağıda açıklanmaktadır.

A. MOTOR STRATEJİLERİN EĞİTİMİ

Kas tonusu bozukluklarında, dengeyi etkileyen motor faktörler bulunmaktadır. Bunlar eklem hareket açıklığında azalma, kas kuvvetinde değişiklikler ve fleksibilitede azalma olarak kendini gösterir. Kas tonusundaki değişime bağlı olarak germe, kuvvetlendirme ve postür egzersizleri yanında fonksiyonel elektrik stimülasyonu da tedavi seçeneği olarak kullanılabilir.

1. Statik Denge Eğitimi: Ağırlık merkezinin destek yüzeyi içinde sabit tutulmasına yönelik aktiviteleri içerir. Statik denge eğitiminde stabil bir pelvisten sonra hareketin oluşturulmasına yönelinir. Buna distal hareketlilik için proksimal denge prensibi denir. Öncelikle durağan simetrik vertikal pozisyonu geliştirmek önemlidir. Bunun için yaygın olarak fizyoterapistin sözlü yada manuel komutların yanında aynalardan da faydalanılır. Denge önce oturma pozisyonunda kazanılıp, daha sonra ayakta dik pozisyona ilerlenir. Oturma pozisyonu için örnekler bir koltuğa kol dayanaklarıyla birlikte oturmada diz ektansiyonu yapma şeklinde olabilir. Daha sonra ilerleme kolları göğüste birleştirme ve en son top üzerinde oturma şeklinde olabilir.

Ayakta dik pozisyonda egzersizler için, önünde dikey bir çizgi olan tişörtle aynaya uygulanan dikey çizgiyi eşleştirmesi istenebilir. Dikey simetrik düzgünlük için yine duvardaki hedeflerle birlikte hastanın vücuduna bağlanan el fenerleri kullanılabilir. Burada hastaya ışığı hedefe eşleştirmesi söylenir. Hareket başarıyla yapıldığında yeni göreve geçilebilir. Örneğin görsel geri bildirim için ışıkların aralıklı olarak açılıp kapatılması veya tek ayak üzerinde denge çalışmayı zorlaştırmak için kolları göğüs hizasında birleştirmek sonrasında yumuşak zeminde iki ayak üzerinde durmak, daha sonra tek ayak üzerinde denge çalışmak gibi aktiviteler çalışılabilir.

***2.* Dinamik Denge Eğitimi:** Hareket eden yüzeyler üzerinde iken düzgün postüral dizilim ve dengeli ağırlık dağılımını geliştirmeyi hedefler. Denge disklerinin birinden diğerine adım alma, denge tahtasında ayakta durma, trambolinde sıçrama gibi aktiviteler dinamik denge eğitimine örnek verilebilir. Baş ve kol hareketleri eklenerek veya gövde rotasyonlarıyla hareket zorlaştırılabilir. Yine hareketi zorlaştırma için önce spor ayakkabı ile sonra ayakkabısız çalışılır ve tekrar sayısı arttırılabilir. Antisipatuar ve reaktif denge eğitimi olmak üzere iki kategoriye ayrılır:

- ***Antisipatuar denge eğitimi:*** Bir objeye uzanırken veya başımızı döndürürken desteksiz oturmanın sağlanması gibi gravite merkezimizin yer değiştirmesiyle

sonuçlanan hareketleri içermektedir. Bütün yönlerde objeleri yakalama, dokunma, kavrama, top yakalama veya topu tekmeleme gibi aktiviteler oturma, dizüstü, yarım diz üstü ve ayakta yapılarak zorluk derecesi artırılabileceği gibi hızda değişiklik yapılabilir. İleriye dönük postüral düzenlemelere yönelik tedaviler tek ayak üzerinde durma, adım alma ve kompansatuar ileri adım alma gibi bir vücut pozisyonundan diğerine geçiş için postüral hazırlığın geliştirilmesine odaklanmaktadır. Yapılan bir çalışmada, kompansatuar ileri adımlama eğitiminin, adım başlatmayı kısalttığı ve yürüme hızını arttırdığı bulunmuştur. Tango dansı, Parkinson hastalarında fonksiyonel bağımsızlığı ve tek ayak üzerinde durma süresini arttırmıştır. Bir çanta ile boks yapılması beklenen postüral düzenlemeleri geliştirme potansiyeline sahiptir. Farklı çalışmalar Tai Chi eğitiminin denge ve postüral tepki süresini, yürüme stabilitesini, tek ayak üzerinde zıplamak gibi fonksiyonel mobiliteyi ve denge konusunda kendine güveni geliştirdiğini göstermiştir. Tai Chi gibi denge eğitimlerinin çoğu 12 hafta süresince haftada 2 veya 3 seans çalışmayı gerektirmiştir.

- ***Reaktif denge eğitimi:*** Ayağın altındaki nesneler hareket ettirilerek, hasta itilerek, çekilerek harici pertürbasyonlara karşın otomatik postüral yanıtlar geliştirmesi esasına dayalı eğitimlerdir. Sabit bir yerde otururken yer değiştirmeli görevleri içerir. Ayak bileği, kalça ve adımlama staratejilerine odaklanılır. Ayak bileği stratejisini geliştirmek için potüral yanıtlar geniş, stabil bir yüzey üzerinde uygulanmalı ve ayak bileği hareketleri, kalça veya dizler olmadan yapılmalıdır. Ayak bileği stratejisi için tek ayak üzerinde durma aktivitesi çalışılır. Kalça stratejisini geliştirmek için, postüral yanıtlar, ayak bileği momenti üretme kabiliyetinin azaltıldığı dar yüzeylerde uygulanmalıdır. Kalça staratejisi için düz bir çizgide yürüme, tandem duruş ve yürüyüş önerilir. Tek ayak üzerinde gövdeyi öne eğerek ilerleme oluşturulur. Adımlama stratejisi, yürüyüşü başlatma sırasında bacağındaki ağırlığı alarak ve ağırlık merkezini kütle merkezi dışına taşımak suretiyle teşvik edilebilir. Adımlama stratejileri için basamakta eğitim verilebilir veya otomatik adımın tetiklenmesi için destek yüzeyinin yanına ve öne doğru hastanın kütle merkezinin manuel olarak kaydırılmasıyla adımlama fasilite edilebilir. Postürel tepkileri arttırmak için eksternal pertürbasyon, çok yönlü manuel itmeler, sünger gibi unstabil bir destek yüzeyi, hareketli platform ve bir koşu bandının ani başlatılması veya durdurulması gibi farklı yollarla ortaya çıkarılabilir. Pertürbasyon, ayakta durma pozisyonunda, yürüme, otur-kalk testi gibi fonksiyonel harekette veya görsel bir hedefin varlığında uygulanmalıdır. Pertürbasyon temelli eğitimin dinamik dengeyi, adım reaksiyon süresini, adım amplitüdünü ve yürüme hızını geliştirdiği bulunmuştur.

B. DUYUSAL STRATEJİLERİN EĞİTİMİ

1- **Somatosensörik Stratejiler:** Kas tonusu bozukluklarında somotosensörik işaretlerin arttırıldığı halı, yumuşak sünger veya eğimli bir tahta gibi hareketli zeminler kullanılır. Zamanla bunlara, görsel stratejiler ve antispatuar postüral düzeltmeler gerektiren görevler eklenerek hareketler karmaşıklaştırılır.

2- **Görsel Stratejiler:** Özellikle görme duyusuna artmış güven gösteren hastalar için görsel ipuçları olmaksızın (gözle kapalı ya da bağlı) ya da azalmışken çeşitli denge görevlerini yapmaları söylenir. Hastanın çevresindeki görsel hareket işaretlerine duyarlılığını azaltmak, hastadan hareketli çizgili perdeler veya hareketli odalar gibi optokinetik bir uyarıya maruz kalması sırasında dengesini koruması istenebilir.

3- **Vestibüler Stratejiler:** Baş ve göz hareketlerinin birleştirilmesini içerir. Vestibüler ataksilerde vestibulo-oküler ve vestibulo-spinal refleksleri eğiterek dengenin gelişimi için aşağıdaki egzersizler önerilir.

Cowthorne-Cooksey Egzersizleri:

A) Sırtüstü yatış pozisyonu
   1- Göz hareketleri:
      - Baş sabit, gözlerin aşağı-yukarı hareketleri
      - Baş sabit, gözlerin sağa-sola hareketleri

B) Oturma pozisyonu
   1- Aynı hareketler bu pozisyonda da tekrarlanır.
   2- Gözler sabit baş hareketleri
      - Gözler başparmakta fiks durumdayken alternatif boyun fleksiyonu ve ekstansiyonu
      - Aynı pozisyonda boyun rotasyonu
      - Duvara yerleştirilmiş bir hedefe gözler sabit durumdayken alternatif boyun fleksiyon ve ekstansiyonu
      - Aynı pozisyonda boyun rotasyonu
   3- Gözler kapalıyken boyun hareketleri
      - Boyun fleksiyonu ve ekstansiyonu
      - Boyun rotasyonu
   4- Yavaş ve hızlı baş ve göz hareketleri (ikisi de aynı yönde)
   5- Yavaş ve hızlı baş ve göz hareketleri (ikisi farklı yönde)
   6- Otuma pozisyonundan ayağa kalkma

C) Ayakta duruş pozisyonu

1- Stabil olmayan yüzeyde durma (denge tahtasında, gözler açık ve kapalı)

2- Rampa veya merdiven inip çıkma (gözler açık ve kapalı)

3- Eğilme, aniden durma ve dönmeyi stimüle eden egzersizler:

- Bir topu elden ele, bacakların arasından geçirme
- Baş üstünden top fırlatma ve bacak seviyesinde yakalama
- Yerden topu alıp doğrulma, gövdeye rotasyon yaptırarak çapraz tarafa atma.

C. KOGNİTİF STRATEJİLERİN EĞİTİMİ

Bozulmuş dikkat nörolojik popülasyonda çiftli görevin olduğu durumlarda düşme ve instabiliteyi tetikleyen önemli bir faktördür. Çift görev koşullarında denge eğitimi, ikincil görevlerin kullanımıyla kognitif talepleri eş zamanlı çeşitlendirirken, hazırlayıcı ve reaktif denge kontrolünü barındıran görevleri uygulamayı içermektedir. Kognitif strateji eğitimi için örnek aktiviteler tandem yürürken kişinin ondan geriye sayması, normal destek yüzeyinde geri geri yürürken kelime heceleme gibi olabilir.

Denge problemlerinin tedavisi de denge değerlendirmesi gibi multifaktöriyeldir. Her hasta için spesifik olarak bozulmuş postüral kontrol sistemine yönelik bir tedavi yaklaşımı planlanmak gerekir. Bir çok çalışma denge eğitiminin dengeyi geliştirip düşme riskini azalttığını kanıtlamıştır. Fakat çok az çalışma denge rehabilitasyonunu çok faktörlü bir değerlendirmeye dayalı olarak uyarlayan sistematik bir yaklaşımı dikkate almıştır. Tablo 1 spesifik postüral kısıtlanmalar ve bu denge sistemlerine odaklı tedavi yaklaşımları arasındaki ilişkiyi göstermektedir: Biyomekanik kısıtlamaların azaltılması, stabilite limitlerini arttırma, ileriye yönelik postür düzeltme eğitimi ve postüral yanıt stratejileri, duyusal organizasyon eğitimi ve yürüyüşte dinamik denge eğitimi bunlara örnek verilebilir. Tabi ki düşmeleri azaltmak için, denge problemlerinin bireysel farkındalığı ile çevresel modifikasyonları da içeren yaşam tarzı modifikasyonu bir arada olmalıdır.

Tablo 16.1. Denge Rehabilitasyonunda Postüral Kısıtlamalar ve Tedavi Önerileri

Postüral kontrol sistemleri	Biyomekanik-sel kısıtlama	Stabilite Limitleri	Antisipatuvar Postüral düzenleme	Postüral cevap	Duyusal Oryantasyon	Yürümede stabilite
Kısıtlama örnekleri	-Kas güçsüzlüğü -Gövdenin hareket genişliğinde azalma -Fleksiyon postürü	Fonksiyonel uzanma mesafesinde azalma -Hareketin hızında azalma	Otur-kalk test performansının uzaması -Tek ayak üzerinde durma süresinin kısalması -Yürürmeyi başlatmada antisipatuar postüral düzeltme amplütüdünün azalması veya durasyonunun uzaması -Kompansatuar öne adımlamaRetropulsiyon ve it-bırak testinde zayıf performans	Retropulsiyon ve it-bırak testinde zayıf performans -Zayıf adım stratejileri -Küçük adımlama lar ve kararlı cevaplar	Anormal duyusal organizasyon test skorları	Yavaş yürüyüş hızı
Tedavi örnekleri	-Spinal fleksibilite önerileri -Yüksek yoğunlukta direnç eğitimi -Ev temelli kuvvet ve mobilite eğitimi	-Balance Master kullanılarak ağırlık aktarma egzersizleri -Tai Chi	-Tai Chi -Tango -Boks hareketleri -Tekrarlı kompansatuar adım eğitimi	-İt ve çek eğitimi	-Bilgisayarlı dinamik postürografi eğitimi -Vibrotaktil Biyofeedback -Sanal gerçeklik egzersizleri -Optokinetik stimülasyon	_görsel veya işitsel ipucuyla yürüme -ikili motor veya kognitif görevlerle yürüme -Farklı yönlerde ve farklı çevre koşullarında yürüme -Dikkat stratejileri ve mental pratik -Hıza bağlı koşu bandı eğitimi

KAS TONUSU BOZUKLUKLARI VE DENGE İLİŞKİSİ

İnme Hastalarında Spastisite Denge İlişkisi

Denge kontrolü, karmaşıktır ve hasar gördüğünde, denge bozukluğuna neden olabilecek birden fazla sistemin entegrasyonunu içerir. Örneğin, inme geçiren kişilerde, ayakta dengeyi korumak için, kuvvetlerin nonparetik bacak üzerinde dağılımı arasında, asimetri bildirilmiştir.

Dış pertürbasyonlara yanıt olarak, inmeli kişiler, paretik tarafta anormal derecede, düşük ayak bileği kas aktivitesi de dahil olmak üzere, sağlıklı ve yaşlı popülasyonlara kıyasla, ayakta dengeyi sağlamada daha büyük zorluklar gösterirler. Ayrıca, inme olan bireylerde, dengeyi korumak için etkilenen uzuvları içermeyen, (diğer bir deyişle görsel sistem ve bilişsel kontrol) diğer sistemlere dayanan veya ayakları arasında istemli olarak ağırlık değiştirme gibi güçlükler de bildirilmiştir. Ayak bileği kaslarının hareketinin, ayakta duruş sırasında, basınç merkezi hareketinin etkisi ile postural salınım kontrolünde önemli olduğu ve spastisitenin, ayak bileği inversiyonu ve plantar fleksiyonu ile sonuçlanabileceği belirlenmiştir. İnme sonrası bireylerde denge kontrol bozukluğu olmasına rağmen, inme sonrası, denge kontrolünde spastisitenin rolü açık değildir. Bu alandaki son birkaç çalışma, spastisitesi olmayanlara göre, spastisite olan kişilerde, ayakta denge kontrolü ve interlimb temporal senkronizasyonun bozulduğunu öne sürmektedir. Bu ölçümler, spastisitenin ciddiyetine dayalı olarak denge kontrolündeki farklılıkları tespit etmek ve iyileşme sürecinde denge değişimlerini tespit etmek için yeterli hassasiyete sahiptir. Bununla birlikte, spastisitenin şiddet düzeyinin, denge kontrolü üzerindeki etkisi sistematik olarak incelenmemiştir. Mevcut çalışmanın bulguları, ayakta durma denemeleri sırasında, denge kontrolü bozukluklarının, hafif ayak bileği spastisitesi olan bireylere göre, şiddetli ayak bileği spastisitesi olan bireylerde daha fazla olduğunu ve bu farklılıkların görme yokluğunda, daha da kötüleştiğini göstermektedir. Üstelik, bu denge kontrol bozuklukları, frontal plandadır. İnme sonrası farklı seviyelerde, ayak bileği spastisitesine sahip bireylerin, mediolateral denge kontrolündeki olası farklılıkları dikkat çeker, belki de daha şiddetli spastisite ile ilişkili, nöral ve biyomekanik değişikliklere dayanır. Ayrıca, şiddetli spastisitesi olan bireylerde daha büyük postural salınım gözlenir ve bu durum mediolateral yöne özgüdür. Şiddetli spastisitesi olan bireylerde bulgular, ayak bileği plantar fleksörlerinin ve proksimal kas gruplarının kas tonusunda artma ve daha zor denge kontrolü işlemlerinde, destek stratejisi olduğunu göstermiştir.

İnmede, alt ekstremitede spastisitesinin, yürüyüş ve denge kontrolü üzerinde büyük etkisi vardır. İnme sonrası, denge bozuklukları, gecikmiş foot-off, çoklu adımlar ve postürel yanıtlarda değişiklik ve destekli adım atmada, kas aktivasyonunun ge-

cikmeli başlamasındandır. Bu denge bozuklukları, inme sonrası % 14 ile 73 arasında değiştiği tahmin edilen, yüksek düşme oranlarına katkıda bulunur. Spastisitenin ve fizyolojik mekanizmalarının varlığının, inme sonrası kişilerin denge bozuklukları ve düşmelerinde, önemli katkılar oluşturması mümkündür.

Spastisitenin yeri ve şiddeti, stabiliteyi koruma kapasitesini etkileyebilir. Alt ekstremite spastisitesi, anteroposterior veya mediolateral yönlerde ve postüral salınımda, basınç merkezinin (COP) etkilenmesine neden olabilir.

Bu durum, yürüyüş döngüsünün unsurlarını etkileyebilir, günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkileyebilecek veya düşmeye neden olabilecek, telafi edici adımlama cevapları oluşturma kapasitesini azaltabilir. Ayrıca, spastisitenin, dengeyi ve düşmeyi etkileyen altta yatan faktörlerden biri olabileceği öne sürülmektedir.

Spastisite ve denge bozukluğu ilişkisini değerlendiren çalışmalar, Berg Denge Ölçeği, tek bacak duruş testi ve Tinetti ölçeği gibi hem statik hem de dinamik dengenin standartlaştırılmış klinik testlerini kullanmıştır. Bu çalışmalar, hem spastisitenin varlığını hem de dengede bozulmaları tanımlamıştır.

İnmeli hastalarda, spastisite denge bozuklukları ile birlikte olabilir, ancak, ilişkileri açık değildir. Düşük düzeyde denge bozukluğu olan hastalarda spastisite ve denge bozuklukları zayıf şekilde ilişkilidir. Daha yüksek derecede denge bozukluğu olan hastalarda, ilişki bilinmemektedir. Kuvvet levhaları kullanarak denge bozukluğunun niceliksel değerlendirmesinin yanı sıra, objektif testlerin eksikliği, bu konuda, kesin bir sonuç çıkarmayı zorlaştırmaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalar, spastisitesi olan hastalarda denge bozukluklarının derecesinin anlaşılmasına odaklanmalıdır. Spastisitenin yanı sıra, dengeyi kantitatif değerlendirmeler kullanılarak değerlendirecek, randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Multipl Skleroz Hastalarında Spastisite Denge İlişkisi

Spastisite, multipl sklerozlu (MS) kişilerin, % 80' inden fazlasında bildirilmiştir ve alt ekstremitede daha yaygındır. Alt ekstremitelerde spastisitenin varlığı, MS'li kişilerde mobiliteyi ve dengeyi etkileyebilir. MS'li kişilerde, alt ekstremite spastisitesi ve postural kontrol disfonksiyonu arasında bir ilişki olduğuna dair kanıt olmakla birlikte, MS'li kişilerde, spastisitenin, hareketlilik ve denge üzerindeki etkisinin, doğrudan incelemesi çok az çalışılmıştır. Son çalışmalar, MS'li kişilerin üst ve alt ekstremitelerinde spastisitenin varlığının, spastisitenin yokluğu ile karşılaştırıldığında, 6 dakikalık yürüme testinde (6MWT) daha kötü bir performansa neden olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, MS'li kişilerde, gastro-soleus kaslarındaki spastisitenin, hareketlilik (yürüme hızı, dayanıklılık ve kendini bildiren yürüme bozukluğu) ve dengenin birçok yönünü olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Spastisite ve postüral kontrol arasın-

daki ilişki incelenmiştir ve MS'li olgularda, iki yeni bulgu saptanmıştır: (1) Şiddetli spastisitesi olan olgular, sağlıklı kontrollere ve daha düşük spastisiteye sahip MS'li hastalara göre, daha yüksek postural salınımlar göstermiştir ve (2) Postural salınımlardaki bu artış, ağırlıklı olarak mediolateral doğrultudadır.

Genel olarak bulgular, multipl sklerozda gözlenen postural eksikliklerde, spastisitenin önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Spastisitenin, bireyin postürel kontrolünün birincil bileşeni olan, ayak bileği sertliğini modüle etme yeteneğini azalttığı düşünülmektedir.

Serebral Palsi Hastalarında Spastisite Denge İlişkisi

Günlük yaşam aktivitelerinde stabil bir postürü sürdürebilmek santral sinir sistemi, duyusal sistem ve kas-iskelet sistemi arasındaki etkileşim sayesinde sağlanır. Serebral palsi (SP) de bu etkileşimin bozulması sebebiyle postüral kontrol bozulmuş ve stabilite kaybolmuştur. SP'de tonus hem spastisite hem de kas zayıflığıyla ilişkili olarak bozulmuştur. Fonksiyonu kısıtlayan en önemli problem ise postüral kontrol ve denge bozukluğudur. Gövde kaslarının zayıf olması ve ekstremitelerde görülen spastisite bu durumun ana sebebi olarak gösterilmektedir. Postüral kontrolü etkileyen ve özellikle selektif hareket kontrolünü bozan spastisite ve kas zayıflığı dengeyi birincil olarak etkilemektedir. Fonksiyonel aktivite sırasında doğru sıralama, zamanlama ve koordinasyon yeteneğinin bozulmasına sebep olmaktadır.

Serebral palsili hastalar dahil, diğer popülasyonlarda da, spastisitede azalma ile postüral kontrol ve/veya yürüme konusunda gelişmeler kaydedildiği çalışmalarda gösterilmektedir.

Hipotoni ve Denge İlişkisi

Kas tonusunun düşük olduğu hastalıklarda, motor kontrolün en önemli göstergesi postüral ve denge kontrolüdür. Hipotoni görülen çocuklarda, vücut dengeyi devam ettirebilmek için, hem proksimal hem de distal kısımların bütün parçalarından nöromusküler kontrole ihtiyaç duyar. Merkez kaslar omurganın stabilitesini ve dinamik aktivitelerde vücudun sabitlenebilmesini sağlarlar. Postüral kasların stabilitesini etkileyen diğer faktörler, kas kuvvet zayıflığı, azalmış duyu ve hareket açısıdır. Postüral kontrol, motor beceri gelişiminin ön koşuludur ve dengedeki bozukluklar, motor gelişimde gecikmeye neden olur. Hipotoni, eklem stabilitesini doğrudan etkilediği için, denge kapasitesinin bozulmasına neden olabilir. Araştırmalar, bağ laksitesi ve hipotoniden etkilenen, ayak bileği stabilitesinin, hareket açıklığındaki artışa paralel olarak, antero-posterior ve medio-lateral yönde postüral instabilite kaynağı olduğunu göstermiştir.

Hipotoni; postürü, dengeyi, koordinasyonu ve lokomosyonu etkileyen sonuçlar doğurmaktadır. Ayrıca, duyusal problem yaşayan çocuklarda da, gövde ve ekstremite kaslarında görülen hipotoni nedeniyle, ağırlık aktarma ve stabilite gelişiminde zorluk görülür. Düşük tonus, dik postürü devam ettirebilmeyi engeller ve tembel-yavaş hareket paternlerine sebep olur.

KAS TONUSU BOZUKLUKLARINDA DENGE EĞİTİMİ

Denge eğitimi, kas tonusu bozukluklarında, postüral kontrolü sağlamak ve proprioseptif defisit oluşumunu önlemek için son derece önemlidir. Kas tonusunun arttığı yada azaldığı tüm kas tonusu bozukluklarında denge olumsuz etkilenir. Dengenin devamı extrareseptörler, propriyoseptörler, gözler ve vestibuler yapılardan alınan duyu inputlarının entegrasyonuna bağlı olduğu gibi biyomekanik özellikler (kas kuvveti ve eklem hareket açıklığı) ile de ilgilidir. Yerçekimi merkezindeki ve hattındaki değişikliğe bağlı olarak dengenin oluşturulması sürekli değişiklik gösterir. Nörolojik hastalıklarda, postüral kas tonusunun azaldığı ve dengenin olumsuz etkilendiği bilinir. Bu hastalarda tekrar mobilite sağlamak için primer amaç stabilitedir. Zira stabilite ve mobilite yakın ilişkilidir. Stabilite dengenin gelişmesiyle sağlanır ve bu da mobiliteye yansır.

Kas tonusu bozukluklarında denge eğitiminin amacı:

1- Postüral stabilteyi geliştirmek
2- Eklem stabilizasyonunu arttırmak
3- Ekstremite hareketlerinde düzgünlüğü sağlamak
4- Eksternal uyarılar ve gravitasyonel değişikliklere karşı postüral reaksiyonları geliştirmek
5- Fonksiyonel yürümeyi sağlamaktır.

Eğitimin temel prensipleri:

1- Denge için önemli olan sistemlerdeki problemleri önlemek, azaltmak veya çözmek
2- Motor, duyusal ve kognitif stratejiler geliştirmek
3- Amaca yönelik aktivitelerin kullanılması (reaktif ve antisipatuar kontrol)

Bu amaçlar ve prensipler doğrultusunda, denge problemi olan hastalarda rehabilitasyon yaklaşımları, düşme korkusunun azaltılması, yürümenin sağlanması veya yürüyüş kalitesinin arttırılması, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığın ve yaşam kalitesinin arttırılmasında son derece önemlidir.

Tüm vücut titreşim (TVT) tedavisi, son yıllarda denge çalışmalarında kullanımı artan bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. TVT'nin ayak taban afferentleri-

nin duyusal stimülasyonunu arttırarak ve kas gruplarının Ia ve II afferentlerini aktive ederek postüral kontrolü sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca TVT'nin, tonik vibrasyon refleksini aktive eden kas gerilimini oluşturarak, proprioseptif fonksiyonu düzeltebildiği yönünde de bazı kanıtlar vardır.

Kronik inmeli 15 hastadan 7'si, TVT ile haftada 3 gün 6 hafta süreyle tedavi edilmiş ve kontrol grubuna göre postüral kontrol ve kas kuvvetinde olumlu gelişmeler bulunmuştur. Her iki grup arasında spastisite şiddeti yönünde bir farka rastlanmamıştır.

Denge tahtasında yapılan klasik denge egzersizleriyle, tüm vücut vibrasyonunun İdiopatik Parkinson hastalarında denge ve yürümeye etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada bu iki egzersiz grubunun, denge ve yürüme açısından birbirlerine üstünlükleri bulunmamıştır.

Hippoterapi, denge rehabilitasyonunda kullanılabilecek diğer bir tedavi yöntemidir. Özellikle atın vücut ısısının, 37,5-38,5°C olması, hastanın normal kas tonusunun restorasyonunu etkilediği düşünülmektedir. Atın ritmik hareketlerinin de özellikle gövde kontrolünün geliştirilmesinde önemli olduğu vurgulanmalıdır.

Tai Chi egzersizleri yavaş, kontrollü hareketler ve postüral gelişmeyi içerdiği için denge problemlerinde tercih edilen egzersiz yaklaşımlarındandır. Fonksiyonel dengeyi geliştirdiğine dair kanıtlar mevcuttur.

Parkinson hastalarında, Tai Chi egzersizlerinin, özellikle motor fonksiyon ve dengeyi geliştirmede tamamlayıcı ve alternatif tedavi olarak yüksek güvenilirlikte uygulanabileceği bildirilmiştir. Bu egzersizlerin özellikle, hafif ve orta şiddetli Parkinson hastalarında güvenli ve etkili bir egzersiz yöntemi olduğu belirtilmiştir.

Bilgisayarlı denge sistemleri ve sanal gerçeklik sistemleri de, hastaların statik ve dinamik dengesinin geliştirilmesinde son derece önemlidir. Küçük örneklemli araştırmalarda sanal gerçekliğin, travmatik beyin yaralanması, spinal kord yaralanması, inme ve vestibüler kayıp olan kişilerde, denge ve fonksiyonel performans üzerine pozitif etkileri olduğu rapor edilmiştir.

Mini mental test skorları 24'den büyük olan inmeli hastalarda, 6 hafta süresince sanal gerçeklik temelli ayak bileği egzersizleri haftada 5 gün, günde 30 dakika uygulandığında, dinamik denge , kas tonusu ve yürüme yeteneğini geliştirmede etkili olduğu bulunmuştur.

Parkinson hastalarında, sanal gerçeklik egzersizlerinin, haftada 3 kez, 8 hafta yapılmasının, denge ve yürüme parametrelerine olan olumlu etkileri bildirilmiştir. Parkinson hastalarında, Nintendo Wii Fit ile 6 hafta evde egzersiz uygulaması ile, statik ve dinamik denge, mobilite ve fonksiyonel yetenekler açısında anlamlı gelişmeler bulunmuştur.

Subakut inmeli hastalarda, konvansiyonel tedavi ile birlikte Wii Fit ile denge egzersizleri uygulamasının, denge ve özürlülük düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme gösterdiği saptanmıştır.

MS hastalarında, sanal gerçeklik egzersizleri için Nintendo Wii Fit kullanılmış, sonuçlar denge performansı yönünden incelendiğinde, Nintendo Wii Fit kullanılarak denetlenen denge egzersizi programı, istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar göstermemiştir, fakat çeşitli denge performansı ölçütleri için ılımlı etki büyüklükleri sunmuştur.

Duyusal biofeedback, denge kontrolünün duyusal yeniden eğitimi için başka bir araçtır. Ayakta duran öznenin ön/arka ve sağ/sol eğimini tahmin eden sinyalleri sağlayan ivme ölçer veya kuvvet plakalarından oluşan biofeedback cihazları, vibrotaktil yoluyla ve görsel, sesli veya EMG biofeedback yoluyla bu bilgiyi deneğin cildine verir. Bu cihazların kullanımının, vestibülopatili hastalarda ayakta duruşta postüral salınımı azalttığı, yürüyüşte postüral stabiliteyi geliştirdiği ve düşme riskini azalttığı bulunmuştur.

Egzersiz ve TENS kombinasyonunun, kronik inmeli hastalarda, spastisiteyi azaltabildiği ve dengeyi, yürüyüşü ve fonksiyonel aktiviteyi düzeltebildiği saptanmıştır. Kronik inme hastalarında, uzun süreli TENS kullanımının, spastisiteyi azalttığı, dengeyi düzelttiği de saptanmıştır.

İnme Hastalarında Denge Eğitimi Yaklaşımları

Fonksiyonel Denge Eğitimi

Denge eğitimi, son zamanlarda, işlevsel ve göreve özel eğitime odaklanmıştır. Fonksiyonel eğitimde, inme geçirmiş olan birey, insanların günlük yaşamlarında yaptıkları tipik görevler üzerinde çalışır; örneğin bir fincan veya tabak için bir dolabın içine uzanmak veya bir bakkal çantası taşımaya çalışmak gibi.

Vücut Ağırlığı Desteği

İnme geçirdikten sonra, oturmak, ayakta durmak ya da yürümek gibi aktivitelerin zor olduğu durumlarda, tedavide, hastanın vücut ağırlığı, ayakta durduğunda veya yürürken, terapist tarafından ya da vücut bağlarıyla desteklenebilir. Ayakta veya yürürken, bir vücut bağı, hastayı güvenli bir şekilde destekleyecektir.

Hidroterapi

Denge eğitimi, bazen terapötik bir havuzda yapılır - buna hidroterapi denir. Su, yerçekimine karşı hareket etmediğimiz için, bacaklarımızı daha hafif hale getirir. Su, gü-

venli bir ortamda dengede çalışabilmeniz için, destek ve uyarım sağlar. Terapistler, genellikle hastayı daha iyi desteklendiğinden ve güvende olduğundan dolayı, suda çalışmayı tercih ederler.

Propriosepsiyon Eğitimi

Propriosepsiyon, kolunuzun veya bacağınızın, uzayda nerede olduğunun farkındalığıdır. Örneğin, inme sonrası bazı insanlar gözleri kapalı olduğu zaman, ellerinin nerede olduğunu bilmekte zorlanırlar. Doğru dengeyi sağlamak için, propriyosepsiyon önemlidir. Dengeyi geliştirmeye çalışırken, propriosepsiyon da eğitilmektedir.

Bobath Yaklaşımı

Bobath, inme sonrası nasıl hareket edeceğinizi analiz eden ve yorumlayan bir tedavi yaklaşımı geliştiren bir fizyoterapisttir. Inme sonrası birçok insan, daha önce hareket ettikleri durumdan farklı hareketler kullanırlar. Terapistler, hastaların günlük görevleri yerine getirmelerine yardımcı olmak için, eğitim ve hareketleri değiştirmeye çalışırlar. Genellikle bir terapist, hastanın kollarını, bacaklarını veya gövdesini doğru hareketlerle yönlendirir, böylece etkinlikleri doğru bir şekilde yapmayı tekrar öğrenebilirler.

Gövde Kontrolü için Görsel Geri Bildirim veya Biofeedback

Terapist, bir topu yakalama veya bir rafa nesneler yerleştirme gibi aktiviteler yaparken vücudunuzu, kollarınızı veya bacaklarınızı izlemek için önünüzde bir ayna veya bir video kamera sistemi kullanacaktır. Bu, hastanın nasıl hareket ettiğini görmesine ve hareketlerini düzeltmeye çalışmasına olanak sağlar.

Vizyon Destekli Eğitim

Gözleriniz kapalıyken, terapist hastanın, bir veya iki ayak üzerinde durmak, bir yastık üzerinde oturmak veya sadece bir sandalyeden kalkmak ve oturmak gibi aktiviteleri yapmasına yardımcı olacaktır. Bu, dengeyi, gözlerin açık olduğu zamandan daha fazla zorlar, bu yüzden bir aktiviteyi yapmaya çalışmak, hastayı daha iyi duruma getirecektir.

Biofeedback'le Denge Eğitimi

İnmeden sonra, sağlam bacağa daha fazla ağırlık vermek normaldir. Ancak, zayıf bacağa da ağırlık vermek önemlidir. Ayaktayken, terapist, her ayaktan ne kadar basınç geçtiğini algılayan özel bir mantıkla bir bilgisayar ekranı kullanacaktır. Bilgisayar, daha zayıf bacağa ne kadar ağırlık yüklendiğini kaydeder, böylece ekrandaki bilgileri görebilir. Bu, hastanın ne kadar iyi olduğunu anlamasına yardımcı olur. İlk başta hedef, daha zayıf bacağa verdiği ağırlık miktarını arttırmak olabilir; Daha sonra, ayakta

dururken, her iki bacağa eşit miktarda ağırlık vermek çalışılabilir. Sonunda, zayıf bacağa daha fazla ağırlık vermeye çalışılabilir. Bu önemlidir, çünkü yürüdüğümüz zaman, vücut ağırlığımızı, bir seferde tek bacaktan geçirmemiz gerekir.

Algısal Eğitim

Bu teknik, kolların, bacakların ve gövdenin, uzayda farkındalığını geliştirmeye odaklanır. Örneğin, gözler kapalıyken, dizine ve ardından alnına dokunması istenebilir.

Multisensorial Eğitimi

İnme geçirdikten sonra, görsel bilgiye, dengeyi sağlayabilmek için aşırı derecede güvenebilirsiniz. Multisensorial eğitim, gördüğünüz miktarı, kısıtlarken yapılan bir rehabilitasyon şeklidir. Hareketlerinizin miktarına ve yoğunluğuna odaklanır ve bunları ne kadar iyi yaptığınıza vurgu yapmadan, egzersiz yapılmaktadır.

ÇOCUKLARDA KAS TONUSU BOZUKLUKLARINDA DENGE EĞİTİMİ

Çocuklarda, hem spastisite hem de hipotoni varlığında, postüral kontrolün ve dengenin geliştirilmesinde kullanılan yöntemler benzerlik göstermektedir.

Geleneksel fizyoterapi ve rehabilitasyon programı ve ev programı içinde kullanılan denge eğitim egzersizleri, aşağıda gösterilmektedir. Bu pozisyonlar fonksiyonel seviyeye uygun olarak 1-18 yaş arasında myelomeningosel, down sendromu, serebral palsi veya denge bozukluklarında kullanılabilmektedir.

- Oturma
- Dört nokta duruş
- Dizüstü
- Ayakta durma
- Squat
- Koltuk değneğiyle yürüme
- Başlangıç yürüyüşü
- Yan adımlama
- Geri adım alma
- Yarım diz üstü
- Tek bacak üstünde durma
- Yerden ayağa kalkma- ayaktan yere inme
- Stabil olmayan yüzeyde durma

Ayrıca çocuklarda, denge ve koordinasyonu geliştirmek için dikkat edilmesi gereken konular aşağıdaki gibi özetlenebilir. Buna göre;

Dikkati geliştirmek; dengeyi kaybettiklerinde, hemen cevap oluşturabilmeleri için önemlidir.

Vücut düzgünlüğünün geliştirilmesi; aktivite sırasında dengeyi devam ettirebilmeleri için ön koşuldur. Vücut merkez kaslarının geliştirilmesi; özellikle gövde ve vücut stabilitesinin sağlanmasında gereklidir.

Hareketin öğretilmesinde; çocuğun öncelikle basit harekete odaklanarak öğrenmesi ve daha sonra hazır olduğunda birkaç görevi birleştirmesi beklenmelidir.

Kas gücünün artırılması; hareketin yönü ve hızının kontrolü sağlanır.

Kas endurans eğitimiyle, denge ve koordinasyonu sürdürebilme süresi geliştirilir.

Duyusal işlemlemenin gelişimiyle; periferden alınan duyusal bilginin doğru yorumlanması ve uygun cevap oluşturulması sağlanır. Böylece hareket için uygun güç ve hız ayarlanabilir.

Sosyal motivasyon; çocuğun aile bireyleri ve arkadaşlarıyla birlikte yapılan aktivitelerde aktif katılımının sağlanması, yapabildiği becerilerin desteklenmesi daha başarıyla sağlanır.

Pediatride Denge ve Koordinasyonu Geliştiren Aktiviteler

Stabil Olmayan Yüzeyler: Stabil olmayan yüzeyde yürümek, gövdenin ve vücudun dik pozisyonunu korumayı zorlaştırır.

Sallanmak ve Hareket Oyunları: Asma tırmanma merdiveni, çocuk tırmanma merdiveni gibi stabil olmayan hareket oyunlarıyla, beklenmeyen durumlara karşı gövde kasları aktifleşir ve çalışır.

El Arabası Oyunu: Yetişkin çocuğun gövdesinden tutarak, eller üzerinde yürümesini sağlar.

Yüzme: Suyun hareketine karşı dirençli yüzme vücut farkındalığını geliştirmesine yardımcı olur. Ekstremiteler arasında koordinasyonu geliştirir.

Sek Sek Oynamak: Hareket paterninin, hızlıca ve sıklıkla değiştirilmesini gerektirir.

Taş Oyunları: Büyük zıplamalar içerdiğinden, denge mücadeleleri içerir.

Bisiklet ve Scooter Kullanımı: Postural kontrol ve dengenin sürdürülmesini sağlar.

Yürüyüş Bandı Eğitimi: Postüral stabiliteyi geliştirmekte tercih edilmektedir. Ritmik yürüme paterninin, yürüme döngüsü içinde çok tekrar edilmesiyle, agonist antagonist

kaslar arasında harmoninin geliştirilmesiyle statik ve dinamik dengenin geliştirilmesi prensibine dayanır. 3-12 yaş arasındaki Serabral palsili çocuklarda, yürüme bandı ve yerde yürüme eğitimlerinin karşılaştırıldığı bazı çalışmalarda yürüyüş bandı eğitimiyle, berg denge skorunda daha büyük bir artış sağlandığı gösterilmiştir. Mediolateral salınımların da daha azaldığı gösterilmektedir.

Kısmi Vücut Ağırlıklı Yürüyüş Bandı Eğitimi: Duyu motor deneyimle postüral kontrolün geliştirildiği gösterilmektedir.

Antigravite Yürüyüş Bandı Eğitimi: Standart bir yürüyüş bandı ve şişme bir muhafazadan oluşan yürüyüş bandı ile vücut yerçekimi gücüne karşı kaldırılan bir güçle, yürümeyi deneyimler. Diğer yürüyüş bandı eğitimlerine göre etkinliğini gösteren kanıtlar yetersizdir.

Çocukluk çağı problemlerinde, motivasyonun sağlanması ve spesifik probleme yönelik çalışabilmek için egzersiz eğitimine özel geliştirilmiş oyun programları kullanılmaktadır. Bu oyun programlarının özellikle hastanın motivasyonunu artırarak, dengenin geliştirilmesi ve motor öğrenme üzerine etkisi gösterilmektedir.

Nintendo Wii Egzersiz Programı: Hipotoni ve hipertoni görülen çocuklarda, fonksiyonel dengeyi geliştirdiği görülmektedir. Spastisite üzerine etkisini gösteren yeterince kanıt olmamasına rağmen, statik ve dinamik dengeyi geliştirdiği gösterilmektedir. Oyun temelli egzersizlerin, motivasyon sağlamaları çocuklar üzerindeki etkinliklerini artırmaktadır.

Sanal Gerçeklik Oyunları ile Tedavi: Gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından yaratılan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, üç boyutlu bir benzetim modeli ile denge, koordinasyon ve üst ekstremite fonksiyonları geliştirilebilmektedir. Çocuğun aktif katılımını sağlayan, motivasyonu artırıcı ve eğlenceli çalışma özellikleri ile denge gelişiminde kabul gören yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir.

Vibrasyon Terapisi: Tüm klinik durumlar, için üç amaçla kullanılmaktadır. Bunlar kas gücünü artırmak, dengeyi geliştirmek ve kemik yoğunluğunu artırmaktır. Serebral palsi gibi merkezi sinir sistemi hasarı sonucu spastisite gelişen ve kas güçsüzlüğünün görüldüğü durumlarda, anormal kemik gelişimi ve fraktürlere yatkınlık artmaktadır. Vibrasyon, kas iğciğini ve alfa motor nöronları uyararak, kas kontraksiyonunu başlatır. 4-19 yaş aralığında, serebral palsili ve müsküler distrofili immobil çocuklarda yapılan bir çalışmada herhangi bir yan etki oluşmadığı ve tibia kemik yoğunluğunda artış olduğu bulunmuştur. Spastik diplejik yetişkinlerde yapılan başka bir çalışmada ise, kas gücünün, kaba motor fonksiyonelliğinin ve diz ekstansör kaslarındaki spastisitenin arttığı gösterilmiştir.

Hareketli Yüzeyle Denge Eğitimi: Reaktif denge kontrolünün geliştirilmesinde kullanılmaktadır. Diplejik ve hemiplejik serebral palsili çocuklarda, postüral kontrolle ilişkili nöromüsküler organizasyonu geliştirdiği gösterilmektedir.

Kas tonusunun düşük olduğu Down Sendromu gibi hastalıklarda motor eğitim programlarıyla, kuvvet artışı ve denge de büyük bir gelişme sağlanabildiği gösterilmiştir. Motor eğitim programları denge gelişimini destekler. Çalışmalarda, değişik afferent ve efferent iletim hızının artması, agonist-antagonist kaslar arasındaki koordinasyonun artışı, özellikle eksantrik kontraksiyonun geliştirilmesiyle, denge ve yürüme yeteneğinin geliştirileceği gösterilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Chou SW, Cheng HY et al (2009). The Role of the Great Toe in Balance Performance. J Orthop Res.;27:549-554.
2. Berg K, Wood-Dauphinee S et al (1989). Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiother Can;41:304-11.
3. Berg K, Wood-Dauphinee S et al (1995). The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. Scand J Rehab Med;27:27-36.
4. Benaim C, Perennou DA et al (1999). Validation of a standardized assessment of postural control in stroke patients: the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS). Stroke;30:1862-8.
5. Bohannon RW, Larkin PA et al (1984). Decrease in timed balance test scores with ageing. Physical Therapy; 64: 1067-1070.
6. Bohannon RW (1989). Selected determinants of ambulatory capacity in patients with hemiplegia. Clinical Rehabilitation; 3(1): 47-53
7. Bouisset S. (2008). Posture, dynamic stability, and voluntary movement. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology; 38:345-362.
8. De Kegel A, Baetens T et al (2012). Ghent Developmental Balance Test: A New Tool to Evaluate Balance Performance in Toddlers and Preschool Children. Physical Therapy; 92 (6): 841–852.
9. Duncan PW, Weiner DK et al (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. J Gerontol Med Sci; 45: 93–98.
10. Duysensa J, Beerepootd VP, Veltink PH et al (2008). Proprioceptive perturbations of stability during gait. Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology; 38:399-410.
11. Ebersbach G, Edler D et al (2008). Whole-Body Vibration Versus Conventional Physiotherapy to Improve Balance and Gait in Parkinson's Disease. Arch Phys Med Rehabil;89:399-403.
12. Esculier J-F, Vaudrin J et al (2012). Home- Based Balance Training Programme Using Wii Fit with Balance Board for Parkinson's Disease. J Rehabil Med: A Pilot Study;44:144-150.
13. Gaurai G, Monika S et al (2017). Efficacy of Balance Training on Fall in Parkinson's Disease. Indian Journal of Medical Research and Pharmaceutical Sciences; 4(1): 17-22.

14. Gill-Body KM, Popat RA et al (1997). Rehabilitation of Balance in two Patients with Cerebellar Dysfunction. Phys Ther.;77:534-552.
15. Gjelsvik BEB, Syre L (2016). The Bobath Concept in Adult Neurology; Thieme Medical Publishers, Stuttgart, Germany.
16. Goldie PA, Matyas TA et al (1990). Postural control in standing following stroke: test-retest reliability of some quantitative clinical tests. Physical Therapy; 70: 234-243.
17. Hackney ME, Earhart GM (2008). Tai Chi Improves Balance and Mobility in People with Parkinson Disease. Gait &Posture;28:456-460.
18. Herdman SJ, Schubert MC et al. (2001). Strategies for Balance Rehabilitation Fall Risk and Treatment. Annals New York Academy of Sciences; 942: 394-412.
19. Hill KD, Bernhardt J et al (1996). A new test of dynamic standing balance for stroke patients: reliability, validity and comparison with healthy elderly. Physiotherapy Canada Fall; 257-262.
20. Hurvitz EA, Richardson JK et al (2000). Unipedal stance testing as an indicator of fall risk among older outpatients. Arch Phys Med Rehabil;81:587—91.
21. Huxham EF, Goldie AP et al (2001). Theoretical considerations in balance assessment. Australian Journal of Physiotherapy; 47: 89-100.
22. Katz-Leurer M, Rotem H et al (2008). Functional Balance Tests for Children with Traumatic Brain Injury: Within-Session Reliability. Pediatric Physical Therapy; 20(3): 254-258.
23. Kim SD, Allen NE et al (2013). Postüral Instability in Patients with Parkinson's Disease. CNS Drugs;27:97-112.
24. Klatt BN, Carender WJ et al (2015). A Conceptual Framework for the Progression of Balance Exercises in Persons with Balance and Vestibular Disorders. Phys Med Rehabil Int.;2(4):1-20.
25. Landers M, Adams M et al (2009). Challenge-Oriented Gait and Balance Training in Sporadic Olivopontocerebellar Atrophy: A Case Study. JNPT;33:160-168.
26. Liao HF, Mao PJ et all (2001). Test–retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. Developmental Medicine and Child Neurology; 43(3): 180-186.
27. Gaurai G, Monika S et al (2017). Efficacy of Balance Training on Fall in Parkinson's Disease. Indian Journal of Medical Research and Pharmaceutical Sciences; 4(1): 17-22.
28. Mak M, Horak FB. (2014). Balance Training, Textbook of Neural Repair and Rehabilitation-Medical Neurorehabilitation, Editörler: Selzer ME, Clarke S, Cohen LG, Kwakkel G, Miller RH., Cambridge University Press; 105-119.
29. Mathias S, Nayak USL et al (1986). Balance in elderly patients: the Get Up and Go Test. Arch Phys Med Rehabil; 67:387-9.
30. Melodie de Jager. Movement, Muscle Tone, Mıdlınes & Balance, Mind Moves Institute, Johannesburg. 2012: 1-16.
31. Mhatre PV, Vilares I et al (2013). Wii Fit Balance Board Playing Improves Balance and Gait in Parkinson Dsiease. PM&R;5:769-777.
32. Mikolajczyk E, Ligeza B et al (2017). The Effect of Hippotherapy on Postüral Balance. Eur J Clin Exp Med;15(1):45-49
33. Morone G, Tramontano M et al (2014). The Efficacy of Balance Training with Video Game- Based

Therapy in Subacute Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. Hindawi Biomed Research International:1-6.

34. Nilsagard YE, Forsberg AS et al (2012). Balance Exercise for Persons with Multiple Sclerosis using Wii Games: a Randomised, Controlled Multi-Centre Study. Multiple Sclerosis Journal; 19(2): 209–216.
35. Nutt JG, Horak FB, et al (2011). Milestones in Gait, Balance, and Falling. Movement Disorders; 26: 1166-1174.
36. Page P (2006). Sensorimotor Training: A "Global" Approach for Balance Training. Journal of Bodywork and Movement Therapies;10:77-84.
37. Pastor M, Day B et al (1993). Vestibular induced postural responses in Parkinson's Disease. Brain; 116: 1177-1182.
38. Podsiadlo D, Richardson S (1991). The Time "Up & Go": A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. Journal of the American Geriatrics Society; 39(2): 142-148.
39. Redfern MS, Yardley L et al (2001). Visual influences on balance. J Anxiety Disord.; 15: 81-94.
40. Shih M-C, Wang R-Y et al (2016). Effects of a Balance- Based Exergaming Intervention Using the Kinect Sensor on Posture Stability in Individuals with Parkinson's Disease: A Single-Blinded Randomized Controlled Trial. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation;13:78-87.
41. Shumway-Cook A, Horak F. (1986). Assessing the influence of sensory integration on balance. Physical Therapy; 66: 1548-1550.
42. Shumway-Cook A, Woolacott MH (2001). Motor Control: Theory and Practical Applications Lippincott,Williams&Wilkins, Philadelphia (2nd ed),ss:1-25.
43. Silsupadol P, Siu KC et al (2006). Training of Balance Under Single- and Dual-Task Conditions in Older Adults with Balance İmpairment. Phys Ther.;86:269-281.
44. Smith P. (2004). Berg Balance Scale and functional reach: determining the best clinical tool for individuals post acute stroke. Clin Rehabil;18:811-8.
45. Tang P-F, Moore S et all (1998). Correlation between two clinical balance measures in older adults: functional mobility and sensory organization test. Journal of Gerontology: Medical Sciences; 53: 140-146.
46. Tankisheva E, Bogaerts A et al (2014). Effects of Intensive Whole-Body Vibration Training on Muscle Strength and Balance in Adults with Chronic Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation; 95:439-46.
47. Tinetti ME. (1996). Performance-oriented assessment of mobility problems in elderly patients. J Am Geriatr Soc; 34:119-26.
48. Yang Y, Li X-Y et al (2014). Tai Chi for Improvement of Motor Function, Balance and Gait in Parkinson's Dsiease: A systematic Review and Meta-Analysis. PLoS One; Jul 21;9(7).1-9.
49. Yang W, Wang H et al (2016). Home-based Virtual Reality Balance Training in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. Journal of the Formosan Medical Association;115:734-743.
50. Yelnik A, Bonan I (2008). Clinical tools for assessing balance disorders. Neurophysiologie Clinique/ Clinical Neurophysiology; 38: 439-445.
51. Yom C, Cho H et al (2015). Effects of Virtual Reality-Based Ankle Exercise on the Dynamic Balance, Muscle Tone And Gait of Stroke Patients. J Phys Ther Sci; 27:825-849.

52. Walker C, Brouwer BJ et al (2000). Use of Visual Feedback in Retraining Balance Following Acute Stroke. Phys Ther.;80 (9):886-895.

53. Winter DA, Prince F et al (1996). Unified Theory Regarding A/P and M/L Balance in Quiet Stance. J Neurophysiol.;75:2334-2343.

54. Winter DA, Patla A E et al (1998). Stiffness control of balance in quiet standing. J. Neurophysiol; 80: 1211–1221.

55. Wolfson LI, Whipple R et al (1986). Stressing the postural response - a quantitative method for testing balance. Journal of the American Geriatrics Society; 34: 845-850.

56. Woollacott M, Shumway-Cook A et all (2005). Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study. Developmental Medicine & Child Neurology; 47: 455–461.

Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozuklukları ve Kardiyopulmoner Rehabilitasyon

17

Prof. Dr. Hülya Arıkan, Prof. Dr. Deniz İnal İnce, Doç. Dr. Melda Sağlam,
Doç. Dr. Naciye Vardar Yağlı, Doç. Dr. Ebru Çalık Kütükcü

GİRİŞ

Multiple skleroz ve Parkinson hastalığı gibi çeşitli nörolojik hastalıklar pulmoner komplikasyonlara yol açabilmektedir. Pulmoner bozukluklar sıklıkla nöromusküler hastalıkların geç döneminde belirgin olmakla birlikte, bazen bir solunum problemi ilk işaret olabilmektedir. İlk belirtiler sıklıkla uyku bozuklukları ve noktürnal desaturasyondur. Spinal kord yaralanmasından sonra solunumsal komplikasyonlar mortalitenin en yaygın nedenidir. Hastalar spinal kord yaralanmasından sonraki ilk yıl içinde solunumsal hastalığa en savunmasız durumdadır fakat yaşamları boyunca solunumsal komplikasyonlarla karşılaşmaktadırlar. Spinal kord yaralanması ile birlikte ortaya çıkan kardiyovasküler bozukluklar, büyük ölçüde sempatik denervasyon ve parasempatik hakimiyetin ortaya çıkmasına; yani otonomik kontrol ve dengenin bozulmasına bağlıdır. Nöromusküler hastalıklar, myokardiyum veya kardiyak ileti sisteminde patolojik tutuluma neden olmaktadır. Daha az yaygın olarak, kapaklar, koroner arterler, endokardiyum, perikardiyum ve hatta aort kökü gibi kritik yapılar etkilenebilmektedir. Hastalıklar çeşitli olmasına rağmen, hastalıkların kardiyopulmoner rehabilitasyonunda ortak prensipler uygulanmaktadır. Kardiyopulmoner rehabilitasyon yaklaşımları, hastaların ve ailelerinin yaşam kalitelerini artırmayı amaçlamaktadır. Uygulanan rehabilitasyon programı hastanın fonksiyonel seviyesini, fiziksel ve psikolojik fonksiyonlarını korumalıdır ve hastalık semptomlarının ilerlemesini yavaşlatmalıdır. Adjuvan farmakolojik müdahaleler (örneğin; teofilin, steroidler, kreatin vb.), egzersiz eğitimi önerileri (örneğin; aralıklı veya düşük şiddetli eğitim) ve destekleyici teknikler (örneğin; noninvaziv mekanik ventilasyon, nöromüsküler elektrik stimülasyonu ve diyafragma pili) daha etkili bir tedavi ile sonuçlanabilmektedir. Bu konuda yapılacak ileri çalışmalara gerek vardır.

Multiple skleroz (MS) ve Parkinson hastalığını içeren çoğu nörolojik hastalık solunum fonksiyonlarını olumsuz olarak etkileyen bir noktaya ilerleyebilmektedir. Hastalıkların çeşitli nedenleri ve klinik süreçleri olmasına rağmen, çoğu durumda ölüm ve

diğer ciddi olumsuz olayların nedeni bir pulmoner komplikasyondur. Bu bölümde; hipertonus tablosu yaratan yaratan hastalıklar olarak inme, MS, Parkinson, spinal kord yaralanması (SKY) gibi durumlar, hipotonus yaratan hastalıklar için ise, erişkin nöromusküler hastalıklar (NMH) ve bunların yarattığı genel kardiyopulmoner problemler ve rehabilitasyonu incelenecektir. Tablo 1'de nörolojik hastalık grubu örneklerinin klinik ve pulmoner seyri gösterilmektedir.

Tablo 17.1: Nörolojik Hastalık Grubu Örneklerinin Klinik ve Pulmoner Seyri

Hastalığın Yeri ve Temsili Hastalıklar	Klinik Seyir	Solunum Tutulumu Prevalansı ve Prognozu
Santral Sinir Sistemi		
Multiple Skleroz	Nükseden	% 63'ünde pulmoner fonksiyonlar bozulmaktadır; % 5'inde solunum yetmezliği veya enfeksiyon ölüme neden olmaktadır.
Parkinson hastalığı	Yavaş progresif	Pnömoni, muhtemelen üst havayolu kaslarının tutulumu ve bozulmuş öksürük ölümlerin % 20'sini açıklamaktadır.
Spinal Kord		
Travma	Kalıcı	Yüksek seviye lezyonlar (C1-C3) genellikle uzun dönem mekanik ventilasyon ihtiyacı yaratmaktadır.
Motor Nöron		
Post-polio sendromu	Çok yavaş progresif	Solunum yetmezliği, ilk enfeksiyonda solunum kas tutulumu ile karakterizedir.
Amyotrofik lateral sklerozis	Progresif	Ölüm neredeyse solunum komplikasyonlarına eşittir.
Motor Sinirler		
Guillain-Barre sendromu	Yavaş geri dönüşümlü	% 28'inde solunum yetmezliği
Charcot-Marie-Tooth hastalığı	Çok yavaş progresif	% 96-100'unun frenik sinir iletiminde uzama yavaşlama vardır; % 30'unun zorlu vital kapasitesi <% 80'dir.
Nöromusküler Kavşak		
Myastenia gravis	Geri dönüşümlü	Aspirasyon pnömonisi, % 6 mortalite ile kriz dönemlerine neden olabilmektedir.
Botulizm	Yavaş geri dönüşümlü	Solunum yetmezliğine bağlı mortalite % 8'dir; hayatta kalanlarda bazı pulmoner bozukluklar bir yılın üzerinde devam edebilmektedir.
Kas		
Duchenne Muskuler Distrofi	Progresif	Solunum yetmezliği ölümün ana nedenidir.
Polimyozit/ Dermatomyozit	Değişken	Solunum fonksiyon testleri normal olmaya eğilimlidir ve diyafragma disfonksiyonu rapor edilmektedir.
Paralizi sonrası myopati	Yavaş geri dönüşümlü	Steroid tedavisi alan astımlı hastaların % 30'u ve yoğun bakımdaki paralize hastaların kas zayıflığı vardır ve ventilasyonda uzama ile ilişkilidir.

Nörolojik Hastalıklarda Kardiyopulmoner Bozuklukların Patofizyolojisi

Santral Solunum Kontrolündeki Bozukluklar

Nöromusküler hastalığı (NMH) olan kişilerin santral nöral dürtülerinin normal veya artmış olma eğilimi vardır. Bununla birlikte, noktürnal hiperkapni gelişen hastaların santral nöral dürtülerinde ve gündüz solunum cevaplarında azalma olabilmektedir. Muhtemelen serebrospinal sıvı içinde karbondioksitin (CO_2) ilerleyici birikimi, serebrospinal sıvının kısmi CO_2 basıncı ile (PCO_2) ilgili olarak serebrospinal sıvının pH'sını azaltmaktadır.

Santral nöral dürtüdeki anormallikler, MS ve Parkinson hastalığı gibi santral nörolojik hastalıklardaki solunum disfonksiyonunun patogenezinde doğrudan bir rol oynayabilmektedir. MS'li hastalar beyindeki lezyonların yerine bağlı olarak istemli veya otonomik solunum, diyafragma paralizisi, paroksismal hiperventilasyon, apnöstik solunum ve nörojenik ödem geliştirebilmektedir. Solunum kontrolü anormallikleri, otonomik disfonksiyonla ilişkili olarak Parkinsonizm'de daha yaygındır. İdiyopatik Parkinsonizm'de santral solunum kontrolünde rol oynayan alanlar beyinde etkilenen alanlara yakındır. Parkinson hastalığında solunum disfonksiyonu paterni, disritmik solunum, santral apne, Cheyne-Stokes solunumu (Solunum gittikçe yavaşlar, zayıflar ve sonra durur, sonra tekrar solunum başlar ve gittikçe derinleşir), apnöstik solunum ve santral hipoventilasyondur.

Solunum Fonksiyon Bozuklukları ve Yetmezliği

Spinal kord yaralanması (SKY) olan hastalarda, akciğer fonksiyonları ve solunum kas basınç oluşturma kapasitesi zamanla değişmektedir ve lezyon seviyesi ile ilişkilidir. Yaralanmadan hemen sonra tetraplejiklerde vital kapasitede (VC) tahmin edilen değerin yaklaşık % 20-60'ı bir azalma ve paraplejiklerde % 80-90 azalma vardır. Gövde ve interkostal tonus zamanla arttıkça ve göğüs kafesini stabilize ettikçe VC yaralanma öncesi seviyenin yaklaşık olarak % 60'ına dönmektedir. Ayrıca, zamanla fonksiyonel rezidüel kapasitede (FRC) progresif bir azalma meydana gelmektedir ve atelektazi ve bazal pulmoner fibrozise yol açmaktadır. Rezidüel volüm (RV) özellikle oturma pozisyonunda abdomen serbestken normal popülasyona göre yüksek kalmaktadır ve zamanla azalmaktadır. Total akciğer kapasitesi (TLC) zamanla anlamlı derecede iyileşmemektedir. Zorlu vital kapasite (FVC) sağlam gövdesi olan kişilerde sırtüstü pozisyonda azalmaktayken, tetraplejiklerde artmaktadır. Akut yüksek seviye SKY olan hastalar, sırtüstü pozisyonda oturmaya göre daha az dispne rapor etmektedir. Sırtüstü pozisyon ile abdominal içerik diyafragmayı daha yüksek bir istirahat seviyesine zorla-

makta böylece diyafragma kontraksiyonu ile daha büyük bir yer değiştirme meydana gelmektedir.

Birçok çalışma, hafif MS olan hastaların solunum fonksiyonlarında hafif bir bozulma olduğunu göstermiştir. Solunum fonksiyonları, Expanded Disability Status Scale (EDSS) skoru <7 olan hastalarda normaldir fakat tekerlekli sandalye seviyesinde ve özellikle yatağa bağımlı hastalarda azalmaktadır. Bu nedenle, solunum yetmezliğini spirometrik testlerle açığa çıkarmak zordur. Ortalama EDSS skoru 4.34 olan 38 MS'li hastada yapılan bir çalışmada, solunum fonksiyonlarının anlamlı olarak fakat düşük düzeyde etkilendiği (FVC=% 94±12, birinci saniyede ekspire edilen zorlu ekspiratuar volüm (FEV_1)=% 91±16) ve FEV_1/FVC oranının normal olduğu bulunmuştur. FVC ile EDSS skoru ile belirlenen aktivite kısıtlanması seviyesi arasında anlamlı ilişki gösterilmiştir.

Şiddetli Parkinson'lu hastalarda restriktif pulmoner bozukluk (% 56.7) rapor edilmektedir. Mekanizması, göğüs duvarı kompliansında kayıp ve kamptokormiye (vücudun aşırı fleksiyonu) bağlanmaktadır. Kırkbir Parkinson'lu hastada (Hoehn and Yahr Skalası'na göre 0-3 arası) yapılan bir çalışmada, sağlıklı olgulara göre daha yüksek prevalansta olmak üzere restriktif solunum bozukluğu saptanmıştır. Aynı zamanda FVC ile maksimal inspiratuar basınç (MIP) arasında direkt bir ilişki saptanmıştır.

Spinal kord yaralanmasından (SKY) sonra solunumsal komplikasyonlar mortalitenin en yaygın nedenidir. Hastalar yaralanmadan sonra ilk yıl içinde solunumsal hastalığa en savunmasız durumdadır fakat yaşamları boyunca solunumsal komplikasyonlardan sıkıntı çekmektedirler. İlk hastaneye kabulünde yaşanan solunum komplikasyonu sayısı, hastanede kalma uzunluğu ve hastane maliyetlerini belirlemekte yararlanma seviyesinden daha önemlidir. SKY'den sonra solunum yetmezliği kapsamının en önemli belirleyicileri, paterni ve motor, duyusal ve otonomik nörolojik bozukluğun seviyesidir. Derin nefes alabilme ve kuvvetli öksürebilme becerisi, yaralanma seviyesi ve SKY'nin tam/kısmi olmasına bağlı olarak değişen derecelerde bozulmaktadır. Seviye ne kadar yüksekse, daha fazla fonksiyon bozukluğu görülmektedir. Solunum yetmezliği riski doğrudan yaralanma seviyesi ile ilişkilidir. Tablo 17.2'de solunum yetmezliğinin belirtileri ve Tablo 17.3'de tam SKY için nörolojik seviyeler, tipik solunum bozukluğu ve desteği verilmiştir.

Tablo 17.2: Solunum Yetmezliğinin Belirtileri
Semptomlar o Genel zayıflıkta artma o Disfaji o Disfoni o Efor ve istirahatte dispne o Yorgunluk o Uyuklama
Klinik belirtiler o Hızlı yüzeysel solunum o Taşikardi o Zayıf öksürük o Kesik kesik konuşma o Yardımcı kas kullanımı o Abdominal paradoks o Ortopne o Trapez ve boyun kaslarının zayıflığı o Tek nefes sayımı o Yutmanın ardından öksürme
Laboratuar verileri o VC ≤15 mL/kg, VC <1 L veya stabil durumdaki değerinden % 50 azalma veya oturmadan-sırtüstü pozisyonuna gelmekle % 20 azalma o Maksimum inspiratuar basınç ≤30 cmH_2O o Maksimum ekspiratuar basınç ≤40 cmH_2O o Noktürnal desatürasyon o $PaCO_2$ >45 mmHg

Tablo 17.3: Tam Spinal Kord Yaralanması için Nörolojik Seviyeler, Tipik Solunum Bozukluğu ve Desteği

Nörolojik Seviye	Disfonksiyon
C1-C3	Şiddetli diyafragma zayıflığına (paralizisi) sekonder olarak muhtemelen tam zamanlı ventilatör bağımlı. Eğer glossofarengeal solunumu kullanarak yeterince kendi kendine hava alabilirse, kısa periyotlarla ventilatörden ayrılabilirler. Diyafragma pil uygulaması için potansiyel adaylardır.
C3-C4	Diyafragma fonksiyonu bozulacak ve tidal volüm (TV) ve VC'yi azaltacaktır. Yardımsız ventilasyon periyotları (ventilatör-serbest zaman), tek başına noktürnal ventilasyon ile yeterince desteklenebilmektedir. Özellikle otururken gün boyunca akciğer hacimleri yeterince yüksek ise, ev ventilatör desteği noninvaziv olabilmektedir.
C5	Başlangıç solunum desteği yaygın olmasına rağmen, uzun dönemde bağımsız solunum olanağı vardır. Diyafragma fonksiyonu bozulmamıştır fakat interkostal ve abdominal kas paralizisi akciğer hacimlerinde, öksürük kuvveti ve etkinliğinde azalma ile sonuçlanmaktadır.
C6-C8	Bağımsız solunum. Lezyonları C7 altında olan kişiler, yardımcı solunum kasları ile (özellikle pektoralis major ve minor) inspirasyon ve ekspirasyonu artırabilmektedirler.
T1-T4	İnspiratuar kapasite ve zorlu ekspirasyon interkostal aktivite ile desteklenmektedir; bununla birlikte, abdominal (ekspiratuar) zayıflığa sekonder olarak öksürük etkinliğindeki azalma korunmaktadır.
T5-T12	Lezyon seviyesi azaldıkça kas kuvvetinde göreceli ilerleyici gelişme. T6'nın altında kardiyovasküler sistemi etkileyen otonomik disfonksiyonda minimal bozulma.
T12	Solunum fonksiyonları aslında güçlü kuvvetli bir kişininkine benzerdir.

Travmatik SKY'nın hemen ardından yaralanma seviyesinin altındaki kaslarda flask paralizi ile sonuçlanan haftalar veya aylar süren bir spinal şok periyodu vardır. İnterkostal kasların flask paralizisi, stabil olmayan bir göğüs duvarına neden olmaktadır. İnspirasyon boyunca negatif intratorasik basınç kostaların paradoksal içe doğru depresyonuna neden olmaktadır. Bu mekanik dengesizlik ve dezavantaj, etkisiz ventilasyon, solunum işinde artma ve distal havayolu kollapsı ve mikroatelektazilere bir eğilim yaratmaktadır. Üretimde artma veya öksürüğün bozulmasına sekonder olarak azalmış temizlenme nedeni ile havayolu sekresyonları birikebilmektedir. Bu zaman

periyodunda, entübasyon ve solunum desteği için yüksek olasılıkla mekanik ventilasyon gerekmektedir.

Zamanla ve zayıflığa sekonder aktif göğüs duvarı hareketindeki azalma ile tendonlar, ligamentler ve göğüs kafesi eklemleri sertleşmektedir. İnterkostal kasların spastisitesi ile beraber, göğüs kafesi daha düşük bir akciğer hacminde stabilize olacak ve böylece paradoksal solunum azalacaktır. Spinal şok evresinin çözülmesi ile torasik ve abdominal kaslarda spastisite gelişmeye başlarken akciğer hacimleri iyileşebilmektedir.

Kısmi yaralanması olan hastaların biraz duyu algılaması vardır ve sıklıkla yaralanma seviyesinin altında hareket korunmaktadır. Böylece lezyon seviyesi altındaki kasların ve sistemlerin geriye kalan fonksiyonlarını nispeten geliştirmektedirler. Servikal SKY olan hastalarda travmatik beyin hasarı meydana gelmektedir ve ayrıca torakal kafes travması, kosta kırıkları ve iç organ hasarı ile sonuçlanabilmektedir.

İnme; Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımlamasına göre genellikle beyni besleyen kan damarlarının yırtılması veya bir pıhtı tarafından tıkanması sebebi ile beynin belli bir bölgesine kan akışının kesilmesi veya azalması ile oluşan, damarsal başka nedenler olmaksızın fokal serebral fonksiyon kaybına ait belirtilerin 24 saatten uzun sürdüğü klinik bir hastalık tablosudur. İnme sonrası tüm hastalar açıkça bir pulmoner hastalığa sahip değildir. Fakat inmeli hastalarda özellikle beyin sapı felcinde solunum fonksiyonlarındaki bozukluk sık görülen ciddi bir komplikasyondur. Merkezi sinir sistemi lezyonu sebebi ile oluşan kas bozukluğuna, solunum kaslarının zayıflaması da eşlik etmektedir. Yine solunum kas güçsüzlüğü, solunum mekaniklerinde bozulma gibi ilişkili komplikasyonlar yoluyla veya fiziksel inaktivite, yüksek oranda sigara içilmesi gibi yaşam biçimi faktörleri sonucu da solunum fonksiyonları bozulmuş olabilmektedir. Yine uzun süreli yatak istirahati ve solunum kaslarının kondisyonundaki azalma sonucu oluşan oksijen taşınmasındaki yetersizlik de solunum fonksiyonlarını etkilemektedir. Bu durumda inspiratuar kapasite (IC) azalmakta ve pnomöni daha sık görülen bir komplikasyon haline gelmektedir.

Çoğu nöromüsküler hastalık (NMH), ambulasyon kaybı, tekerlekli sandalyeye bağlı olmak, yutma bozuklukları, solunum kas zayıflığı ve sonunda solunum yetmezliğinden ölümle sonuçlanan progresif kas bozukluğu ile karakterizedir. Kronik veya hızlı ilerleyen NMH'lerde morbidite ve mortalitenin en yaygın nedeni; solunum yetmezliğidir.

Progresif inspiratuar kas zayıflığı ve akciğer ve toraks kompliansında azalma ve artan elastik yük nedeniyle bu hastalarda VC'de ilerleyici bir azalma ve solunum işinde artma vardır. Hızlı-yüzeysel solunum paterni, solunum işindeki artmaya ve derin nefes alamamaya neden olabilmektedir. Bu durum, kronik mikroatelektazilere ve akciğer ve göğüs duvarı kompliansında azalmaya yol açmaktadır.

Solunum Kas Fonksiyon Bozukluğu

Pulmoner semptomlar, sıklıkla kronik nörolojik hastalıkların seyrinde geç dönemlerde ortaya çıkmaktadır. Bazen, solunum taleplerini veya solunum kas zayıflığını artıran veya MS'deki gibi nörolojik hastalığın alevlenmesini tetikleyen bir ateş veya enfeksiyon ile süreç hızlanabilmektedir.

İlk olarak, beyin solunum kas bozukluğuna adapte olmakta ve santral solunum uyarılarını artırarak arteryel karbondioksit ve oksijen parsiyel basınçlarını ($PaCO_2$ ve PaO_2) normal değerlerde korumaktadır ve böylece hasta daha hızlı solumaktadır. Bununla birlikte, hastalık ilerledikçe dispne veya yorgunluğu önlemek için gelişen santral uyum cevabı hipoventilasyona neden olmaktadır. Düşük VC, havayolu temizlenmesinde bozulma ve düzenli fizyolojik iç çekmelerdeki azalma, atelektazi ve hipoksemi gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bu durum solunum taleplerini daha fazla artırmaktadır. Kas yorgunluğu gelişimini, takipne, alveolar hipoventilasyondaki kötüleşme ve asidemi izleyebilmektedir.

Solunum kas zayıflığı, solunum fonksiyonlarında olduğu gibi daha çok tekerlekli sandalye ve yatağa bağımlı hastalarda görülmektedir. Solunum fonksiyonlarının aksine, solunum kas fonksiyonu bozukluğu hafif MS grubunda da görülmektedir. VC ve solunum kaslarının kuvveti arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu nedenle MS hastalarında solunum fonksiyonlarındaki bozulmanın primer nedeninin solunum kas disfonksiyonu olduğu düşünülmektedir. MS'li hastalarda, kas zayıflığının en önemli nedeni demyelinizasyondur. Kas zayıflığına katkıda bulunan faktörlerden biri inaktivite ve kondisyon azlığıdır. Aynı zamanda, kortikosteroid kullanımı ve sitokin seviyelerinde artma da diyafragma disfonksiyonuna neden olmaktadır. Otuzsekiz stabil MS'li hastada yapılan bir çalışmada, hastaların inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetlerinin sağlıklı olgulara göre anlamlı derecede azaldığı ve dispne algılamalarının belirgin derecede arttığı saptanmıştır. Solunum kas enduransı, maksimal volunter ventilasyon (MVV) ölçümü ile dolaylı olarak ölçülmektedir. Ortalama MVV, yürüyebilen hastalarda beklenen değerin % 91-95'i, tekerlekli sandalyeye veya yatağa bağımlı hastalarda ise beklenen değerin yaklaşık % 68'i olarak bulunmuştur.

İnme hastalarında solunum kaslarındaki zayıflık ciddi ve yaygın bir sorundur. Ayrıca solunum kas zayıflığı morbidite ve mortaliteyi artırırken, solunum fonksiyonlarının bozulmasına neden olmaktadır. Hemiplejide etkilenen taraf göğüs duvarı kaslarında artmış kas tonusu ve spastisite nedeni ile göğüs duvarı hareketleri kısıtlanmaktadır. Bu kısıtlanma, akciğer hacminin azalmasına, göğüs duvarı kompliyansında azalmaya ve solunumun motor kontrolünde zayıflamaya sebep olabilmektedir. Ayrıca inmeli hastalarda etkilenen tarafta diyafragma, interkostal ve abdominal kasların kısmi ya da total zayıflığı

rapor edilmiştir. Etkilenmeyen tarafta ise, diyafragmatik uzaklaşma daha fazla olmaktadır. Lanini ve ark. tarafından yapılan ve optoelektronik pletismografi kullanılan bir çalışmada, spontan solunum ile karşılaştırıldığında istemli hiperventilasyon sırasında etkilenen hemitoraksın solunum hareketlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bir diğer çalışmada, Teixeira–Salmela ve ark. kronik inme hastalarını sağlıklı kişiler ile karşılaştırmışlar ve inme hastalarında MIP ve maksimal ekspiratuar basıncın (MEP) önemli derecede azaldığı görülmüştür. Yine aynı çalışmada, inmeli bireylerin tidal solunum sırasında göğüs kafesi katkısının önemli derecede düşük olma eğilimde olduğu bulunmuştur.

Parkinson'lu hastalarda inspiratuar kas kuvvetinin ekspiratuar kas kuvvetine göre daha fazla etkilendiği görülmektedir. Parkinson'lu hastaların solunum kas zayıflığı mekanizması ile ilgili birkaç çalışma vardır. Tremor (özellikle aksiyon tremoru) veya diyafragmanın düzensiz hareketlerinin sorumlu olabileceği düşünülmektedir. Diyafragma fonksiyonu ile ilgili veriler yetersiz iken, yardımcı solunum kaslarının etkilendiği gösterilmiştir.

Inal-Ince ve ark.'nın NMH'lerde yaptıkları bir araştırmada, hem skolyozu olan hem de olmayan NMH'lerin sağlıklı olgulardan daha düşük tepe ekspiratuar akım hızı (PEF), MIP, MEP, MIP (%) ve MEP (%) değerlerine sahip olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte, skolyozu olan olguların olmayanlara göre solunum fonksiyonlarının (FVC, FEV_1, ve Zorlu ekspiratuar volümün % 25-75 akım hızı değeri $FEF_{\%25-75}$) daha bozuk olduğu görülmüştür.

Ekspiratuar ve Bulbar Kas Zayıflığı

İnspiratuar solunum kasları en çok ventilasyona katkıda bulunur. Ekspiratuar kaslar zorlu ekspirasyonu ve öksürüğü içeren zorlu eforları gerçekleştirir. Bulbar kaslar konuşma, yutma ve havayolunun korunmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ekspiratuar solunum kasları etkili bir öksürük için hayati bir öneme sahipken; inspiratuar kas kuvveti de ekspiratuar kas kontraksiyonu öncesi yeterli akciğer volümünü sağlamak için gereklidir. Bazı nörolojik hastalıklarda, ekspiratuar kaslar inspiratuar kaslardan daha şiddetli zayıflayabilmektedir. Nörolojik hastalıklar medulla oblongata'dan köken alan ve 7., 9., 10. ve 11. kranial sinirlerle kontrol edilen bulbar kaslar, 5. kranial sinir trigeminal nukleus tarafından kontrol edilen çiğneme kasları ve C1 kökü ile kontrol edilen larinksi etkileyebilmektedir. Bulbar kas zayıflığı (fasiyal, orofarengeal ve laringeal kaslar) konuşabilme, yutma ve havayolu sekresyonlarını temizleyebilme becerisini etkileyebilmektedir ve aspirasyon olasılığını artırmaktadır. Bu kaslardaki fonksiyon bozukluğu dizartri, disfoni, disfaji, boğulma, etkisiz öksürük, atelektazi ve aspirasyon pnömonisine yatkınlığına yol açmaktadır. Bulbar kas tutulumunun göstergeleri, ko-

nuşma bozukluğu, sıvıları yutmada sıkıntı, yeni başlangıçlı bir öksürük olarak kendini gösteren aspirasyondur. Salya akması, şiddetli yutma bozukluğunun bir göstergesidir. NMH olan kişiler, genellikle hafif-orta şiddetli bulbar disfonksiyona sahiptir. Bulbar veya ekspiratuar fonksiyon, periferal hastalıkların yanı sıra MS, Parkinson, Amyotrofik Lateral Sklerozis (ALS), Guillain-Barre Sendromu (GBS) ve Myastenia Gravis (MG) gibi santral hastalıklarda da bozulabilmektedir.

Etkili öksürük üretebilme becerisi, servikal veya üst torakal SKY olan hastalarda ciddi derecede bozulmaktadır. Abdominal ve internal interkostal kaslarında innervasyon kaybı olan hastalar zorlu ekspirasyon yapabilme becerisini kaybetmektedir. Linn ve ark. yüksek tetraplejili bir grup hastada PEF'in beklenen normal değerlerin % 50'sinin altında olduğunu göstermişlerdir.

MS'li hastalarda, ekspiratuar kas kuvveti ambule hastalarda da azalmaktadır. Ekspiratuar kas zayıflığının, pulmoner fonksiyonel indeks ve egzersiz kapasitesi ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Hastaların aktivite kısıtlanması seviyesi arttıkça, ekspiratuar kas kuvveti azalırken, nefes darlığı algılamaları artmaktadır.

Aspirasyona karşı önemli bir savunma mekanizması olan öksürük, inme hastalarında sıklıkla bozulmaktadır. Bu bozulma, aspirasyon ve göğüs enfeksiyonları insidansında artışa sebep olmaktadır. İnme hastalarında solunum kas zayıflığı ve bozulmuş göğüs duvarı hareketleri, öksürüğün bozulmasından sorumlu olabilmektedir. İnspiratuar ve ekspiratuar kas zayıflığının öksürük fonksiyonları üzerine ciddi bir etkisi vardır. İnspiratuar kas zayıflığı öksürüğün başlangıcında düşük akciğer hacmine sebep olurken; ekspiratuar kas zayıflığı yeterli hava akışı için gerekli intratorasik basıncın azalmasına neden olmaktadır. Myeong-Rae ve ark., 42 inme hastasında solunum kas kuvveti ve öksürük kapasitesi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada, inme hastalarında MEP'in öksürük kapasitesini geliştirmede önemli rol oynadığı bulunmuştur.

Uyku Bozuklukları

Erken diyafragmatik veya bulbar tutulumu olan nörolojik hastalığı olan kişiler, gündüz semptomları olmamasına rağmen, özellikle uykunun hızlı göz hareketleri (rapid eye movement-REM) fazında solunum olaylarına eğilimlidir. Uyku testi, erken solunum kas tutulumu ve erken solunum desteği ihtiyacını belirleyebilmektedir.

Uykuda solunum bozukluklarının birkaç mekanizması mevcuttur. Diyafragmatik fonksiyonu bozuk olan hastalarda REM uykusu sırasında solunum yükünün normal olarak diyafragmaya kayması, noktürnal desaturasyona neden olabilmektedir. Ayrıca, bulbar tutulumu olan hastalarda REM uykusu boyunca hipopne (yüzeyel, yavaş solunum) gelişebilmektedir. Uyku boyunca solunumun dürtüsünün azalması, hiperkapnik santral apneye yol açabilmektedir.

NMH özellikle REM uykusu sırasında obstrüktif veya santral uykuda solunum bozukluğu ile ilişkili olabilmektedir. Solunum kas zayıflığı ve/veya mekanik dezavantaj, üst havayolu kasları ve solunum merkezi nöronlarının tutulumuna (örneğin; myotonik distrofi) ve obezite gibi komorbiditelere bağlı olarak, sürekli devamlı oksijen desaturasyonu ve hiperkapniye yol açan şiddetli alveoler hipoventilasyonla sonuçlanabilmektedir.

Spesifik olarak, medullar tegmentumu etkilenen MS'li hastalarda ve otonomik bozukluk ve laringeal obstrüksiyonu olan Parkinson hastalarında obstrüktif apne meydana gelebilmektedir. Aynı zamanda, otonomik bozukluklarla ilişkili olarak Parkinson olan hastalarda santral apne ve santral hipoventilasyon rapor edilmektedir.

SKY olan bireyler yaralanmadan sonra hem solunum fonksiyonu hem de kuvvetinde dikkate değer bozukluğa sahiptir ve uyku ile ilişkili normal solunumsal instabilite, zaten bozuk olan solunum sistemini daha fazla tehlikeye atabilmektedir. Uyku hipoventilasyonu birkaç ayrı fizyolojik sürece ikincil olarak gelişir ve SKY olan hastalarda uyku başlangıcında alevlenebileceğine dair bazı kanıtlar vardır. SKY'den sonra uyku ile ilişkili en önemli solunum problemi obstrüktif uyku apnesi (OSAS)'dir. OSAS servikal yaralanmanın sonucu olarak ortaya çıkmaktadır ve birinci yılki prevalansı % 83'tür. Kronik olarak, OSAS prevalansı % 40-91'dir. Hafıza ve dikkatte azalmayı içeren nörokognitif bozukluklar, OSAS'ı tedavi edilmemiş olan tetraplejik olgularda noktürnal hipoksiye bağlanmaktadır.

Parkinson olan hastaların insomnia (uykusuzluk), gündüz aşırı uykululuk hali, REM ve uyku davranış bozuklukları gibi uyku bozuklukları yıllardır bilinmektedir. Bununla birlikte, Parkinson olan hastalarda uyku apne sendromunun prevalansı ile ilgili tartışmalar devam etmektedir. Parkinson'un erken evrelerinde hafif noktürnal desaturasyon ile ilgili bazı kanıtlar vardır fakat altta yatan mekanizmalar bilinmemektedir.

Otonomik Disfonksiyon

T6 üzeri SKY olan hastalarda sempatik sinir sistemi aktivitesinde azalma ve vagus siniri yolu ile parasempatik aktivite baskınlığı gözlenmektedir. Yüksek torakal ve servikal SKY olan hastalarda otonom sinir sisteminin kontrolünde bozulma, hipotansiyon ve kardiyak aritmilere yol açabilmektedir. En yaygın görülen aritmi, bradikardidir. Daha yüksek ve tam yaralanmalar, ilk 14 gün yaygın görülen daha ciddi aritmilerle sonuçlanabilmektedir. Tekrarlayan aritmileri olan bireyler erken kalp pili takılması uygulamasından fayda sağlayabilmektedir.

SKY ile birlikte ortaya çıkan kardiyovasküler bozukluklar büyük ölçüde sempatik denervasyon ve parasempatik hakimiyetin ortaya çıkmasına; yani otonomik kontrol ve dengenin bozulmasına bağlıdır. T1-6 seviyesindeki lezyonlarda sempatik çıkış et-

kilendiği için daha fazla sorun gözlenirken; T5 veya T6 altındaki lezyonlarda adrenal bezlerin santral inhibitör kontrolü sağlam kaldığı için özellikle egzersizde daha normale yakın kardiyovasküler yanıtlar gözlenmektedir. Baskın parasempatik aktivitenin, ayrıca havayollarında bronşiyal reaktiviteyi artırdığı gösterilmiştir. Tablo 17.4'te otonom sinir sistemi bozuklukları sonucunda ortaya çıkan kardiyovasküler komplikasyonlar yer almaktadır.

Tablo 17.4: Spinal Kord Yaralanması Sonrası Görülen Kardiyovasküler Sorunlar
Hipotansiyon
Otonomik disrefleksi
Poikilotermi
Bradikardi/kardiyak aritmi
Derin ven trombozu
Bozulmuş egzersiz yanıtları
Aterosklerotik kalp hastalığı

Pulmoner Ödem ve Emboli

Pulmoner ödem akut tetraplejili bireylerin % 50'si kadarını etkileyebilmektedir. Nedenleri çok faktörlüdür ve akut hasar sonrası hipotansiyon varlığında aşırı sıvı yüklemesi nedeni ile görülebilmektedir. Akut SKY sonrası pulmoner emboli riski artmaktadır, yaralanmayı takiben ilk 3 ay içinde % 4.5 insidans ve % 3.5 mortalite oranı vardır. 2010-2013 yılları arasında 222 SKY'li hastanın retrospektif çalışmasında, 33'ünün en az bir kez pulmoner emboli ve sekizinin de derin ven trombozu geçirdiği bulunmuştur. Venöz tromboembolizm meydana gelişinin; kilo artışı, erkek cinsiyet, tam motor paralizi, hastanede kalış süresi, pelvik veya alt ekstremite kırığı ve uzman bir SKY merkezine geç kabul ile ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Disritmiler, Kardiyomyopatiler ve Kalp Yetersizliği

Nörolojik hastalıklarda kardiyak tutulum ile ilgili çok az bilgi vardır. NMH'ler miyokardiyum veya kardiyak ileti sisteminin patolojik tutulumu ile ilişkilidir. Daha az yaygın olarak, kapaklar, koroner arterler, endokardiyum, perikardiyum ve hatta aort kökü gibi kritik yapılar etkilenebilmektedir. Miyokardiyum tutulumu, en sık hipertrofik veya dilate kardiyomyopati ve daha az sıklıkla restriktif kardiyomyopati, aritmojenik sağ ventrikül displazisi veya Takotsubo-sendromu (segmental hipokinezi veya akinezi ve sistolik fonksiyonda azalma ve akineziden etkilenmeyen segmentlerin kompansatuar

hiperkinezisi) olarak gözükmektedir. Aritmiler, hayatı tehdit eden ventriküler taşikardiler, asistol veya ani kardiyak ölüm olarak gelişmektedir. NMH'lerde, kardiyak bozukluklar göreceli olarak yaygındır ve nörolojik tanı konulduktan sonra takip edilmeyi gerektirmektedir. Uygun bir kardiyak tedavi, NMH'lerde genel uzun süreli sonuçları anlamlı olarak iyileştirmektedir. Tablo 17.5'te nöropatiler ve iletim problemlerinde en sık gözlenen kardiyak hastalıklar gösterilmektedir. Tablo 17.6'da ise, myopatiler'de kardiyak hastalıklar gösterilmiştir.

Tablo 17.5: Nöropatiler ve İletim Problemlerinde En Sık Gözlenen Kardiyak Hastalıklar

Nöromusküler Hastalık	Kardiyak Hastalık
Spinal musküler atrofi	Sol ventrikül dilatasyonu, dilate kardiyomyopati, aritmiler
Amyotrofik lateral sklerozis	Dilate kardiyomyopati, sempatik hiperaktivite, Takotsubo-sendromu, kardiyomyopati, aritmiler
Bulbospinal musküler atrofi	Aritmiler, dilate kardiyomyopati
Charcot-Marie-Tooth tip 1	Aritmiler (uzun-QT)
Herediter duyusal-motor nöropati	Takotsubo-sendromu
Myastenia gravis	Aritmiler, myokardit

Tablo 17.6: Myopatiler'de Kardiyak Hastalıklar

Myopatiler	Hipertrofik kardiyomyopati	Dilate kardiyomyopati	Sol ventrikül hiper-trabekülasyonu	Kalp pili/ ICD	Kalp yetersizliği	Kalp transplantasyonu	Ani kardiyak ölüm
DMD	X	X	X	X	X	X	X
BMD	X	X	X	X	X	X	
FSHMD	X						
EDMD		X	X	X	X	X	X
Distal MP		X		X			X

DMD: Duchenne Musküler Distrofi; BMD: Becker Musküler Distrofi; FSHMD: Fasiyoskapulohumeral Musküler Distrofi; EDMD: Emery-Dreifuss Musküler Distrofi; MP: Myopati; ICD: Implante cardioverter defibrillator.

Kardiyak hastalıklar ağırlıklı olarak myopatilerde meydana gelmektedir ve nadir olarak nöropatiler veya iletim bozukluklarında görülmektedir. Kardiyak hastalıklar, subklinik olabilmekte veya hasta tarafından fark edilemeyebilmektedir. NMH'lerde kardiyak hastalıkların mümkün olduğu kadar erken farkına varılmalı ve erken tedavi edilmelidir. Kardiyak sorunlar bu hastaların sonuçlarını anlamlı derecede etkileyebilmektedir.

SKY'li hasta grubunda kardiyak rehabilitasyon açısından son yıllarda önemi daha da anlaşılan ve üzerinde durulması gereken sorunlar bozulmuş egzersiz yanıtları ve aterosklerotik kalp hastalığıdır. SKY'de tüm risk faktörlerinde artış görülmesine bağlı olarak normal populasyona göre aterosklerotik kalp hastalığı prevalansının daha fazla olduğu bilinmektedir. SKY'de metabolik sendrom riskinde artış görülmektedir. Beslenme bozukluğu ve immobilizasyonla ilişkili obezite, dislipidemi ve insulin direncinde artış metabolik sendroma zemin hazırlamaktadır. Sempatik denervasyon ve otonomik disfonksiyonun da dislipidemi, insulin direncinde bozulma, hipertansiyon ve protrombotik olaylara yatkınlığı artırması söz konusudur. Ayrıca, SKY'li hastalarda total kolesterol ve düşük dansiteli lipoprotein (LDL) düzeylerinde artış görülmektedir. Hastaların % 40'ından fazlasında yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) kolesterol düzeyi, aterosklerotik kalp hastalığı için risk sınırı olarak kabul edilen 35 mg/dL'nin altındadır. Fiziksel olarak daha aktif olan SKY'li hastalarda, lipid profilinin çok daha iyi olduğu gösterilmiştir. Diğer bir risk faktörü olarak pro-inflamatuar yatkınlık olduğu düşünülmektedir. SKY'li hastalarda C-reaktif protein (CRP) düzeyleri normal sınırlarda bulunmakla birlikte, normal toplumla karşılaştırıldığında kantitatif düzeylerinin biraz daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ayrıca, yardımcı cihazla ambule olanlarda CRP düzeylerinin, tekerlekli sandalyede olanlara göre daha düşük olduğu gösterilmiştir. Otonomik disfonksiyon nedeni ile ortaya çıkan kan basıncı ve kalp hızı düzensizlikleri, egzersize kardiyak yanıtın körelmiş olması, bozulmuş vasküler yanıtlar ve durumla ilişkili olarak bazı hastalarda gözlenen sigara ve alkol kullanımındaki artış da, aterosklerotik kalp hastalığı riskini artıran faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Egzersiz Kapasitesinde Azalma

Yüksek eğitimli sporcular hariç sağlıklı bireyler, egzersiz testinin sonunda maksimal oksijen tüketimi (VO_2) ve kalp hızına ulaşıldığında MVV'nin sadece % 70'ini kullanmaktadır. Erken veya hafif, ilerleyici olmayan NMH olan kişiler normal egzersiz hedeflerine hala ulaşabilmektedir ve egzersize cevap olarak uygun şekilde ventilasyonu artırabilmektedir.

Solunum fonksiyon testi solunum kaslarının tutulumunu erken belirleyebilmektedir. Hastada restriktif bozukluk olmamasına rağmen, efor dispnesi mevcut olabilmektedir. Kardiyopulmoner egzersiz testinde (KPET) farklı NMH'leri olan hastalarda; kardiyak limitasyon (distrofilerde görülebileceği gibi kondisyonsuzluk veya ilişkili kardiyomiyopati) veya mitokondriyal miyopatilerde görüldüğü gibi anaerobik eşiğe erken ulaşmak ile birlikte yaygın bir patern olarak periferal ve ventilatuar limitasyon gösterilmektedir. Çeşitli NMH'lerde KPET'de genel olarak; maksimal VO_2, pulmoner ventilasyon, iş kapasitesi veya hızında azalma ve istirahat kalp hızında artma görül-

mektedir. Bu bulgular solunum kas tutulumu, kardiyak bozukluk veya kondisyonsuzluğu yansıtabilmektedir.

Solunum kas zayıflığı, hastaların ilerleyen evrelerinde restriktif solunum bozukluğuna ve dolayısıyla hipoventilasyon ve hiperkapniye yol açmaktadır. Solunum işindeki artma, gaz değişimi etkinliğinde azalma, TV'de azalma ve ventilasyon-perfüzyon uyumsuzluğu sonucunda hızlı ve yüzeyel solunum paterni gelişmektedir. Egzersizle birlikte hızlı-yüzeyel solunum paterni artmakta, böylece ölü boşluk-TV oranı artıp gaz değişimi daha da bozulmaktadır. Daha erken dönemde olan veya daha az şiddetli NMH olan kişilerin yeterli bir solunum rezervi vardır ve egzersize normal bir ventilatuar cevap verebilmektedir.

NMH olan bireylerin % 60'ından fazlası, kas zayıflığına ek olarak şiddetli yorgunluktan şikayet etmektedirler. Yorgunluk egzersiz limitasyonuna önemli katkıda bulunmaktadır ve deneyimlenen yorgunluk ve fizyolojik yorgunluğu kapsamaktadır. Limitasyonun musküler veya santral sinir sistemi orjinli olabilmesine bağlı olarak, fizyolojik yorgunluğun hem periferal hem de santral komponentleri olabilmektedir. Yorgunluğa ek olarak, hastalığa özel olarak egzersizin potansiyel olarak zararlı etkileri olabilmektedir ve NMH'lerde egzersiz limitasyonuna katkıda bulunabilmektedir. Fare egzersiz modelinde, makro-motor ünitelerin stabilitesinde kayıp belgelenmiştir. Fare arka bacağının kısmi denervasyonundan sonra büyütülmüş motor ünitelerin zamanla boyutlarının anlamlı derecede azaldığı belirlenmiştir. Egzersizin kronik olarak büyütülmüş motor ünitelerin kaybını daha da hızlandırma ve denerve olan kasların filizlenmesini azaltma etkisinin yaygın olduğu bulunmuştur. Egzersizin aksonal filizlenmeyi azaltma mekanizmasının, presinaptik Schwann hücrelerin köprü oluşumunu inhibe etmesi olabileceği düşünülmektedir.

Çalışmalar musküler distrofili hastaların, egzersizle yorgunluk ve kas hasarı gelişimine spesifik bir savunmasızlıkları olduğunu ileri sürmektedir. Duchenne Musküler Distrofi'li (DMD) bir hayvan modelinde, koşubandında haftada iki gün 30 dakika egzersizin arka bacak kas kuvvetini azalttığı saptanmıştır. Belirli kas distrofilerinde, distrofinin membran stabilize edici etkisinin kaybı nedeni ile, egzersiz doğrudan mekanik kas hasarı ile sonuçlanabilmektedir. Hem DMD hem Becker Musküler Distrofi'li (BMD) hastalarda kas hücrelerinin sarkolemmal bölgelerinden nöronal Nitrik Oksit (NO) kaybı veya olmaması ile ilgili çok kanıt vardır. NO aracılı anti-inflamatuar etkilerin kaybı ile sekonder kas inflamasyonu devam edebilmekte veya agreve olabilmektedir. Ayrıca böyle hastalarda NO eksik kaslar tekrarlı iskemik egzersize maruz kaldığı zaman, egzersiz hem yorgunluk hem de kas fibrozisini ilerletebilmektedir.

Kasların normal fonksiyonu, oksidatif metabolizmanın özellikle mitokondriyal fonksiyonun sağlam olmasına bağlıdır. Örneğin; mitokondriyal myopatilerde egzersiz

intoleransının derecesi doğrudan olarak kas oksidatif fosforilasyonundaki bozuklukla ilişkidir. Mitokondriyal disfonksiyon, belirli NMH'lerde hastalığın patojenik mekanizması olarak ve egzersiz limitasyonuna katkı sağlayan bir faktör olarak bulunmuştur. ALS'li hastalarda santral sinir sistemi mitokondriyal hasarı ile ilgili kanıtlar çoktur. Bu mitokondriyal disfonksiyonun iskelet kaslarındaki mitokondriyal disfonksiyona çevrilip çevrilmeyeceği net değildir ve hastalığın şiddetine bağlı olabilmektedir. Örneğin; ALS'li hastaların yarısında laktat stres testi ile değerlendirilen mitokondriyal disfonksiyonun mevcut olduğu ve Norris skoru ile değerlendirilen hastalığın klinik şiddeti ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir.

Metabolik myopatiler egzersiz intoleransı ile beraber sıklıkla mevcuttur. Glikolitik/glikojenolitik bozukluklar ve yağ metabolizması bozukluklarını (beta oksidasyonun enzimatik defektleri, karnitin eksikliği veya yağ asidi transportunun defektleri) içermektedir. Kas metabolizmasındaki bozukluklar myopatilerle limitli değildir. Örneğin; ALS hastalarının egzersiz boyunca plazma ve kas lipid metabolizmasında anormallikler olduğu ve egzersiz uyarılmış plazma serbest yağ asitleri, b-hidroksibutirat, esterleştirilmiş karnitin ve kas esterleştirilmiş karnitinde azalma olduğu gösterilmiştir. Glikojen metabolizmasında bozukluk olan hastalarda, egzersizle (kısa izometrik egzersiz veya daha az şiddetli ve sürdürülebilir egzersiz) erken yorulma ve kas sertliği meydana gelebilmektedir. Kas istirahati ile bu durum düzelebilmektedir. Yağ metabolizmasında bozukluk olan hastalarda uzun egzersizden sonra kas krampları olmadan semptomlar olabilmektedir ve kısa istirahatten sonra iyileşme olmamaktadır. ALS'li hastalarda tibialis anterior kasının izometrik egzersizi boyunca yorulma gösterilmiştir ve sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında maksimum istemli ve tetanik güçte daha büyük azalmalar olmuştur. Yorgunluk, santral veya nöromusküler iletim kusuruna bağlı değildir. Aksine, ALS'li hastalarda enerji metabolitlerinde bozulma ve proton sinyal yoğunluğunda sağlıklı kontrollere göre daha az olma eğilimi vardır. Bu durum, metabolik bir bozukluktan ziyade kas aktivasyonunda bozulmayı göstermektedir.

Santral aktivasyon yetmezliği; istemsiz aktive edilen maksimum olası gücün oranıdır. Fasiyoskapulohumeral Musküler Distrofi (FSHMD), Myotonik Distrofi (MD) ve Herediter duyusal-motor nöropati'si (HSMN) olan hastalarda, kontrol olgularına kıyasla büyük bir santral aktivasyon yetmezliği mevcuttur. Santral aktivasyon yetmezliği, deneyimlenen yorgunluk düzeyi ve fizyolojik yorgunluk (santral ve periferal komponentleri kapsayan) ile ilişkilidir ve NMH'de egzersiz limitasyonuna önemli katkı veren bir faktördür.

NMH'lerde yapılan bir derlemede test protokolleri ve NMH'nin doğasındaki farklılıklara rağmen, hem hızlı hem de yavaş progresif hastalıklarda maksimal veya zirve VO_2, pulmoner ventilasyon, iş kapasitesi veya yükü ve enduransında tutarlı bir azalma

vardır. Bazı çalışmalar, aynı zamanda fiziksel kondisyonsuzlukla ilişkilendirilen istirahatte daha yüksek kalp hızı rapor etmektedir. DMD'de yapılan bir çalışmada, maksimal egzersiz sırasında % 32 daha düşük atım volümü ve % 53 daha düşük kardiyak debi saptanmıştır. Kronik polimyozit veya dermatomyozitlerde, zirve VO_2'de sağlıklı olgulara göre neredeyse % 50 düşme saptanmıştır. Yapılan birkaç çalışmada, NMH'de bacak kuvvetinin maksimal veya zirve VO_2 ile korele olduğunu göstermiştir. NMH'lerde egzersiz kapasitesindeki bozulmanın etyolojisi hastalığın spesifik doğasına bağlıdır. DMD gibi hastalıklarda kardiyomyopati veya restriktif akciğer hastalığı primer neden olabilirken, diğer hastalıklarda hastalık sürecinde kas lifi dejenerasyonu, fiziksel dekondisyon ile ilişkili bir sedanter yaşam tarzı sorumlu olabilmektedir.

NMH'lerde fonksiyonel kas dokusunun kaybı, kullanılmayan kaslar, aşırı kullanıma bağlı yaralanmalar, kardiyopulmoner tutulum, kontraktürler, lokomosyon yeterliliğinde azalma (yürüme hızında azalma ve enerji harcamasında artma), hasta motivasyonunda azalma, aktivite için daha az sosyal katılım, depresyonda artma ve sosyal engeller gibi birkaç faktör fiziksel aktivitede azalmaya yol açmaktadır. NMH'lerde fonksiyonel kapasiteyi etkileyen ve fiziksel aktivite seviyesini belirleyen üç problem dikkat çekicidir: kas zayıflığı, egzersiz yapmakta zorluk ve yorgunluk. Düşük aktivite seviyesi olan hastalar, normal bir diyetle bile kilo artışı yaşamaktadır. Bu kilo artışı hastaları daha inaktif yapmakta ve kısır döngüye sokmaktadır.

Hemipleji hastalarında solunum kaslarının zayıflığı ve hemitoraks ekspansiyonunda azalma, kardiyopulmoner fonsiyonları düşürmektedir. Yine oksijen yoksunluğu ve artmış metabolik ihtiyaçlar sebebi ile oksijen transfer sistemi kapasitesinde ve kardiyorespiratuar kontrolde azalma görülmektedir. İnmeli hastalarda fizyolojik bozukluklar, solunum rezervinin düşmesi olarak veya MVV ile egzersiz sonunda ölçülen ventilasyon arasındaki fark olarak tanımlanmıştır. Bu bozukluk inmeli hastalarda düşük kardiyorespiratuar uygunluk düzeylerine yol açmaktadır. MacKay-Lyons ve ark., aynı yaş grubu sedanter bireylerle karşılaştırıldığında inme sonrası popülasyonda kardiyorespiratuar uygunluğun % 50'den fazla düştüğünü öne sürmektedir.

SKY'de zorunlu olarak fiziksel aktivitede azalma olması beklenen bir durumdur. İş kapasitesinde azalma kas kitlesi kaybı, sempatik kontrol ve lokal kan akımında bozulma, kardiyak debide azalma ve lezyon seviyesine göre maksimal kalp hızında azalma ile ilişkilidir. Atım hacminin azalması ve periferik venöz göllenme nedeni ile T6 düzeyinin altındaki lezyonlarda istirahat kalp hızı ile aktivite sonrası kalp hızı artışı beklenenden yüksektir, T1-6 arasındaki lezyonlarda ise, aksine maksimal kalp hızı dakikada 110-130 atım/dk civarında olmaktadır. Genç paraplejiklerin % 25'inin kol ergometresi testinde günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmek için gerekli oksijen tüketiminin altında performans gösterdiği belirlenmiştir.

Nörolojik Hastalıklarda Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Değerlendirmeleri

İşaret ve Semptomların Değerlendirilmesi

Nörolojik hastalığı olan kişilerde solunum fonksiyonlarının değerlendirilmesini gerektirecek semptomlar; yeni başlangıçlı uyku bozuklukları, uyandığında yenilenmemiş hissetmek, sabah baş ağrıları, horlamanın yok olması veya ortopnenin gelişmesidir. Ortopne nörolojik hastalıklarda sıktır. Alt servikal lezyonları (C4-C6) olan tetraplejiklerde bir istisna olarak, diyafragmanın gravite bağımlı düzleşmesine ve mekanik dezavantajlı bir pozisyona yerleşmesine neden olan dik pozisyonda nefes darlığı ve hipoksemi görülebilmektedir. İnspiratuar kas yorgunluğuna ilerleme, solunum frekansının artması olarak ortaya çıkabilir, alternatif abdominal ve göğüs kafesi solunumu (respiratuar alternans) ve inspirasyon sırasında paradoksal içeriye doğru abdominal hareket (abdominal paradoks) ile takip edilmektedir.

Solunum Fonksiyon Testi Değerlendirmesi

Spirometre testi ile dinamik akciğer hacimleri olan zorlu vital kapasite (FVC), birinci saniyedeki zorlu ekspiratuar hacim (FEV_1), FEV_1/FVC oranı, PEF ve zorlu inspiratuar akım (PIF) değerlendirilmektedir. Testin sırtüstü veya ayakta yapılması FVC değerlerinde fark yaratabildiğinden, erken dönemde solunum bozukluğunu değerlendirmede her iki pozisyonun kullanılması yararlı olabilmektedir. Yatar pozisyonda yapılan SFT ölçümlerindeki FVC değerinin, dik pozisyona göre % 10'dan fazla daha düşük olması bozukluğun belirtisidir. Statik akciğer hacimleri ile TLC, rezidüel volüm (RV) ve RV/TLC oranı değerlendirilmektedir. Akciğerlerin diffüzyon kapasitesi, oksijenin alveolar havadan kırmızı kan hücrelerine geçişini ölçmektedir. Karbon monoksitin diffüzyon kapasitesinin ölçülmesi, oksijenin diffüzyon kapasitesinin yorumlanmasını sağlamaktadır. Genelde parankim veya vasküler yapılarda tutulum yoksa, diffüzyon kapasitesi normaldir. Nörolojik hastalıklarda solunum fonksiyon testi bozuklukları genel olarak aşağıdaki gibi ortaya çıkmaktadır:

- MIP ve MEP ölçüm değerlerinde azalma,
- Hastalık ilerleyene kadar TLC'de korunma ile spirometrede restriktif patern,
- RV'de artma,
- VC'de azalma,
- Korunmuş fonksiyonel rezidüel kapasitedir (FRC).

Nörolojik hastalıklarda FVC, pulmoner fonksiyonların takibi için en önemli araçlardan biridir. Diyafragmatik disfonksiyonun değerlendirilmesinde oturma ve sırtüstü spirometre ölçümleri kullanışlı olabilmektedir. Bilateral diyafragma zayıflığı olan hastalarda, oturma ve sırtüstü pozisyonu arasında FVC'de % 20'den fazla azalma ve bilateral diyafragma paralizisi olan hastalarda ise % 40-50 azalma görülmektedir. NMH'lerde akciğer fonksiyonu noktürnal hiperkapniyi tahmin etmekte kullanışlıdır; 680 mL'lik bir VC, gündüz hiperkapnisini tahmin etmekte çok duyarlıdır.

Solunum Kas Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

Nöromusküler hastalıklarda solunum kas zayıflığı sonucu en sık görülen semptom ve bulgular şunlardır:

1. VC'de azalma,
2. Karbondioksit (CO_2) retansiyonu (bronşiyal obstrüksiyon olmaksızın),
3. Normal alveoler-arteryel gradient,
4. Yüzeyel solunum,
5. Ortopne veya efor dispnesi,
6. Konuşma sırasında cümlelerin kısalması,
7. Takipne,
8. Abdominal veya torakal paradoksal hareketler,
9. Öksürükle ilgili sorunlara bağlı sık gelişen infeksiyonlar.

Solunum kas zayıflığı, en çok statik ağız içi basınç ile ölçülen maksimal inspiratuar basınç (MIP) ve maksimal ekspiratuar basınç (MEP) ile değerlendirilmektedir. Özellikle bulbar kas disfonksiyonu olan hastalarda, cihazın ağızlığını kapatmakta zorluklar olabilmektedir. Bu nedenle, burundan yapılan sniff nazal inspiratuar basıncını ölçmek daha güvenilir sonuçlar verebilmektedir. Daha şiddetli hastalarda, maksimal ağız basıncı ölçümü sırasında kooperasyon ve motivasyon nedeni ile zorluk olabilmektedir. İstemsiz solunum kas fonksiyonu değerlendirme yöntemleri kullanılabilmektedir. Rahatsızlık hissi, pozisyona bağlı değişkenlik ve referans değerlerin eksikliği gibi bazı kısıtlılıkları vardır. Solunum kas fonksiyonu için diğer bir klinik değerlendirme Smeltzer ve ark.'nın solunum problemlerinin erken tanısı için geliştirdiği pulmoner fonksiyonel indekstir (Tablo 17.7).

Tablo 17.7. Pulmoner Fonksiyonel İndeks		
Klinik Bulgular		
Hasta değerlendirmesi		**Skor**
Balgam/sekresyon çıkarmada zorluk	Evet	1
	Hayır	2
Öksürük	Normal	1
	Zayıf	2
Ölçen kişinin değerlendirmesi		
İstemli olarak öksürmesi istendiğinde hastanın öksürme kuvveti	Normal	1
	Zayıf	2
	Çok zayıf	3
Maksimum inspiratuar efordan sonra tek nefes verme sırasında sesli sayarken hastanın ulaştığı sayı	>30	1
	20-29	2
	10-19	3
	<9	4
Toplam Puan		

MIP'in nasıl ölçülmesi ile ilgili net bir kanıt olmamakla birlikte, RV'de ve bir saniye sürdürülen plato değerlerin ölçülmesi tavsiye edilmektedir.

Öksürük Refleksinin Değerlendirilmesi

Öksürüğün etkinliğini ölçmek için bazı testler kullanılmaktadır. Bunlar;

1. **Tepe öksürük akımı hızı (Peak cough flow-PCF):** Hastanın derin inspirasyondan sonra zorlu öksürmesi sonucu oluşan akım hızının bir yüz maskesi veya ağızlık eklenmiş tepe akım hızı ölçer (PEFmetre) ile ölçülmesi esasına dayanmaktadır. PCF değeri 160 L/dk'dan az olan hastaların etkin olmayan öksürüğü olduğu kabul edilmektedir. PCF'si 160-270 L/dk arasında olan hastalarda, solunum yolu infeksiyonları riski artmaktadır.
2. **MEP:** Maksimum ekspiratuar basıncı 60 cmH_2O'dan daha az olanlarda öksürük etkin değildir.
3. **Ekspiratuar öksürük akım-volüm çizgisi:** Akım volüm halkasında ekspiratuar akım sırasında geçici bir yükselme zirvesi (öksürük zirvesi) bulunmaması da öksürüğün etkin olmadığını göstermektedir.

Bu değerlendirmelerin yanında geçirilen akciğer enfeksiyonu sayısı, egzersiz sırasında dispne algılaması ve egzersiz kapasitesinin belirlenmesi önemli bilgiler sağlamaktadır.

Egzersiz Kapasitesinin Değerlendirilmesi

Özellikle hemiplejisi olan veya inmeden sonra parezisi olan veya SKY olan hastalarda özel test protokolleri mevcuttur. Çoğu test protokolü, egzersiz iş yükünü optimize etmek için kol ergometresini kullanmaktadır. Bazı protokoller kol-bacak veya bacak bisiklet ergometresini içermektedir. Nörolojik hastalığı olan hastaların çoğu ile güvenli ve etkili egzersiz testi uygulanabilmektedir.

Yardımcı cihaz kullanmadan ambule olabilen kısmi SKY'li hastalarda yapılan bir çalışmada, hızda daha küçük artışlar ve her iş yükünde daha kısa süre ile yapılan koşubandı Sunnaas egzersiz testi protokolünün ambule olabilen SKY'li hastalar için kullanışlı bir alternatif olabileceği sonucuna varılmıştır. Sunnaas protokolü Tablo 17.8'de gösterilmiştir.

Tablo 17.8. Sunnaas Protokolü

Aşama	Hız (km/saat)	Eğim (%)	Süre (dk)
1	3	1	1
2	3	3	1
3	3	5	1
4	3	7	1
5	3	9	1
6	3	11	1
7	3	13	1
8	3	15	1
9	3.5	15	1
10	4	15	1
11	4.5	15	1
12	5	15	1
13	5.5	15	1
14	6	15	1
15	6.5	15	1
16	7	15	1
17	7.5	15	1
18	8	15	1
19	8.5	15	1
20	9	15	1
21	9.5	15	1

SKY'li hastalarda, zirve VO_2 yaygın olarak bir kol ergometresi kullanılarak değerlendirilmektedir. Kol ergometresi testi sırasında uygun glenohumeral hizalamayı sağlamak için kol çevirme için rotasyon ekseni omuz seviyesinin hemen altında ayarlanmaktadır ve en uzun eriştiği noktada dirsek hafifçe fleksiyondadır. Kol ergometresi saplarını tutamayan hastaların elleri sargı ile test boyunca sabitlenmektedir. Katılımcılar test etme aletinde günlük manuel tekerlekli sandalyelerinde güvenle pozisyonlandıktan sonra, 3 dk 6 Watt (W) ile standardize ısınma ile başlanmaktadır. Her seviyede devir sayısı 60 devir/dk'da korunması gerekmektedir. Standart rampa protokolünde 10 W'ta başlayan testte her dakika 7 W artışlarla tükenme seviyesine kadar ilerlenilmektedir. Tüm maksimal egzersiz testlerinden sonra en az üç dakika aktif bir soğuma periyodu verilmektedir. Testi sonlandırma kriteri için standart olarak (solunum değişim oranı/respiratory exchange ratio-RER ≥1.1, efor algılaması/rate of perceived exertion-RPE ≥17) kullanılmaktadır.

Altı dakika yürüme testi (6DYT) daha güvenli, uygulaması daha kolay, daha iyi tolere edilen ve diğer yürüme testlerinden daha fazla günlük yaşam aktivitelerini yansıtan bir testtir. 6DYT, aynı günde iki kez yarım saat arayla uygulanmaktadır. Olgulardan 30 metrelik düz bir koridorda altı dakika süresince kendi yürüme tempolarında olabildiğince hızlı yürümeleri istenmektedir. Teste başlamadan önce hastalara, test sırasında çok fazla nefessizlik hissederlerse dinlenebilecekleri ve bu sürenin teste dahil edileceği açıklanmaktadır. Test öncesi ve sonrasında kan basıncı, solunum frekansı, parmağa takılan taşınabilir pulse oksimetre ile kalp hızı ve oksijen saturasyonu (SpO_2) değerleri, yorgunluk ve dispne algılaması için Modifiye Borg skorları kaydedilmektedir. Olgulardan kendi durumlarına uygun değeri skala üzerinde göstermeleri istenmektedir. Test sırasında hastayı cesaretlendirmek için, her bir dakikada "çok iyi gidiyorsunuz" standart ifadesi kullanılmaktadır. Test sonunda tüm değerler tekrar alınmaktadır ve 6DYT mesafesi metre olarak hesaplanmakta ve kaydedilmektedir. 6DYT mesafe değerinin yaş ve cinsiyete göre normal değerleri bulunmaktadır. Ölçümlerin yorumlanmasında referans olarak alınmaktadır. Nörolojik hastalığı olan birçok hasta grubunda 6DYT, egzersiz testi olarak kullanılmaktadır. MS'li hastalarda yapılan bir çalışmada, hastaların 6DYT sırasında daha yüksek egzersiz kalp hızına ulaştığı ve sağlıklı olgulardan anlamlı olarak daha kısa mesafe katettikleri gösterilmiştir. MS'li hastalarda 6DYT mesafesinin; günlük yaşam aktivitelerindeki limitasyon, istirahat kalp hızı ve subjektif semptomatik yorgunluk ile açıklandığı gösterilmiştir. EDSS değeri 0-6.5 olan 40 MS'li hasta ve 20 sağlıklı olguda yapılan bir çalışmada, bir saat aralarla yapılan 6DYT'lerinde pratik etkisi veya yorulma olmadığı ve 6DYT'nin güvenirliğinin çok yüksek olduğu gösterilmiştir. MS'li hastalarda, 6DYT'de sağlıklı olgulara göre motor yorgunluk ve hızda azalma olduğu saptanmıştır. Ayrıca, MS'li hastalarda

6DYT mesafesi ambulasyonun subjektif ölçümleri ve fiziksel yorgunluk ile kuvvetli ilişkili bulunmuştur. Hafif-orta şiddetli Parkinson hastalığı olan yapılan bir çalışmada, ortalama 6DYT mesafesi 391.6±99.9 m bulunmuştur. Parkinsonlu hastalarda 6DYT mesafesinin kısmen hastalığa özel karakteristikler tarafından ve büyük ölçüde dengede bozulma ve düşmeye eğilim ile açıklandığı gösterilmiştir.

İnmeli hastalarda 2, 6 ve 12 dk yürüme testlerinin geçerliliği ve değişime olan duyarlılığını değerlendiren bir çalışmada, inme sonrası egzersiz kapasitesini değerlendirmede her üç testin de yüksek güvenilirliği olduğu; testler arası korelasyonun yüksek olduğu ve 12 dk yürüme testinin değişime daha fazla cevap verebilir olduğu gösterilmiştir. İnme sonrası iç hasta rehabilitasyonuna alınan hastalarda (ortalama 33.7 gün sonra) yapılan bir çalışmada, 6DYT'nin test-tekrar test güvenilirliği yüksek (ICC: 0.973 (95% Cl: 0.925–0.988) bulunmuş ve minimal saptanabilir değişiklik 54.1 m. olarak belirlenmiştir. İnmeli hastalarda, 6DYT mesafesinin yürüme becerisi ve fonksiyonlarla kuvvetli ilişkili olduğu gösterilmiştir.

Periferik Kas Kuvvetinin Değerlendirilmesi

Nörolojik hastalıklarda kas kuvvetini değerlendirirken, kas kuvvet kaybının genel mi (örneğin; bilateral, proksimal, distal veya bütün) yoksa lokal mi olduğu belirlenmelidir. Aşırı kas zayıflığı durumunda, fonksiyon kaybının proksimal veya distal olup olmadığı ve hangi fonksiyonel aktivitelerin kas zayıflığı tarafından limitlendiği saptanmalıdır.

Manuel kas testi, dinamometrik değerlendirme, izokinetik (ekzentrik ve konsentrik) değerlendirme ve yüzey elektromyografi (EMG) gibi metodlar kas kuvvetinin klinik değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, manuel kas testi klinik pratikte kolay uygulanmasından dolayı en yaygın kullanılan metottur. Kasların statik ve izometrik kontraksiyonları, kablo tensiometre veya dinamometreler ile ölçülmektedir. Bu ölçümler üstün sayısal veri sağladıklarından üstün metodlardır; objektiftirler ve kas kuvvetindeki değişimleri yansıtabilmektedirler. Buna rağmen, graviteye karşı hareketi tamamlayamayan kişilerde veya distal kas gruplarında dinamometre ölçümlerinin güvenilirliği düşük olduğundan, manuel kas kuvveti ölçümleri günümüzde geçerliğini korumaktadır. NMH olan hastalarda kas testi yapacak olan fizyoterapist kas kuvvetini limitleyen faktörleri (kas zayıflığı, motor kontrolün kaybı, ağrı ve/veya yorgunluk) ve manuel kas testi sırasında kompansasyonlarla gerçekleştirilen hareketleri analiz edebilmelidir. Özellikle dirsek ve diz gibi unipolar eklemlerde izokinetik ölçümlerin güvenilir olduğu gösterilmiştir. El dinamometreleri kullanılarak yapılan kuvvet ölçümünün eklemlerde daha iyi stabilizasyon sağladığı belirtilmektedir.

Kardiyak Fonksiyonların Değerlendirilmesi

NMH'lerde nöromusküler yetmezliğin derecesi, kalp tutulumu semptomlarını hafifletebilmekte ve bazen bu semptomları baskılayabilmektedir. Klinikte en yaygın kullanılan tarama testleri; istirahat ve ambulatuar elektrokardiyogramı (EKG)'dir (Holter). Kardiyak ritm, intraventriküler durum ve ektopik atımlar EKG ile noninvaziv olarak değerlendirilebilmektedir. Özellikle, şiddetli NMH'lerde KPET'te genel olarak maksimal VO_2'de, pulmoner ventilasyonda, iş kapasitesinde bir azalma ve istirahat kalp hızında bir artma görülmektedir. Bu bulgular, solunum kas tutulumu, kardiyak bozukluk ve düşük fiziksel uygunluk düzeyini yansıtmaktadır.

Nörolojik Hastalıklarda Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Uygulamaları

Nörolojik hastalıklarda kardiyopulmoner rehabilitasyonun amaçları şunlardır:

- Solunum kas kuvvetini korumak,
- Özellikle sekresyonları temizlemek için ekspiratuar kas kuvvetini korumak,
- Solunum sağlığı ve O_2 ve CO_2'inin değiştirilme becerisini korumak,
- Solunum enfeksiyonları riskini azaltarak mortaliteyi azaltmaktır.

Nörolojik hastalıklarda kardiyopulmoner rehabilitasyonun amaçları aşağıda detaylı anlatılmaktadır:

İnspiratuar Fonksiyonların Desteklenmesi ve Monitorizasyonu

Non-invaziv ventilasyon (NIV) uygulaması; nazal veya yüz maskesi yolu ile pozitif basınç ventilasyonundan oluşmaktadır. Birkaç çalışma; nörolojik hastalıklarda NIV tedavisinin sağ kalımı artırabileceği, yaşam kalitesini geliştirebileceği, kognitif fonksiyonları iyileştirebileceği ve pnömoni ve hospitalizasyon sıklığını azaltabileceğini göstermiştir. Havayolu korumasından endişe duyan bazı yazarlar, üst solunum yolu disfonksiyonu olan hastalarda pozitif basınçlı ventilasyon kullanımını desteklememektedir. Orta-şiddetli derecede bulbar semptomları olan ALS hastalarının yaklaşık % 30'u bu tedaviden fayda görmektedir. NIV'in endikasyonları ve kontraendikasyonları Tablo 9'da özetlenmektedir.

Solunum fonksiyonlarının ne sıklıkla monitorize edileceği hastalığın ne kadar hızlı ilerlediğine bağlıdır. Örneğin; ALS'li veya MG gibi hızlı ilerleyen ve FVC <% 60 olan hastalarda iki ayda bir spirometre, solunum kas kuvveti ve arteryel kan gazı analizi yapılmalıdır. Bu hem NIV ihtiyacını belirlemeyi veya eğer kullanıyorsa ayarlama yapmayı sağlamaktadır. Diğer yavaş ilerleyen hastalıklar daha uzun aralarla monitorize edilebilmektedir.

Tablo 17.9: Nörolojik Hastalıklarda Noninvaziv Mekanik Ventilasyon Endikasyon ve Kontraendikasyonları
Endikasyonlar (Aşağıdakilerden herhangi biri)
• FVC <beklenenin % 50'si • ≥Uyku sırasında beş ardışık dakika boyunca noktürnal desaturasyon (≤ % 88) • MIP <60 mmHg • Hastanın olağan inspire edilen oksijen fraksiyonunda uyanıklık $PaCO_2$ ≥45 mmHg
Kontraendikasyonlar (Aşağıdakilerden herhangi biri)
• Üst havayolu obstrüksiyonu • Sekresyonu temizlemede başarısızlık ve yardımlı zirve öksürük akışlarının <2.7 L/sn olması • Maske uygunluğunu elde edememek • Tedaviye intolerans

Kompanse edilemeyen MG ve GBS gibi çok daha hızlı ilerleyen ve geri dönüşüm potansiyeli olan hastalıklarda, solunum kas zayıflığı ve solunum yetmezliğinin erken belirlenmesi VC'nin ve maksimal statik inspiratuar basınçların yakın izlemini gerektirmektedir. Yardımsız solunum için genellikle >30 cmH_2O olan MIP değerleri yeterlidir. MIP değerinin <20 cmH_2O olması, genellikle yeterli $PaCO_2$ değerinin korunamadığını göstermektedir.

Hiperkapninin kötüleşmesini önlemek için solunum desteğinde olan hastalarda veya hipoventilasyon dışlanan kişilerde oksijen desteği düşünülebilmektedir. NIV seçenekleri başarısız olan, kontraendike olan veya tolere edilemeyen hastalarda invaziv mekanik ventilasyon (IMV) göz önünde bulundurulmalıdır. Havayollarını koruyamayan, olabildiğince uzun süre yaşamak isteyen veya ventilatör bağımlı hastalar için trakeostomi tercih edilebilmektedir. Trakeostomi yolu ile daha kalıcı IMV düşünüldüğü zaman, hastaların ve bakımverenlerin tutumları, tanı ve prognozları göz önünde bulundurulmalıdır.

Uzun dönem ev mekanik ventilasyon kullanımı ile ilgili 16 Avrupa ülkesinde yapılan yapılan detaylı araştırmada, ülkeler arası geniş farklılıklar olmakla beraber NMH'nin % 35'nin kronik olarak ventile olduğu saptanmıştır. NMH'ların % 24'ü trakeostomi yoluyla, % 60'ı bir burun maskesi kullanarak ve % 40'ı bir yüz maskesi veya bir ağızlık kullanarak ventile olmaktadır.

1) Ekspiratuar Fonksiyonların Desteklenmesi

Nörolojik hastalıklarda inspirasyon desteği ile birlikte sekresyonların temizlenmesi için ekspiratuar yardımcıların kullanımının, solunum komplikasyonları için hospitalizasyon oranlarını anlamlı derecede azalttığı ve hayatta kalımı artırdığı gösterilmiştir.

Ekspiratuar yardımcılar; yardımlı öksürme teknikleri (manuel veya mekanik insüflatör-eksüflatör ile), yüksek frekanslı ossilasyon teknikleri, maksimum insüflasyon kapasitesinin eğitilmesi ve soluk biriktimeyi (air stacking) içermektedir. Mekanik insüflatör-eksüflatör, soluk biriktirme ve akciğer hacmini artırmak ve sekresyon temizliğini kolaylaştırmak amacı ile pozitif bir basınçtan negatif bir basınca doğru manuel veya mekanik bir döngü yolu ile öksürüğün etkinliğinin artırılmasını birleştirmektedir.

a) Manuel Yardım

Manuel olarak yardımlı öksürme teknikleri, soluk biriktirme veya derin akciğer insüflasyonu yolu ile önemli akciğer inflasyonu gerektirmektedir. Ardından glottis açıkken abdominal itme uygulanmaktadır. Bu yöntem bilinen klasik Heimlich Manevrasına benzemektedir. Transdiyafragmatik basınç artırılarak mukusun dışarı çıkarılması hedeflenmektedir. Abdominal itmeden önce soluk biriktirme VC değerinin 1.5 L olması özellikle önemlidir. Havayolu basıncı değişimleri ve abdominal itmeler solunum kaslarının yerine geçerken, yardımlı öksürme için sadece bulbar kas fonksiyonu gerekmektedir. Zorlu ekshalasyon, hastanın kendi öksürük eforuyla uyumlu bir şekilde üst abdomeni veya göğüs duvarını iterek (anterior göğüs kompresyonu) artırılmaktadır. Manuel yardımlı öksürme, kooperasyonu iyi bir hasta, hasta ve bakımveren arasında iyi bir işbirliği, yeterli fiziksel efor ve bakım veren tarafından sık uygulamayı gerektirmektedir. Bu teknik için eğitimli personele ihtiyaç duyulmakla beraber, basit ve kolay öğrenilebilen bir yöntem olduğu için hasta yakınları tarafından da uygulanabilmektedir.

b) Mekanik Yardım

Manuel yardımlı öksürme yeterli olmadığı zaman, en etkili alternatif mekanik yardımlı öksürmedir. 1950'li yıllarda, *mekanik insüflatör-eksüflatör* cihazları çok popüler olarak öksürük desteği amacıyla kullanılmıştır. *Mekanik insüflatör-eksüflatör*, hemen ardından derin eksüflasyonların izlediği derin insüflasyonlar sunmaktadır (Resim 17.1). Cihaz bir yüz maskesi yardımı ile uygulanmaktadır. Cihaz önce 30-50 cmH_2O pozitif bir basınç (insüflasyon) vermekte, 1-3 saniye sonra da bu kez aynı basıncı negatif olarak (-30 veya -50 cmH_2O) kısa süre ile uygulamaktadır. En etkili basınçlar genellikle; oronazal arayüzey veya cuff şişirilmiş yetiştin trakeostomisi aracılığı ile +40/-40 cmH_2O inspiratuar ve ekspiratuar basınçlardır. Basınçlardan bağımsız olarak akciğerlerin tam olarak genişlemesi ve daha sonra tam ve hızlı olarak boşalabilmesi önemlidir. Böylece sekresyonların hareketi ve invaziv olmayan bir yaklaşımla dışarı çıkarılması mümkün olmaktadır. Öksürük hacimleri, 10 L/sn akışta normal olarak 2 L'yi aşmaktadır. Yan etki olarak pnömotoraks rapor edilmiştir. Cihazın etkin kullanımının solunum yolu infeksiyonları nedeni ile hastaneye yatışları azalttığı bildirilmiştir.



Resim 17.1. Mekanik yardımlı öksürük.

Mekanik yardımlı öksürük, rahatsızlık, yorgunluk veya havayolu travması olmadan hem sağ hem sol havayollarında aynı eksüflasyon akışı sağlamaktadır ve aspirasyon faydalı olmasa bile etkili olabilmektedir. Standart göğüs fizyoterapisi yöntemleri ile birlikte *mekanik insüflasyon-eksüflasyon* tedavisinin sağlanması, NMH olan bireylerde havayolu mukus obstrüksiyonunun yönetimini sağlamaktadır. Mekanik yardımlı öksürük, abdominal bir itme ile PCF >6 L/sn'yi aşacak şekilde soluk biriktirme yapabilen ve bulbar kas fonksiyonu sağlam olan hastalarda genellikle gerekli değildir.

2) Sekresyonların Yönetimi

Nörolojik hastalarda diğer bir sorun; aşırı tükürük, salya akmasının kontrol edilememesi ve bulbar semptomların varlığında sekresyonlarla baş edememektir.

Tükrüğün kontrol edilememesi durumunda antikolinerjik ajanlar kullanılabilmektedir. Yavaş ilerleyen nörolojik hastalıklarda bazen tükürük akışının cerrahi olarak azaltılması veya yönlendirilmesi yapılmaktadır.

Kalın mukusu sıvılaştırmak için nebülize N-asetil sistein kullanılabilmektedir ve sıklıkla bronkospazmı önlemek için bir bronkodilatatör ile verilmektedir.

Havayolu temizleme teknikleri sekresyonların uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Bu konuda, sekresyonları temizlemek için *postural drenaj pozisyonları*, *aktif solunum teknikleri döngüsü*, *pozitif ekspiratuar basınç* uygulayan cihazlar ve *yüksek frekanslı göğüs duvarı ossilasyonu* yöntemleri kullanılabilmektedir.

3) Solunum Kas Eğitimi

Solunum kas eğitimi ya istemli *izokapnik hiperpne* (ağırlıklı olarak *akış-yüklemeli*) veya *eşik yüklemeli* eğitim olarak daha sıklıkla çalışılmıştır. Solunum kas eğitimi solunum

kaslarının hem basınç hem de akış üretme kapasitesini eğitmektedir. Farklı nörolojik hastalıklarda inspiratuar kas eğitiminin MIP'i ve muhtemelen enduransı geliştirdiği gösterilmiştir. Protokoller farklı olmasına rağmen, MIP'in % 40-80'ini hedefleyen inspiratuar eşik yüklerde eğitimle yarar elde edilebilmektedir.

Bazı çalışmalarda ekspiratuar kas eğitimi de kullanılmıştır. Tetraplejiklerde yapılan bir çalışmada pektoral kasın klavikular parçasının öksürük ve ekspiratuar kas fonksiyonuna katkıda bulunduğu gerçeğinden yola çıkılarak yapılan pektoral kasların eğitimi sonucu, ekspiratuar kas kuvveti artmış ve RV azalmıştır. MS'li hastalarda dirençli bir alet yolu ile ekspiratuar kas eğitimi, eğitimin kesilmesinden sonra üç aya kadar ekspiratuar kas kuvveti ve öksürüğü geliştirmiştir. Tipik olarak, solunum kas eğitimi eşik yükleme yapan inspiratuar ve ekspiratuar aletler kullanılarak uygulanmaktadır.

Ekstremite ve gövde kaslarına uygulanan kas kuvvetlendirme eğitimi prensipleri, solunum kasları içinde geçerlidir. Kuvvet kazandırmanın en önemli prensibi yüklemedir. Direnç verilmeden yapılan solunum egzersizlerinin, solunum kas kuvveti üzerine etkisi yoktur. Örneğin, Wiens ve ark. ileri MS hastalarında (EDSS skoru: 7.0–9.5) 3 haftalık diyafragmatik solunum ve nefesin koordinasyonunu vurgulayan müzik eğitimini takiben solunum fonksiyonlarında anlamlı artış olmadığını belirtmişlerdir.

İnspiratuar kas eğitimi ile özellikle inspiratuar kas kuvveti artmaktadır ve dispne algılaması azalmaktadır. Ekspiratuar kas eğitimi ile ise etkili öksürme ve ses oluşması desteklenmektedir. Klinisyenler, genellikle hangi yöntemi seçeceklerine MIP ve MEP değerlerine göre karar vermektedir. Önerilen uygulama; MIP veya MEP değerinin % 30-40'ında başlayarak, haftanın her günü, en az sekiz hafta eğitim yapılmasıdır.

Eğitilen solunum kasları dışında, eğitilmeyen kaslarda da (özellikle üst ekstremite) kuvvet artışı gözlenmektedir. MS hastalarında inspiratuar ve ekspiratuar kas eğitiminin diğer yararları; daha derin nefes alabilme, sırtüstü pozisyonda nefes darlığında azalma, sesin daha güçlü olması ve yaşam kalitesinde artmadır. Bundan da farklı olarak, bir çalışmada inspiratuar kas eğitimini takiben MS hastalarında statik ayakta durma dengesi ve mobilite fonksiyonunda gelişme kaydedilmiştir.

Yirmi Parkinsonlu hastada (Hoehn and Yahr Skalası'na göre evre II ve III) üç aylık inspiratuar kas eğitimi sonrası inspiratuar kas kuvveti ve enduransında anlamlı artma ve dispne algılamasında ise, anlamlı azalma saptanmıştır. İnspiratuar kas performansında artış ile dispne algılamasındaki azalma arasında kuvvetli bir ilişki olduğu bulunmuştur. Videofloroskopik olarak yutma sırasında penetrasyon veya aspirasyonu kanıtlanmış 10 Parkinsonlu hastada ekspiratuar kas eğitiminin öksürük ve/veya yutma fonksiyonunu iyileştirip iyileştirmediği araştırılmıştır. MEP'in % 75'inde, dört hafta, 25 nefes/5 gün yapılan eğitim sonrası öksürük volüm hızlanmasında bir artış meydana

gelmiştir. Aspirasyon riski olan Parkinson'lu hastalarda ekspiratuar kas eğitiminin geçerli bir tedavi olduğu sonucuna varılmıştır. Öksürük üretimi için büyük miktarda Tip II kas lifi gerektiği için, etkili öksürüğü oluşturmak için gerekli ekspiratuar kas kuvveti için ekspiratuar kas eğitimi rehabilitasyona eklenmelidir.

Tino ve ark. 82 akut hemiplejik hastada yaptığı bir çalışmada, inspiratuar ve ekspiratuar kas kuvvetlendirme egzersiz programına alınan hastalar kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Her iki grupta da zamanla PCF artmış olup, eğitim grubundaki artış kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

4) Solunum Egzersizleri

MS hastalarında dirençli veya dirençsiz uygulanan derin solunum egzersizleri, TLC ve VC'yi artırmaktadır. MG'li hastalarda ve myotonik distrofili hastalarda için solunum egzersizlerinin kanıt seviyesi III'dür.

5) Glossofarengeal Solunum

Glossofarengeal solunum (GFS); glottisin havayı alması ve akciğerlerin içine itmesi hareketidir. Bir nefes, genellikle her biri 60-100 mL olan altı-dokuz soluğu içermektedir. Bazı yazarlara göre, GFS ventilatör kullanmadan gündüz saatleri boyunca ve inspiratuar kas fonksiyonu azalmış hastalarda uyku boyunca solunum yetmezliği sırasında güvenle normal ventilasyonu koruyabilmektedir. GFS ile hem inspiratuar hem de ekspiratuar kas aktivitesinin desteklenebileceği düşünülmektedir. IMV kullanımı önlemek için tek başına GFS'nin yaygın kullanımı ile ilgili kanıt yoktur.

6) Abdominal Kuşak Kullanımı

Tetraplejik hastalarda abdominal kuşak ile ekstrinsik abdominal desteğin abdominal basıncı artırıp, diyafragmanın göğüs kafesine yerleşme bölgesini artırdığı saptanmıştır. Başka bir çalışma da, tetraplejiklerde tidal-solunum aralığının üzerinde artan abdominal basınç ve azalan abdominal kompliansın göğüs kafesi distorsiyonunu bozduğunu göstermiştir. Distorsiyonda bozulma, diyafragmanın göğüs kafesine yerleşme bölgesinde artma ve göğüs kafesi üzerindeki diyafragma hareketinin insersiyonel bileşeninde artmaya bağlanmaktadır.

Diyafragmanın aşağı hareketinde limitasyon olan tetraplejiklerde kuşağın TLC'de ve göğüs kafesi boyutlarında bir artışa yol açtığı gösterilmiştir. Tetraplejiklerde abdominal kuşak yaygın olarak kullanılmaktadır. Yararlı etkileri ile FRC'deki azalma ve gaz değişimindeki potansiyel zararları düşünülerek tedavide kullanılmaya karar verilmelidir.

7) Egzersiz Eğitimi

Nörolojik hastalarda çok yaygın olarak kullanılan egzersiz tipleri, aerobik egzersiz, kas kuvvetlendirme egzersizleri ve spesifik solunum kas eğitimini içermektedir. Çalışmalar kas bozukluklarında aerobik egzersiz eğitimi ve kuvvetlendirme egzersizlerinin kombinasyonunun ve ALS'de kuvvetlendirme egzersizlerinin etkinliğini kanıt seviyesi II olarak desteklemektedir. Farklı NMH'lerde değişik egzersiz tiplerinin kanıt düzeyi ve eğitime spesik tavsiyeler Tablo 17.10'da gösterilmektedir.

Tablo 17.10: Farklı Nöromusküler Hastalıklarda Değişik Egzersiz Tiplerinin Kanıt Düzeyi ve Eğitime Spesik Tavsiyeler

	Egzersizin Tipi			
	Kuvvet Eğitimi	**Aerobik Eğitim**	**Solunum Kas Eğitimi**	**Kas Kuvvet+ Aerobik Eğitim**
Kas	Yetersiz kanıt	III	III	II
Motor Nöron	II (ALS'de), Yetersiz kanıt (Post-polio sendromunda)	Yetersiz kanıt (Post-polio sendromunda)	-	Yetersiz kanıt (Post-polio sendromunda)
Motor Sinir Kökü/ Periferal Sinir	Yetersiz kanıt	-	-	Yetersiz kanıt
Nöromusküler İletim	-	-	III	-
Eğitim Spesifik Tavsiyeler	Ekzentrik egzersiz; 10 hafta durasyonlu; ekspiratuar kas kuvveti ve öksürük etkinliği için üst ekstremite eğitimini düşünün.	10 hafta, 20 sean, 30 dk/seans, maksimal kalp hızının % 70'i, 3-5 gün/hafta; solunum limitasyonu olan hastalarda egzersiz boyunca NIMV	Hiperkapnisi olan hastalarda, VC< % 25 veya hızlı progresyonu olan hastalarda yapmayın; inspiratuar rezistif yüklemeyi kullanın.	

Seviye I Kanıt Düzeyi: Etkili olduğu gösterilmiştir. Seviye II Kanıt Düzeyi: Etkili olması muhtemeldir. Seviye III Kanıt Düzeyi: Etkinlik göstergeleri.

NMH'li hastalarda egzersiz eğitimi için kanıta dayalı rehberler bulunmamaktadır. Bununla birlikte, mevcut literatür temel alınarak bazı genel tavsiyeler önerilebilmektedir. Bir hastaya solunum kas eğitimi, kuvvet eğitimi veya aerobik eğitim planlarken, hastanın limitasyonlarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Örneğin; ciddi

ekstremite zayıflıklarından dolayı kardiyovasküler eğitim bu hastalarda zor olabilmektedir. Ayrıca NMH'lerin bazılarında (özellikle distrofilerde) kardiyak bozukluk olabilmekte ve bu durumlarda eğitim dikkat ve yakın gözetimle yapılmalıdır. Sonuç olarak, egzersiz eğitim programlarına başlamadan önce spirometre ve arteryel kan gazı analizi ile bir pulmoner değerlendirme ve EKG ve ekokardiyogramı içeren bir kardiyak değerlendirme yapılmalıdır. KPET ile egzersiz limitasyonunun kardiyak, pulmoner veya dekondisyona bağlı olup olmadığını belirlenebilmesine rağmen, ekstremite zayıflığı olan hastalarda tam bir KPET yapabilmek zordur ve egzersiz reçetelemesi yapmak için muhtemelen gerekli değildir. Daha ziyade, bireyselleştirilmiş bir egzersiz programı hastanın limitasyonu ile eşleşmeli ve istenen sonuca göre ayarlanmalıdır. Örneğin; solunum kas eğitimi solunum kas zayıflığı veya yorgunluğu aktivite kısıtlanmasına katkıda bulunan hastalarda göz önünde bulundurulurken, kuvvet eğitimi göreve özel performansı artırmak için düşünülmeli ve aerobik egzersiz eğitimi ise, egzersiz performansını artırmak için düşünülmelidir.

NMH hastaları için aerobik egzersiz rehabilitasyonunda yüksek egzersiz şiddetinde (maksimal kalp hızının % 60'ı) göreceli olarak uzun (yaklaşık 30 dk ve üzeri) koşubandı veya bisiklet egzersiz seansları hedeflenmelidir. Daha limitli ve semptomatik hastalar için aralıklı egzersiz eğitimi ile egzersiz toleransında gelişme elde edilebilmektedir.

Distrofili hastalarda egzersizin zararlı etkilerini izlemek için kreatin fosfokinaz veya idrar myoglobin ölçümleri uygulanabilmektedir. Kardiyomyopati gelişimi olan hastalarda, egzersiz programına başlamadan önce bir kardiyak değerlendirme ve optimal medikal yönetimi yapılmalıdır. MG hastaları egzersizle hızlı bir bozulma yaşayabilmektedir ve egzersiz programına alınmadan önce optimal medikal yönetimi yapılmalıdır.

MS'li hastalarda bisiklet ergometresinde sekiz hafta, 2 gün/hafta, 30 dk, yaşla tahmin edilen maksimum kalp hızının % 65-75'inde yapılan aerobik egzersiz eğitimi sonucu, hastaların fiziksel ve mental sağlık skorlarında gelişme olmuştur. Aynı zamanda, MS'li hastalarda egzersiz depresif semptomları azaltırken, görsel sürekli dikkat, yürütücü işlev/kognitif esneklik ve hipokampal bağımlı görsel uzaysal hafızayı geliştirmiştir. Yirmialtı MS'li hastada hastaların bireysel anaerobik eşiklerinde 5x30 dk yapılan dört haftalık aerobik egzersizle, anaerobik eşikte ve aktivite seviyesinde artma ve yorgunlukta azalma eğilimi olmasına rağmen, programa uyumun çok düşük olduğu (% 65) saptanmıştır. Egzersizin relapsları önlemediği veya sıklığını azaltmadığı gözlemlenmiştir fakat bu durum şimdiye kadar yeterince araştırılmamıştır. Aquaterapi MS'li hastalarda gelişen bir alandır, kapsamlı bir egzersiz rejimine izin vermektedir ve vücut sıcaklığının karada yapılan egzersizden daha düşük tutulmasını sağlamaktadır.

Genel bir inme rehabilitasyon programı fiziksel ve fonksiyonel iyileşme üzerine odaklanmaktadır. Hastanın kardiyopulmoner fonksiyonları yeterince önem verilmemektedir. Böylece rehabilitasyonun başarısı fonksiyonel iyileşmenin yetersiz olmasından dolayı da azalmaktadır. Solunum ile ilgili entegre bir tedavi programı yürüme de dahil olmak üzere fonksiyonel aktiviteleri gerçekleştirme becerilerini artırmaktadır. İnme hastalarının sıklıkla aterosklerotik kalp hastalığı ve periferal arter hastalığı komorbiditeleri vardır. Aktivite kısıtlanması olan inmeli hastalarda aerobik egzersiz eğitimi güvenlidir ve belirlenen aktivitenin enerji harcaması ve kardiyak taleplerini azaltmaktadır. Bu olgular çok çeşitli aerobik aktiviteyi yapabilirler; bununla birlikte, sabit bisiklet ergometresi (kol, bacak ve kol-bacak) sıklıkla kullanılmaktadır. Böyle aktiviteler, bireysel ihtiyaçlara cevap vermek için modifiye edilebilmektedir. Limitli veriler, üst ekstremite eğitiminden sonra sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunda gelişme olduğunu ileri sürmektedir. Kanıtlar, aynı zamanda ileriki yaşamında inme riskindeki azalmanın, ilk yıllardaki egzersiz modelleri tarafından sağlandığını belgelemektedir.

NMH'lerde egzersizin etkilerine ilişkin mevcut bilgiler tartışmalıdır. Kanıtlar ağırlıklı olarak örneklem büyüklüğü küçük, heterojen olgu grupları olan, kısa dönem, kontrollü olmayan çalışmalar, randomize olmayan çalışmalar veya gözlemsel çalışmalardan gelmektedir. NMH'lerde yapılan bir derlemede, bu zamana kadar yapılan az sayıdaki NMH çalışmasının şu sonuçları desteklediği bildirilmiştir:

a) Çoğu çalışma, maxVO_2 etkilenmemesine rağmen aerobik egzersiz eğitimine pozitif cevaplar olduğunu göstermektedir.
b) Submaksimal aerobik egzersiz eğitimine kardiyorespiratuar adaptasyonlar, sağlıklı kişilerde meydana gelen adaptasyonlara niteliksel olarak benzerdir.
c) Kısa dönem adaptasyonlar gösterilebilmesine rağmen, uzun dönem aerobik eğitimin etkisi net değildir ve sonunda kas kitlesi kaybı ile limitlenebilmektedir.
d) Hastalıkların bireysel etkisi ve eğitim başladığındaki kondisyon seviyesine bağlı olarak aerobik egzersiz eğitimine cevaplar değişkendir.

Çalışmalar derlendiğinde, çok şiddetli NMH'lerin kuvvet eğitimi veya aerobik eğitime pozitif yanıtlar veremediği sonucuna varılmıştır.

Aerobik egzersizin yetişkin nörolojik hastalıklarda kognitif durumu geliştirmek için kullanımını destekleyen sınırlı kanıt vardır. Bu konuda yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

NMH'lerde kardiyak hastalıkların tedavisi, spesifik kardiyak hastalıkları tedavi etmek için genel rehberleri takip etmektedir. NMH'lerde kardiyak hastalıkların mevcut tedavisi semptomatiktir ve kardiyotoksik ilaçlardan sakınma ve kardiyoaktif ilaçların uygulanmasının yanısıra, ventriküler destek cihazların yerleştirilmesi ve kardiyak

transplantasyon gibi invaziv müdahaleleri içermektedir. Eğer kas fonksiyonu spontan olarak veya tedaviyi takiben iyileşirse, kardiyak fonksiyonu geliştirmek önemlidir. NMH'lerde kardiyak fonksiyonun değerlendirilmesine klinik olarak dikkat edilmelidir. İskelet kaslarının ileri derecede tutulumu olan hastalar artık egzersiz yapamayabilir ve böylece kardiyak rehabilitasyona katılamayabilirler, bunu göz önünde bulundurmak gereklidir.

Progresif NMH'ler fiziksel aktivitede azalmadan dolayı artmış obezite riskine ve çoklu kardiyovasküler ve metabolik risk faktörlerine sahiptir. Fiziksel aktivitenin kardiyovasküler ve metabolik sağlığı genel popülasyonda koruduğu kabul edilmesine rağmen, kalp yetersizliği olan NMH'lerde egzersizin etkisi bilinmemektedir. Ayrıca, kas yıkımını hızlandırması hakkında endişelerden dolayı NMH'lerde kuvvetlendirme egzersizlerinin rolü tartışmalıdır. Mevcut konsensüs, kullanmama atrofisinden sakınmak için submaksimal efor ile kuvvetlendirme eğitimlerini güvenli ve uygun bulmaktadır. Böylece, egzersizle oluşan kas hasarı ve hastalık progresyonunun önüne geçilmiş olmaktadır. Wright ve ark. yavaş progresif NMH'lerde kalp hızı rezervinin % 50-60'ında, 15-30 dk, 3-4 gün/hafta, 12 hafta yürüme programının etkilerini araştırmışlardır. Eğitim sonucunda submaksimal kalp hızı ve sistolik kan basıncında ılımlı istatistiksel olarak anlamlı azalmalar elde edilmiştir. Bu tür egzersizlerin, NMH olan hastalarda kardiyak tutulumun seyrini önemli ölçüde etkilemek için anlamlı yararlar üretip üretemeyeceği bilinmemektedir.

NMH'lerde sağ kalım; oral antikoagulasyon, kalp yetersizliği tedavisi, kalp pili implantasyonu, implante cardioverter defibrillator (ICD) implantasyonu veya kalp transplantasyonu ile uzatılabilmektedir. İlaca dirençli kalp yetersizliği veya dilate kardiyomyopatide giderek yaygınlaşan bir tedavi, kalp transplantasyonudur. Kalp transplantasyonunda kardiyak rehabilitasyonun amacı; semptomların giderilmesi, sekonder olarak gelişen kondisyonsuzluğun iyileştirilmesi, cerrahi sonrası erken dönemde pulmoner komplikasyonların önlenmesi, cerrahi sonrası geç dönemde kuvvet ve enduransı artırarak fonksiyonel kapasitenin geliştirilmesi ve yaşam kalitesini artırmaktır. Kalp transplantasyonunda steroidler ve bağışıklık baskılayıcı ilaçların kaçınılmaz kullanımı dezavantajlıdır. Bu bağışıklık baskılayıcı ilaçların bazıları (örneğin; siklosporin) sekonder olarak myopatiye sebep olup, mevcut hastalığı kötüleştirebilmektedir. Ayrıca, kemoterapi ilaçları gibi nörotoksik ilaçlar sekonder olarak nöropatiyi kötüleştirebilmektedir.

SKY sonrası görülen çoğu kardiyovasküler sorun ve komplikasyonun rehabilitasyonu ile ilgili son yıllarda farklı ve yeni uygulamalar yoktur. Otonomik disfonksiyonla ilişkili hipotansiyon ve bradikardi gibi sorunlarda genel tıbbi yaklaşımlar söz konusudur.

Alveoler hipoventilasyona bağlı olarak egzersiz limitasyonu yaşanan hastalarda egzersizi fasilite etmek veya artırmak için hastalara egzersiz öncesi NIV uygulanabilmektedir. HMSN veya distrofili hastalarına özellikle kreatin desteği verilmektedir. Kısmi tetraplejili hastalarda nöromüsküler elektrik stimülasyonu (NMES) ve kısmi vücut ağırlığı desteği, DMD'li hastalarda steroidler ve ALS'li hastalarda teofilin kullanılmaktadır. Uzun dönem sistemik steroidlerin uzun dönem komplikasyonları ve teofilinin dar terapatik penceresi düşünülerek riskler ve yararlar dikkatli tartılıp karar verilmelidir.

Sonuç olarak, hipotonik ve hipertonik nörolojik hastalıklarda santral solunum kontrolündeki bozukluklar, solunum fonksiyon bozuklukları ve yetmezliği, solunum kas fonksiyon bozukluğu, ekspiratuar ve bulbar kas zayıflığı, uykuda solunum bozuklukları, otonomik disfonksiyon, pulmoner ödem ve emboli, disritmiler, kardiyomyopatiler ve kalp yetersizliğine bağlı kardiyopulmoner problemler yaygın olarak görülmektedir. Bu patofizyolojik değişikliklerle paralel olarak, farklı hasta gruplarında KPET'te kardiyak limitasyon veya anaerobik eşiğe erken ulaşmak ile birlikte yaygın bir patern olarak periferal ve ventilatuar limitasyon görülebilmektedir. Nörolojik hastalıklarda kardiyopulmoner rehabilitasyon; solunum kas kuvvetini korumak, sekresyonları temizlemek için ekspiratuar kas kuvvetini korumak, solunum sağlığı ve gaz değişimi becerisini korumak ve solunum enfeksiyonları riskini azaltarak mortaliteyi azaltmayı amaçlamaktadır. Kardiyopulmoner rehabilitasyon uygulamaları; inspiratuar ve ekspiratuar kas fonksiyonlarının desteklenmesi, sekresyonların yönetimi, solunum kas eğitimi ve egzersizleri ve egzersiz eğitimini içermektedir. Morbidite ve mortalite açısından önemli olan bu uygulamalarla ilgili tonus bozukluğu yaratan nörolojik hastalıklarda yapılacak yüksek kaliteli ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Savci S, Keser I, Ozturk M, Inal-Ince D, Korkmaz NC, Armutlu K, Arikan H, Karabudak R. (2005). Relationship between disability, lung function and functional capacity in multiple sclerosis. *European Respiratory Journal;* 26 (Suppl 49): 183.
2. Savci S, Korkmaz NC, Ozturk M, Keser I, Inal-Ince D, Armutlu K, Karabudak R. (2005). Effects of functional capacity on lung function and respiratory muscle strength in multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*; 11 (Suppl 1): 98.
3. Savci S, Inal-Ince D, Saglam M, Arikan H, Bosnak-Guclu M, Keser I, Armutlu K, Karabudak R. (2008). Morning to afternoon change in respiratory muscle strength and functional capacity in multiple sclerosis. *European Respiratory Journal;* 32 (suppl 52): 726.
4. Savci S, Inal-Ince D, Arikan H, Guclu-Gunduz A, Cetisli-Korkmaz N, Armutlu K, Karabudak R. (2005). Six-minute walk distance as a measure of functional exercise capacity in multiple sclerosis. *Disability and Rehabilitation*; 27 (22): 1365-1371.
5. Armutlu K, Savci S, Inal-Ince D, Atay S, Cetisli-Korkmaz N, Karabudak R, Arikan H. (2001). Relation of pulmonary functions to disability and fatigue in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*

Journal; 7 (Suppl 1): 25.

6. Inal-Ince D, Savci S, Armutlu K, Guclu-Gunduz A, Arikan H, Karabudak R, Coplu L. (2003). A comparison of pulmonary function and respiratory muscle strength in patients with mild and severe multiple sclerosis. *European Respiratory Journal;* 22 (Suppl 45): 332.

7. Mutluay FK, Gurses HN, Saip S. (2005). Effects of multiple sclerosis on pulmonary functions. *Clinical Rehabilitation*; 19 (4): 426-432.

8. Mutluay FK, Demir R, Ozyilmaz S, Caglar AT, Altintas A, Gurses HN. (2007). Breathing enhanced upper extremity exercises for patients with multiple sclerosis. *Clinical Rehabilitation*; 21: 595-602.

9. Wiens ME, Reimer MA, Guyn HL. (1999). Music therapy as a treatment method for improving respiratory muscle strength in patients with advanced multiple sclerosis: a pilot study. *Rehabilitation Nursing*; 24: 74–80.

10. Olgiati R, Girr A, Hugi L, Haegi V. (1989). Respiratory muscle training in multiple sclerosis: a pilot study. *Schweizer Archiv Neurologie Und Psychiatrie*; 140: 46–50.

11. Smeltzer SC, Lavietes MH, Cook SD. (1996). Expiratory training in multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 77: 909–912.

12. Gosselink R, Kovacs L, Ketelaer P, Carton H, Decramer M. (2000). Respiratory muscle weakness and respiratory muscle training in severely disabled multiple sclerosis patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 81: 747–751.

13. Chiara T, Martin D, Sapienza C. (2007). Expiratory muscle strength training: speech production outcomes in patients with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*; 21: 239–249.

14. Klefbeck B, Hamrah Nedjad J. (2003). Effect of inspiratory muscle training in patients with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 84: 994–999.

15. Fry-Welch D, Wagner M, Jackson E, Chokshi A, Pfalzer L. (2004). A ten week inspiratory muscle training program improves physical performance in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*; 28: 181–182.

16. Smeltzer SC, Lavietes MH. (1999). Reliability of maximal respiratory pressures in multiple sclerosis. *Chest*; 115: 1546–1552.

17. Koseoglu BF, Gokkaya NK, Ergun U, Inan L, Yesiltepe E. (2006). Cardiopulmonary and metabolic functions, aerobic capacity, fatigue and quality of life in patients with multiple sclerosis. *Acta Neurologia Scandinavica*; 114: 261–267.

18. Smeltzer SC, Lavietes MH, Troiano R, Cook SD. (1989). Testing of an index of pulmonary dysfunction in multiple sclerosis. *Nursing Research*; 38: 370–374.

19. Aboussouan LS. (2005). Respiratory disorders in neurologic diseases. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*; 72: 511–520.

20. Buyse B, Demedts M, Meekers J, Vandegaer L, Rochette F, Kerkhofs L. (1997). Respiratory dysfunction in multiple sclerosis: a prospective analysis of 60 patients. *European Respiratory Journal*; 10: 139–145.

21. Fry DK, Pfalzer LA, Chokshi AR, Wagner MT, Jackson ES. (2007). Randomized control trial of effects of a 10-week inspiratory muscle training program on measures of pulmonary function in persons with multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*; 31: 162–172.

22. Chiara T, Martin AD, Davenport PW, Bolser DC. (2006). Expiratory muscle strength training in persons with multiple sclerosis having mild to moderate disability: effect on maximal expiratory pressure, pulmonary function, and maximal voluntary cough. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 87: 468–473.

23. Baydur A. (1991). Respiratory muscle strength and control of ventilation in patients with neuromuscular disease. *Chest*; 99: 330–338.

24. Kim C, Lee J, Kim H, Kim S. (2015). Effects of the combination of respiratory muscle training and abdominal drawingin maneuver on respiratory muscle activity in patients with post-stroke hemiplegia. *Topics in Stroke Rehabilitation*; 22 (4): 262-270.
25. Polese JC, Pinheiro MB, Faria CDCM, Britto RR, Parreira VF, Teixeira-Salmela LF. (2013). Strength of the respiratory and lower limb muscles and functional capacity in chronic stroke survivors with different physical activity levels. *Brazilian Journal of Physical Therapy*; 17 (5): 487-493.
26. Billinger S, Coughenour E, MacKay-Lyons M, Ivey M. (2012). Reduced cardiorespiratory fitness after stroke: Biological consequences and exercise-induced adaptations. *Stroke Research and Treatment*; 2012: 959120.
27. Kim J, Park J, Yim J. (2014). Effects of respiratory muscle and endurance training using an individualized training device on pulmonary function and exercise capacity in stroke patients. *Medical Science Monitor*; 20: 2543-2549.
28. Rochester C, Mohsenin V. (2002). Respiratory complications of stroke. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*; 23 (3): 248-260.
29. Sutbeyaz S, Koseoğlu F, İnan L. (2010). Respiratory muscle training improves cardiopulmonary function and exercise tolerance in subjects with subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*; 24: 240–250.
30. Pollock R, Rafferty F, Moxham J and Kalra L. (2013). Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. *International Journal of Stroke*; 8 (2): 124–130.
31. Kulnik S, Birring S, Moxham J, Rafferty G, Lalit K. (2015). Does respiratory muscle training improve cough flow in acute stroke? Pilot Randomized Controlled Trial. *Stroke*; 46: 447-453.
32. MacKay-Lyons M, Makrides L. Exercise capacity early after stroke. (2002). *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 83 (12): 1697–1702.
33. Janice J, Kelly S., Andrew S, Maria K, Katherine E. (2002). Functional walk tests in individuals with stroke relation to perceived exertion and myocardial exertion. *Stroke*; 33: 756-761.
34. Black LF, Hyatt RE. (1969). Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *American Review of Respiratory Disease*; 99 (5): 696-702.
35. Ambrosino N, Carpenè N, Gherardi M. (2009). Chronic respiratory care **for** neuromuscular diseases **in** adults. *European Respiratory Journal*; 34 (2): 444-451.
36. Mellies U, Ragette R, Dohna Schwake C, Boehm H, Voit T, Teschler H. (2003). Long-term noninvasive ventilation in children and adolescents with neuromuscular disorders. *European Respiratory Journal*; 22 (4): 631-636.
37. Kilmer DD. (2002). Response **to** aerobic exercise training **in** humans **with** neuromuscular disease. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*; 81 (11 Suppl): S148-150.
38. Brown R, DiMarco AF, Hoit JD, Garshick E. (2006). Respiratory dysfunction and management in spinal cord injury. *Respiratory Care*; 51 (8): 853-868.
39. Abresch RT, Han JJ, Carter GT. (2009). Rehabilitation management **of** neuromuscular disease: the role **of** exercise training. *Journal of Clinical Neuromuscular Disease*; 11 (1): 7-21.
40. Aboussouan LS. (2009). Mechanisms of exercise limitation and pulmonary rehabilitation for patients with neuromuscular disease. *Chronic Respiratory Disease*; 6 (4): 231-249.
41. Rampello A, Franceschini M, Piepoli M, Antenucci R, Lenti G, Olivieri D, Chetta A. (2007).Effect of aerobic training on walking capacity and maximal exercise tolerance in patients with multiple sclerosis: a randomized crossover controlled study. *Physical Therapy*; 87 (5): 545-55.
42. Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, Troche M, Sapienza C. (2008). Voluntary cough production and swallow dysfunction in Parkinson's disease. *Dysphagia*; 23 (3): 297-301.
43. Pitts T, Bolser D, Rosenbek J, Troche M, Okun MS, Sapienza C. (2009). Impact **of** expiratory muscle strength training **on** voluntary cough **and** swallow function **in** Parkinson disease. *Chest*; 135 (5): 1301-1308.

44. Baille G, De Jesus AM, Perez T, Devos D, Dujardin K, Charley CM, Defebvre L, Moreau C. (2016). Ventilatory Dysfunction in Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*; 6 (3): 463-471.

45. Falvo MJ, Earhart GM. (2009). Six-minute walk distance **in** persons **with** Parkinson disease: a hierarchical regression model. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 90 (6): 1004-1008.

46. Izquierdo-Alonso JL, Jiménez-Jiménez FJ, Cabrera-Valdivia F, Mansilla-Lesmes M. (1994). Airway dysfunction in patients with Parkinson's disease. *Lung*; 172 (1): 47-55.

47. McDonnell MN, Smith AE, Mackintosh SF. (2011). Aerobic exercise to improve cognitive function in adults with neurological disorders: a systematic review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*; 92 (7): 1044-1052.

48. Lundgaard E, Wouda MF, Strøm V. (2017). A comparative study of two protocols for treadmill walking exercise testing in ambulatingsubjects with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*; 55 (10): 935-939.

49. Fulk GD, Echternach JL, Nof L, O'Sullivan S. (2008). Clinometric properties of the six-minute walk test in individuals undergoing rehabilitation poststroke. *Physiotherapy Theory and Practice*; 24 (3): 195-204.

50. Feingold B, Mahle WT, Auerbach S, Clemens P, Domenighetti AA, Jefferies JL, Judge DP, Lal AK, Markham LW, Parks WJ, Tsuda T, Wang PJ, Yoo SJ. American Heart Association Pediatric Heart Failure Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; Council on Functional Genomics and Translational Biology; and Stroke Council. (2017). Management of Cardiac Involvement Associated With Neuromuscular Diseases: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*;136 (13): e200-e231.

51. Finsterer J, Stöllberger C. (2016). Heart Disease in Disorders of Muscle, Neuromuscular Transmission, and the Nerves. *Korean Circulation Journal*; 46 (2): 117-234.

52. Hickey RM, Cullen JD, Sachs GM. (2016). An Overview of Cardiac Management in Neuromuscular Disease. *The Open Cardiovascular Medicine Journal*;10: 82-8.

53. Berlowitz DJ, Wadsworth B, Ross J. (2016). Respiratory problems and management in people with spinal cord injury. *Breathe (Sheff)*; 12 (4): 328-340.

54. Parlak Demir Y. (2017). Neuromuscular Diseases and Rehabilitation. Neurological Physical Therapy. Editör: Suzuki T., InTech, United Kingdom, ss: 175-214.

55. Bach JR, Gonçalves MR. (2006). Pulmonary rehabilitation in neuromuscular disorders and spinal cord injury. *Revista Portuguesa De Pneumologia*; XII (suppl 1): 27-44.

56. Kurtaiş Y. (2010). Medulla Spinalis Yaralanmasında Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Alanındaki Yenilikler. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*; 56 (Suppl 2): 67-74.

57. ATS committee on proficiency standarts for clinical pulmonary function laboratories. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*; 166: 111-117.

58. Enright PL, Sherrill DL. (1998). Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*; 158: 1384-1387.

59. Morgan KA, Taylor KL, Tucker SM, Cade WT, Klaesner JW. (2018). Exercise testing protocol using a roller system for manual wheelchair users with spinal cordinjury. *The Journal of Spinal Cord Medicine*: 1-5. [Epub ahead of print]

60. Müjdeci B. (2006). Hemiparetik Hastalarda İnspiratuar Kas Eğitiminin Fonksiyonel Egzersiz Kapasitesi Üzerine Etkisi. Danışman: Savcı S. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Kardiyopulmoner Rehabilitasyon Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Tonus Bozukluklarında Bantlama Prensipleri

18

Dr. Öğr. Üyesi Hilal DENİZOĞLU KÜLLİ

GİRİŞ

Bantlama yöntemleri fizyoterapi rehabilitasyon alanında farklı hastalık grupları için kullanılmaktadır. Bantlama teknikleri geleneksel tedavilere ek olarak kas aktivitesinin azaltılması veya arttırılması, eklemlerin pozisyonlanması, yaralanmanın önlenmesi ve korunması, proprioseptif girdinin ve postüral düzgünlüğün sağlanması, eklemlerin stabilizasyonu ve lenfatik dolaşımın arttırılması gibi farklı amaçlarla uygulanmaktadır.

Bantlama yöntemlerinin uygulama bölgesinin altında duyusal girdiyi arttırma, yumuşak dokular üzerine binen yüklere yön verme, eklem biyomekaniğini destekleme, kasların aktivitesini fasilite ve inhibe etme gibi yoluyla hedeflenen etkiyi yarattığı iddia edilmektedir.

Pek çok bant ve bantlama tekniği olmakla birlikte genel olarak rijit ve elastik bantlar olarak ikiye ayrılmaktadır. Rijit bantın yapısı esnemeyen, sık dokunmuş bir kumaşken elastik bant esneyebilen, ince ve deriye uyumlu bir yapıdadır. Her iki bantın kullanımında uygulama protokolleri değişkenlik göstermektedir.

Bantlama yöntemlerinin etkileri göz önünde bulundurulduğunda hem hipertonus hem de hipotonus üzerine etki sağlayabileceği anlaşılmaktadır. Hipertonusta eklemi spastisitenin antagonist pozisyonunda bantlama, antagonist kaslara fasilitasyona yönelik bantlama, spastik kası inhibe etmeye yönelik bantlama, proksimal eklemlerin stabilizasyonu veya kas aktivitesini arttırma amacıyla bantlama ile distalde tonus regülasyonu sağlama şeklinde uygulamalar yapılmaktadır. Hipotonusta ise daha çok kas aktivitesinin fasilitasyonu ve stabilizasyonunu arttırma amaçlı bantlama teknikleri kullanılmaktadır.

Bantlama uygulamalarında da doğru klinik kararı vermek fizyoterapistin deneyim ve tecrübesine bağlıdır. Bantlamanın etkinliği açısından hastanın klinik sonuçlarının takibi önemlidir. Yanı sıra, bantın cilt bütünlüğünü bozmaması, olası alerjik reaksiyonlar, dolaşımın engellenmemesi de tekniklerin doğru biçimde uygulanmasını ve sonrasında hastanın gözlemlenmesini gerektirmektedir.

Literatürde bantlamanın fonksiyonlar üzerine olumlu etkileri bildirilse de, derlemeler bant tekniklerinin etkisinin kesin kanıtlarla ortaya konması, etkin kullanım süresinin belirlenmesi ve protokollerin oluşturulması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu bildirmektedir.

Tonus Bozukluklarında Bantlama Prensipleri

Terapötik bantlama, fizyoterapi rehabilitasyon alanında son yıllarda sıklıkla tedaviye destek amaçlı kullanılan ek bir yöntemidir. İlk yıllarda kas-iskelet sistemi yaralanmalarının önlenmesi ve rehabilitasyonunda kullanılsa da farklı tekniklerle nörolojik ve pediatrik rehabilitasyonda da kullanımı artmıştır.

Pek çok bant çeşidi ve bantlama metodu olmakla birlikte temelde elastik ve rijit bant uygulamaları bulunmaktadır. Bantlama uygulamaları kas aktivitesinin fasilitasyonu veya inhibisyonu, eklemlerin pozisyonlanması, yaralanma riskinin azaltılması, önleme ve koruma, proprioseptif girdinin ve postüral düzgünlüğün sağlanması, eklemlerin stabilizasyonu ve lenfatik dolaşımın arttırılması gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Bantlamanın mekanik, nöromusküler ve fizyolojik yolla etki sağladığına dair kanıtlar mevcuttur.

Bantlama yapılmadan önce mutlaka hastanın deri hassasiyeti ve uygulanacak banta alerjik reaksiyon gösterip göstermeyeceği değerlendirilmelidir. Uygulama yapılacak alanda açık yara veya cilt bozuklukları bulunması bantlamanın yapılmasına engel teşkil edebilir. Uygulama alanı mutlaka tüylerden arındırılmış olmalıdır ve uygulamadan 12 saat önce tıraş edilmiş olması cilt irritasyonu riskini azaltacağı akılda tutulmalıdır. Cildin kuru, temiz ve yağdan arındırılmış olması gereklidir. Hassas bölgelere destekleyici bir ped kullanılması deri irritasyonlarını önlemeye yardımcı olabilir. Tüm bantlama tekniklerinde kullanılan tekniğe uygun olarak gerim yapılmalı ve aşırı gerim uygulamanın ciltte hasara yol açabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Uygulama tamamlandıktan sonra mutlaka hastanın cildi ve hareket veya istirahat sırasında ağrı/acı varlığı kontrol edilmelidir. Bantın kullanım süresi uygulanan bantın tipine ve tekniğine göre değişkenlik göstermektedir, bu kurallara riayet edilmesi gereklidir. Bant hastada alerjik reaksiyona yol açtı ise vakit kaybetmeden çıkarılmalıdır. Uygulama süresi tamamlandıktan sonra, bant çıkarılırken vazelin, yağ vb bir sıvıyla önce bantın yapışkanlığı azaltılmalı ardından deri banttan uzaklaştırılacak şekilde çıkarılmalıdır. Yeni bir uygulama yapmadan önce hastaya ortalama 24 saat zaman tanınmalıdır.

Rijit Bantlama ve Tonus Bozukluklarında Kullanımı

Adından da anlaşılacağı gibi rijit bantlar esnemeyen, sık dokunmuş kumaştan üretilmiş malzemelerdir. Uygulanan sahaya bir çekiş veya pozisyon vermek için kullandıkları gibi hedef bölgenin çevresine diğer bantların cildi tahriş etmeden tespiti için de uygulanabilmektedir. Mulligan, McConnell veya atletik/sporcu bantlama metotları rijit bant kullanan metotlardır. Rijit bantlama tekniklerinin genel kullanım amaçları şöyle sıralanabilir:

- Bir vücut kısmını desteklenmek ve pozisyonlanmak
- Eklem hareketlerini sınırlamak
- İnstabil eklemlerde stabilizasyonu arttırmak
- Bant uygulamaları için tespit alanı oluşturmak
- Yumuşak dokuları desteklemek
- Propriyoseptif girdiyi arttırmak
- Ağrılı dokular üzerinden aşırı yükü azaltmak
- Geçici bir splint olarak fonksiyon sağlamak.

Rijit bantlamanın pozisyonlama amacıyla yapılan uygulamalarının mekanik bir etki oluşturarak eklem aralığını değiştirdiği ve dokular üzerine binen yükleri tekrar düzenlediğini gösterilmiştir. Kasa dik uygulanan bantlama, kas aktivitesini inhibe ederken kas liflerine paralel uygulanan bantlamanın kasın aktivitesini fasilite ettiği bildirilmektedir. Deri üzerine uygulanan bantın kutanöz mekanoreseptörler yoluyla afferent girdinin değişmesine sağlamasıyla bu etkinin değişkenlik gösterdiği ortaya konmuştur. Motor-nöron uyarılabilirliği üzerine etkileri olduğu ve H-refleks amplitüdünde azalma veya artış yaratabildiği sağlıklı bireylerde bulunmuştur.

Rijit bantlama uygulamalarında genel bantlama kurallarına uyulmalıdır. Kesin bir protokol olmamakla beraber tonus bozukluklarında rijit bantlar en geç 3-5 gün içinde değiştirilmelidir. Bant tekniğinin alt katmanını tahrişten koruyacak bir bant uygulanmalıdır.

Rijit bantlamanın hipertonus üzerine etkileri

Hipertonus, piramidal ve ekstra piramidal sistem hastalıklarında spastisite ve rigor/rijidite olarak klinikte karşımıza çıkmaktadır. Bantlama teknikleri hipertonus bağlamında daha sıklıkla spastisitenin inhibisyonuna yönelik kullanılmaktadır. Serebral ya da spinal kaynaklı spastisitenin eksitatör ve inhibitör mekanizmalar arasındaki dengesizliğe bağlı olarak geliştiği ortaya konmuştur. Spastisitenin inhibisyonu için sadece lokal olarak kası hedef almak hem bantlama hem de diğer terapötik uygulamalarda kısıtlı bir yaklaşımdır. Bu yüzden direkt kas üzerine ve spastisiteyi etkileyen faktörlere

bantlama ile müdahele etmenin spastisite ve spastisitenin yarattığı fonksiyonel kısıtlılıklar üzerine etkileri çeşitli çalışmalarla incelenmiştir. Kas zayıflığı, eklem stabilitesinde azalma, postüral bozukluklar ve postüral kontrolde azalma spastisitenin etkisini arttıran başlıca bulgular olarak sayılmaktadır.

Rijit bantlamanın spastisite üzerine etkisini açıklayan 3 teori vardır: nörofizyolojik, biyomekanik ve motor öğrenme teorileridir. Eklemlerin pozisyonlanmasına yönelik çalışmalarda bantlama tekniğinin amacı Botulinum Toxin A enjeksiyonu sonrası spastik olan kasları sürekli bir tonik gerim altında tutarak kas tonusunun normalleşmesi, yumuşak doku esnekliğinin artması, sertliğin ve ağrının azaltılmasıdır. Uzun süreli ve stres yaratmaksızın uygulanan gerim, dokularda adaptif bir yeniden yapılanma sağlar. Kaslar nadiren aktif ve pasif streslere maruz kaldığında, dokularda çapraz köprü değişiklikleri meydana gelmeye başlar ve sarkormerler kaybedilir. Uzunluktaki mekanik değişiklikler sonucunda kaslar gerilime direnç göstererek kısalır ve sertleşir. Devamlı gerim altındaki kas iğcikleri kas kasılırken dahi gama refleksinin kontrolü altındadır. Gama refleks sayesinde santral ve periferik sinir sistemi arasında sürekli bir duyusal geribildirim sağlanır. Böylece, rijit bantlama uygulaması kasların fonksiyonel boylarını arttırarak ve eklemin uygun yapısal fonksiyonunu sağlayarak beyine sürekli bir uyarı gönderdiğine dayanan bu teori nörofizyolojik teori olarak adlandırılmaktadır.

Biyomekanik temelli teori ise, pasif gerilmenin kas fasikülleri üzerindeki olumlu etkisini bozulmuş kas adaptasyonuna karşı miyofibrillogenezisi sağlayan bir protein-protein etkileşim zincirine bağlamaktadır. Ancak bu teoriye göre kaslarda gerim sağlayan diğer yöntemlerin de en az bantlama kadar spastisite üzerine etkisi olması beklenmektedir. Çalışmalarda germe egzersizlerinin gerim süresinin kısıtlı olmasının, splint kullanımında ise gün boyu kullanım ve tam gerimin sağlanamaması gibi nedenlerle rijit bantlama ile aynı etkiyi yaratamadıkları düşünülmektedir. Ayrıca splint ve bantlama arasındaki önemli noktalardan biri de pozisyonlamaya yönelik uygulanan bantlama tekniklerinde gerim her gün kontrol edilmekte ve ilerleme sağlandıkça bantlama yenilenerek bantların yarattığı gerim arttırılmaktadır. Geleneksel ortezlerde böyle bir progresyon söz konusu değildir. Bu durumun da bantlamanın ortez uygulamalarından daha etkili olmasını sağlayan bir faktör olabileceği bildirilmektedir.

Motor öğrenme teorisi ise proksimal eklemin fonksiyonel bir pozisyonda yeterli stabilizasyonunu sağlayarak distal eklemlerde spastisitenin azalması ve fonksiyonelliğin artmasının hedeflenmesidir. Daha sıklıkla proksimal eklemlerde hipotonus veya zayıflık görülen durumlarda bantlamanın etkisini açıklamaktadır.

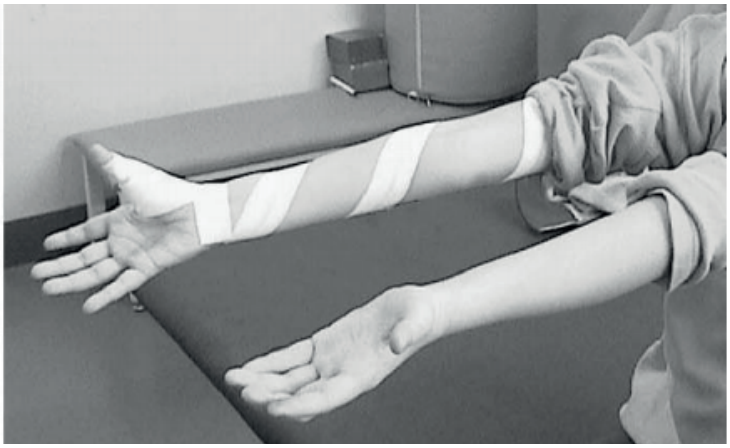
Spastisitenin fonksiyonel kısıtlılıklara yol açtığı hasta gruplarından biri serebro vasküler olay sonrası inme rehabilitasyonu alan hastalardır. Akut dönemden sonra görülmeye başlayan spastisite hem üst ekstremite hem de alt ekstremiteyi etkileyebil-

mektedir. Hastaya özel olarak tespit edilmesi gerekmekle beraber sıklıkla ayak bileği plantar fleksörleri, diz ekstansörleri, kalça adduktörleri, parmak, el bileği ve dirsek fleksörleri, omuz adduktör ve internal rotatör spastisitesi görülmektedir. İnmeli hastalarla yapılmış bir çalışmada spastik kasa dik olacak şekilde spiral rijit bantlama uygulanarak elektromiyografi ile dirsek fleksiyonunda sinkinezi aktivitesinin azaldığı ancak modifiye ashworth skalasında bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Resim 18.1). Botulinum Toxin A uygulaması sonrası 6 gün süreyle el bileğini ve parmakları ekstansiyonda pozisyonlayacak şekilde uygulanan rijit banlamanın ise, elektrik stimülasyonu ve el bileği splinti yaklaşımlarına kıyasla spastisitinin inhibisyonunda üstünlüğü olduğu ortaya konmuştur. Benzer biçimde, spastik ekinovarus ayak gelişmiş olan inmeli hastalar üç gruba ayrılarak Botulinum Toxin A enjeksiyonu sonrası 5 gün boyunca gastrocnemius kaslarında gerim uygulayacak şekilde rijit bantlama, 30 dakika süreli elektrik stimülasyonu (5-Hz, rektangular bifazik) ve 7 gün boyunca günde 2 kez fizyoterapist eşliğinde germe uygulanmıştır. 30, 60 ve 90 gün sonra yapılan değerlendirmede bantlama yapılan hastalarda spastisite seviyesi, pasif dorsifleksiyon açısı, basma fazı sırasındaki en yüksek dorsifleksiyon açısı ve motor aksiyon potansiyeli açısından en iyi gelişmenin sağlandığı ortaya konmuştur. Botulinum Toxin A sonrası, ayak bileği plantar fleksörlerine 5 gün süreyle ayak bileğini dorsifleksiyonda pozisyonlayan rijit bantlama, dorsifleksiyon pozisyonunda alçılama ve her gün 30 dakika gerçekleştirilen germe egzersizleri karşılaştırıldığında da bantlama tekniğinin spastisite, pasif eklem hareket açıklığı ve yürüme mesafesi parametreleri üzerine daha etkili olduğu bildirilmiştir. İnmeli hastalarda, rijit bant ile yapılan talus stabilizasyon bantlaması ve ayak bileğine uygulanan kinezyolojik bantlamanın yürüme parametreleri, pasif dorsifleksiyon açısı, statik ve dinamik denge üzerine akut etkilerini araştıran çalışmada rijit bantlamanın tüm parametrelerde kinezyolojik bantlamaya göre üstünlüğü olduğu tespit edilmiştir.



Resim 18.1. İnmeli hastada biceps brachii kasının inhibisyonuna yönelik bantlama (Kim, Chung et al. 2015)

Yine spastisite ile özdeşleşmiş diğer bir hasta grubu olan serebral palsi tanılı çocukların dahil edildiği çalışmalar mevcuttur. Bir çalışmada, serebral palsi tanılı çocukların baş parmak abduksiyon ve ekstansiyonunu uyarmak için el bileğini fonksiyonel ekstansiyon, önkolu supinasyon ve omuzu eksternal rotasyon pozisyonunda tutacak şekilde rijit bant ile spiral bir bantlama uygulanmıştır (Resim 18.2). Fizyoterapiye ek olarak 5 ay boyunca sürdürülen bantlamanın yalnız fizyoterapiye göre el fonksiyonları ve seçici hareketleri açısından serebral palsili çocuklarda avantaj sağladığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları bantlamanın uygulandığı süreç boyunca üst ekstremite fonksiyonlarına katkı sağladığını bildirmiştir. Bu şekilde pozisyonlamaya yönelik uygulanan bantlamanın bir dezavantajının fonksiyonları arttırırken normal eklem hareket açıklıklarını kısıtladığı da hatırlatılmaktadır.



Resim 18.2. Serebral palsiki çocuklara pozisyonlama amaçlı uygulanan bantlama (Mazzone, Serafini et al. 2011).

Rijit bantlamanın hipotonus üzerine etkileri

Hipotonus, hipertonusun aksine eklemlerin pasif hareketlerine karşı kasların gösterdiği dirençte azalmayla karakterize bir durumdur. Hipotonusun eşlik ettiği hastalıklar santral ve periferik kökenli hastalıklar olarak ikiye ayrılabilir. Santral hipotoni, belirgin kas güçsüzlüğünün eşlik etmediği nonparalitik gruptur, periferik hipotoni ise kas güçsüzlüğünün klinik tabloya hakim olduğu paralitik gruptur. Ön boynuz hastalıkları, serebellar hastalıklar, kas hastalıkları, akut yerleşen hemipleji, motor nöron hastalıkları ve nöromuskuler kavşak hastalıklarında görülür. Hipotonusta kas tonusunun azalması ile birlikte gelişen kuvvet kaybı, hipermobilite ve stabilizasyon kaybına yol açmaktadır.

Hipotonusta fizyoterapi; kas iğciği aktivasyonu, stabilizasyon, postüral kontrol ve fonksiyonel bağımsızlığın artması açısından önemli yer tutmaktadır. Bu bağlamda fasilitasyon tekniklerinin kullanılması tonusun artırılması açısından önemlidir. Rijit bantlama metodları da hipotonusta fizyoterapi rehabilitasyon programlarında yer almaktadır. Rijit bantlamanın proprioseptif ve taktil uyarıları arttırması, hareketlerin kontrolünü sağlaması, kas hücrelerinin normal biçimde ateşlenmesi için optimal kas uzunluğunu sağlaması, kas ve yumuşak dokuları etkileyerek kuvvet vektörlerinin yönlerini değiştirmesi, tonusun azalmasına bağlı olarak gelişen unstabil eklemlerin veya aşırı esnek yapıların hareketlerini sınırlandırabilmesi ve postüral dizilime katkı sağlaması ile azalmış tonus üzerinde etki etmektedir.

Tonus azalmasında rijit bantlamanın etkisi inme hastalarında flask olan ekstremitelerde veya gövdede ve serebral palsili olgularda da gövdenin kontrolü üzerine yapılmış çalışmalarla karşımıza çıkıyor. Rijit bantlamanın üst ekstremite üzerine yapılmış çalışmalar flask proksimal eklemlere uygulamalar veya eklemin distaline fonksiyonel uygulamalar şeklindedir. Omuz kuşağının doğru pozisyonlanması ve stabilitesi üst ekstremite fonksiyonları, subluksasyon ve ağrı açısından rehabilitasyon sürecinde önem kazanmaktadır. Bu sebeple pek çok farklı rijit bantlama tekniği kullanılmaktadır. İnmenin erken döneminde bantlamanın, omuz subluksasyonu riskinin ve ağrının azalmasını ve üst ekstremite fonksiyonlarının artmasını sağladığı ortaya konmuştur. Omuz bantlamasının duyusal girdiyi arttırdığına, skapulanın normal dizilimini desteklediğine, zayıf rotator cuff kasları ve yumuşak dokuların aşırı gerilmesini engellediğine dair kanıtlar mevcuttur. Ancak, flask hastalarda omuza uygulanan rijit bantlamanın üst ekstremite fonksiyonlarını ağrının azalmasıyla etkilediği düşünülmektedir. Bir çalışmada, 4 haftalık ucu açık 8 şeklinde glenohumeral eklemi destekleyen terapötik bantlamanın plesebo bantlamaya göre omuz ağrısında etkili olduğu bildirilmiştir. Ancak spastisite ve motor fonksiyonlar açısından bir fark yaratmadığı ortaya konmuştur. Omuz subluksasyonu bulunan 30 hemiplejik hastayla yapılan bir başka çalışmada ise Hayner'in geliştirdiği California tri-pull bantlama tekniği uygulanmıştır. Hayner'in omuz subluksasyonunda, günlük yaşam aktivitelerinde üst ekstremitenin kullanımında ve aktif eklem hareketlerinde artış sağladığını iddia ettiği bu metotta rijit bant, deltoidin insersiyosunun hemen altından 3 yönde yukarı çekme yapacak şekilde spina skapula, glenoid fossa ve klavikulaya uzanır (Resim 18.3). Çalışmalar, bu metodun omuz ağrısında, aktif omuz fleksiyonunda ve proksimal kol fonksiyonlarında artış yarattığını gösterirken, omuz subluksasyonunda bir değişiklik yaratmadığını tespit etmişlerdir.



Resim 18.3. İnmeli hastalarda omuz subluksasyonu için uygulanmış bir rijit bantlama uygulaması (Chatterjee, Hayner et al. 2016).

Güncel bir sistemik derlemede, inme hastalarında omuza uygulanan rijit ve elastik bantlama metotlarının omuz ağrısını, subluksasyon riskini azalttığı, motor kontrolü geliştirdiği ve etkilenmiş üst ekstremitenin hareket ve koordinasyonuna katkı sağladığı bildirilmiştir. Bu bilimsel kanıtlar, erken dönemde omuz stabilizasyonuna ve skapulo-humeral bölgeye katkı veren kasların aktivitesini fasilite etmek amaçlı bantlamanın fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında yer almasının faydalı olacağını düşündürmektedir. Benzer olarak, doğumsal brakial pleksus yaralanmasında hipotoninin hakim olduğu üst ekstremitenin fonksiyonlarını arttırmak, subluksasyon riskini azaltmak amacıyla skapula stabilizasyonunu geliştirecek rijit bantlama uygulamaları sıklıkla kullanılmıştır. Serebral palsili çocuklarda gövde bantlamasının ise çocukların kaba motor fonksiyonları ve postural kontrolü geliştirebileceği hipotezine dayandırılan bir çalışmada rijit bantlamanın olumlu sonuçlar yaratmadığı belirlenmiştir (Resim 18.4).



Resim 18.4. Gövdeye uygulanmış bir rijit bantlama (Footer 2006).

Kalça kaslarının zayıflığı yürüme parametrelerini, dengeyi ve ayak bileği spastisitesini etkileyen bir durumdur. Bir çalışmada inme sonrası zayıf kalça abduktörleri özellikle karşı ekstremitenin adım uzunluğunu etkileyen bir faktör olduğuna ve özellikle yürüme hızında hemiplejik hastalarda kalça abduktörlerinin zayıflığının önemine vurgu yapmışlardır. Bu sebeple, kalça abduktörlerine yapılan bantlama, Thera togs ve yürüme yardımcısının hemiplejik hastaların kalça abduktör aktivitesi ve yürüme parametreleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Thera togs ve bantlamanın bastona göre daha iyi sonuçlar yarattığı ortaya çıkmıştır (Resim 18.5). İnmeli hastalarda adım uzunluğunu ve diğer yürüme parametrelerini etkileyen diğer bir faktör de yetersiz kalça ekstansiyonudur. McConnell tarafından tanımlanmış olan gluteus maksimus kası hatlarını içine alan bantlamanın anlık etkisi de araştırılmıştır. Sham bantlama ve kontrol grubuna kıyasla yürüme hızı, yürüme sırasındaki kalça ekstansiyon açısı, etkilenmemiş taraf adım uzunluğunda gluteus maksimus bantlamasının daha etkin olduğu bildirilmiştir. McConnell'ın hipotezine göre gluteus maksimus bantlaması kasın gövdesini yükseltip, gerim yaratarak kas liflerinin oryantasyonunu değiştirmektedir. Bu değişim aktin ve miyozin arasındaki hareketi geliştirerek çapraz köprü oluşumuna katkı sağlamaktadır. Bunların klinik sonucu olarak gluteus maksimusun daha güçlü kasılması ve kalça ekstansiyonunu artması beklenmektedir. Ancak rijit bantlama ve sham bantlamanın anlık etkisinin araştırıldığı bir çalışmada etkilenmiş bacak yürüme hızında ve adım uzunluğunda anlamlı olmayan minimal bir değişiklik saptanmıştır. Çalışmaların sonuçları motor öğrenme teorisine uygun olarak, bu bantlamaların pelvisin stabilizasyonunu arttırarak yürümede etkilenmiş kalçanın açılarında ve karşı taraf yürüme parametrelerindeki gelişmeler yaratmış olabileceğini düşündürmektedir.



Resim 18.5. Kalça abduktörlerinin fasilitasyonu amacıyla uygulanmış rijit bantlama (Maguire, Sieben et al. 2009).

Elastik Bantlama ve Tonus Bozukluklarında Kullanımı

Elastik bantlama, kullanılan bantın yapısı ve uygulanan yöntemle rijit bantlamadan ayrılan diğer bir bantlama metodudur. Farklı teknikler içeren ve elastik bantların kullanıldığı bir yaklaşımdır. Rijit bantlamaya göre daha popüler kullanılmasının bantın esneyebilen, ince ve insan derisine uyumlu, suya daha dayanıklı ve konforlu yapısından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca eklem hareket açıklığını kısıtlamıyor olması rijit bantlamaya göre bir avantaj olarak kabul edilmektedir. Kinesio tape™, Dynamic Tape™, KT-Tape™, SpiderTech™ and Cure Tape™ gibi farklı bantlar ve metotlar elastik bantlama teknikleri olarak kullanılmaktadır. Dr. Kenzo Kase tarafından geliştirilen "Kinesio Taping®" en bilinen ve sık kullanılan elastik bant ve bantlama yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bantlar cilde direkt olarak uygulanabilirler. Elastik bantlama aşağıdaki amaçlarla fizyoterapiye ek olarak kullanılabilir:

- Ağrıyı azaltmak
- Mikrodolaşımı arttırmak
- Proprioseptif girdiyi arttırmak
- Kas aktivitesinin fasilitasyonu veya inhibisyonunu sağlamak
- Fasya dizilimini geliştirmek
- Eklem ve yumuşak dokuları desteklemek.

Elastik bantlamanın etki mekanizması temelde iki hipoteze dayandırılmaktadır. İlk teoriye göre bant, uygulandığı bölgede derinin altındaki basıncın azaltır. Bu kemorespertörleri uyararak ağrının ve enflamasyonun azalmasını sağlar. Ayrıca, periferal dolaşımı arttırarak mekanoreseptörleri uyararak ağrı algısının azalmasını sağladığı bildirilmektedir. Bu kas ve deri arasındaki alanda genişlemenin lenfatik dolaşımı arttırdığı da iddia edilmektedir. Bir diğer teori ise elastik bantların direkt cilt ile temasının reseptör ve proprioseptörler yoluyla duyusal sistemi etkilediğidir. Reseptörler yoluyla kas ve fasya gibi kuvvetlere yön veren yapılarda değişiklik yarattığı düşünülmektedir.

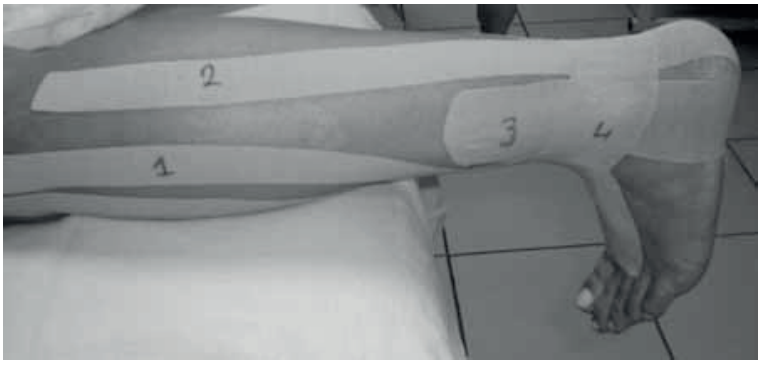
Elastik bantlar gözenekli, hava ve sıvı geçirir, terlemeye imkan verir, hızla kurur ve bu özellikleriyle 3-7 gün süreye kadar kullanılabilmektedir. Uygulamadan önce cilt temizlenmeli, tüyler tıraş edilmelidir. Bant ıslanırsa pamuklu bir bez/havluyla kurutulmalıdır. Bu bantlar kendi boyunun yaklaşık olarak %140'ı kadar uzayabilmektedir. Ancak yüksek miktarda gerim uygulamak ciltte tahrişe yol açabilir. Bantların hastanın cildine alerji yapıp yapmayacağı uygulamadan bir gün önce önkolun iç kısmına küçük bir elastik bant parçası yapıştırılarak kontrol edilebilir. Kızarıklık, kaşıntı veya rahatsızlık durumunda bantın yağ/su ile çıkarılması gereklidir. Kas tekniği, ligament tekniği, fonksiyonel ve fasya düzeltme tekniği olmak üzere amacına göre farklı teknikler uygulanmaktadır.

Elastik bantlamanın hipertonus üzerine etkileri

Elastik bantlama tekniklerinin spastisite üzerine etkisi rijit bantlama tekniklerine göre daha yaygın olarak literatürde araştırılmıştır. Özellikle kinezyolojik bantlamanın sağlıklı insanlar üzerinde somatasensöryal girdileri arttırdığının ve kas tonusunun göstergelerinden biri olan H-refleksin amplitüdünü azalttığının belirlenmesi ile pek çok tonus bozukluğuna sebebiyet veren nörolojik hastalık üzerine çalışmalar yoğunlaşmıştır. Hipertonusta, nöral ve biomekaniksel faktörlerin tamamı dikkate alınarak uygulanan bütüncül yaklaşımlar geleneksel fizyoterapi rehabilitasyon programlarında gözönünde bulundurulmaktadır, benzer kurallar kinezyolojik bantlama uygulamalarında da önem kazanmaktadır. Odaklanmanın sadece spastik kasta olmaması gerektiği, yumuşak dokuda meydana gelen yapışıklıklar, eklemlerdeki değişiklikler, arterial ve venöz dolaşımdaki problemler gibi tüm diğer faktörler de bantlama planlanırken dikkate alınmalıdır.

Hipertonusta kinezyolojik bantlama uygulamalarını sık olarak inme, spinal kord yaralanması ve serebral palsi tanılı hastalarda görmekteyiz. Güncel bir çalışmada, kronik inkomplet spinal kord yaralanması olan yedi sporcuya diz ekstansör spastisitesinin inhibisyonu amacıyla kinezyolojik bantlama tekniği uygulanmıştır. Kinezyolojik bantlamanın germe refleksi, 100 metre yüzme performansı ve hissedilen spastisite skoru parametrelerinde plasebo bantlamaya göre daha iyi sonuçlar yarattığı belirlenmiştir. Bir diğer spinal kord yaralanması olan hastalar ile yapılan çalışmada, 1 hafta arayla 48 saat süreli olarak ayak bileği plantar fleksör kasları üzerine "Y" biçiminde kinezyolojik bant ve konvansiyonel ipek bant uygulanarak spastisite, klonus, eklem hareket açıklığı, ağrı, denge ve yürüme üzerine etkileri karşılaştırılmıştır. Kinezyolojik bantlamanın somatosensoriyal etki yoluyla spastisite, klonus, denge, yürümenin kinematik parametreleri ve ayak bileği dorsifleksör kaslarının EMG aktivitesi üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkarmıştır. Çalışmada kinezyolojik bant gerim uygulanmaksızın ayak bileği 90° dorsifleksiyon pozisyondayken, ayak bileği plantar fleksör kaslarının insersiyosundan origosuna doğru uygulanmıştır. Kinezyolojik bantlama metotlarında insersiyodan origoya doğru uzanan bantlama uygulamaları kasların inhibisyonu amacıyla kullanılmaktadır. Çalışmanın sonuçları spinal kord yaralanması sonrasında elastik bantlamanın tonus inhibisyonuna ve fonksiyonlara etkisi olduğunu göstermektedir. Öte yandan, bir başka çalışmada botulinum toksin A enjeksiyonu sonrası, kronik inmeli hastalara "I" bant ile ayak bileği plantar fleksörleri inhibe, dorsifleksörleri fasilite etme ve subtalar eklemi stabilize etme amacıyla toplam 4 bant uygulanmıştır (Resim 18.6). Kontrol grubuna ise sham bantlama uygulaması yapılmıştır. Altı ayın sonunda iki grup arasında yürüme hızı, adım uzunluğu, ayak bileği spastisitesi ve eklem hareket açıklığı açısından fark tespit edilmediği bildirilmektedir. Benzer metotla bantlama uygulamasının kısa süreli etkisini araştıran çalışmalar ise bu bantlama metodunun

inmeli hastalarının eklem pozisyon hissini ve dengelerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Ayak bileği eversiyonu için kinezyolojik bant mekanik korreksiyon tekniği, plasebo bant ve bantsız olarak inmeli hastalarda yürüme parametreleri incelendiğinde kinezyolojik bantlamanın akut etkisinin diğer gruplara kıyasla daha iyi olduğu ortaya konmuştur. Çalışmada kinezyolojik bantlamanın etkisi talusu posteriora doğru pozisyonlanmanın yarattığı mekanik etkiye bağlı gerçekleşen eversiyon ve dorsifleksiyonun yanı sıra, elastik bant yapısının eklem hareketlerinde sınırlılık yaratmamasına ve bantın proprioseptif girdiyi etkilemiş olmasına bağlanmıştır. Güncel iki sistematik derlemenin sonuçları da inmede yürüme ve denge sorunları gibi alt ekstremiteye yönelik fonksiyonel kısıtlılıklarda konvansiyonel tedavilere ek olarak uygulanan ayak- ayak bileği bantlamaları dışında quadriceps ve gluetal kaslara uygulanan kinezyolojik bantlamanın da olumlu etkilerini ortaya koymuştur. Ancak her iki derleme de az sayıda ve düşük kalitede çalışmalar yer aldığı için kinezyolojik bantlamanın inmeli hastalarda alt ekstremite performansına kesin etkisinden söz edilemeyeceğini belirtmiştir.



Resim 18.6. Kronik inmeli hastaya ayak bileği plantar fleksörlerine inhibisyon, dorsifleksörleri fasilitasyon ve subtalar eklemin stabilizasyonu amacıyla yapılmış bir esnek bantlama uygulaması (Karadag-Saygi, Cubukcu-Aydoseli et al. 2010)

Alt ekstremitede tonus ve hareket bozukluklarına bağlı olarak fonksiyonel kısıtlılıklar yaşayan bir diğer hasta grubu serebral palsi tanılı hastalarda da temel yaklaşımlara ek olarak elastik bant uygulamaları fonksiyonelliğin arttırılması için kullanılmıştır. Güncel bir çalışmada, rektus femoris kasına Y bant şeklinde fasilitasyon tekniği kullanılarak kinezyolojik bant, plasebo bant ve bant olmayan durumda üç değerlendirme yapılmıştır (Resim 18.7). Alçak, normal ve yüksek bir sandalyeden oturma kalkma manevrası sırasında süre, EMG, gövde, kalça, diz ve ayak bileği kinematikleri değerlendirilmiştir. Kinezyolojik bantlamanın oturma kalkma süresindeki etkisi düşükken,

diğer tüm parametrelerde her iki gruba göre unilateral serebral palsili çocuklarda akut olarak avantaj sağladığı sonucuna varılmıştır. Genel olarak, bu sonuçların kinezyolojik bantlama ile artan taktil uyarıya bağlı oluşabileceğini bildirmişlerdir. Alt ekstremite ve gövdede görülen kinematik değişiklikleri ise rektus femorisin yetersizliliğinin azalması sonucunda diğer bölgelerde görülen kompansatuar hareketlerin azalmasına bağlı olduğunu iddia etmişlerdir. Sadece 4 serebral palsili çocuğun değerlendirildiği bir çalışmada quadriceps femoris ve tibialis anterior kaslarına fasilitasyon tekniği kullanılarak kinezyolojik bantlama uygulanmış ve sonuçlar bant uygulaması yapılmayan grupla karşılaştırılmıştır. Kinezyolojik bantlamanın anlık etkisinin incelendiği bu çalışmada da otur-kalk hareketi sırasındaki kinematik incelemenin yanı sıra pediatrik denge skalası ve zamanlı kalk yürü testleri de değerlendirilmiştir. Pediatrik denge skalası dışındaki tüm parametrelerde kinezyolojik bantlamanın üstün olduğu bildirilmiştir. Anlık etki olmasına karşın ilk çalışmanın aksine bu çalışmada fonksiyonellik üzerine etki olduğu tespit edilmiştir.

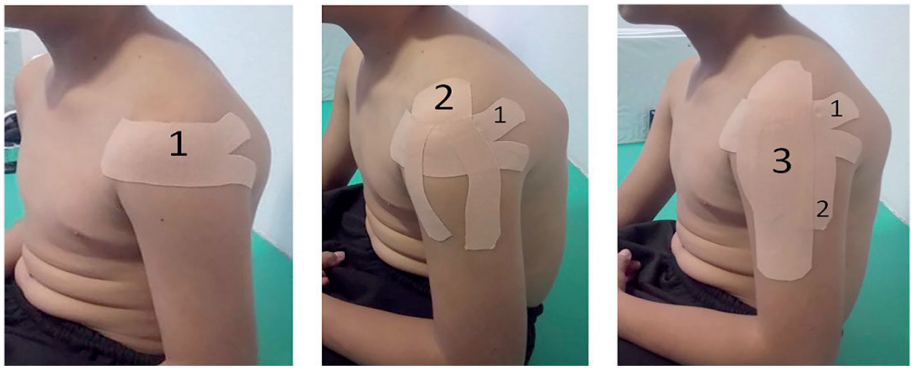


Resim 18.7. Quadriceps femoris kasının aktivitesini arttırmak amacıyla uygulanmış Y şeklinde kinezyolojik bantlama (dos Santos, Visicatto et al. 2019).

Üst ekstremitede elastik bantlama yaklaşımları tonus bozukluklarında eklemlerin stabilizasyonun arttırılması, ağrının azaltılması, kuvvetsiz kasların fasilitasyonu veya spastisite inhibisyonu amacıyla uygulanmaktadır. En sık omuz, el bileği, parmak eklem bölgeleri ve ilişkili kaslar üzerine yapılmış uygulamalar karşımıza çıkmaktadır. 2021 yılında kinezyolojik bantlamanın hemiplejik hastaların omuz ağrısına üzerine etkisini inceleyen randomize kontrollü çalışmaları derleyen bir meta-analiz yayınlanmıştır. Bu meta-analiz hemiplejik hastalarda kinezyolojik bantlamanın omuz subluk-

sasyonunu azalttığı, omuz ağrısı gelişmiş hastalarda üst ekstremite fonksiyonlarını ve günlük yaşam aktivitelerini geliştirdiği açıkça belirtilmiştir. Gerim yapılmadan uygulanan bantın deri yoluyla verdiği sürekli mekanik girdinin ağrının azalmasını sağlamış olabileceği iddia edilmiştir. Ayrıca omuz üzerine yapılan bantlamanın üst ekstremitenin tamamında fonksiyonel bir kazanç sağladığı teyit edilmiştir. Klinik olarak, proksimal eklemlerin ve hatta gövdedeki kuvvet, stabilizasyon ve koordinasyon kayıplarının distal eklemlerde fonksiyonları olumsuz olarak etkilediği bilinmektedir. Omuz bantlamalarının günlük yaşam aktiviteleri ve üst ekstremite fonksiyonları üzerine etkisi bu yaklaşıma dayandırılmaktadır. Kinezyolojik bantlamanın omuz ekleminde hareketi sınırlaması, duyusal girdi sağlaması, kas aktivitesini fasilite etmesi ve fasyanın dizilimini düzenlemesi gibi etkileri yoluyla fonksiyona destek verirken inmeli hastalarda omuz subluksasyonu ve yumuşak doku yaralanmalarının önlemeye yardımcı olduğu varsayılmaktadır.

Serebral palsili çocuklarda omuz eklemine mekanik korreksiyon, deltoid kas aktivitesine fasilitasyon ve omuz abduktör kaslarınına destek sağlayacak fonksiyonel korreksiyon bantlamalarının anlık etkisi bir çalışmada incelenmiştir (Resim 18.8). Hareket analiziyle 90° omuz fleksiyonu üzerinde uzanma aktiviteleri değerlendirildiğinde gövde, kol ve el hareketlerinin akıcılığında artış, omuz fleksiyonu için gerekli eklem torklarında ve enerji harcamasında azalma gerçekleştiği bildirilmiştir. Ayrıca üst ekstremite fonksiyonları hakkında bilgi veren kutu-blok testinde de olumlu etkiler tespit edilmiştir. Kontrol grubunda ise bu etkiler görülmemiştir.



Resim 18.8. Serebral palsili hastada omuz eklemine mekanik korreksiyon, deltoid kas aktivitesine fasilitasyon ve omuz abduktör kaslarınına fonksiyonel korreksiyon uygulaması (García-Hernández, Corona-Cortés et al. 2019).

Ülkemizden bir çalışmada bütüncül bir yaklaşımla serebral palsili çocuklara 12 hafta boyunca üst ve alt ekstremiteye geleneksel nörogelişimsel tedaviye ek olarak kinezyolojik bantlama uygulanarak otur-kalk manevrası, fonksiyonel bağımsızlık, kas kuvvet testleri ve kaba motor fonksiyonlar değerlendirilmiştir. Kinezyolojik bantlama olarak, el bileği ekstansiyonu için "button-hole" şeklinde space korreksiyon tekniği, skapula stabilizasyon ve postüral kontrol için "I" bant ile fasya korreksiyon tekniği, el bileği supinasyonu desteği için "I" şeklinde kas tekniği, kalça abduksiyonun fasilitasyonu için "I" bant ile kas fasilitasyon tekniği, diz hiperekstansiyonunu önlemek ve dorsifleksiyonu sağlamak için fonksiyonel korreksiyon tekniği uygulanmıştır. 12 haftalık tedavinin sonunda kontrol grubuna göre kinezyolojik bantlamanın serebral palsili çocuklarda proprioseptif geribildirimi arttırdığı, fiziksel uygunluğu, kaba motor fonksiyonları ve günlük yaşam aktivitelerini geliştirdiği ortaya konmuştur. Ayrıca, serebral palsili çocuklarda spastik el için sadece baş parmağı pozisyonlayan kinezyolojik bantlamanın da üst ekstremite fonksiyonlarını geliştirdiğini gösteren araştırmalar mevcuttur. Nörogelişimsel tedaviye ek olarak el bileği ve parmak ekstansörlerine uygulanan kinezyolojik bantlamanın 10 haftalık tedavi sonunda kaba motor fonksiyon seviyesinde değişiklik yaratmadığı ancak spastisite, eklem hareket açıklığı ve fonksiyonel yeteneklerde ilerleme sağladığı tespit edilmiştir. Çalışmacılar, ekstremitelerin pozisyonu ve kuvvetlerin oluşturulması açısından kutanöz duyusal sistemin hareketlerin kontrolünde, planlanmasında ve akıcılığındaki önemine vurgu yaparak kinezyolojik bantlamanın mekanoreseptörler yoluyla etki yaratabileceğini veya mekanik olarak pozisyonlamanın etkisi olabileceğini savunmuşlardır. Benzer bir çalışma anlayışıyla inmeli hastalarda üst ekstremiteye görev odaklı motor öğrenme yaklaşımına ek olarak omuz, dirsek, el bileği ve parmaklara kinezyolojik bantlama uygulamaları 12 seans uygulandığında üst ekstremite fonksiyonları ve seçici hareket paternlerinde olumlu değişiklikler kaydedilmiştir. Sadece el bileği ekstansörlerine fasilitasyon amacıyla yapılan elastik bantlamanın da kutu-blok testi ve dokuz delikli peg testi gibi ince motor beceri gerektiren aktivitelerde inme hastaları için fark yarattığı belirlenmiştir.

Nörolojik etkilenimli hastalarda fonksiyonel durumu ve bağımsızlığı etkileyen bir diğer faktörde gövdenin kontrolüdür. Gövdenin kontrolü ve dinamik denge ile ilgili sorunlar nörolojik etkilenimli hastalarda fiziksel aktivite ve günlük yaşam aktivitelerine katılımı azaltmaktadır. Bu hedeflerle serebral palsi ve inmeli hastalarda gövdeye uygulanan elastik bantlamanın etkileri araştırılmıştır. Her iki hasta grubunda da akut olarak kinezyolojik bantlamanın ayakta ve oturma pozisyonunda statik ve dinamik dengenin gelişmesine ve postüre katkı sağladığı gösterilmiştir. Uzun vadeli gövdeye uygulanan kinezyolojik bantlamanın oturma dengesine katkısı olsa da fonksiyonel duruma katkı sağlamadığını bildiren çalışmalar da mevcuttur. Gövde bantlamasının etkileri genellikle bilateral paraspinal kaslara fasilitasyon teknikleri açısından incelen-

miştir (Resim 18.9). Kanıtlar yetersiz olsa da gövde bantlamalarının inme ve serebral palsili hastalarda ek fizyoterapi programında bir yöntem olarak kullanılabileceği savunulmaktadır.



Resim 18.9. Serebral palsili çocuklarda uygulanmış paraspinal kinezyolojik bantlama uygulaması (Partoazar, Ganji et al. 2020).

Elastik bantlamanın hipotonus üzerine etkileri

Elastik bantlamanın kas aktivitesinin ve eklem stabilizasyonunu arttırmaya yönelik teknikleri hipotonus gelişmiş hastalarda etkili olabileceğini akla getirmektedir. Ayrıca, tonus azalmasına sıklıkla eşlik eden duyusal bozukluklar da elastik bantlamanın deri üzerinden yarattığı uyarılarla etkin olabileceğini düşündürmektedir.

Hipotonus denilince ilk akla gelen hastalık grubu olan Down sendromlu çocuklarla yapılmış bir pilot çalışmada servikal bölgeye, omuz ve çevresine, el bileği ve parmak ekstansörlerine iki hafta süresince bantlama uygulanmış ve çocuklar kağıda belirlenmiş şekillleri kopyalarken hareket analizi yapılmıştır. Kinezyolojik bantlamanın Down sendromlu çocuklarda duyusal girdiyi arttırarak motor komutun akıcılığı ve düzgünlüğünü arttırdığına dair kanıtlar elde etmişlerdir.

Multipl skleroz tanılı hastalarda denge sorunları sıklıkla görülen bir problemdir. Ayak bileği stabilizasyonu ve gastroknemius kasının aktivitesinin az olmasının denge sorunlarına katkısı vardır. Araştırmacılar, multipl sklerozlu hastalara "I" bant şeklinde %50-75 gerim ile gastroknemius kasına 4 gün süreli kinezyolojik bantlama sonrasında denge parametrelerinde anlamlı değişiklikler saptamışlardır (Resim 18.10). Kinezyolojik bantlamanın multipl sklerozlu hastalarda alt ekstremite zayıflığından kaynaklanan azalmış plantar fleksiyon gücüne arttırmada rol oynamış olabileceğini veya deri üzerinden girdi sağlayarak postural kontrole katkı sağlamış olabileceğini iddia etmiş-

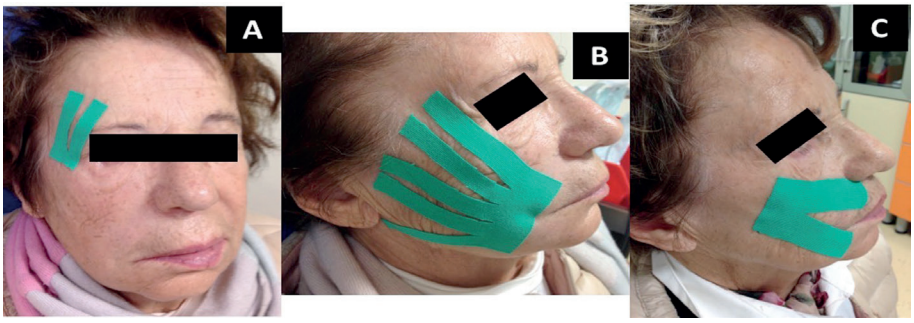
lerdir. Multipl sklerozlu hastalarda alt ekstremite zayıflığına kinezyolojik bantlamayla müdahale eden bir diğer çalışmada, hastalara kuvveti arttırmak amacıyla quadriceps femoris kasına 5'er gün süreyle 5 kez elastik bantlama ve plasebo bantlama yapılarak altı dakika yürüme mesafesi, quadriceps femoris ve hamstring kaslarının tork değerleri incelenmiştir. Hem tedavi öncesi-sonrası değişimde hem de tedaviden iki ay sonraki değerlendirmelerde kinezyolojik bantlamının daha iyi sonuçlar yarattığı tespit edilmiştir. Nöromüsküler bantlamanın deri üzerinden yaptığı basınç ile kutanöz mekanoreseptörleri etkileyerek fizyolojik değişiklikler sağladığı düşünülmektedir.



Resim 18.10. Multipl sklerozlu hastada uygulanmış plantar fleksör bantlaması (Cortesi, Cattaneo et al. 2011).

Hastalarda tonusta azalmaya yol açan bir hastalık grubu da musküler distrofilerdir. Bantlama tedavilerinin musküler distrofilerde kullanımı ile ilgili çok az sayıda çalışma mevcuttur, ülkemizden iki güncel çalışma bulunmaktadır. İlk çalışma fasiyoskapulohumeral musküler distrofili hastalara skapula stabilizasyonu amacıyla uygulanan elastik bantlamanın etkisini araştırmıştır. Bantlamanın skapular planda kolun öne elevasyonu sırasında skapula kinematiklerinde bir değişiklik yaratmadığı ortaya konmuştur. Duchenne musküler distrofili çocukların erken dönemde mobilite seviyelerine elastik bantlamanın etkisini araştırmak için diz ekstansörlerine Y bantlama ve ayak bileği dorsifleksörlerine "I" şeklinde kinezyolojik bantlama uygulanarak değerlendirilmiştir. Altı dakika yürüme testi mesafesi, 4 basamak çıkma, 10 metre yürüme süresi, yürüme ve denge parametrelerinde (zamanlı kalk-yürü testi, pediatrik denge skalası, tek ayak üzerinde durma testi) bantlama sonrasında olumlu gelişmeler tespit edilmiştir. Kinezyolojik bantlamanın kaslara propriyoseptif girdileri arttırmasıyla fonksiyonel durumu etkileyebildiği düşünülmüştür.

Elastik bantlamanın farklı bir kullanım alanı da yüze kas aktivitesini arttırma amacıyla yapılan uygulamalardır. Klinikte sıklıkla kullanılsa da bu konuyla ilgili literatürde az sayıda çalışma vardır. Salya kontrolü olmayan nörolojik problemli çocuklarda yapılan bir çalışmada konuşma terapisine ek olarak haftada 2 kez orbikülaris oris kaslarına 1 ay boyunca kinezyolojik bantlama yapılmıştır. Tedavinin 15. ve 30. gününde yapılan değerlendirmelerde bütün oral motor ve salya akıntısı ile ilgili parametrelerde anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir. Yüze bantlama yapılan bir diğer hasta grubu da Bell's Palsy tanılı hastalardır. Geleneksel olarak fasiyal paralizide kullandığımız proprioseptif nöromusküler fasilitasyon tekniğine ek olarak uygulanan kinezyolojik bantlamanın etkisi araştırılmıştır. Kinezyolojik bantlama uygulanan hastaların hem iyileşme süresi hem de mimik hareketleri yalnız egzersiz uygulanan hastalara göre tedavi sonunda daha iyi sonuçlar göstermişlerdir (Resim 18.11).



Resim 18.11. Bell's Palsy hastalarında kinezyolojik bant uygulamaları (Di Stadio, Gambacorta et al. 2020).

SONUÇ

Sonuç olarak, tonus bozuklukları olan hastalarda bantlamanın üst ekstremite fonksiyonları, kaba motor beceriler, postüral kontrol, kas dengesi, dinamik fonksiyonel aktiviteler ve günlük yaşam aktivitelerindeki performansı üzerine olumlu etkisi olduğu sistemik derlemelerde bildirilmiştir. Ancak, çalışmalarda farklı bantlama tekniklerinin kullanıldığı ve hasta gruplarının homojen olamaması gibi sorunlar hala mevcuttur. Bantlamanın etkisinin kesin kanıtlarla ortaya konması, etkin kullanım süresinin belirlenmesi ve protokollerin oluşturulması için daha fazla metodolojik çalışmaya ihtiyaç vardır. Klinikte, bantlamanın tonus bozukluklarında kullanımı için hastanın ihtiyacı doğru olarak belirlenmeli, amaca yönelik teknik seçimi yapılmalı ve uygulanan tekniğin kuralları mutlaka gözetilmelidir. Hastanın sonuçlarının ve hastanın cilt bütünlü-

günün takibi hastaya spesifik olarak bantlamanın etkinliği konusunda yardımcı olacağı akılda tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Acıkbas, E., Tarakcı, D., & Budak, M. (2020). Comparison of the effects of Kinesio tape and neuromuscular electrical stimulation on hand extensors in children with cerebral palsy. International Journal of Therapy And Rehabilitation, 1-12.
2. Alexander, C., S. Stynes, A. Thomas, J. Lewis and P. Harrison (2003). Does tape facilitate or inhibit the lower fibres of trapezius? Manual therapy, 8(1): 37-41.
3. Alexander, C. M., M. McMullan and P. J. Harrison (2008). What is the effect of taping along or across a muscle on motoneurone excitability? A study using triceps surae. Manual therapy 13(1): 57-62.
4. Aydin Yağcioğlu, G., Alemdaroğlu Gürbüz, İ., Karaduman, A., Bulut, N., & Yilmaz, Ö. (2020). Kinesiology Taping in Duchenne Muscular Dystrophy: Acute Effects on Performance, Gait Characteristics, and Balance. Developmental Neurorehabilitation, 1-6.
5. Baricich, A., Carda, S., Bertoni, M., Maderna, L., & Cisari, C. (2008). A single-blinded, randomized pilot study of botulinum toxin type A combined with non-pharmacological treatment for spastic foot. Journal of rehabilitation medicine, 40(10), 870-872.
6. Bdaiwi, A. H., Mackenzie, T. A., Herrington, L., Horlsey, I., & Cools, A. (2017). The effects of rigid scapular taping on acromiohumeral distance in healthy shoulders: an observational study. Journal of sport rehabilitation, 26(1), 51-56.
7. Carda, S., Invernizzi, M., Baricich, A., & Cisari, C. (2011). Casting, taping or stretching after botulinum toxin type A for spastic equinus foot: a single-blind randomized trial on adult stroke patients. Clinical rehabilitation, 25(12), 1119-1127.
8. Carda, S., & Molteni, F. (2005). Taping versus electrical stimulation after botulinum toxin type A injection for wrist and finger spasticity. A case—control study. Clinical rehabilitation, 19(6), 621-626.
9. Castaño, P. R. L., Laiseca, Y. A. R., Suárez, D. P. M., Papamija, D. B. C., & Urriago, G. E. L. (2020). Effects of kinesiotaping combined with the motor relearning method on upper limb motor function in adults with hemiparesis after stroke. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24(4), 546-553.
10. Chatterjee, S., Hayner, K. A., Arumugam, N., Goyal, M., Midha, D., Arora, A., Sharma, S., & Kumar, S. P. (2016). The California Tri-pull Taping Method in the Treatment of Shoulder Subluxation After Stroke: A Randomized Clinical Trial. North American journal of medical sciences, 8(4), 175–182. https://doi.org/10.4103/1947-2714.179933
11. Cho, Y. H., Cho, K. H., & Park, S. J. (2020). Effects of trunk rehabilitation with kinesio and placebo taping on static and dynamic sitting postural control in individuals with chronic stroke: A randomized controlled trial. Topics in Stroke Rehabilitation, 1-10.
12. Cortesi, M., Cattaneo, D., & Jonsdottir, J. (2011). Effect of kinesio taping on standing balance in subjects with multiple sclerosis: A pilot study. NeuroRehabilitation, 28(4), 365–372. https://doi.org/10.3233/NRE-2011-0665
13. Costantino, C., Pedrini, M. F., & Licari, O. (2016). Neuromuscular taping versus sham therapy on

muscular strength and motor performance in multiple sclerosis patients. Disability and Rehabilitation, 38(3), 277-281.

14. Cunha, A. B., Lima-Alvarez, C. D. D., Rocha, A. C. P., & Tudella, E. (2018). Effects of elastic therapeutic taping on motor function in children with motor impairments: a systematic review. Disability and Rehabilitation, 40(14), 1609-1617.
15. da Costa, C. S. N., Rodrigues, F. S., Leal, F. M., & Rocha, N. A. C. F. (2013). Pilot study: Investigating the effects of Kinesio Taping® on functional activities in children with cerebral palsy. Developmental neurorehabilitation, 16(2), 121-128.
16. Savcun Demirci, C., Onursal Kılınç, Ö., Yıldız, T. İ., Ayvat, E., Ayvat, F., Turgut, E., Düzgün, İ., Aksu Yıldırım, S., & Kılınç, M. (2019). Effect of taping on scapular kinematics of patients with facioscapulohumeral muscular dystrophy. Neurological sciences : official journal of the Italian Neurological Society and of the Italian Society of Clinical Neurophysiology, 40(8), 1583–1588. https://doi.org/10.1007/s10072-019-03846-y
17. Deng, P., Zhao, Z., Zhang, S., Xiao, T., & Li, Y. (2021). Effect of kinesio taping on hemiplegic shoulder pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Clinical rehabilitation, 269215520964950. Advance online publication. https://doi.org/10.1177/0269215520964950
18. Di Stadio, A., Gambacorta, V., Ralli, M., Pagliari, J., Longari, F., Greco, A., & Ricci, G. (2020). Facial taping as biofeedback to improve the outcomes of physical rehab in Bell's palsy: preliminary results of a randomized case-control study. European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery, 10.1007/s00405-020-06193-3. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s00405-020-06193-3
19. dos Santos, A. N., Visicatto, L. P., de Oliveira, A. B., & Rocha, N. A. C. F. (2019). Effects of Kinesio taping in rectus femoris activity and sit-to-stand movement in children with unilateral cerebral palsy: placebo-controlled, repeated-measure design. Disability and Rehabilitation, 41(17), 2049-2059.
20. Fonseca Jr, P. R., Nobre, J. B., & da Rocha, J. S. (2018). Evidence about the use of Kinesio Taping in subjects with neurological disorders: an overview of systematic reviews. Physiotherapy Quarterly, 26(4), 4-10.
21. Footer, C. B. (2006). The effects of therapeutic taping on gross motor function in children with cerebral palsy. Pediatric Physical Therapy, 18(4), 245-252.
22. García-Hernández, N., Corona-Cortés, J., García-Fuentes, L., González-Santibañez, R. D., & Parra-Vega, V. (2019). Biomechanical and functional effects of shoulder kinesio taping® on cerebral palsy children interacting with virtual objects. Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 22(6), 676-684.
23. Grampurohit, N., Pradhan, S., & Kartin, D. (2015). Efficacy of adhesive taping as an adjunt to physical rehabilitation to influence outcomes post-stroke: a systematic review. Topics in stroke rehabilitation, 22(1), 72-82.
24. Griffin, A., & Bernhardt, J. (2006). Strapping the hemiplegic shoulder prevents development of pain during rehabilitation: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation, 20(4), 287-295.
25. Grossman, J. A., DiTaranto, P., Price, A. E., Ramos, L. E., Tidwell, M., Papazian, O.,... & Alfonso, I. (2004). Multidisciplinary management of brachial plexus birth injuries: the Miami experience. In Seminars in Plastic Surgery (Vol. 18, No. 4, p. 319). Thieme Medical Publishers.

26. Halseth, T., McChesney, J. W., DeBeliso, M., Vaughn, R., & Lien, J. (2004). The effects of kinesio™ taping on proprioception at the ankle. Journal of sports science & medicine, 3(1), 1.
27. Humpl, D., K. A. Ferry, L. D. Rawlins and K. Tate (2020). Splinting, Taping, and Adaptation. Pediatric Hand Therapy, Elsevier: 57-76.
28. Karadag-Saygi, E., Cubukcu-Aydoseli, K., Kablan, N., & Ofluoglu, D. (2010). The role of kinesiotaping combined with botulinum toxin to reduce plantar flexors spasticity after stroke. Topics in stroke rehabilitation, 17(4), 318-322.
29. Kase, K., P. Martin and A. Yasukawa (2006). Kinesio Taping in Pediatrics: Fundamentals and Whole Body Taping: Infant to Adolescent, Full Color, Step-by-step, Kinesio USA.
30. Kaya Kara, O., Atasavun Uysal, S., Turker, D., Karayazgan, S., Gunel, M. K., & Baltaci, G. (2015). The effects of Kinesio Taping on body functions and activity in unilateral spastic cerebral palsy: a single blind randomized controlled trial. Developmental Medicine & Child Neurology, 57(1), 81-88.
31. Keklicek, H., Uygur, F., & Yakut, Y. (2015). Effects of taping the hand in children with cerebral palsy. Journal of Hand Therapy, 28(1), 27-33.
32. Kilbreath, S. L., Perkins, S., Crosbie, J., & McConnell, J. (2006). Gluteal taping improves hip extension during stance phase of walking following stroke. Australian Journal of Physiotherapy, 52(1), 53-56.
33. Kim, J. Y., J. S. Chung, G. U. Jang, S. Park and J. W. Park (2015). "The effects of non-elastic taping on muscle tone in stroke patients: a pilot study." Journal of physical therapy science 27(12): 3901-3905.
34. Maguire, C., Sieben, J. M., Frank, M., & Romkes, J. (2010). Hip abductor control in walking following stroke—the immediate effect of canes, taping and TheraTogs on gait. Clinical rehabilitation, 24(1), 37-45.
35. Mazzone, S., Serafini, A., Iosa, M., Aliberti, M. N., Gobbetti, T., Paolucci, S., & Morelli, D. (2011). Functional taping applied to upper limb of children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. Neuropediatrics, 42(06), 249-253.
36. Mikami, D. L. Y., Furia, C. L. B., & Welker, A. F. (2019). Addition of Kinesio Taping of the orbicularis oris muscles to speech therapy rapidly improves drooling in children with neurological disorders. Developmental neurorehabilitation, 22(1), 13-18.
37. Mohammadi, R., Khorasgani, M. A., Tabatabaei, M., & Grampurohit, N. (2019). Effects of Elastic Therapeutic Taping on Joint Position Sense of the Ankle in Stroke Survivors. American journal of physical medicine & rehabilitation, 98(9), 830-834.
38. Park, D., & Lee, K. S. (2019). Effects of talus stabilization taping versus ankle kinesio taping in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. Journal of Exercise Rehabilitation, 15(6), 775.
39. Partoazar, B., Ganji, B., Dalvand, H., & Shamsoddini, A. (2020). The effect of trunk kinesio taping on static and dynamic balance and functional mobility in children with cerebral palsy. Sport Sciences for Health, 1-7.
40. Puce, L., Pallecchi, I., Marinelli, L., May, M., Mori, L., Ruggeri, P., & Bove, M. (2020). The Effect of Kinesio Taping on Spasticity: A Randomized, Controlled, Double-Blind Pilot Study in Para-Swimmers. Journal of Sport Rehabilitation, 1(aop), 1-8.

41. Qafarizadeh, F., Kalantari, M., Ansari, N. N., Baghban, A. A., & Jamebozorgi, A. (2018). The effect of kinesiotaping on hand function in stroke patients: A pilot study. Journal of bodywork and movement therapies, 22(3), 829-831.
42. Ravichandran, H., Janakiraman, B., Sundaram, S., Fisseha, B., Gebreyesus, T., & Gelaw, A. Y. (2019). Systematic Review on Effectiveness of shoulder taping in Hemiplegia. Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 28(6), 1463-1473.
43. Rigoldi, C., Galli, M., Celletti, C., Blow, D., Camerota, F., & Albertini, G. (2015). Does neuromuscular taping influence hand kinesiology? A pilot study on Down's Syndrome. La Clinica terapeutica, 166(4), e257-63.
44. Shin, Y. J., Lee, J. H., Choe, Y. W., & Kim, M. K. (2019). Immediate effects of ankle eversion taping on gait ability of chronic stroke patients. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 23(3), 671-677.
45. Santamato, A., Micello, M. F., Panza, F., Fortunato, F., Picelli, A., Smania, N., Logroscino, G., Fiore, P., & Ranieri, M. (2015). Adhesive taping vs. daily manual muscle stretching and splinting after botulinum toxin type A injection for wrist and fingers spastic overactivity in stroke patients: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation, 29(1), 50–58. https://doi.org/10.1177/0269215514537915
46. Şimşek, T. T., B. Türkücüoğlu, N. Çokal, G. Üstünbaş and E. Şimşek İ (2011). The effects of Kinesio® taping on sitting posture, functional independence and gross motor function in children with cerebral palsy. Disability and Rehabilitation, 33(21-22): 2058-2063.
47. Tamburella, F., Scivoletto, G., & Molinari, M. (2014). Somatosensory inputs by application of KinesioTaping: effects on spasticity, balance, and gait in chronic spinal cord injury. Frontiers in human neuroscience, 8, 367.
48. Wang, M., Pei, Z. W., Xiong, B. D., Meng, X. M., Chen, X. L., & Liao, W. J. (2019). Use of Kinesio taping in lower-extremity rehabilitation of post-stroke patients: A systematic review and meta-analysis. Complementary Therapies in Clinical Practice, 35, 22-32.
49. Yazici, G., Guclu-Gunduz, A., Bayraktar, D., Aksoy, S., Nazliel, B., Kilinc, M., Yildirim, S. A., & Irkec, C. (2015). Does correcting position and increasing sensorial input of the foot and ankle with Kinesio Taping improve balance in stroke patients?. NeuroRehabilitation, 36(3), 345–353. https://doi.org/10.3233/NRE-151223.

Kas Tonusu Bozukluklarında Teknoloji Destekli Rehabilitasyon

19

Doç. Dr. Muhammed Kılınç, Dr. Öğr. Üyesi Ender Ayvat,
Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım

GİRİŞ

Nörolojik hastalıklar sonucu artma, azalma ya da normalden sapma şeklinde ortaya çıkan kas tonusu bozuklukları; hastalarda hareket kısıtlılığına yol açan, aktivite ve katılımı olumsuz etkileyen ve yaşam kalitesini azaltan etkiler açığa çıkarması nedeniyle rehabilitasyon profesyonelleri için başa çıkılması gereken önemli bir sağlık sorunu olarak kabul edilmektedir. Tonus bozukluklarının rehabilitasyonunda; etkilenen kas grupları, tutulum yönü, şiddeti, fonksiyonel yansımaları, etkileyen kişisel ve çevresel faktörler açısından oldukça geniş yelpazede çeşitlilik görülmesi nedeniyle, hastayı merkeze alan bireysel yaklaşım esastır.

Son yıllarda artan sağlık bakım maliyetlerini desteklemek, değerlendirme ve tedavinin etkinliğini artırmak ve profesyoneller üzerine düşen yükü azaltmak amaçları ile rehabilitasyon alanında izlenen en baş döndürücü gelişmeler, yeni teknolojilerin sunduğu etkili yaklaşımlarda yaşanmıştır. Üst ve alt ekstremitelerin fonksiyonlarının yeniden kazanılması için robotik sistemler, düşük ayak ve omuz subluksasyonunu azaltan fonksiyonel elektrik stimulasyonu yaklaşımları, sanal gerçeklik ve gerçek performansı izlemek için giyilebilir sensörler gibi pek çok teknolojik yaklaşım, klinik uygulamalarda giderek yaygınlaşmaktadır. Klinik tedavi yaklaşımlarıyla paralel olarak teknoloji destekli uygulamaların da temel hedefini normal kas tonusu, normal hareket ve fonksiyonun sağlanması oluşturmaktadır.

Bu bölümde; rehabilitasyonda normal hareket, tonus ve fonksiyonun sağlanması amacıyla yaygın olarak kullanılan teknoloji destekli güncel yaklaşımlar tartışılacaktır.

Kas Tonusu Bozuklukluklarının Teknoloji Destekli Değerlendirilmesi

Tonusun değerlendirilmesinde kullanılan biyomekaniksel (Elektrogonyometre vs.) ve elektrofizyolojik yaklaşımların (EMG vs.) yanı sıra deneysel kalan ve henüz klinik kullanımı yeterli olmayan çeşitli hibrit yöntemlerde (Modifiye Tardieu, strecth reflex treshold gibi) kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler, daha çok laboratuar ortamında uygulanmakta olup dolayısıyla klinik ortamlarda kullanıma çok uygun değillerdir. Miyometrik değerlendirme yöntemleri ise bu değerlendirmeler arasında klinik uygulanabilirliği ile ön plana çıkmaktadır.

Kas tonusu veya kasın gerginlik durumu ile elastisite ve sertlik gibi mekanik özelliklerinin objektif ölçümü klinik ortamlarda, tedavi veya eğitim gibi müdahalelerin etkilerinin belirlenmesinde oldukça önemlidir. İskelet kasının tonusunu ve mekanik özelliklerini değerlendirmek için çeşitli teknolojik cihazlar mevcuttur, ancak bazıları klinik olarak daha uygulanabilirdir. Bu cihazlar kasın tonus, kasılma ve mekanik özelliklerin ölçülmesini sağlayan mekanik veya elektriksel olarak uyarılmış kas aktivitesini ortaya çıkarır.

Miyometrik değerlendirme yöntemi olan Myoton (Myoton AS, Estonya ve Myoton Ltd, Londra), kas osilasyonlarının akselerometre tabanlı algılanmasını kullanarak, non-nöral tonus ve mekanik özelliklerin in-vivo, non-invaziv ölçümünü sunar. MyotonPRO, son versiyon Myoton, (Resim 19.1) elle tutulur ve kullanımı nispeten kolaydır, bu da laboratuvar dışında klinik ortamlarında kullanımını uygun hale getirir. Cihaz, önceden ayarlanmış olan kısa bir mekanik darbeyi takiben hızlı bırakma sonrasında kasın ikincil osilasyonunu değerlendirir. MyotonPRO'nun teknolojisi, öncülerinden (eski versiyon myotonlar) farklı olarak üç eksenli akselerometre kullanır ve graviteden etkilenmediği için herhangi bir yönde tutulan cihazla ölçüm yapılmasına izin veren bir sistem kullanır. Önceki cihazlar, probun dikey tutulmasını ve testin yapılabildiği mevcut kasları ve postürleri sınırlandırmayı gerektiriyordu. Bu nedenle, MyotonPRO, daha farklı kaslara erişim sağlar, çünkü prob farklı açılarda uygulanabilir (kas yüzeyine dik olarak kalır).



Resim 19.1. MyotonPro

Myoton ile yapılan çalışmalar, mükemmel intra-rater ve inter-rater güvenirliği ortaya koymaktadır. Cihaz, mükemmel test-tekrar test güvenirliğe sahiptir. Yapılan güvenirlik çalışmalarının sonuçları, miyotonometrenin sağlıklı bireylerde, serebral palsili çocuklarda, inme hastalarında ve Parkinson hastalığı olan bireylerde iskelet kasının viskoelastik parametrelerinin ölçülmesinde oldukça güvenilir olduğunu göstermiştir. Miyotonometrenin yapı geçerliği, sağlıklı bireylerde, üst motor nöron bozukluğu olan hastalarda ve inme geçirenlerde gösterilmiştir.

Miyotonometre ile geleneksel kas tonusu ölçümleri arasındaki temel farklar, tonusun, elastikiyetin ve sertliğin aynı anda ve niceliksel olarak ölçülmesi, değerlendiricilerden etkilenmemesi ve küçük değişiklikleri saptamak için daha hassas olmaları sayılabilir. Miyotonometre, uygun bir büyüklükte ve portatif olması, nispeten ucuz ve geniş bir yelpazede postural veya ekstremite kaslarında uygulanmasının kolay olması gibi avantajlara sahiptir.

Kasın özellikleri, kasta herhangi bir hareket olmadan miyotonometre ile ölçülebilir, bu da hareket kısıtlılığı olan veya hareketle ağrı yaşayan hastalara yardımcı olabilir. Miyotonometrik ölçüm ile dakikalar içinde kas tonusu, elastikiyet ve sertliğin sayısal parametrelerinin diğer yöntemlere göre daha objektif olarak değerlendirilmesine yol açar.

Son yıllarda teknolojinin gelişimiyle birlikte artan robotik cihazlar, tonus bozukluklarında daha çok tedavi amacıyla kullanılmakla birlikte kas tonusunun değerlendirilmesinde de kullanılmaya başlanmış ve umut vaad eden sonuçlar ortaya konmuştur.

Dehen ve ark., yaptıkları çalışma ile son efektör bir üst ekstremite robotu olan REAplan ile inmeli bireylerde spastisitenin bir yansıması olan üst ekstremite direnç kuvvetini değerlendirmişlerdir. Ve spastisitenin klinik skoru olan Modifiye Asworth ile iyi derecede korelasyon gösterdiğini ve spastisite varyasyonlarına iyi yanıt verdiğini ortaya koymuşlardır.

Diğer bir robotik yaklaşım ise el bileği spastisitesini değerlendiren NeuroFlexor'dür. Spastisteyi nöral, elastisite ve viskoelastik komponentleri ile daha ayrıntılı bir şekilde değerlendirme olanağı sağlayan NeuroFlexor'ün bu sayede klinik ve araştırma amaçlı daha faydalı olabileceği görüşü savunulmaktadır.

Kas Tonusu Bozukluklarında Teknoloji Destekli Tedavi Yaklaşımları

1. ROBOTİK YAKLAŞIMLAR

Kas tonusu bozukluklarında çeşitli teknolojik rehabilitasyon uygulamaları geliştirilmesine rağmen kullanım yaygınlığı ve etkinliği daha fazla olması nedeniyle robotik

yaklaşımlar ön plana çıkmaktadır. Geliştirilme ve yaygınlaşması 20 yıl öncesine dayanan rehabilitasyon robotları için bugün sistematik derlemeler, meta analizler, ulusal rehberler ve patolojiye göre önerilen robotik yardımcılar gibi çok sayıda nitelikli çalışma bulunmaktadır.

İnme gibi üst motor nöron hastalıklarında fizyoterapinin temel amacı yoğun eğitim, bol tekrar, hedef odaklı tedaviler ile beyin plastisitesini desteklemektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde robotlarla yapılan 1 seanslık tedavide saatte ortalama 1000 tekrar sayısına ulaşılabilirken klasik yöntemlerde bu sayı 31'de kalması tüm dünyada robotlara olan ilgiyi artırmıştır. Tekrar sayısındaki fazlalık ve bilgisayar karşısında oynanan hedef odaklı oyunlar nöroplastisiteyi destekleyerek hastada doğru iyileşmeyi fasilite etmektedir. Ayrıca yapılan yayınlarda egzersiz tipinden daha çok tekrar sayısının iyileşme ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Robotik yaklaşımların sanal gerçeklik ve oyun tedavileri ile kombine edildiği tedavilerde hem çok yüksek tekrar sayısına ulaşılabilmekte hem de hastanın motivasyonu artmaktadır. Robotik yaklaşımların, motor öğrenme prensiplerinden yoğun eğitim, fazla sayıda tekrar, amaca yönelik tedavi parametrelerinde klasik tedaviye göre üstünlükleri var iken aktif katılım ve çevresel faktörler açısından avantajları sınırlıdır.

Rehabilitasyon robotları üst ve alt ekstremite robotları olarak iki başlıkta incelenmektedir;

a. Üst Ekstremite Robotları

Üst ekstremite robotlarının kullanım alanları incelendiğinde Multiple Skleroz, spinal kord yaralanması gibi tonus bozukluklarında kullanıldığı görülürken, inme hastaları bu alanda başı çekmektedir.

Üst ekstremite robotları pasif, pasif taklit edici, aktif yardımlı, aktif, dirençli, yörünge belirleyici ve düzeltici modlarda kullanılabilmektedir. Bu cihazlar aktivitenin yapılması sırasında hastanın yapabildiği aktivite paternlerinde geri çekilmekte ve yardım etmemekte, yardıma ihtiyacı olduğunda ise ihtiyacı oranında yardım etme özelliği devreye girmektedir. Üst ekstremite robotlarının hemen hemen tamamı sanal gerçeklik veya oyun tedavileri ile kombine edilerek geliştirilmekte ve uygulanmaktadır.

İlk jenerasyon robotlar sadece pasif hareketler yapılabilirken günümüzde pasiften dirençliye, hastanın ihtiyacı oranında yardım edebilen, daha estetik ve akışkan hareketler açığa çıkaran robotlar geliştirilmiştir.

Rehabilitasyon robotları dış iskelet (*exoskeleton*) ve son efektör (*end effector*) robotlar olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Her iki tip de hareketi desteklemek veya yardımcı olmak ve harekete direnç uygulamak veya zorlaştırmak gibi

fonksiyonları yerine getirebilmektedir. Ayrıca bu sistemler genellikle sanal gerçeklik veya beyin arayüz cihazları ile bir arada kullanılmaktadır.

I. Dış İskelet Robotları

Dış iskelet robotları direkt olarak kavradıkları üst ekstremite segmentinin tamamına mekanik güç uygulayarak çalışan ve harekete yardım etme, direnç uygulama veya rehberlik edebilme özelliklerine sahip insan makine etkileşimli cihazlardır. Dış iskelet robotları üst ekstremite eklemleri ile ilişkide olan ve buraya gelen torkları aktuatörler aracılığı ile alıp hareketin daha kolay yapılmasını sağlayan yardımcı cihazlardır.

Dış iskelet robotlarının en önemli avantajı bir hareketi günlük yaşama en yakın şekliyle ve bol tekrarlı, amaca yönelik şekilde pratik etmeye olanak sağlamasıdır.

II. Son Efektör Robotlar

Bu robotlar ekstremitenin distaline mekanik güç uygulayarak çalışan sistemlerdir. Ekstremite proksimalini hastanın kendisinin kontrol ettiği distal fonksiyonlara ise cihazların destek olduğu son efektör robotlar dış iskelete göre daha basit ve uygun maliyetli cihazlardır. Bu cihazlarda oluşabilecek yorgunluğu önleyebilmek adına omuz askı ve destekleri cihazlara eklenebilmektedir.

Üst ekstremite robotik yaklaşımlarının etkinliğini değerlendiren çalışmalara bakıldığında, robotik yaklaşımların üst ekstremite motor kontrolünü ve kas kuvvetini geliştirdiği öne sürülmektedir. Bununla birlikte, bu çalışmalar, robotik yaklaşımlarının üst ekstremite etkilenimi olan kişilerin spastisite gibi vücut fonksiyonu ve yapısına etkisi ile ilgili sınırlı sonuçlara varmıştır. Ayrıca bu yaklaşımları karşılaştırmak mümkün değildir; bazı çalışmalarda robotik yaklaşımlar tek başına kullanılırken bazı çalışmalarda ise diğer yaklaşımlar ile birlikte uygulanmıştır.

2018 yılında yayınlanan meta analiz sonuçlarına göre, inmeli bireylerde üst ekstremiteye yönelik uygulanan robotik yaklaşımlar kullanıldığı 39 randomize kontrollü çalışma incelendiğinde, bunların yalnızca 14'ünde spastisitenin değerlendirildiği görülürken, değerlendirme yöntemi olarakta sadece klinik değerlendirme olan Modifiye Ashwort ölçeğinin kullanıldığı görülmektedir.

Çalışmaların sonuçları incelendiğinde, üst ekstremiteye yönelik robotik yaklaşımların motor kontrol üzerinde düşük düzeyde ve kas kuvveti üzerinde orta düzeyde etkileri bulunurken, spastisite üzerinde kısa, orta veya uzun süreli dönemlerde herhangi bir etkisi bulunmadığı ortaya konmuştur.

Ancak araştırmacılar, robotların spastisite üzerine olan etki eksikliğini, düşük metodolojik kaliteye ve yetersiz tedavi dozu ile süresine bağlamaktadırlar. Mevcut düşük

kaliteli kanıtlar, tahmin edilen etkilerin gelecekteki yüksek kaliteli çalışmalarla değişebileceğini göstermektedir.

b. Alt Ekstremite Robotları

Anlamlı bir mobilitenin yeniden kazanılmasına yönelik rehabilitasyon süreci üç aşamaya ayrılabilir: (a) Yatak seviyesindeki hastanın en kısa zamanda oturma pozisyonuna getirilmesi, (b) Yürüyüşün restorasyonu ve (c) Yürüyüşün geliştirilmesi. Geleneksel rehabilitasyon terapilerinde özellikle yürüyüş rehabilitasyonu için harcanan emek çok yoğundur, çoğu zaman üçten fazla terapistin birlikte, hastanın bacaklarını ve gövdesini egzersiz yapmak için yardımcı olmasını gerektirir. Bu gerçek, ülkelerin sağlık sistemine büyük bir ekonomik yük getirmekte ve böylelikle klinik kabulünü sınırlamaktadır. Ayrıca, toplumun demografik değişimi (yaşlanma), sağlık personeli sayısı ve niteliğindeki sıkıntı ve daha yüksek kalitede bakım ihtiyacı sonucu gelecekte ortalama maliyet artışı öngörülmektedir.

Tüm bu faktörler rehabilitasyon alanında inovasyonu teşvik eder ve bu sayede rehabilitasyon yaklaşımları, hem daha fazla hasta hem de daha uzun bir süre için uygun olabilecektir. Rehabilitasyon uygulamaları için robotik yaklaşımlar, eğitimi otomatikleştirmek için bir çözüm olarak büyümesi ve gelişmesi beklenen yeni bir alan olarak kabul edilmektedir. Robotik rehabilitasyon (i) bir terapistin fiziksel eğitim çabasını değiştirebilir, daha yoğun tekrarlayıcı hareketlere olanak tanır ve makul bir maliyetle tedaviyi sağlayabilir, ve (ii) kuvvet ve hareket paternlerini ölçerek, motor gelişim düzeyini değerlendirebilir.

Son on yılda, etkilenen ekstremitelerin hareketliliğini sağlamak ve kas tonusunu regüle etmek için birçok alt ekstremite rehabilitasyon robotu geliştirilmiştir. Bu sistemler takip ettikleri rehabilitasyon prensibine göre aşağıdaki gibi gruplandırılabilirler:

I. Koşu bandı yürüyüş sistemleri
II. Foot plate tabanlı yürüyüş sistemleri
III. Yerüstü yürüyüş sistemleri
IV. Sabit yürüyüş sistemleri
V. Ayak bileği rehabilitasyon sistemleri
    a. Sabit sistemler
    b. Aktif ayak ortezleri

Üst ekstremite robotlarından farklı olarak, alt ekstremite robotik sistemleri daha çok lokomasyonu hedeflediğinden, yapılan çalışmalar incelendiğinde spastisite üzerine etkileri genellikle ikinci plana atılmıştır. Robotik sistemler ile spinal kord veya travmatik beyin yaralanmalı bireylerde, inme geçiren ve Multiple Sklerozlu bireylerde verilen lokomotor eğitimin denge, alt ekstremite spastisitesi, GYA veya motor fonk-

siyonunu iyileştirmede geleneksel veya terapist destekli yürüyüş eğitiminden üstün olduğu konusunda kesin bir kanıt yoktur.

Robotik Sistemlerin Geleceği

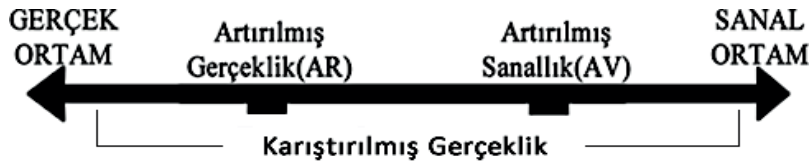
Robotik sistemlerin yakın gelecekte standart rehabilitasyon araçları olarak kullanılabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, sağlık bakım maliyetlerini azaltmak için dünya genelinde yoğun çaba sarf edilmektedir. Robotların yüksek yoğunluklu ve tekrarlanabilirlikle eğitim sunma kapasitesi, onları daha düşük maliyet ve çabayla yüksek kalitede tedavi sağlamak için çok değerli yardımcı araçlar haline getirmektedir. Bu sistemler, terapistin yerine geçmek için değil, terapi programının desteklenmesinde kullanılacak; ve hatta hastaların terapileri bağımsız olarak gerçekleştirmelerine izin vermek için evde de kullanılabilir hale gelecektir. Piyasada mevcut olan robotik sistemler, henüz evde uygulama için geliştirilmemişlerdir. Başlıca nedenler yüksek maliyetler, klinik kanıtlarının yeterli düzeyde olmaması ve tedavi protokolü ile değerlendirme kriterlerine duyulan ihtiyaçtır. Buna ek olarak, mevcut sistemler biraz hantal ve mobil sistemler hala uzun süreli güç kaynağı çözümlerinden yoksundur.

Son olarak, robotik sistemlerle yürütülen klinik çalışmalarda, fizyoterapistlerin gösterdiği eforun, zamanın ve maliyetlerin azaltılmasında açık bir yarar gösterilmesine rağmen, robotların standart yaklaşımlara oranla üstün etkinliği açısından hala az kanıt gösterilmektedir. Bu nedenle robotik rehabilitasyonun dünya genelinde kliniklerde kullanımının yaygınlaştırılması için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2. SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

Sanal gerçeklik; çoklu-duyusal girdilerden oluşan bilgisayar tabanlı interaktif simülasyon ortamlarıdır. Kişinin duyusal bilgilerini etkileyerek oluşturulan simülasyon ortamında, tüm aktiviteler gerçek zamanlı ve gerçek hızda sunularak; gerçek dünyadaki nesne ve olaylara benzer bir ortam hissi sağlanır. Bu ortamlar genellikle üç-boyutlu olup, görüntü, ses ve bazen dokunma gibi birçok duyusal girdi içerir ve kullanıcıların ortamda bulunan objelerle etkileşimde bulunmaları sağlanır.

Milgram ve Kishino (1994) Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği (Şekil 19.1) adını verdikleri teori düzleminde sanal gerçeklik (virtual reality), artırılmış gerçeklik (augmented reality) ve karıştırılmış gerçeklik (mixed reality) kavramlarını ifade etmişlerdir. Sanal gerçeklik, bilgisayar kaynaklı üç boyutlu bir ortam sunan, kullanıcının bu ortama girdiğinde dünya ile ilişkisinin tamamen yok olduğu bir ortam olarak tanımlanmaktadır. Artırılmış gerçeklik ise gerçek dünya ile bağlantısını devam ettiren, veri ve görüntülerin gerçek dünya görüntülerine eklenebildiği, gerçek ve sanal nesnelerin aynı ortamda birlikte algılanmasını sağlayan bir ortam olarak ifade edilebilir.



Şekil 19.1. Milgram'ın gerçeklik-sanallık sürekliliği (Milgram's reality-virtuality continuum)

Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik kavramları birbiriyle karıştırılabilmektedir. Bilgisayar tarafından oluşturulmuş sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik kavramları benzer öğeleri kullanan ancak gerçek ve sanal dünya arasında birbirinden farklı kavramlar olarak görülmektedir. Sanal gerçeklik sanal dünyayı temel alırken, artırılmış gerçeklik gerçek dünyayı temel almaktadır. Bu şekilde kullanım alanı ve amacına göre uygulamalarda gerçeklik-sanallık boyutunda çeşitlilik yaratmak mümkün olmaktadır.

Sanal gerçeklik uygulamaları rehabilitasyonda egzersizlerin etkinliğini artırmak amacıyla daha çok treadmil, fonksiyonel elektrik stimulasyonu (FES) ve robotik sistemler gibi diğer teknolojik yaklaşımlarla birlikte uygulanmaktadır. Simüle edilmiş ortam sayesinde, egzersizin doğru, güvenli ve etkili şekilde ayarlanması, bilişsel etkileşimin ve uygun geribildirim mekanizmasının oluşturulması mümkün olmakta ve bu şekilde tedavi yaklaşımının etkinliği artmaktadır. Önceki çalışmalarda sanal gerçeklik uygulamalarının, hareket ve fonksiyon bozukluğu bulunan hastalarda bilişsel fonksiyonları geliştirmek, kas kuvvetini artırmak, kas tonusunu düzenlemek, denge ve yürümeyi geliştirmek, motor ve duyusal iyileşmeyi sağlamak ve motivasyonu artırmak gibi amaçlarla kullanıldığı görülmektedir.

Literatürde, genellikle inmeli hastaların rehabilitasyonuna odaklanan çalışmaların dizaynları göz önüne alındığında sanal gerçeklik uygulamalarının genellikle rehabilitasyon protokollerine eklenmesi, çalışılan grupların ve tedavi yaklaşımlarının heterojen yapıda olması, sanal gerçeklik yaklaşımının tonus üzerindeki etkilerini izole olarak ayırt etmeyi güçleştirmektedir. Bununla birlikte normal hareket ve fonksiyonu geliştirmeyi hedefleyen tüm tedavi protokollerinden, hareketin en önemli bileşeni olan tonus bozukluklarının da olumlu etkilendiği gözlenmektedir.

İnmeli hastalarda artırılmış gerçeklik ve FES uygulamasının birlikte kullanıldığı bir çalışmada, hastalarda kas kuvveti ve yürüyüşün anlamlı derecede geliştiği gösterilmiş, özellikle gastroknemius kasındaki tonus regülasyonunun bu iyileşmedeki önemli rolü vurgulanmıştır. Stryla ve Banas, fizyoterapi programı ile komine edilen sanal gerçeklik teknolojileri ile üst ektremitede kas tonusunun düzenlenebildiği, fonksiyo-

nel becerilerin ve kavrama kuvvetinin geliştiğini belirtmişlerdir. Charyong Kima ve Won-Kyu Min sanal gerçeklik teknolojisini video oyunları ile birlikte kullandıkları ve sinir iyileştirme tedavisi adını verdikleri protokollerinde inme hastalarında motor fonksiyonlarda elde ettikleri gelişmede sanal gerçeklik teknolojisinin sağladığı "hızlı feedback ve kompansasyon" mekanizmasının rol oynadığını ve bunun da normal tonusun sürdürülmesi için etkin bir faktör olduğunu belirtmişlerdir. Hastanın henüz hastanede yatışı sırasında da kullanılabilen bu yaklaşım, yüksek maliyetli olmayan bir sanal gerçeklik sistemi ile pratik ve uygulaması kolay bir yöntem olarak sunulmuştur.

Sanal gerçeklik uygulamalarının kas tonusu bozukluklarında kullanımı, etki mekanizmaları ve sonuçları ile ilgili çalışmalar umut verici düzeydedir ancak daha çok kanıta ihtiyaç bulunmaktadır. Bununla birlikte bu alanda çalışan fizyoterapistler için aşağıdaki konular gözönünde bulundurulmalıdır:

- Sanal gerçeklik teknolojileri mevcut tedavi protokollerine eklendiğinde, farklı çevresel koşulların yaratılması, egzersiz tekrarının ve çeşitliliğinin sağlanması, duyusal uyaranların etkin kullanılması ve motivasyonu artırması gibi avantajları nedeniyle tedavinin etkinliğini artırmaktadır.
- Sanal veya artırılmış gerçeklik teknolojisi normal kas tonusunun sağlanmasını hedefleyen kanıta dayalı tüm tedavi yaklaşımları ile birlikte uygulanabilir. Ancak mevcut kanıtlar henüz bu teknolojilerin kas tonusu rehabilitasyonunda tek başına yeterli olabileceğini savunmakta yetersizdir.
- Sanal gerçeklik teknolojilerinin tonus rehabilitasyonunda yaygınlaşabilmesi mühendisler, sağlık ve bilişim profesyonellerinin interdisipliner çalışmaları ile mümkündür ve bu konuda daha çok sayıda kanıta dayalı çalışmaya ihtiyaç vardır.

3. DİĞER TEKNOLOJİK UYGULAMALAR

a. Vibrasyon Uygulamaları

Son iki dekadda, nörolojik bozukluğu olan bireylerde kas tonusu ve spastisiteyi azaltmak için kullanılan vibrasyon uygulamalarının popüleritesi giderek artmaktadır.

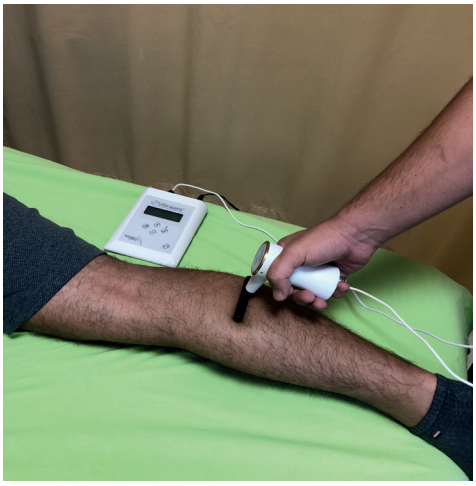
Genel olarak kasa uygulanan vibrasyon ile elde edilen üç motor etki tanımlanmaktadır:

1. Vibrasyon uygulanan kasta tonik vibrasyon refleksi yoluyla oluşan sürekli kasılma hali
2. Respirokal inhibisyon veya antagonistik inhibisyon yoluyla antagonistik kasları inerve eden diğer nöronların depresyonu
3. Uygulama sırasında vibrasyona maruz kalan kaslarda monosinaptik germe reflekslerinin baskılanması.

Vibrasyon primer kas iğciği sonlanmalarını uyarmakta, spinal kordtaki Ia inhibitör internöron ve alfa motor nörona iletilmesi amacıyla Ia afferent uyarılarına neden olmaktadır. Bu prensiple vibrasyon, tonik vibrasyon refleksi ile uygulanan spastisitenin antagonisti kasta istemsiz kontraksiyona neden olmakta ve spastik kasın kasılmasını inhibe etmektedir.

Vibrasyon uygulamaları, uygulama alanının genişliğine göre ikiye ayrılır; lokal ve tüm vücut vibrasyonu.

Lokal vibrasyon (Resim 19.2) genellikle seçilen kas veya tendonlara doğrudan uygulanır ve yüksek ve düşük frekanslı olmak üzere iki şekilde uygulanabilir. Yüksek frekanslı vibrasyon, 100 - 200 Hz frekansta ve 1 - 2 mA amplitüdde optimal olarak çalışan bir vibratörden sağlanır. Bu tip vibrasyon, tonik vibrasyon refleksi ile kas kasılmasının kolaylaştırılmasını sağlar. Bu kolaylaştırıcı etki, uygulamadan kısa bir süre sonra da devam etmektedir. Bu nedenle birincil işlevi tonik tutulum olan kasları uyarmak için kullanılabilir. Düşük frekanslı vibrasyonda ise, 5-50 Hz arasında meydana gelen düşük frekanslı uyarım, kasın ikincil sonlanmaları ve golgi tendon organlarının aktivasyonu yoluyla kas üzerinde inhibe edici bir etkiye sahiptir.



Resim 19.2. Lokal vibrasyon uygulaması.

Noma ve ark., yaptıkları çalışmalarında, spastisitenin tedavisinde direkt spastik kasa yapılan vibrasyon uygulamasının etkili olduğunu, bu uygulamanın kastaki patolojik tonus artışını düzelttiğini ve hastaların motor fonksiyonunu geliştirdiğini göstermişlerdir. Spastisitesi olan kasa yapılan birkaç dakikalık devamlı vibrasyon uygulamalarında, başlangıçta meydana gelen kuvvetli bir kontraksiyonu takiben spastisitede azalma gözlenmektedir.

Tüm vücut vibrasyonu (Resim 19.3), titreşimli platformlar kullanılarak ayaklardan vücudun geri kalanına iletilen vertikal sinüzoidal salınımlarla karakterize olan mekanik uyaranlar sistemi olup nispeten yeni bir modalitedir. Son yıllarda inme, Serebral Palsi, Multipl Skleroz ve omurilik yaralanmalı bireylerde yapılan çalışmalarda tüm vücut vibrasyonunun antispastik etkiye sahip olduğu gösterilmiştir. Chan ve ark. yaptıkları çalışmalarında, tek seanslık tüm vücut vibrasyonu uygulamasının kronik inmeli bireylerde plantar fleksör spastisiteni azalttığını ve ambulatuar kapasiteyi arttırdığını göstermişlerdir.



Resim 19.3. Tüm Vücut Vibrasyonu uygulaması.

Tüm klinik çalışmalarda spastisite veya motor fonksiyon üzerinde vibrasyon uygulamalarının olumlu sonuçları bildirilmiş olmasına rağmen, stimülasyon parametreleri 50-120 Hz frekans ve 0.01-1 mm amplitüd arasında değişmiştir. Bu nedenle, klinik uygulamada kullanılmak üzere yeni bir terapatik yaklaşım geliştirmek için en etkili vibrasyon parametreleri oluşturulmalıdır. Vibrasyon, iyi bir tedavi tekniği olarak belirli bir potansiyele sahipken, etkinliği hakkında hala sınırlı düzeyde kanıt vardır. Vibrasyon uygulamasının nörorehabilitasyonda tonus üzerine etkinliği için en etkili frekans, amplitüd ve süresini belirlemek amacıyla daha büyük örneklem büyüklüğü ile gelecekte iyi tasarlanmış ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

b. Ekstrakorporeal Şok Dalgası Tedavisi (ESWT)

ESWT, özel bir hedef alana uygun bir jeneratör tarafından taşınan yüksek pik basıncı (100MPa), hızlı basınç artışı (<10 ns) ve kısa süreli (10 μs) ile karakterize tekli so-

nik darbelerin bir dizisi olarak tanımlanır. ESWT ilk olarak 1980'de böbrek taşlarını kırmak için hastalara uygulanmıştır ve daha sonra kaynamayan uzun kemik kırığı, plantar fasiit, omuzun kalsifiye tendiniti, ve birçok enflamatuar tendon hastalığı, miyofasiyal ağrı sendromu gibi birçok ortopedik hastalıkta başarıyla kullanılmıştır ve son dekadlarda ise spastisitenin tedavisinde kullanılmaya başlanmıştır.

ESWT'nin insan dokusundaki iyileşme sürecini nasıl etkilediğiyle ilgili mekanizmalar belirsizliğini korumaktadır, ancak son zamanlardaki çalışmalar ESWT'nin, fiziksel şok dalgası enerjisi ve eNOS (endotelyal nitrik oksit sentazı) gibi anjiyogenezle ilişkili büyüme faktörlerinin ekspresyonu da dâhil olmak üzere, VEGF (damar endotelyal büyüme faktörü) ve PCNA (proliferasyon yapan hücre nükleer antijeni) ve neovaskülarizasyon gibi biyolojik yanıtlar arasında kademeli bir etkileşimi ortaya çıkardığını göstermektedir.

ESWT'nin tonus üzerine etkinliğini araştıran araştırmacılar, kas spastisitesini tedavi etmede şok dalgasının etkinliğini açıklamak için hipertonik kasların fibrozu üzerine etkileri, spinal eksitabilitesinin azalması ve mekanik vibrasyon stimülasyonu dâhil olmak üzere değişken mekanizmaları önermektedirler. Yapılan çalışmalarda ESWT'nin etkinliğinin 4 haftaya kadar sürdüğü ifade edilmektedir. Bu etki spinal eksitabilitenin azalması veya mekanik vibrasyon stimülasyonundan ziyade, şok dalgasının mekanik uyarısının tendonun bitişiğindeki kas lifleri üzerindeki doğrudan etkisi ile açıklanmaktadırlar.

Son zamanlarda, bazı çalışmalarda ESWT' nin serebral palsili, inmeli, fokal ekstremite distonili hastalarda hipertonus üzerine olumlu etkileri bildirilmiştir. Randomize kontrollü çalışmalar üzerinde yapılan meta analiz sonucuna göre ESWT uygulaması hemen sonrası spastisitenin azalması ve uygulama sonrası dördüncü haftada etkilerin korunması açısından düşük düzey kanıtlar bulunmaktadır. Bununla birlikte, güvenilir spastisite değerlendirme yöntemlerindeki zorluklar ve tedavi protokollerinin standardizasyonunun olmaması (tedavi aralıkları ve yoğunlukları dâhil) nedeniyle sonuçların temkinli yorumlanmasını önerilmektedir.

c. Teknolojik Ortezler (Aktif Ortezler)

Teknolojik ortezlerden bahsetmeden önce terminolojik olarak dış iskelet ve aktif ortezlerin farkından bahsetmekte fayda vardır. Dış iskelet, doğası gereği antropomorfik olan, bir kişi tarafından "giyilen" ve vücuduna tam uyan ve kişinin hareketleri ile uyumlu çalışan bir aktif mekanik cihaz olarak tanımlanır. "Aktif ortez" terimi, tipik olarak, bir bacak patolojisinden (Genellikle alt ekstremitelerde aktif ortezler karşımıza çıktığı için tanımlamasıda alt ekstremite üzerinden yapılmaktadır) muzdarip bir kişinin harekete geçme yeteneğini arttırmak için kullanılan bir cihazı tarif etmek için

kullanılır. Bununla birlikte, bazen "dış iskelet" terimi, özellikle alt ekstremitelerin çoğunluğunu kapsadığında, bazı yardımcı cihazları tanımlamak için de kullanılır.

Bazı yazarlar, FES ve pasif ortez ile uygulanan hibrid sistemleri de aktif ortezler başlığına dâhil edebilmektedir. Üst ekstremitelerde genellikle bu tip hibrid ortezler kullanılmaktadır. Ancak bu bölümde hibrid sistemler ele alınmayacak olup cihazın eklem yerlerinde güç eklenmesi veya dağıtılmasıyla ve / veya yürüyüşün uygun fazları sırasında yaylarda depolanan enerjinin kontrollü salınımı ile geleneksel pasif ortezlerden geliştiren ortotik cihazlar ele alınacaktır.

Tek eklemli ve çok eklemli olabilen alt ekstremite aktif ortezleri; ayak bileğinin pozisyonunu ve hareketini kontrol etmeyi, zayıflığı telafi etmeyi, tonusu azaltmayı veya deformiteleri düzeltmeyi amaçlar. Bunlar, geleneksel pasif alt ekstremite ortezlerinin bir evrimi olup, rehabilitasyon için uygun yürüyüş dinamiklerini destekleyecek ek becerilere sahiptir.

Tek eklemli aktif ortezlere verilebilecek en iyi örneklerden biri olan MIT Ayak-ayak bileği ortezi; MIT Biomechatronics tarafından düşük ayak için geliştirilmiş olan güçlendirilmiş bir AFO'dur. Cihaz, zemin kuvvetine ve açısal pozisyon verilerine dayanarak kontrol edilen, ayak bileği hareketinin fleksiyon / ekstansiyon yönünün empedansındaki değişime izin vermek için bir seri elastik aktüatörün (SEA) eklenmesi ile geliştirilmiş bir pasif AFO'dan oluşur. SEA kullanılarak cihaz, duruş fazında ayak bileğindeki plantar fleksiyon empedansını değiştirir, yürüyüşün sallanma fazı sırasında ise dorsi fleksiyonuna yardımcı olur. Klinik çalışmalarda MIT aktif AFO'nun, düşük ayağı olan hastalarda yürüme hızını artırarak, ön ayağın istemsiz yere çarpmalarını azalttığı, etkilenmemiş bacakla daha iyi bir simetri yaratarak ve plantar fleksiyon sırasında yardım sağlayarak yürüyüşünü iyileştirdiği gösterilmiştir. Kullanan bireylerden alınan geri bildirimler de son derece olumluydu.

Performansı arttırıcı dış iskeletlerin karşılaştığı zorlukların birçoğunu paylaşmanın yanı sıra, aktif ortezler, bir engelliliğin spesifik yapısının bir hastadan diğerine büyük ölçüde değiştiği gerçeğiyle karşı karşıyadır. Bu, genel olarak uygulanabilir bir cihazın geliştirilmesini zorlaştırır. Bizim bilgimiz dahilinde kullanıcıya aktif destek sağlayan ticari olarak temin edilebilen aktif ortezler bulunmamaktadır. Günümüzde sadece klinik amaçlarla kullanılan dış iskeletler Lokomat gibi tek başına ayakta durmayı sağlayan koşu bandı tabanlı cihazlar olarak tedavide etkilidir; bununla birlikte, klinik dışında kullanılabilecek, taşınabilir bir cihazın geliştirilmesinde büyük bir önem vardır. İdeal olarak, kişinin günlük yaşamı boyunca hem yardım hem de terapi sağlayabilen kompakt, güçlü otonom ortezlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Taşınabilirlik konusu, klinik tedavinin dışında aktif ortezlerin uygulanmasını sınırlayan başlıca faktörlerden biridir. Performans arttırıcı dış iskeletlerde olduğu gibi,

aktif ortezlerin etkinliğine ilişkin yayınlanmış nicel sonuçların eksikliği vardır. Ortezlerin etkinliği için kullanılabilecek olan uygun performans ölçütleri olarak ambulasyonun metabolik maliyeti, yürüme hızı, hareketlerin yumuşaklığı/akıcılığı ve hareketlerin tekrarlanabilirliği, kas yorgunluğu ve stabilitesi sayılabilir.

KAYNAKLAR

1. Pomeroy VM, Dean D, Sykes L, Faragher EB, Yates M, Tyrrell PJ, Moss S, Tallis RC (2000) The unreliability of clinical measures of muscle tone: implications for stroke therapy. Age and ageing 29 (3):229-233
2. Weiss PL (2009) Advanced technologies in rehabilitation: Empowering cognitive, physical, social and communicative skills through virtual reality, robots, wearable systems and brain-computer interfaces, vol 145. IOS Press,
3. Mullix J, Warner M, Stokes M (2012) Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: relative ratios and reliability. Working Papers in Health Sciences 1 (1):1-8
4. Masi AT, Nair K, Evans T, Ghandour Y (2010) Clinical, biomechanical, and physiological translational interpretations of human resting myofascial tone or tension. International journal of therapeutic massage & bodywork 3 (4):16
5. Chen J-JJ, Wu Y-N, Huang S-C, Lee H-M, Wang Y-L (2005) The use of a portable muscle tone measurement device to measure the effects of botulinum toxin type a on elbow flexor spasticity. Archives of physical medicine and rehabilitation 86 (8):1655-1660
6. Gavronski G, Veraksitš A, Vasar E, Maaroos J (2007) Evaluation of viscoelastic parameters of the skeletal muscles in junior triathletes. Physiological Measurement 28 (6):625
7. Gennisson JL, Cornu C, Catheline S, Fink M, Portero P (2005) Human muscle hardness assessment during incremental isometric contraction using transient elastography. Journal of biomechanics 38 (7):1543-1550
8. Tous-Fajardo J, Moras G, Rodríguez-Jiménez S, Usach R, Doutres DM, Maffiuletti NA (2010) Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using non-invasive tensiomyography. Journal of Electromyography and Kinesiology 20 (4):761-766
9. Viir R, Laiho K, Kramarenko J, Mikkelsson M (2006) Repeatability of trapezius muscle tone assessment by a myometric method. Journal of Mechanics in Medicine and Biology 6 (02):215-228
10. Bizzini M, Mannion AF (2003) Reliability of a new, hand-held device for assessing skeletal muscle stiffness. Clinical Biomechanics 18 (5):459-461
11. Aarrestad DD, Williams MD, Fehrer SC, Mikhailenok E, Leonard CT (2004) Intra-and interrater reliabilities of the myotonometer when assessing the spastic condition of children with cerebral palsy. Journal of Child Neurology 19 (11):894-901
12. Lidström Å, Ahlsten G, Hirchfeld H, Norrlin S (2009) Intrarater and interrater reliability of myotonometer measurements of muscle tone in children. Journal of child neurology 24 (3):267-274
13. Chuang L-l, Wu C-y, Lin K-c (2012) Reliability, validity, and responsiveness of myotonometric measurement of muscle tone, elasticity, and stiffness in patients with stroke. Archives of physical medicine and rehabilitation 93 (3):532-540
14. Marusiak J, Kisiel-Sajewicz K, Jaskólska A, Jaskólski A (2010) Higher muscle passive stiffness in Parkinson's disease patients than in controls measured by myotonometry. Archives of physical medicine and rehabilitation 91 (5):800-802

15. Rätsep T, Asser T (2011) Changes in viscoelastic properties of skeletal muscles induced by subthalamic stimulation in patients with Parkinson's disease. Clinical biomechanics 26 (2):213-217
16. Gubler-Hanna C, Laskin J, Marx BJ, Leonard CT (2007) Construct validity of myotonometric measurements of muscle compliance as a measure of strength. Physiological measurement 28 (8):913
17. Leonard CT, Stephens JU, Stroppel SL (2001) Assessing the spastic condition of individuals with upper motoneuron involvement: validity of the myotonometer. Archives of physical medicine and rehabilitation 82 (10):1416-1420
18. Rydahl SJ, Brouwer BJ (2004) Ankle stiffness and tissue compliance in stroke survivors: A validation of Myotonometer measurements1. Archives of physical medicine and rehabilitation 85 (10):1631-1637
19. Gapeyeva H, Vain A (2008) Principles of applying Myoton in physical medicine and rehabilitation. Methodical Guide Tartu
20. Leonard CT, Deshner WP, Romo JW, Suoja ES, Fehrer SC, Mikhailenok EL (2003) Myotonometer Intra-and Interrater Reliabilities1. Archives of physical medicine and rehabilitation 84 (6):928-932
21. Dehem S, Gilliaux M, Lejeune T, Detrembleur C, Galinski D, Sapin J, Vanderwegen M, Stoquart G (2017) Assessment of upper limb spasticity in stroke patients using the robotic device REAplan. J Rehabil Med 7:565-571
22. Gäverth J, Sandgren M, Lindberg PG, Forssberg H, Eliasson A-C (2013) Test-retest and inter-rater reliability of a method to measure wrist and finger spasticity. Journal of rehabilitation medicine 45 (7):630-636
23. McKenzie A, Dodakian L, See J, Le V, Quinlan EB, Bridgford C, Head D, Han VL, Cramer SC (2017) Validity of robot-based assessments of upper extremity function. Archives of physical medicine and rehabilitation 98 (10):1969-1976. e1962
24. Babaiasl M, Mahdioun SH, Jaryani P, Yazdani M (2016) A review of technological and clinical aspects of robot-aided rehabilitation of upper-extremity after stroke. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology 11 (4):263-280
25. Basteris A, Nijenhuis SM, Stienen AH, Buurke JH, Prange GB, Amirabdollahian F (2014) Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke: a framework for classification based on a systematic review. Journal of neuroengineering and rehabilitation 11 (1):111
26. Maciejasz P, Eschweiler J, Gerlach-Hahn K, Jansen-Troy A, Leonhardt S (2014) A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. Journal of neuroengineering and rehabilitation 11 (1):3
27. Cappello L, Meyer JT, Galloway KC, Peisner JD, Granberry R, Wagner DA, Engelhardt S, Paganoni S, Walsh CJ (2018) Assisting hand function after spinal cord injury with a fabric-based soft robotic glove. Journal of neuroengineering and rehabilitation 15 (1):59
28. Lo HS, Xie SQ (2012) Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects. Medical engineering & physics 34 (3):261-268
29. Veerbeek JM, Langbroek-Amersfoort AC, Van Wegen EE, Meskers CG, Kwakkel G (2017) Effects of robot-assisted therapy for the upper limb after stroke: a systematic review and meta-analysis. Neurorehabilitation and neural repair 31 (2):107-121
30. Norouzi-Gheidari N, Archambault PS, Fung J (2012) Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: systematic review and meta-analysis of the literature. Journal of Rehabilitation Research & Development 49 (4)
31. Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B (2015) Electromechanical and robot assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. Cochrane Database of Systematic Reviews (11)

32. Ferreira FMRM, Chaves MEA, Oliveira VC, Van Petten AMVN, Vimieiro CBS (2018) Effectiveness of robot therapy on body function and structure in people with limited upper limb function: A systematic review and meta-analysis. PloS one 13 (7):e0200330
33. Schmidt H, Werner C, Bernhardt R, Hesse S, Krüger J (2007) Gait rehabilitation machines based on programmable footplates. Journal of neuroengineering and rehabilitation 4 (1):2
34. Carr JH, Shepherd RB (1987) A motor relearning programme for stroke. Aspen Pub,
35. Chan DY, Chan CC, Au DK (2006) Motor relearning programme for stroke patients: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation 20 (3):191-200
36. Gelderblom GJ, De Wilt M, Cremers G, Rensma A Rehabilitation robotics in robotics for healthcare; a roadmap study for the European Commission. In: Rehabilitation Robotics, 2009. ICORR 2009. IEEE International Conference on, 2009. IEEE, pp 834-838
37. Díaz I, Gil JJ, Sánchez E (2011) Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenges. Journal of Robotics 2011
38. Tefertiller C, Pharo B, Evans N, Winchester P (2011) Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: A review. Journal of Rehabilitation Research & Development 48 (4)
39. Stryla W, Banas A (2015) The Use of Virtual Reality Technologies during Physiotherapy of the Paretic Upper Limb in Patients after Ischemic Stroke. J Neurology and Neuroscience 6 (3):33-38
40. Sisto SA, Forrest GF, Glendinning D (2002) Virtual reality applications for motor rehabilitation after stroke. Topics in stroke rehabilitation 8 (4):11-23
41. Milgram P, Kishino F (1994) A taxonomy of mixed reality visual displays. IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems 77 (12):1321-1329
42. Merians AS, Jack D, Boian R, Tremaine M, Burdea GC, Adamovich SV, Recce M, Poizner H (2002) Virtual reality–augmented rehabilitation for patients following stroke. Physical therapy 82 (9):898-915
43. Yom C, Cho H-y, Lee B (2015) Effects of virtual reality-based ankle exercise on the dynamic balance, muscle tone, and gait of stroke patients. Journal of physical therapy science 27 (3):845-849
44. Kim I-C, Lee B-H (2012) Effects of augmented reality with functional electric stimulation on muscle strength, balance and gait of stroke patients. Journal of Physical Therapy Science 24 (8):755-762
45. Flynn S, Palma P, Bender A (2007) Feasibility of using the Sony PlayStation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report. Journal of neurologic physical therapy 31 (4):180-189
46. Jung G-U, Moon T-H, Park G-W, Lee J-Y, Lee B-H (2013) Use of augmented reality-based training with EMG-triggered functional electric stimulation in stroke rehabilitation. Journal of Physical Therapy Science 25 (2):147-151
47. Kim C, Min W-K (2013) The effects of virtual reality-based physical therapy in stroke patients. Physical Therapy Rehabilitation Science 2 (1):7-11
48. Bishop B (1974) Vibratory Stimulation: Part I. Neurophysiology of motor responses evoked by vibratory stimulation. Physical therapy 54 (12):1273-1282
49. De Gail P, Lance J, Neilson P (1966) Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry 29 (1):1
50. Murillo N, Valls-Sole J, Vidal J, Opisso E, Medina J, Kumru H (2014) Focal vibration in neurorehabilitation. European journal of physical and rehabilitation medicine 50 (2):231-242
51. Noma T, Matsumoto S, Shimodozono M, Etoh S, Kawahira K (2012) Anti-spastic effects of the direct application of vibratory stimuli to the spastic muscles of hemiplegic limbs in post-stroke patients: a proof-of-principle study. Journal of rehabilitation medicine 44 (4):325-330

52. Albasini A, Krause M, Rembitzki IV (2010) Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport E-Book: Clinical practice and treatment exercises. Elsevier Health Sciences,
53. Miyara K, Matsumoto S, Uema T, Hirokawa T, Noma T, Shimodozono M, Kawahira K (2014) Feasibility of using whole body vibration as a means for controlling spasticity in post-stroke patients: a pilot study. Complementary therapies in clinical practice 20 (1):70-73
54. Sadeghi M, Sawatzky B (2014) Effects of vibration on spasticity in individuals with spinal cord injury: a scoping systematic review. American journal of physical medicine & rehabilitation 93 (11):995-1007
55. Ogden JA, Tóth-Kischkat A, Schultheiss R (2001) Principles of shock wave therapy. Clinical Orthopaedics and Related Research (1976-2007) 387:8-17
56. Lee J-Y, Kim S-N, Lee I-S, Jung H, Lee K-S, Koh S-E (2014) Effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in patients after brain injury: a meta-analysis. Journal of physical therapy science 26 (10):1641-1647
57. Wang C-J, Huang H-Y, Pai C-H (2002) Shock wave-enhanced neovascularization at the tendon-bone junction: an experiment in dogs. The journal of foot and ankle surgery 41 (1):16-22
58. Ciampa AR, de Prati AC, Amelio E, Cavalieri E, Persichini T, Colasanti M, Musci G, Marlinghaus E, Suzuki H, Mariotto S (2005) Nitric oxide mediates anti inflammatory action of extracorporeal shock waves. FEBS letters 579 (30):6839-6845
59. Zhang X, Yan X, Wang C, Tang T, Chai Y (2014) The dose–effect relationship in extracorporeal shock wave therapy: The optimal parameter for extracorporeal shock wave therapy. journal of surgical research 186 (1):484-492
60. Mariotto S, Cavalieri E, Amelio E, Ciampa AR, de Prati AC, Marlinghaus E, Russo S, Suzuki H (2005) Extracorporeal shock waves: from lithotripsy to anti-inflammatory action by NO production. Nitric oxide 12 (2):89-96
61. Sawan S, Abd-Allah F, Hegazy MM, Farrag MA, El-Den NHS (2017) Effect of shock wave therapy on ankle plantar flexors spasticity in stroke patients. NeuroRehabilitation 40 (1):115-118
62. Bae H, Lee JM, Lee KH (2010) The effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in chronic stroke patients. Journal of Korean Academy of Rehabilitation Medicine 34 (6):663-669
63. Trompetto C, Avanzino L, Bove M, Marinelli L, Molfetta L, Trentini R, Abbruzzese G (2009) External shock waves therapy in dystonia: preliminary results. European journal of neurology 16 (4):517-521
64. Vidal X, Morral A, Costa L, Tur M (2011) Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo-controlled clinical trial. NeuroRehabilitation 29 (4):413-419
65. Khan F, Amatya B, Bensmail D, Yelnik A (2017) Non-pharmacological interventions for spasticity in adults: An overview of systematic reviews. Annals of physical and rehabilitation medicine
66. Dollar AM, Herr H (2008) Lower extremity exoskeletons and active orthoses: challenges and state-of-the-art. IEEE Transactions on robotics 24 (1):144-158
67. Reinkensmeyer DJ, Aoyagi D, Emken JL, Galvez JA, Ichinose W, Kerdanyan G, Maneekobkunwong S, Minakata K, Nessler JA, Weber R (2014) Tools for understanding and optimizing robotic gait training.
68. Blaya JA, Herr H (2004) Adaptive control of a variable-impedance ankle-foot orthosis to assist drop-foot gait. IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering 12 (1):24-31
69. Lokomat Rehabilitation Device. (2007). Hocoma AG Medical Engineer ing, Switzerland [Online]. Available: http://www.hocoma.ch.
70. Waters RL, Lunsford B (1985) Energy cost of paraplegic locomotion. The Journal of bone and joint surgery American volume 67 (8):1245-1250

71. Clinkingbeard JR, Gersten JW, Hoehn D (1964) Energy cost of ambulation in the traumatic paraplegic. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation 43 (4):157-165
72. Endo K, Paluska D, Herr H A quasi-passive model of human leg function in level-ground walking. In: Intelligent Robots and Systems, 2006 IEEE/RSJ International Conference on, 2006. IEEE, pp 4935-4939

Kas Tonusu Bozukluklarında Ortezleme Prensipleri

20

Prof. Dr. Suat Erel, Prof. Dr. İ. Engin Şimşek

GİRİŞ

Kas tonusu bozukluklarını hipertonus(spastisite) ve hipotonus olmak üzere iki başlık altında incelenebilir. Spastisite aslında üst motor nöron lezyonundan kaynaklı olarak ortaya çıkan sensori-motor kontrol problemidir. Spastisite nedeniyle bireyler kas spazmı, ödem, fonksiyonlarda azalma, kötü hijyen, vücut imajında değişiklik, kasın kısalması, kontraktür oluşumu ve ağrı gibi problemlerle karşı karşıya kalabilirler. Spastisitenin tedavi yöntemleri arasında farmakolojik tedaviler, cerrahi tedaviler ve fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları yer almaktadır. Fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamalarından bir tanesi de ortez tedavisidir. Ortezler spastisite tedavisinde asla tek başına düşünülmemelidir. Ortezler spastisite tedavisinde bütünleyici bir araç olarak kullanıldığı unutulmamalıdır. Hipotonus ise alt motor nöron hasarı sonrası tonusun sıfır veya sıfıra yakın olma durumu olarak tanımlanabilir. Hipotonik bir vakada verilecek ortez o segmentin pasif stiffness'ini arttırarak bir üst segmente ait stiffness'i azaltır. Bu sayede daha üst segmentlerde tonus artışı meydana getirilebilir. Birçok segmenti içerisine alan ortezlerde çeşitli parçalarının kullanılması ile gövde ve alt ekstremiteler arasında çeşitli oranlarda dinamik stiffness değişimleri yaratabilir. Ortez uygulamalarında bugün gelinen noktada bu tür cihazların rehabilitasyona yardımcı teknik bir araçtan ziyade bir tedavi aracı olarak düşünülmesinde büyük fayda vardır.

HİPERTONUSDA (SPASTİSİTE) ORTEZLEME

Spastisite sıklıkla spinal kord yaralanmaları, travmatik beyin yaralanmaları, inme, beyin tömörleri multipl skleroz ve diğer dejeneratif merkezi sinir sistemi hastalıkları neticesinde görülen bir semptomdur. Spastisite aslında üst motor nöron lezyonundan

kaynaklı olarak ortaya çıkan sensori-motor kontrol problemidir. Ayrıca sürekli ya da aralıklı olarak istemsiz kas aktivitesi ile karakterizedir. Spastisite nedeniyle bireyler kas spazmı, ödem, fonksiyonlarda azalma, kötü hijyen, vücut imajında değişiklik, kasın kısalması, kontraktür oluşumu ve ağrı gibi problemlerle karşı karşıya kalabilirler. Spastisitenin neden olduğu problemlerin fazla olması nedeniyle tedavisi mücadele gerektirir. Bu tedavi yöntemleri arasında farmakolojik tedaviler, cerrahi tedaviler ve fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları yer almaktadır. Fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamalarından bir tanesi de ortez tedavisidir. Ortezler spastisite tedavisinde asla tek başına düşünülmemelidir. Ortezler spastisite tedavisinde bütünleyici bir araç olarak kullanıldığı unutulmamalıdır. Spastisitede kullanılan ortezler; üst ekstremite ortezleri, alt ekstremite ortezleri ve oturma düzenekleri şeklinde sınıflandırılabilir.

Spastisitenin tedavisinde ortezlerin kullanılmasını öngören iki farklı yaklaşım mevcuttur. Biyomekaniksel yaklaşımda eklem kontraktürünü önlemek ve düzeltmek amacıyla mekanik kuvvet kullanılmasını önermektedir. Nörofizyolojik yaklaşımda ise ortezlerin sağladığı duyusal geribildirim sayesinde kas tonusunun kontrol edilebileceği ve normal hareket paternlerinin geliştirilebileceği ileri sürülmektedir. Gevşemeyi sağlayan mekanizma golgi tendon organının gerilmesi yoluyla ortaya çıkan otojenik inhibisyondur.

Üst Ekstremite Ortezleri

Spastik üst ekstremitede splintlemenin amaçları; kas tonusunu azaltma, yumuşak dokuyu uzatmak eklemlerdeki dizilimi sağlamak, ağrıyı önlemek, kontraktürleri önlemek, ciltdeki yaralanmaları önlemek ve fonksiyonları artırmaktır. Spastik üst ekstremitenin ortezlenmesi hususunda birkaç tartışmalı durum vardır. Bunlar; splintin volar destekli mi yoksa dorsal destekli mi olacağı, spastik kasın maksimal düzeyde mi yoksa submaksimal düzeyde mi gerileceği ve splintin dinamik mi yoksa statik mi olacağı durumlarıdır.

Spastisite nedeniyle kaslar kısalmış pozisyonda immobilize olurlar. İmmobilizasyon sürecinin bir sonucu olarak spastik kas kısalır. Kısalma ile birlikte kas iğciğinin aktivite ve duyarlığında artış meydana gelir. Germe ile kas iğciğinin duyarlılığı azaltılır. Bu sayede kasın kısalması engellenir. Schmit ve ark spastisite tedavisinde kısa süreli germenin yararını göstermişlerdir. Ancak bu etkinin süresinin çok kısa olduğu ve tek bir kasılmadan sonra spastisite tekrar geri döndüğü belirtilmiştir. Hareketin son aralığında uygulanan uzun süreli hafif germenin hem spastisite de hem de kontraktürler için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Splintleme ile yapılan uzun süreli germe ile refleks aktivitenin değiştirilebilir ve germe refleksini azaltılabilir. Splintlemeye erken dönemde başlamak gerekir. Spastistenin şiddeti artığı zaman deformiteler meydana gelebilir.

Literatürde pasif germenin hem kontraktürleri açmak hem de spastisiteyi kontrol etmek amacı ile kullanıldığı pek çok çalışma olmakla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda spastisitede eklem hareket genişliğini artırmada pasif germenin çok da yeterli olmadığı gösterilmiştir. Yapılan başka bir araştırmada dinamik ilerleyici ortezlerin 12 hafta süre ile kullanılması ile eklem hareket genişliğinde artma ve pasif harekete dirençte azalma sağlandığı kaydedilmiş ancak kazanımın ortezin bırakılması ile ortadan kalktığı görülmüştür. Bazı terapistler son hareket aralığında maksimal düzeyde germe uzun süreli germeyi savunurken diğerleri ise maksimal germenin kas tonusunu artırdığını savunmaktadır. Spastisiteyi artırmamak için germenin submaksimal düzeyde olması gerektiği belirtilmiştir. Submaksimal düzeyde germe yapabilmek için germe refleksinin ortaya çıktığı pozisyonun 5-10 derece daha azında bir germe yapılması tavsiye edilmektedir.

Spastisitede elin ortezlenmesi konusunda tartışılan bir konuda ortezin volarden mi yapıldığında yoksa dorsalden mi yapıldığında daha etkili olduğudur. Dorsal ortez önerenler palmar yakalama refleksinin önlenebileceğini iddia etmektedirler. Volar ortez önerenler ise bunun proksimal transvers arkı daha iyi desteklediği ve her yönden eşit temas ve basınç sağlaması ile palmar yakalama refleksini uyarmayacağını iddia etmektedirler. Dorsal ortezin elin arklarını desteklemede yetersiz kalması ve başparmağın karpometakarpal ve metakarpofalangeal eklemlerinde stabilite sorunlarına neden olması nedeniyle parmakları abduksiyon pozisyonunda tutan ve dorsal yüzeyinde parmakların fleksiyona gelmesini engelleyen dorsal kapağı olan bir ortez kullanmak daha doğru olacaktır.

El ortezlerin etkisini nörofizyolojik yaklaşımla açıklayanlar parmakların ve başparmağın abduksiyonunun ekstansör tonusu fasilite, fleksör tonusu inhibe ettiğini ileri sürmüşlerdir. Parmak ayırıcısı ilk olarak 1970 yılında Bobath tarafından geliştirilmiştir.

El bileğindeki fleksiyon deformitelerine yol açan neden ekstrinsik fleksör kaslardaki tonus artışıdır. Bu olaya en çok katkı sağlayan ekstrinsik fleksör ise fleksör digitorum süperfisialisdir. Eğer bu kastaki spastisite, kemodenervasyon veya cerrahi uzatma gibi teknikler ile kontrol altına alınmadan el bileği ekstansiyona getirilmeye çalışılırsa proksimal interfalangeal eklemde düğme iliği deformitesine yol açılabilir.

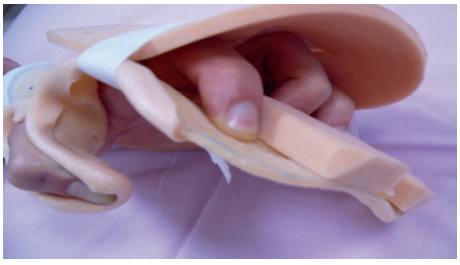
Üst Ekstremite Splint Tasarımları

Spastisite tedavisinde kullanılan splint tasarımları rijit ve semirijit tasarımlar olmak üzere iki grup altında incelenebilir. Rijit tasarımlar daha çok refleks inhibisyon ve yumuşak dokulara uzun süreli hafif gerilim uygulamak için kullanılırlar. Rijit tasarımlar hastadaki mevcut olan hareketleri limitledikleri için aktif spastisite tedavisi için uygun değildirler. Semirijit tasarımlar ise germe refleksi çok aktif olmayan hastalarda fonksiyonel hareketlere destek olmak için önerilmektedir.

Rijit Tasarımlar

Rijit tasarımlar arasında avuç içerisini boş bırakan Snook splint ve Banjo benzeri splint, tamamen volar destekli olan Refleks inhibitör splint ve koni şekilli splint tasarımları yer almaktadır.

Snook splint (Resim 20.1) ve banjo benzeri splintte (Resim 20.2) spastisiteyi artıracağı kaygısıyla avuç içerisi boş bırakılarak tasarlanmıştır. Banjo benzeri splintte sadece dorsal yüzeyden bir temas vardır. Parmaklar distal interfalangeal eklemin volar yüzeyinden geçen bir dar bir band ile splinte tuturulur. Bu splintin kullanımı sırasında parmaklardaki desteğin yetersiz olması ve dar bir alandan yapılması nedeniyle o bölgelerde hassasiyet, yara açılması ve ağrı gibi durumlar meydana gelebilir. Ayrıca başparmağın metakarpofalangeal ve karpometakarpal eklemlerinde subluksasyon görülebilir. Snook splintte ise parmaklar volar yüzeyden desteklenirken ön kolda ise dorsal bir destek söz konusudur. Bu splintte parmaklar üzerinde yeterli bir dorsal destek olmadığı için parmaklar fleksiyona gelebilir. Ayrıca banjo benzeri splintte olduğu gibi başparmak metakarpofalangeal ve karpometakarpal eklemlerinde subluksasyon görülebilir.



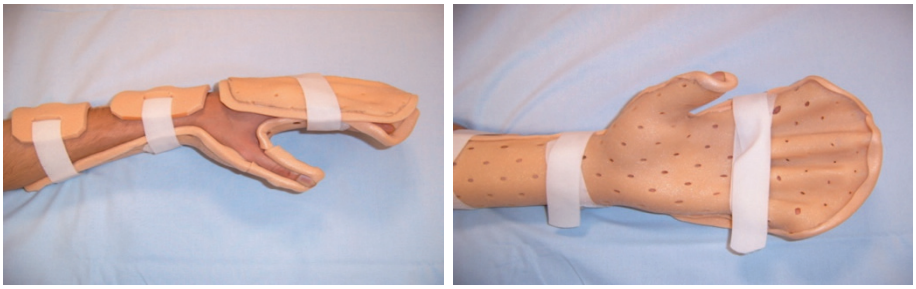
Resim 20.1. Snook splint.



Resim 20.2. Banjo benzeri splint.

İlk olarak 1954 yılında Rood spastik el için sert bir koni kullanarak palmar yüzeye sürekli basınç uygulamayı önermiştir. Koninin çapı dar olan ucunun radiale, çapı geniş kısmı ise ulnara yerleştirilerek maksimal düzeyde palmar temas ve tendonlara etkili bir şekilde basınç verilmesi amaçlanmıştır. Lohman ise ön kol dorsalinden destekli ön kısmına bir koni ekleyerek bir splint tasarlamıştır. Bu splintler daha çok parmakların açık pozisyona getirilemeyen hastalarda daha sık kullanılır. Bu sayede fleksör kontraktürün daha ileri seviyelere ulaşmasının önüne geçilir. Elin uzun süre kapalı kalması durumunda tırnak yatağı enfeksiyonu ve aşırı terleme meydana gelir. Aşırı terleme nedeniyle cilt yumuşar ve yara açılma olasılığı artar. Ayrıca elin hijyeni de olumsuz yönde etkilenir. Bütün bunların önüne geçebilmek için elin açık tutulması şarttır. Özellikle koni şekilli tasarımlar bilinci kapalı olan hastalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

Refleks inhibitör splint (Resim 20.3) ise eli ve ön kolu tamamen dorsal taraftan destekler. Splintin parmakların abduksiyon pozisyonun tutulmasını sağlayan her bir parmağın girdiği olukları vardır. Parmakların dorsal yüzeyi bir kapak ile desteklenir. Başparmak ise fleksiyon ve abduksiyon pozisyonunda tutulur. Bu splint kullanıldığında parmakların fleksiyona gelme riski yoktur. Ayrıca başparmak eklemlerindeki olumsuz durumlarda ortadan kaldırılır.



Resim 20.3. Refleks İnhibitör Splint.

Semirijit tasarımlar

Semirijit tasarımlar ise germe refleksi çok aktif olmayan hastalarda fonksiyonel hareketlere destek olmak için önerilmektedir. Spastisite tedavisinde mobilizasyon sağlayan splint grubudur. Spastisite problemi olan birçok hasta cisimleri kavramak için gerekli olan aktif parmak fleksiyonunu tekrar kazanır. Hastaların yarısında aktif kavramadaki problem, elin açılması için gerekli olan aktif parmak ekstansiyonudur. İyi bir el fonksiyonu, açık bir el ile sağlanabilir. Parmak ekstansiyonuna yardımcı olan dinamik ortezler mevcuttur.

Bu splintler lycra, silikon ve neoprene gibi yumuşak materyallerden imal edilirler. Bu splintlerden bir tanesi Silikon eldivendir. Bu eldiven parmakları ekstansiyon başparmağı ise abduksiyon pozisyonunda tutar. Bu sayede elin açık kalmasına yardımcı olur. Cisimler kolayca kavranabilir. Silikon malzemenin doğal yapısı nedeniyle elini kolayca kapatarak cismini kavrayabilir. Ancak bu eldivenleri giymek zordur ve elde hissetmeyi azaltır. Bu nedenlerle hastalar tarafından kabul edilmeleri zordur. Bir diğer tasarım ise outtriger splinttir. Bu splintin içerisinde parmaklar ve başparmak açık pozisyonda tutulur. Hasta bu pozisyonda iken rahatlıkla cisimleri kavrayabilir. Bu ortezler yüksek profilli ortezlerdir. Bu splintlerin de hastalar tarafından kabul görmeleri zordur.

Bir diğer tasarımda lycra eldivendir. Lycra eldivenlerin hastalar tarafından daha iyi tolere edildiği rapor edilmiştir. Hastalar tarafından daha konforlu olduğu belirtilmiştir. Ayrıca üst ekstremitedeki aktif hareket paternlerinin normalizasyonu konusunda lycra

eldivenlerin başarılı olduğu belirtilmiştir. Dezavantajı ise splintin giyilmesindeki güçlüktür. Bu nedenle hasta ve bakıcısının splintin giyilmesi konusunda bilgilendirilmesi gerekmektedir. Spastik elde başparmağın avuç içerisinde fleksiyon ve adduksiyonda kalmasında esas neden fleksör pollisis longusdaki spastisitedir. Doğru pozisyonlamayı sağlamak amacıyla neoprenden imal edilen yumuşak ortezler kullanılır.

Üst ekstremitede spastisite tedavisinde kullanılan splintler ya hazır olarak temin edilir ya da hastaya özel olarak yapılabilir. Hazır olarak temin edilen ortezler de uyum problemi yaşanabilir. Özellikle spastisite tedavisinde kullanılan rijit splintlerin hastaya uygunluğu önemlidir. Fonksiyonel aktiviteler sırasında splint içerisinde meydana gelebilecek tonus değişiklikleri hastayı rahatsız edebilir. Bu nedenle rijit ortezlerin hastaya uygun olarak imal edilmesi daha uygun olacaktır. Rijit ortezlerin imalatında sıklıkla düşük ısılı termoplastik materyaller kullanılır. Bu materyal normalde direkt olarak ekstremite üzerinde çalışma imkanı tanır. Ancak spastisite durumunda splintin çekilmesi sırasında ister istemez germe refleksi uyarılır ve el kapanır. Bu nedenle splint yapımı hasta eli üzerinde gerçekleştirilemez. Ölçüleri uyan bir el üzerinde splintin yapımı gerçekleştirilir. Daha sonra hasta eli üzerinde uyumsuzluklar giderilir.

Bir başka önemli husus da splintteki el bileği pozisyonudur. Bu pozisyonu belirlerken hasta rahat bir şekilde oturtulur ve gevşemesi sağlanır. Bu pozisyonda parmaklar açık pozisyonda iken bileğin ne kadar ektansiyona geldiğine bakılır. Bazen el bileği nötral pozisyonun altında hafif fleksiyon da kalabilir. Eğer bilek pozisyonu doğru ayarlanmaz ise parmakları açık pozisyonda tutmak pek mümkün olmaz. Ayrıca splintin giyilmesi zor olur ve hastanın splinti kabul etmesi güçleşir. Splintin uygunluğunun iyi olması gerekir Splintin yapımı sırasında kişinin gevşek bir pozisyonda olması gerekir. Splint fonksiyonel aktiviteler sırasında giyilecek ise splint içerisinde tonus değişikliği meydana gelebilir. Splint uygun yapılmamış ise hastayı rahatsız edecektir. Hastanın kendisi ya da bakıcısı tonus azaltıcı teknikleri öğrenmeli ayrıca splintin takılıp çıkarılması hususunda bilgi sahibi olmalıdır.

Splintin takılıp çıkarılması konusunda hem hastalara hem de yakınlarına eğitim verilmelidir. Splint takılmadan önce hasta mutlaka rahat bir şekilde oturtulmalı ve gevşemesi sağlanmalı ve takma işlemi sırasında aceleci davranılmamalı ve germe refleksini uyaracak ani hareketlerden kaçınılmalıdır. Hastaların splintin kullanım amacı konusunda bilgilendirilmesi gerekir. Genelde hastalar splinti takıp diğer tedavileri dışlarlar. Bunun önüne geçmek için hastalara kullandıkları splintin diğer tedavi tekniklerine yardımcı bir araç olduğunun anlatılması gerekir.

Alt Ekstremite Ortezleri

Spastisitede alt ekstremite ortezlerinin kullanım amaçları; hipertonusu inhibe etmek, vücut ağırlığı ve yetersiz motor kontrol mekanizmalarının etkisi ile anormal yürü-

yüş paternlerinin gelişmesini önlemek, güvenli yürüyüşü sağlamak, distalde normal duyu-motor temeli oluşturarak proksimal motor kontrolün gelişmesini sağlamak ve enerji tüketimini azaltmaktır.

Etkin ve başarılı Sbir ambulasyon için 3 temel fonksiyonel beceri esastır. Bunlar; ağırlık aktarma, tek ekstremite desteği ve sallanma ile ekstremitenin öne atılmasıdır. Alt ektremitedeki tonus artışında bu 3 temel fonksiyonel beceride sıkıntılar yaşanmaktadır.

Ağırlık aktarımı

İlk temas ön ayakla gerçekleştiği için tibia ayağa göre posteriorda kalır ve ağırlık aktarma sırasında ayak bileği plantar fleksiyonda ve subtalar eklem ise inversiyon pozisyonundadır. Diz ekleminde ekstansiyon kalça ekleminde fleksiyon pozisyonu hâkimdir. Bununla birlikte gövde fleksiyon pozisyonundadır

Bu durum eksentrik pretibial kasların zayıflığı, soleus zayıflığı, plantar fleksiyon hipertonusu, ekinovarus kontraktürü ve diz ve ayak bileği eklemlerindeki proprioseptionun azalması gibi nedenlerden kaynaklanabilir.

Bu ağırlık aktarma postürü yer reaksiyon kuvvet vektörünü diz ve ayak bileği ekleminin önünden geçirerek, diz ekleminde hiperekstansiyon meydana getirir ve bu sayede tibianın öne doğru olan hareketi limitlenir.

Tek ekstremite destek periyodu

Orta duruş fazında ayak bileği eklemindeki aşırı plantar fleksiyon öne doğru olan tibial ilerlemeyi limitler. Duruş fazının sonundaki topuk kalkışının yapılamaması duruş fazındaki ekstremite üzerinde gövdenin ilerlemesini engelleyerek karşı taraf adım uzunluğunun azalmasına neden olur.

Aşırı kalça ve diz fleksiyonu olan yetişkinlerde ise ayak bileği ekleminde fazla miktarda dorsifleksiyon ortaya çıkar. Gövde, fleksiyondaki ekstremite üzerinde vertikal pozisyonunu sürdürmeye çalışır. Bunu da yeterli düzeydeki lumbal lordozla sağlar.

Alt ekstremitede meydana gelen aşırı fleksiyon ya distal yada proksimaldeki kontrol problemlerinden yada her ikisini kombinasyonu sonucu gelişir. Tek destek periyodundaki aşırı tibial ilerleme gastrosoleus kasının kompanse edememesi nedeniyle meydana gelir. Diz ve kalça eklemi fleksiyon postürüne katılır.

Sallanma fazındaki ekstremitenin öne ilerlemesi

Alt ekstremitede spastisitesi olan hastalarda topuk kalkışı fazı başarılamayabilir. Sallanma fazı öncesi diz fleksiyonunda limitasyon meydana gelir. Özellikle sallanma fazının başlangıcında ekstremitenin yerden kesilmesi kalça ve diz fleksiyonunun gerçek-

leştirilememesi nedeniyle yapılamaz. Ayrıca gastrosoleus spastisitesi nedeniyle ayak plantar fleksiyonda kalır. Düşük ayak birçok nörolojik problemde görülür ve ambulasyon sırasında güvenliği tehdit eder.

Terminal sallanma fazındaki nötral ayak bileği eklemi pozisyonunun sürdürülebilmesindeki güçlük bu hastalarda sık rastlanılan bir durumdur ve terminal sallanma fazı sonunda aşırı ayak bileği plantar fleksiyonu meydana gelir. Bu ayak bileği pozisyonu nedeniyle yerle olan temas ilk olarak ön ayak ile yapılır.

Alt ekstremitede kullanılan ortez tasarımları

Rijit Plastik Ayak-Ayak Bileği Ortezi (PAFO)

Duruş fazında ayak bileği ekleminde meydana gelen aşırı dorsi ve plantar fleksiyon hareketlerini kısıtlamak için verilir. Ayrıca subtalar eklemdeki mediolateral instabiliteyi kontrol edebilecek bir tasarımdır.(Resim 20.4) Bir başka faydası ise orta sallanma fazında ekstremitenin yerle olan mesafesinin korunmasını sağlamaktır. Ayrıca sallanma fazının sonunda ayak bileğinin nötral pozisyonda tutarak yerle olan ilk temasın topukla yapılmasını sağlar. Rijit AFO ile özellikle duruş fazı kontrolü sağlamak için ayak bileği eklem hareketleri kısıtlanır. Bu kısıtlama ile elde edilen stabil destek yüzeyi üzerinde gövde ve kalça kontrolünün gelişimine yönelik egzersizler yapılabilir. Rjit PAFO yapıldığı malzemeden kaynaklı olarak hafiftir ve kozmetik bir görünüme sahiptir. Farklı ayakkabılar ile giyilme olanağı vardır. Rijit PAFO ile tibia hareketinin kısıtlanması bazı dezavantajlar getirir. Oturup kalkma gibi aktiviteler sırasında bir miktar ayak bileği eklem hareketliliği gerekir. Ancak rijit PAFO ayak bileğini nötral pozisyonda tutar. Oturma pozisyonundan ayağa kalkma sırasında ayak bileği ekleminde bir miktar dorsifleksiyon hareketi gerekir. Dorsifleksiyon ortez tarafından engellendiği için bu durumu kompanse etmek için topuk yerden kaldırılır. Aynı zamanda öne eğilme ve merdiven çıkma gibi aktiviteler de etkilenir. Bu ortezin kullanımı ile ayak bileği stratejisinin kullanımı kısıtlanarak ayakta durma sırasında dengenin sürdürülmesi için kalça ve adım alma stratejilerine güvenilir.

Bu ortezin kullanılabilmesi için ekstremitedeki volümün stabil olması gerekir. Ödeme bağlı olarak volüm değişiklikleri meydana gelirse uyum sorunu yaşanabilir. Böyle bir durumda Rijit PAFO yerine klasik metal barlı AFO kullanılması daha uygun olabilir. Rijit PAFO yapılırken ayak bileğinde yapılan ufak değişiklikler hastanın diz eklem pozisyonu etkileyebilir. Ayak bileği eklemine verilecek dorsifleksiyon (yaklaşık 5 derece) diz ekleminde fleksör moment açığa çıkarırken, plantar fleksiyon (yaklaşık 5 derece) ekstansör moment açığa çıkartır.

Konvansiyonel AFO (Metal barlı)

Primer olarak ayak bileği eklemi ve subtalar eklem hareketlerini kontrol etmek için kullanılır. Bu ortezdeki eklem mekanizması sayesinde istenilen açıda eklem ayarlaması yapılabilir. Değişik açılarda eklem hareketine izin verilir. Bu ortezin görünümü kozmetik değildir ve farklı ayakkabı kullanımına izin vermez. Ortez ağır olduğu için proksimal kas kuvveti zayıf olan hastalarda kullanımı sıkıntılıdır.(Resim 20.5)



Resim 20.4. Rijit Plastik Ayak-Ayak Bileği Ortezi.



Resim 20.5. Konvansiyonel AFO.

Eklemli PAFO

Bu AFO daha kozmetiktir ve ağırlığı konvansiyonel AFO ya göre daha azdır. İçerdiği ayarlanabilir eklem mekanizması sayesinde rijit PAFO ya göre daha avantajlıdır.

Posterior Leaf Spring

Orta sallanma ve sallanma fazının sonunda ayağın yerle olan mesafesinin yeterli seviyede tutulması için ayak bileğinin nötral pozisyonda tutulmasını sağlar. Ortezin mediolateral desteği olmadığı için duruş fazı sırasında etkisi yoktur. Nörolojik problemi olan hastalarda ayakta mediolateral sapmalar sıklıkla görüldüğü için bu ortezin kullanımı sıkıntılı olabilir. Bu ortez sadece düşük ayağı olan hastalar için uygundur. Ortez ince ve açık tasarımı sayesinde ayakkabı numarasında bir değişiklik oluşturmaz ve kozmetik görünümü de oldukça iyidir. (Resim 20.6)

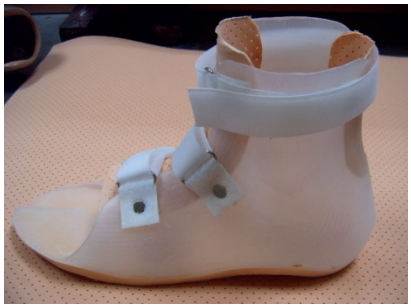


Resim 20.6. Posterior Leaf Spring.

Dinamik Ayak- Ayak Bileği Ortezi (DAFO)

Nancy Hylton tarafından 1989 yılında literatüre kazandırılan Dinamik Ayak Ayak Bileği Ortezi (DAFO) oldukça ince, esnek, kişiye özel olarak oluşturulmuş tabanlığı sayesinde ayağın dinamik arklarına destek ve stabilizasyon sağlayan supramalleoler bir ortezdir**.** (Resim 20.7) DAFO ayak ve ayak bileğinde nötral pozisyon kavramı esas alınarak tasarlanmıştır ve hipertonusu inhibe etmek gibi bir özelliğinin olduğu iddia edilmektedir. Ortez total temas sayesinde nötral bir ön ayak ve subtalar eklem oluştururken, bir miktar dorsifleksiyon, plantar fleksiyon, eversiyon ve inversiyona izin verir. DAFO özellikle pediatrik popülasyonda olmak üzere geniş bir kullanım alanına sahiptir. DAFO'da ayak bileği eklemi olmamakla birlikte ortez, sınırlı bir ayak bileği hareketine izin verir. Bu özellik sayesinde normal denge reaksiyonlarının geliştirilmesine olanak verdiği ve ayağın doğal arklarına destek sağladığı ileri sürülmüştür. Ağırlık ayak boyunca dengeli bir şekilde dağıtılır. DAFO, mediolateral stabilite sağlar. Bu stabilizasyon sayesinde anormal plantar fleksiyon hareketinde azalma meydana getirdiği ileri sürülmektedir. Hylton'a göre DAFO farklı hareket ve postürler ile postüral kontrol ve fonksiyonların hızlı kazanılmasına yardım eden özel bir tedavi aracıdır ve dengenin aktif stimülasyonu ve normal postüral tonusun sağlanmasında da önemli rol oynar.

Ibuki ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada alt ekstremite spastisitesi olan bireylerde DAFO'nun soleusun refleks uyarılabilirliği üzerinde nörofizyolojik olarak bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir. Bu sonuç aslında DAFO'nun spastisiteyi inhibe etmediğine işaret etmektedir.



Resim 20.7. DAFO.

Erel ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada hemiparetik bireylerde DAFO'nun yürüme hızı ve enerji tüketimi açısından avantaj sağladığını tespit etmişler. Bir diğer çalışmalarında ise DAFO kullanımı ile birlikte hemiparetik bireylerde ağırlık aktarma, fonksiyonel ambulasyon üzerinde olumlu etkiler meydana geldiğini tespit etmişler. Her iki çalışmanın sonuçlarına bakıldığında DAFO'nun spastisitesi olan bireylere daha çok, tasarımsal özelliklerinde kaynaklı olarak biyomekaniksel anlamda destek sağladığını söyleyebiliriz.

Oturma Düzenekleri

Pozisyonlayıcılar; destekler, kamalar, adaptif sandalyeler, tekerlekli sandalye, ve oturma düzenekleri olarak sayılabilir.Bu cihazlar proksimalstabilite sağlarlar. Bu sayede oral motor beceriler, iletişim , motor fonksiyonlar ve kendine bakımın başarılmasında yardımcı olur. İyi pozisyonlama kas iskelet sistemi üzerindeki graviteninexternal gücünün etkisinin minimal düzeyde tutulmasını sağlar. Kas aktivitesinin ve postürün geliştirilmesine katkı sağlar.

Bu cihazlar proksimal stabilite sağlarlar. Doğru tasarlanmış bir oturma düzeneği ile bireye; normal kinestetik geri bildirim, postüral kontrolü sağlama, patolojik hareketleri en aza indirme ve fonksiyonel aktivitelere katılma kapasitesini artırma anlamında destek sağlanır. Doğru pozisyonlama ile gravitenin kas iskelet sistemi üzerindeki etkisinin minimal düzeyde tutulması sağlanır. Bu sayede kas aktivitesinin ve postürün geliştirilmesine katkı sağlanır.

Serebral paralizili çocuklarda sık görülen "winblown - wind swept" (rüzgar tarafından süpürülmüş) deformitesinin gelişme seyrinin kalça subluksasyonu, pelvik obliklik ve skolyoz olduğu gösterilmiştir.

Bu çocuklara verilecek oturma düzeneklerinde; iki tuberositas iskii üzerine eşit ağırlık vermek bunu sağlamak amacıyla gerekirse bir tarafın altına kama koymak, ço-

cuğun gövdesinin kalçalara oranla dik veya 5 derece kadar anteriora tiltini sağlanması gibi konulara dikkat etmek gerekir.

HİPOTONİDE ORTEZLEME

Kökeninde hangi sebepler yatarsa yatsın hipotoni ile terapatik mücadelede ortezlerin yeri ve önemi seneler içerisinde çok da büyük değişimlere uğramamıştır. Klasik rehabilitasyon anlayışları içerisinde ortezler daima bir rehabilitasyon yardımcısı olarak görülmüşlerdir. Bu nedenle ortez uygulamaları, rehabilitasyon yöntemleri değişse ve gelişse de, standart yaklaşımların ötesinde modern ve yeni bir kavrayışa doğru ilerleme gösterememiştir. Burada kaçırılmaması gereken nokta ortezlerin daha gelişmiş malzemelerden üretilmesi ya da daha kozmetik görünümlü olmalarının aldatıcı olduğu ve aynı prensiplerin farklı formlarda son kullanıcıya veya profesyonel ulaştırıldığıdır.

Genel olarak bu durum sadece hipotoni gibi zor bir konuda ortezlemeye özgü değildir. Ortez kararının gerekçeleri hakkında son derece ketum davranan çoğu profesyonel, belirli bir algoritma dışına taşmadan, çok da itiraz edilemeyecek kadar faydalı ancak rehabilitasyon içerisindeki rolünün de tam olarak belirlenmesinin mümkün olmadığı seçenekler arasında devinmeyi tercih etmektedir. Başlangıçta bilgi ve tecrübe eksikliği daha sonraları ise tutarlı olmak adına geliştirilen bu klinik davranış paterni ne gerçeklerle ne de gerçeklerin klinik formu olan kanıta dayalı sağlık uygulamaları ile bağdaşmamaktadır. Elbette tutarlılık kötü bir şey değildir ancak klinik düşüncenin üretilmesi ve hatta türetilmesinde yoğun bir şekilde kullanılması gereken zihni durgunlaştırması ve kalıplaması kabul edilemez. Unutulmamalıdır ki çoğu zaman hastalar istatistik açısından bir evren olarak ele alındıklarında sorunsuz bir şekilde klinik şablonların içinde kalırken bireysel olarak çoğu hasta akış şemalarının dışında kalır.

Hipotoniye Ortez Açısından Ne Zaman Müdahale Edilmelidir?

Gerçekçi bir yaklaşımla bu sorunun herhangi bir doğru cevabı yoktur. Aynı şekilde hangi ortezin doğru olduğu konusunda da net bir şey söylemek mümkün değildir. Bu türlü kararların gerçeklerle yordandıktan sonra rasyonel bir şekilde ele alınması gerekir. 2011 yılında Ross ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada yaşları 18 ay-5 yaş arasında değişen hipotoni ve pes planusu olan çocuklar iki gruba ayrılmışlardır. Bir gruba kaba motor tedavi uygulanırken diğer gruba bu tedavinin yanı sıra tabanlık uygulaması yapılmıştır. 6 ay boyunca izleme tabi tutulan gruplardan tabanlık kullanan grubun ark indekslerinde iyileşmeler olduğu ancak hız, orta duruş süresi, kadans ve çift adım uzunluğu gibi yürüyüşü ilgilendiren parametrelerde gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Görüldüğü gibi hipotonik çocuklarda yapılan bu ortez uygulaması gerçekte hipotoni için değil hipotoninin yol açtığı düşünülen pes planus deformitesi

için yapılmıştır. Dolayısı ile çalışmanın sonucu bu yönde değerlendirilebilir. Weber ve ark.'nın 2014 yılında yayınladıkları derleme çalışmasında da hem tabanlık ve dinamik ayak ortezi gibi (DAO) tabanlık benzeri ortezlerin hem de supra-malleoler ortezlerin ***standart uygulama*** olarak ayakta durma aktivitelerinin başlaması ile eş zamanlı olarak reçetelendirildiklerini vurgulamışlardır. Ancak bu özellikle Down sendromu ve hipotonide bu ortezlerin hangisinin daha üstün olduğunun belirlenemediğini, bu yönde yapılacak çalışmalarda kontrol grubu oluşturulmasının etik olmadığını belirterek tartışmayı ucu açık bir şekilde sonlandırmışlardır. Bu çalışmadaki "***standart uygulama"*** vurgusu aslında bir önceki başlıkta irdelenmeye çalışılan tutarlı klinik davranış paterninin literatüre yansımış halidir.

Hipotonide Ortezleme Nasıl Kullanılabilir?

Bir ortezin herhangi bir klinik durumda nasıl kullanılacağı (ne zaman?, kime?, ne süre ile? vb.) sıkça sorulan bir soru olmasına rağmen birincil önemde olan sorunun "neden?" içermesi çok daha uygundur. "Hipotonide ortezler neden kullanılmalıdır?" sorusunun yanıtı zamanlama ve faydalanma oranı gibi temel uygulama parametrelerinin de oluşmasına yardımcı olacaktır. Klinik problem çözme açısından incelendiğinde genelden özele doğru (bu durumda tonustan hipotonusa doğru) bir tutum izlenmesi klinisyen açısından serbestlik yaratacaktır.

Tonus/Hipotonus/Dinamik Stiffness

Tonus konusu genellikle nöromusküler açıdan incelenir. Dolayısı ile kabaca tonusun sıfır veya sıfıra yakın olduğu hipotonus, pasif harekete karşı hız bağımlı direnç artışını gösteren spastisite veya pasif harekete hızdan bağımsız olarak direnç gösterilmesi anlamında rijitide olarak sınıflanır. Bu metnin amacı bu tür tanımları yeniden yapmaktan ziyade ortezle ilişkili nöromuskiler ve biyomekanik kavramları okuyucu için irdelemektir.

Tonusun fazik parçası mono-sinaptik bir refleks arktan meydana gelir. Otomatik olarak kullanılan bu sistem çoğunlukla ani uyarı anında korunma ile ilişkili kas tonusunun arttırılmasını sağlar. Bu monosinaptik ark fonksiyonel açıdan büyük bir anlam ifade etmez. Tonusun postural parçası ise her türden fiziksel aktivite sırasında postural kontrolün devamını sağlamak için sürekli olarak karşı koymaya çalıştığımız yerçekimi ile ilişkilidir. Merkezi sinir sistemine (MSS) hasar/hastalık/bozukluk nedeni ile hipotonus ekseninde doğrudan müdahale şansımız oldukça düşüktür. Ancak hipotonusun klinik anlamının temelde postural kontrol yetersizliği olduğu iyi anlaşılırsa hipotonusun kökenine değil ama sonuçlarına ilişkin müdahele ihtimalinin olduğu ortaya çıkacaktır.

Postural kontrol için gereken afferent sistemlerin yanı sıra kassal kontrol ve kuvvet düzeyinde yapılacak uygulamaların hipotonusun etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynayacağı açıktır. Elbette kassal kontrolü ve kuvveti geliştirmek ve arttırmak her zaman mümkün olamamaktadır. Fakat kinetik zincir açısından bakıldığında efferent kontrolün anlamı biyomekanik bir anlayışa dayanır: dinamik stiffness.

Dinamik stiffness kavramı başlangıçta ürkütücü bir ifade olarak dursa da gündelik yaşamımızda sürekli olarak kullandığımız bir olgudur. Kinetik zincirde normal hareket sırasında doğru bir hareket paterni oluşturabilen gövde ve ekstremite kontrolü doğru stiffness ile sağlanır. Bir başka ifade ile sağlıklı bir postural kontrol ile gerçekleştirilen bir hareket, eklemlerin fonksiyona uygun stabilite seviyelerine aktif (dinamik) ve pasif stiffness değerlerinin uygun zamanlama ve büyüklükle üretilmesi sayesinde eriştiğini gösterir. Burada kastedilen pasif stiffness kontraktil özelliği olmayan (endomisyum, epimisyum, perimisyum, tendon, kas-tendon bileşkesi vb.) yapıları işaret etmektedir. Dinamik stiffness ise kaslar tarafından sağlanır.

Kinezyolojik açıdan da segmentlerin harekete adaptasyonu (fonksiyona özgü eklem hareket açıklığı vb.) başka segmentlere bağlıdır. Buna göreceli adaptif hareket kanunu denir. Buna göre hareket fonksiyona dahil segmentler içerisinde yapılabilen ilk segmentte gerçekleştirilir. Daha klinik tanımla eğer bir segment fonksiyona ilişkin görevini yerine getiremiyorsa bir diğer segment bunu kompanse etmeye çalışır. Örneğin yetersiz kalça fleksiyonu ile öne eğilmeye çalışırsanız lumbal fleksiyon hareket açıklığınız olması gerekenden fazla yapılacaktır. Burada da gerçekleştirilemiyorsa torakal kifozunuz artacaktır. Böyle bir adaptasyon elbette ki sadece eklemleri değil tüm paternin nöro-musküler kontrolünün adaptasyon gerçekleştirmesi anlamını taşır. Bu durumda hareketin postural kontrolüne ilişkin tonus da değişime uğrayacaktır. Kontraktil özellik taşımayan segment elemanları zamanla yapısal adaptasyon (esneklik artışı/kaybı vb.) gösterirken, dinamik stiffness yaratan kontraktil elemanlar (kaslar) ilk olarak yeni hareketlerine hazırlık olarak istirahat tonuslarını değiştirecektir. Yukarıdaki öne eğilme hareketinde torakal kifozun artması ve bunun tekrarlı olarak kullanılması gövde anteriorundaki tüm yapılarda esneklik kaybına (postural kifoz nedeni ile) gövde posteriorun özellike torakal bölge non-kontraktil yapılarda esneklik artışına, kaslarda ise uzama ve bu nedenle optimal boy-kuvvet ilişkisinden uzaklaşmaya neden olacaktır. Arttırılmış tonus nedeni ile de ağrı kaçınılmaz olabilir.

Bütün bunlardan da anlaşılacağı gibi stiffness pasif ve aktif (tonus) komponentlere sahiptir. İlginç olan ise fonksiyon sırasında segmentlere ilişkin adaptasyonlar gerçekleştirilse dahi global kinematik değerlerin (öne eğilme örneğinde sonuçta elinizin yere değip değmeyeceği gibi) sağlıklı patern ile benzer tutulmasıdır. Yani önemli olan segmentler ve ayrıntılar değil fonksiyona ilişkin sonuçtur. Dolayısı ile Farley ve ark'nın yaptıkları çalışmada da gösterildiği gibi yumuşak bir zeminde zıplama hareketi yapıl-

dığında dinamik stiffness üretimi ayak-bileğinden başlayarak arttırılır ve normal bir zemindeki zıplama hareketinin paternine yakın bir şekilde genel patern sürdürülür. Bir başka değişle harekete adaptasyon açısından bir segmentin harekete karşı direnci pasif ve aktif (öne eğilmede torakal ekstansör grup kasların hareketin devamı açısından gevşemesi ve tonuslarının düşürülmesi) olarak düşürülebileceği gibi tersi de nöromotor ve biyomekanik açıdan mümkündür.

Dolayısı ile hipotonik bir vakada önerilebilecek ayak-ayak bileği ortezi (AFO) segmentin pasif stiffness'ını arttıracaktır. Bu durumda alt ekstremite kinetik zincirine bağlı olarak fonksiyona katılım gösteren diz ve kalça eklemleri tarafından temsil edilen segmentlerdeki stiffness alt ekstremiteye ait global kinematiğin devamı açısından düşürülecektir. Görünüşte bu sonuç hipotonusla mücadele açısından istenmeyen bir durumdur. Ancak, buradaki klinik hedef gövdenin tonusunun arttırılması ise düşen alt ekstremite segment tonuslarına karşılık olarak gövdenin vereceği arttırılmış tonus cevabı teorik olarak ilginç bir sonuçtur.

Benzer olarak gövde hipotonisinde başvurulan çeşitli seviyelerdeki gövde korselerinin kullanımında da aynı özellikler geçerlidir. Gövde hipotonisi varlığında alt ekstremitelerde de genel tonus kaybı gözüktüğünden diz-ayak-ayak bileği (KAFO-uzun yürüme ortezi) ortezine bağlı olarak çocuğun ayakta durması için tasarlanan bu ortezler yukarıdaki prensipler kullanılarak tedavi amacı ile de kullanılabilirler. Seans içerisinde çeşitli parçalarının kullanılması ile gövde ve alt ekstremiteler arasında çeşitli oranlarda dinamik stiffness değişimleri yaratabilir.

SONUÇ

Ortezlerin nasıl kullanılacaklarından çok rehabilitasyon içerisindeki rollerinin nörofizyolojik ve biyomekanik temellere dayandırılarak hastaya özgü şartlar altında tanımlanması standart uygulamaların ötesine geçilmesine yardımcı olacaktır. Ortez uygulamalarında bugün gelinen noktada bu tür cihazların rehabilitasyona yardımcı teknik bir araçtan ziyade bir tedavi aracı olarak düşünülmesinde büyük fayda vardır.

KAYNAKLAR

1. Bohannon RW. (1987). Gait performance of hemiparetic stroke patients: Selected variables. Arch Phys Med Rehabil 68: 777-781.
2. Cynthia MZ. (1997). Use of orthoses for the adult with neurologic involvement. Orthotics in functional rehabilitation of the lower limb, WB Saunders Company.,New York, ss: 206-243.
3. Dibello TV, Campbell JH. (2007). Knee-Ankle- Foot and Hip-Knee- Ankle –Foot Orthoses, Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Saunders Elseiver., ss: 237-262.
4. Doucet BM, Mettler JA. (2013). Effects of a dynamic progressive orthotic intervention for chronic hemiplegia: a case series. J Hand Ther;26(2):139-46.

5. Erel S, Uygur F, Engin Simsek I, Yakut Y. (2011). The effects of dynamic ankle-foot orthoses in chronic stroke patients at three-month follow-up: a randomized controlled trial. Clin Rehabil;25(6):515-23.
6. Farley CT, Houdijk HH, Van Strien C, Louie M. (1998). Mechanism of leg stiffness adjustment for hopping on surfaces of different stiffnesses. J Appl Physiol ;85(3):1044-55.
7. Helsel P, McGee J, Graveline C. (2001).Physical management of spasticity. J Child Neurol; 16:24-30.
8. Hill J. (1994).The effects of casting on upper extremity motor disorders after brain injury. Am J Occup Ther;48(3):219-24.
9. Hylton NM. (1989) Postural and functional impact of dynamic AFOs and Fos in a pediatric population J Prosthet Orthot; 2(1): 40-53.
10. Ibuki A, Bach T, Rogers D, Bernhardt N. (2010). An investigation of the neurophysiologic effect of tonereducing AFOs on reflex excitability in subjects with spasticity following stroke while standing. J Prosthet Orthot Int;34(2):154-65.
11. Katalinic OM, Harvey LA, Herbert RD. (2011).Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. Phys Ther; 91(1):11-24.
12. Lannin NA, Novak I, Cusick A. (2007). A systematic review of upper extremity casting for children and adults with central nervous system motor disorders. Clin Rehabil; 21(11): 963-76.
13. Lin RS. (2007). Ankle- Foot Orthoses. Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation. Saunders Elseiver., ss: 219-236.
14. Lohman M, Aragon O. (2013). Antispasticity Splinting. Introduction to Splinting: A Clinical Reasoning and Problem-Solving Approach: Coppard BM, Lohman H, editors, Elsevier Health Sciences., ss: 308-29,
15. Nwaobi OM, Sussman MD. (1990). Electromyographic and force patterns of cerebral palsy patients with windblown hip deformity. J Pediatr;10(3):382-8.
16. Ofluoğlu D. (2009). Orthotic management in cerebral palsy. Acta Orthop Traumatol Turc; 43(2):165-72.
17. Ordinetz SA. (2003). Adult Neurologic Dsyfunction. Splinting the hand and upper extremity. Jacobs M, Austin N, editors, Lippincott Williams& Wilkins., USA, ss: 421-433.
18. Perry J. (1992). Gait analysis: Normal and pathological function, Mc Graw Hill., New York ss: 1-100
19. Ross CG, Susan Shore S. (2011).The Effect of Gross Motor Therapy and Orthotic Intervention in Children With Hypotonia and Flexible Flatfeet. Journal of Prosthetics and Orthotics;23(3): 149-154.
20. Schmit BD, Dewald JP, Rymer WZ. (2000). Stretch reflex adaptation in elbow flexors during repeated passive movements in unilateral brain-injured patients. Arch Phys Med Rehabil;81(3):269-78.
21. Stevenson VL. (2010). Rehabilitation in practice: Spasticity management. Clin Rehabil; 24(4):293-304.
22. Suat E, Fatma U, Nilgün B. (2011). The effects of dynamic ankle-foot orthoses on functional ambulation activities, weight bearing and spatio-temporal characteristics of hemiparetic gait. Disabil Rehabil; 33(25-26):2605-11.
23. Tilton A. (2009).Management of spasticity in children with cerebral palsy. Semin Pediatr Neurol;16(2):82-9.
24. Tyson SF, Kent RM. (2011)The effect of upper limb orthotics after stroke: a systematic review. NeuroRehabilitation; 28(1):29-36.
25. Waters RL, Garland DE, Montgomery J. (1985). Orthotic prescription for stroke and head injury. American Academy of Orthopedic Surgeon: Atlas of Orthotics Biomechanical Principles and Application, St Louis, CV Mosby., ss: 270-286
26. Weber A, Kathy Martin K. (2014). Efficacy of Orthoses for Children With Hypotonia: A Systematic Review. Pediatr Phys Ther; 26(1):38-47.

Artmış Kas Tonusu ve Gevşeme Eğitimi

21

Dr. Öğr. Üyesi Fadime Doymaz

GİRİŞ

Hipertonusun iki ayrı tipi vardır; spastisite ve rijidite. Spastisitenin inhibisyonu için yöntemler lokal ve genel etkiler olmak üzere ikiye ayrılır. Lokal yaklaşımlar inhibitör ortezleme, uzun s**üreli** pasif germe, proprioseptif fasilitasyon teknikleri (PNF), Johnstone basınç splitleri, Brunstrom el manuplasyonları, vibrasyon uygulaması ve soğuk uygulamadır. Spastisitenin gevşetilmesinde genel yaklaşımlar **nörogelişimsel tedavi yöntemi (Bobath)**, nötral sıcaklık, baş aşağı pozisyon, pozisyonlama, vestibüler stimülasyon, hipoterapi, elektroterapi yöntemleri, hidroterapi ve yoga olarak sıralanabilir. Rijidite inhibisyonu **için g**evşeme egzersizleri, **nötral sıcaklık**, masaj, biofeedback, respirokal hareketler,PNF paternleri, alt gövdenin üst gövdeye karşı alternatif hareketleri, vestibular stimulasyon, sallanan ya da dönen sandalye, mat egzersizleri, PNF (ritmik başlatma) ve self – relaksasyon olarak sıralabilir.

Artmış kas tonusunun spastisite ve rijidite olarak iki ayrı tipi vardır;.

A. SPASTİSİTE

Spastisite üst motor nöron lezyonlarında germe refleksinin hipereksitabilitesi sonucunda kas tonusunda artış ile karakterize klinik bir semptomdur. **Üst motor nöron** sendromunun bir komponenti olarak, germe refleksinin hipereksitabilitesi sonucu ortaya çıkan, derin tendon reflekslerinin artmasıyla birlikte görülen, iskelet kas tonusunda hıza bağımlı artışla karakterize motor bozukluktur.

Serebral ya da spinal kaynaklı tüm spastisite mekanizmalarında patofizyoloji basit olarak, eksitatör ve inhibitör mekanizmaların bir dengesizliği olarak düşünülebilir.

Gelişen beyinde ya da spinal korddaki hasara bağlı olarak GABA'nın rölatif olarak spinal kordda eksikliği inhibitör uyarıların azalmasına neden olur. Tedavi ve gevşeme yöntemlerinin mekanizmalarını anlamak için bu açıdan bakmak gereklidir.

Spastisitenin etkileri ikiye ayrılır;

1. Negatif etkileri: Hareket güçlüğü, otururken ve ayakta dururken anormal postür, deformitelere neden olan kontraktürler, bası yaraları ve ağrıdır. Artmış addüktör ve hamstring kas tonusu, yürüyemeyen hastada oturmayı da güçleştirir. Perineal hijyenin sağlanması ve giyinme soyunma aktiviteleri daha fazla güç gerektirir.
2. Pozitif etkileri: Artmış tonus sayesinde hasta bacaklarını düz şekilde tutabilir ve bu sayede hastanın ağırlığı yer çekimine karşı koyabilir. Gövde ekstansörlerindeki artmış tonus yardımı ile hasta ayağa kalkabilir ve birkaç adım atabilir. Spastisite, kas kütlesinin ve kemik dansitesinin korunmasında da yardımcı olabilir.

Spastisite; serebral korteks, beyin sapı ya da spinal kordun diffüz ya da lokalize patolojileri sonucunda ortaya çıkar. Tüm spastik hastaların yaklaşık 2/3'ünün etiyolojisinde serebral palsi yer almaktadır. Spastisite pek çok fonksiyonel probleme yol açabilmektedir.

Ancak spastisitenin pozitif ve negatif etkileri gözönünde bulundurulduğunda 'tedavi etmek gerçekten gerekli midir?' sorusu gündeme gelmektedir. Bu konuda literatürde pek çok farklı görüş bulunmaktadır. Barnes ve ark. spastisitenin pozitif etkilerini ortadan kaldırabilecek tedavilerden kaçınılması gerektiğini, ayrıntılı değerlendirme yapıp, uygun bir programın çizilmesi gerektiğini belirtmektedirler. Diğer yandan Graham ve ark. yaptıkları derlemede spastisiteyi meydana getiren olaydan -stroke vs. 3-6 hafta sonra kontraktür ve normal eklem hareketi kaybının sözkonusu olabileceğini, o yüzden tedavinin hemen başlaması gerektiğini söylemişlerdir.

Spastisitede gevşeme elde edilmek isteniyorsa mutlaka nöral ve biomekaniksel faktörler dikkate alınmalı, konunun sadece kastaki spastisite olmadığı, yumuşak dokuda meydana gelen yapışıklıklar, eklemde meydana gelen değişiklikler, arterial ve venöz dolaşımdaki problemler gibi tüm diğer faktörler de dikkate alınmalıdır.

A. **Lokal yaklaşımlar**

- **İnhibitör Ortezleme:** Golgi tendon organının uyarılması ile otojenik inhibisyon gerçekleşir ve kas değişik oranlarda gevşer. Kronik hemiparetik inme hastalarında yapılan bir çalışmada bir el inhibitör ortezinin spastisite üzerine etkileri incelenmiştir. Yazarlar cihazın spastisitenin inhibe edilmesinde oldukça etkili olduğunu bulmuşlardır. Basaran ve ark.larının yaptıkları randomize kontrollü çalışmada

inme hastalarında cihazlamanın etkileri araştırılmış ve inhibitör ortezlemenin etkileri araştırılmıştır. Gruplararası fark bulunamamıştır ve bu tedavi yönteminin ancak bir rehabilitasyon programının parçası olarak kullanılabileceği öne sürülmüştür.

- **Uzun Süreli Pasif Germe:** Genellikle el ile uygulanır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta germenin hızlı ve kesikli yapılarak kas iğciğinin uyarılmamasıdır. Germe yavaş ve kademeli olarak artan şekilde uygulanmalı ve kasın direncini yenene kadar beklenmelidir. Etki mekanizması otojenik inhibisyondur.
- Lee ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü çalışmada amaç; hipertonus ve ciddi mental retardasyonu olan bireylerde hamsting kaslarının uzaması üzerine germe ve sıcak uygulamanın etkileri ve pasif germeye cevaplarını incelemekti. Çalışmaya 29 olgu katıldı ve 4 seans, 5 tekrarlı germe aldılar. Olgular dört gruba ayrıldı. İlk grup 10 sn germe, ikinci grup 30sn germe, üçüncü grup hotpack ve 10sn germe, son grupsa hotpack ve 30sn germe tedavisi aldılar. Throcanter major ve lateral malleol arasındaki mesafe ve pasif diz ekstansiyon germesi sırasındaki hamstring EMG aktivitesi kaydedildi. Çalışmanın sonuçlarına gore germeden önce sıcak uygulamak yalnızca sıcak uygulamaktan daha etkilidir. Germenin tek başına etkili olduğu ve 30sn germenin 10sn germeden daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır.
- Diğer yandan spastisitesi olan bireylerde germe sırasında mental teknikler kullanılmasının etkilerinin incelendiği randomize tek kör çalışmada olgular terapatik germe sırasında motor hayal kuran ve ilerleyici kas gevşemesi çalışan olmak üzere iki gruba ayrılmışlardır. Çalışmaya sadece 11 kişi katılmıştır ve istatistiksel olarak fark bulunamamıştır.
- Spastisitesi olan 24 hastanın katıldığı çalışmada ise robot yardımlı pasif germe ve aktif hareketin spastisite üzerine etkileri incelenmiştir. Kontrol grubuysa evde egzersiz yapmışlardır. Tedavi 6 hafta sürmüş ve Robot grubunun çalışmanın sonunda kontrol grubuna göre Modifiye Ashwort Skalasında daha anlamlı azalmalar kaydettiği görülmüştür. Ancak bir fizyoterapistin gözetiminde yapılan tedavilerin daha etkili olduğu düşünülürse bu tür çalışmaların ev programı yerine aktif uygulanan başka bir tedaviyle karşılaştırılması daha uygundur.
- Spastisitesi olan çocuklarda yapılan başka bir robot çalışmasında ise tedavinin spastisitenin azalmasında etkili olduğu bulunmuştur.
- Clinical rehabilitation'da yayınlanan 2015 randomize kontrollü çalışmada ise elbileği ve parmaklardaki spastisite üzerinde botoks sonrası olgular iki gruba ayrılmıştır. İlk gruba bantlama ikinci gruba ise günlük uygulanan manual germe, pasif eklem mobilizayonu ve palmar splint uygulanmıştır. Bantlamanın daha etkili olduğu bulunmuştur.

- Literatürdeki çalışmalar incelendiği zaman germenin genellikle kısa süreli etkilerinin incelendiği görüldü, uzun vadeli sonuçlarla ilgili pek çalışmaya rastlanmadı.
- Nitekim germenin spastisite üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan sistematik derlemede 10 randomize kontrollü çalışma+11 klinik deneme incelenmiştir. Randomize kontrollü çalışmaların metodolojik değerleri düşük (Pedro'ya göre 4-8 arası) olduğu gözlenmiştir ve metaanaliz mümkün olmamıştır. Hem mekanik hem manual germe metodları çalışmaya dahil edilmiştir. Germe protokolleri genellikle yeterince tanımlanmamış ve standardize edilmemiştir. Genellikle 1 germe seansının etkilerine dair pozitif kanıt olsa da uzun süreli etkilerle ilgili pek fazla kanıt yoktur. Germenin spastisite üzerine etkilerine dair kanıtlar yapılan çalışmalarda yetersizdir.
- **PNF Teknikleri:** Proprioseptörlerin stimülasyonu ile nöromuskuler mekanizmanın yanıtlarını kolaylaştırma ya da hızlandırma yöntemidir. Resiprokal inhibisyon veya Otojenik inhibisyon mekanizmasıyla gevşetir (Antagonist kas stimüle edildiğinde spastik kasın inhibe olacağı düşünülür).
- Ritmik başlatma, Tut gevşe, Kas gevşe, pnf paternleri ve temel teknikler kullanılabilir. PNF fizyoterapistlerin klinik gündeminde oldukça önemli ve çok yer tutmasına rağmen çoğu manual terapi tekniği gibi literatürde çok fazla çalışılmamıştır. PNF ile ilgili tüm çalışmaların azlığının yanında spastisitede etkileri ile ilgili pek az çalışmaya rastlanmıştır.
- Pubmed veritabanında yayınlanan çalışmada gövde stabilizasyon egzersizlerinin alt ekstremite kas tonusu üzerine etkileri incelenmiştir. Bu uygulama PNF de 'indirect treatment' olarak isimlendirilmektedir. Gövdeye PNF tekniklerinden ritmik stabilizasyon uygulanmıştır. Ritmik hareketlerin parasempatik sistemi uyararak gevşeme ortaya koyabileceği söylenebilir. Ayrıca gövdede meydana gelen ritmik hareketler alt ekstremitedeki ko-kontraksiyonu da azaltmış olabilir. Ancak bu çalışma sadece tek hastanın sonuçlarıdır.
- Diğer yandan 2013 yılında yayınlanan bir çalışma stroke hastalarında parsiyel ağırlıkla yapılan treadmil eğitiminin ve PNF tekniklerinin etkilerini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır.
- 2015 yılında yayınlanan bir çalışmada ise PNF teknikleri robotik sistemle entegre edilmiş ve spastik ayakbileği üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmaya 5 stroke sonrası hasta katılmıştır. 6haftalık tedavi sonunda PNF'le entegre edilmiş robotik rehabilitasyonun spastisitenin azalmasında ve normal eklem hareket açıklığını artırmada etkili olduğu söylenmiştir.
- **Johnstone Basınç Splintleri:** Margeret Johnstone tarafından geliştirilmiş, akciğer havasıyla şişirilen splintlerdir. İnhibisyon mekanizmalarından biri; splint yoluyla

spastik ekstremitenin antispastik pozisyona yerleştirilmesi ve otojenik inhibisyon yoluyla gevşeme elde edilmesidir. İkinci mekanizma ise akciğer havasının nötral sıcaklık yoluyla otonom sinir sisteminin parasempatik komponentini uyarması ve sempatik komponentinin etkisini indirgeyip, kas tonusunu azaltması şeklindedir. Splintler ortalama 20 dakika uygulanır.

- 2006 yılında yayınlanan çalışmada kalça adduktor spastisitesi üzerine Johnstone splintleri ile botox'un etkileri karşılaştırılmıştır. Her iki grupta da anlamlı değişiklikler görülmüştür. Ancak Johnstone splintlerinin etkisi botoksun gerisinde kalmıştır.
- Türkiye'de yapılan bir diğer çalışmada ise Johnstone splintlerinin spastisite ve kutenoz duyusal inputlar üzerine etkileri incelenmiştir. Tedavi grubuna Nörogelişimsel tedavi ve Johnstone splintleri uygulanırken kontrol grubuna sadece nörogelişimsel tedavi uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda yapılan analizlerde spastisitede Modifiye Ashworth skalası değerlerine göre daha anlamlı düşüşler kaydedilmiştir.
- Splintlerin serebral palside etkilerini araştıran bir derlemede ise Johnstone splintleri de araştırılmıştır. Splintle birlikte yapılan tedavinin, splintsiz tedaviye çok az klinik üstünlüğü bulunmuştur. Ayrıca splint çıkarıldıktan 2-3 ay sonra etkileri sürmemektedir.
- **Brunnstrom El Manipülasyonları:** Otojenik inhibisyon mekanizmasıyla gevşetir.
- 2006 yılından bir çalışmada spastisite ile sinerjiler arasında ilişkiler bulunmuştur ve sinerjilerin sadece spastisitesi olmayan hastalarda uygun olabileceği söylenmiştir.
- Ayrıca Brunnstrom el tedavisi ile motor öğrenme programının karşılaştırıldığı çalışmada kronik dönem stroke hastalarda Brunnstrom el tedavisinin daha etkili olduğu söylenmiştir.
- **Vibrasyon Uygulaması:** Antagonist kasın motor noktasından uygulanan vibrasyon ile antogonist kas kasılırken resiprokal inhibisyon yoluyla spastik kas gevşer. Vibrasyon 1970'lerden bu yana uygulanan bir yöntemdir. Ancak aşırı spastisite, rijidite, ataksi gibi durumlarda vibrasyonun ters etki meydana getirebileceği belirtilmektedir.
- Serebral palsili çocuklarda tüm vücut vibrasyonunun alt ekstremite spastisite ve ambulatuvar fonksiyonları üzerine etkisini araştırmak için planlanan çalışmada 16 serebral palsili çocuk 20 dk. tüm vücut vibrasyonu aldı. Çalışmanın sonunda aktif normal eklem hareketi , gevşeme indeksi, 6 dk yürüme testinde artış; zamanlı kalk yürü testi ve modifiye Ashworth skalası değerlerinde azalma kaydedilmiştir.
- **Soğuk Uygulama:** *Uzun Süreli(20-40 dak.):*Spastik kasa uygulanır soğuk uygulama ile sinir iletim hızı azaldığı ve kas iğciğinin uyarılma eşiği yükseldiği için spastik kasta gevşeme elde edilir.

- *Kısa Süreli(1-2 dak.):*Antagonist kası uyarmak ve resiprokal inhibisyon yoluyla spastik kası gevşetmek amacıyla kullanılır.

  Soğuk uygulama literatürde oldukça incelenen bir konu olmuştur.

  Spastik SP'li çocuklada yapılan çalışmada el ve parmak fleksörleri üzerinde soğuk uygulamanın etkili olduğu bulunmuştur.

  2015 yılında yayınlanan bir çalışmada ise soğuk uygulamaya hastaya göre karar vermek gerektiği söylenmiştir.

  56 stroke sonrası hasta ile yapılan çalışmada ise soğuğun spastisite üzerinde etkili olduğu söylenmiştir.

Spastisitenin gevşetilmesinde genel yaklaşımlar

1. **Nörogelişimsel tedavi yöntemi (Bobath)**: Otejenik inhibisyonla gevşeme gerçekleşir. Bu tedavi yöntemindeki genel amaçlar hareket üzerindeki etkisine bağlı olarak postural tonusu azaltmak, arttırmak veya stabilize etmektir. Bobath tekniğinin 10 seans uygulandığı, 60 stroke sonrası hasta ile yapılan çalışmada spastisitenin azalmasında tekniğin etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak 15 uzmanın yer aldığı ve Bobath yöntemiyle ilgili literatürün incelendiği Delphi çalışmasında aslında Bobath yönteminin yanlış anlaşıldığı söylenmiştir. Buna göre Bobath yöntemi spastisitenin azalması ve normal hareketin fasilite edilmesinden ziyade terapistin bakış açısıyla gelişen ve yaşayan bir yöntemdir. Diğer yandan Bobath yöntemiyle ilgili yapılan derlemede Bobath çalışmalarında terapistin yeteneklerinin, ölçüm yöntemlerinin ve bireyselleştirilmiş programların önemi vurgulanmıştır.
2. **Nötral Sıcaklık:** Nötral sıcaklık yoluyla otonom sinir sisteminin parasempatik komponenti uyarılır ve sempatik komponentin etkisi indirgenip, kas tonusu azalır.
3. **Baş aşağı pozisyon:** Çocuklarda kullanılan bir yöntemdir. Baş aşağı pozisyonda kan boyun bölgesine doğru akarak bu bölgede bulunan başta karotid sinüs olmak üzere diğer baroreseptörleri uyararak kan basıncını düşürmek üzere sempatik sinir sisteminin aktivasyonunun inhibisyonu ile kas tonusu azalır.
4. **Pozisyonlama:** Yatan hastanın ekstremiteleri ve gövdesinin antispastik pozisyonda desteklenmesi otojenik inhibisyon yoluyla kasları gevşetir. Pozisyonlamanın 24 saat devam ettirilmesi gerekir. Tekerlekli sandalyede pozisyonlamanın üst ekstremite spastisite ve fonksiyonları üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada çocuklarda dik pozisyonun fonksiyonları artırdığı sonucuna varıldı. Derleme çalışmasında ise 24 saat pozisyonlama ile spastisitenin azaltılabileceği ve fonksiyonların fasilite edilebileceği söylenmiştir.
5. **Vestibular Stimülasyon:** Denge tahtası, denge topu, hamak ve su yataklarının kullanımıyla yavaş ve ritmik sallanma şeklinde uygulanır. Yavaş ve ritmik sallanma,

iç kulak elemanları ve sekizinci kranial sinirin beyin sapı bağlantıları vasıtasıyla inhibitör özelliği olan bulber retiküler formatioyu uyararak genel bir tonus azalmasına neden olur. Literatürdeki çalışmalar vestibular stimülasyonun spastisitenin azalmasında etkili olduğunu göstermişlerdir.

6. **Hippoterapi:** Atların tedavi amacıyla kullanılmasıdır. Ata eğer takılmaz, hastanın atın nötral sıcaklığından faydalanması sağlanır. Özellikle alt ekstremitelerinde addüksiyon spastisitesi bulunan hastalarda bacaklar RİP'e konularak otojenik inhibisyonla spastik kaslar gevşetilir. Ayrıca atın hareketi ile de vestibular stimülasyon yapılmış olur. Haftada 2 kez, 4 hafta boyunca uygulanan hippoterapi yöntemi ile bir Bobath silindiri üzerinde uygulanan tedavinin etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda hipoterapinin daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yandan Serebral palsili çocuklarda adduktor kas simetrisi ve fonksiyonellik üzerine hipoterapinin etkileri incelenmiş, etkiler anlamlı bulunmuş ve 12 haftalık izlem sonunda da etkilerin devam ettiği görülmüştür.

7. **Elektroterapi Yöntemleri**

Agonist kasa yönelik uygulamalar (spastik kasa yönelik):

Tetanik Faradik Stimülasyon: Tetanik faradik stimülasyonla spastik kasın şiddetli kontraksiyonu golgi tendon organını uyararak otojenik inhibisyon yolu ile spastik kası gevşetir.

EMG Biofeedback: Spastik kasdan kayıt edilen kasılmaya ait bilgileri görsel ve işitsel yollarla hastaya feedback olarak vermek ve hastadan istemli olarak spastik kası gevşetmeye çalışmasını istemektir. Davranışsal şartlanma ile gevşeme elde edilir.

Antagonist Kasa Yönelik Uygulamalar

Surgeli Faradik Stimülasyon, Yüksek Voltaj Galvanik Stimülasyon, Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu: Antagonist kasın uyarılması ve resiprokal inhibisyon yoluyla spastik kasın gevşemesi esasına dayanmaktadır.

Biofeedback: Görsel, işitsel ve duysal ipuçları yoluyla otonomik fonksiyonlar, ağrı ve motor bozuklukların istemli olarak kontrol edilmesidir. Spastik kasları gevşetme amaçlanır. Elektrotlar primer kas ve/veya antagonist kas grubu üzerine konulur. Kas kontraksiyonlarının fasilitasyonu veya inhibisyonu için kullanılır. İstemli kontrol potansiyeli biofeedback uygulamasından önce var olmalıdır. Motivasyon ve kooperasyon esastır.

Literatürde pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Bazı çalışmalar etkilerin az olduğunu söylese de 2015 yılında yayınlanan metaanalizde elektrik stimulasyonunun spastisitenin azaltılmasında etkili olduğunu söylemektedir.

8. **Hidroterapi:** Kesiktaş ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada hidroterapinin spastisitede ilaç kullanımını azaltabileceği söylenmiştir. Diğer yandan Çin'de yapılan çalışmada hidroterapinin spastisiteyi azalttığı söylenmiştir.

Akupunkturun spastisitede gevşeme üzerine etkilerine dair çalışmalara da rastlanmıştır. Ancak akupunkturun etkili olduğunu gösteren çalışmalar olsa da yeterli kanıt olmadığı görülmüştür.

Sadece dört *çocuk üzerinde yapılan* bir *çalışmada* ise self-hipnozun tonusun azaltılmasında etkileri incelenmiştir. Tüm çocuklarda etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak denek sayısı oldukça yetersizdir.

9. **Yoga:** Sanskrit dilinde yoga kelimesi, kontrol etmek, boyunduruk altına almak veya birleştirmek anlamına gelir. Kavuşma, bir araya gelme, birlik, karşılaşma ve yöntem olarak da çevrilebilir. Yoga uygulayan veya yoga felsefesini takip eden kişiye Yogi ya da Yogini adı verilir. Yogini ifadesi Yogi'nin dişil kullanımıdır.

Yoga'nin 8 basamağından bahsedilir. Bunlar;

1. Yama – Kontrol: Evrensel eylem kontrolü.
2. Niyama - Kesin control: Kişisel eylem kontrolü.
3. Asana – Duruş: Vücut çalıştırma teknikleri.
4. Pranayama - Enerji kontrolü: Nefes ve biyoenerji teknikleri
5. Pratyahara - Geri çekmek: Astral, çakra teknikleri.
6. Dharana – Odaklanma: Konsantrasyon teknikleri.
7. Dhyana - Derin odaklanma: Meditasyon teknikleri.
8. Samadhi - Üstün odaklanma teknikleridir.

Hatha yoga felsefesi

Hatha Yoga, Raja Yoga'nın bir koludur ve fiziksel duruşlara ve nefes talimlerine ağırlık veren okuludur. Ruhsal ve fiziksel sağlık amacıyla yapılmaktadır. Hatha Yoga çalışmaları 3 temel üzerinde durur. Bunlar;

1. Pranayama (Nefes Egzersizleri),
2. Asana (Yoga postürleri)
3. Meditasyon.

1. Pranayama (Nefes Egzersizleri)

Nefesin doğasının farkına varılarak ve solunum kontrolü sağlanarak *tüm organizmanın kontrol edilmesidir.*

2. Asanalar

Sanskiritçe bir sözcük olan Asana, gevşemiş durum demektir. Vücut sağlığında önemli yere sahiplerdir. Amacı, Beden-Zihin-Bilinç arasındaki dengeyi sağlamaktır.

Duruşlar-Postürler: Bedenin en az çaba ile düzgün duruşudur. Bedenin her kısmının, kendisine bitişik bölüme en uygun pozisyonda yerleştirilmesidir. Vücudun her hareketinde, eklemlerin aldığı pozisyonların birleşimidir. Dayanıklılığı, esnekliği ve kuvveti arttıran egzersizlerdir. Asana, Yoga duruşlarına verilen isim olup, kelime anlamı 'rahat, hoş duruş, latif poz' olarak da ifade edilmektedir. Yoga postürlerinin yaklaşık 84 çeşidi vardır. Ancak yoga duruşları ve hareketleri yanlızca akrobatik hareketler olmayıp belli bir düşünceyi de içermelidir. Yoga postürleri yapılırken nefese konsantre olunur.

Yoga, iskelet yapısından başlayıp, zihne kadar uzanan son derece karmaşık bir o kadar faydalı çalışmalardan oluşur. Beden yapısındaki tüm kaslar, pelvis, omurga, göğüs kafesi, boyun ve bedenin tüm katmanları çalışma sırasında esnetilir. Yoga hareketleri ile pek çok organ ve salgı bezlerine basınç uygulanır. Yoga çalışmalarının tamamında, kan dolaşımı etkilenir ve iç organlara derin masaj yapılır.

3. Meditasyon

Sözcük anlamıyla birçok Batı dilinde 'derin düş***ünme***' anlamına gelir. Kişinin iç huzuru, sükunet, değişik bilinç halleri elde etmesine ve öz varlığına ulaşmasına olanak verir. Zihnini denetleme teknikleri ve deneyimleridir. Meditasyon düşüncenin yoğunlaştırılmasıdır. Doğu kültürlerinde meditasyon, köklü ve bilinç açıcı bir teknik olarak kabul edilir. Transandantal Meditasyon ise dinlendirici, sakin ama artmış bir iç mutluluğu yaşatan, öznel bir deneyimi kazanmak amacıyla tekrar tekrar yapılan zihinsel bir tekniktir.

Meditasyon, basitçe zihnimize doğru şeyleri düş***ünmeyi öğretmenin bir yoludur.*** Bedeni ve zihni sakinleştirerek, iç gücümüzle temasa geçebilmemizi sağlar. Meditasyon gerilimi azaltır, hatırlama ve öğrenme yeteneğini geliştirir. Düşüncede özgür olmak, olumsuz düşüncelerden arınmak, meditasyon'un ta kendisidir. İçsel yaşamımızın farkına varıp, onunla iletişim kurmak, hayatın ve bilincin kaynağına ulaşmaktır.

Kontraendikasyonlar:

Yoganın pek çok farklı stili bulunmaktadır. Vinyasana veya flow yoga ***sürekli ve şiddetli hareket içerdiği için***, Bikram veya hot yoga ***çok fazla ısı artışına yol açtığı*** için, Kundalini tekrarlı yoğun solunum içerdiği için –nörolojik bozukluğu olan hastalarda tavsiye edilmez.

Daha nazik ve terapatik yoga yaklaşımları, uygun modifikasyonlarla ve kişiye özel olarak, daha uygundur.

Uluslararası yoga terapistleri birliği: Yoga: 'bireylerin sağlık ve iyilik hallerinin geliştirilmesi kapsamında bireylerin güçlendirilmesi işlemi olarak tanımlanmıştır. Yoga semptomların azalmasını sağlayıp, fonksiyonları geliştiriken, hastalığın nüksetmesini engeller ve kendi durumları ve hastalıkları ile daha iyi ilişkiler kurabilmelerini sağlar demiştir.

Yoga spastisitede genel bir gevşeme yöntemi olarak kullanılabilir. Yoganın solunum ve meditasyon Otonom sinir Yoganın spastisitede bir gevşeme yöntemi olması konusunda literature tarandığında ***özellikle Multıpl Skleroz (MS) hastalarında yapılan*** bir çalışma dikkat çekmektedir. 20 MS hastasında yapılan bir çalışmada tırmanma ve yoganın etkileri karşılaştırılmıştır. Yoganın spastisite üzerine etkisinin olmadığı bulunmuştur. Ancak literatürde spastisite üzerine yoganın etkilerini inceleyen çalışmaların azlığı dikkate alınırsa bu konuda daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

B. RİJİDİTE

Agonist ve antagonist kaslarda pasif harekete artmış dirençtir. Eklem hareketi boyunca hissedilir. Eklem hareket kısıtlılığı, postür bozukluğuna neden olabilir.

A- Kurşun boru: Harekete sabit bir direnç oluşur

B- Dişli çark: Harekete sarsıntı dizisi halinde bir direnç oluşur.

Aktif hareket, mental yorgunluk, emosyonel stres rijiditeyi artırır.

Rijidite inhibisyonu

- Gevşeme Egzersizi
- Nötral S*ıcaklık*
- Masaj
- Biofeedback
- Respirokal hareketler,PNF paternleri
- Alt gövdenin üst gövdeye karşı alternatif hareketleri
- Vestibular stimulasyon
- Sallanan ya da dönen sandalye
- Mat egzersizleri
- PNF ***à*** ritmik başlatma
- Self – relaksasyon

Masajın rijiditede etkili olup olmadığını araştıran bir vaka raporunda kısa dönemde etkili olduğu ama uzun vadede etkili olmadığı söylenmiştir. Kayak egzersizleri ile genel egzersizlerin aksial rijidite üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada her iki egzersiz grubunun da etkili olduğu bulunmuştur. Buna göre kayak egzersizleri biraz daha etkili bulunmuştur. Rijiditesi olan 26 hastanın katıldığı kontrollü power-yoga çalışmasında, 3 ay süren yoga çalışmasının rijiditenin azalmasında etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Abbott R. Editorial on "The management of childhood hypertonia''. Childs Nerv Syst. 2007 Sep;23(9):937-41. Epub 2007 Jun 14.
2. Androwis GJ, Michael PA, Strongwater A, Foulds RA. Alterations of neuromuscular signals as a result of vestibular stimulation Neural Engineering (NER), 2013 6th International IEEE/EMBS Conference on Date 6-8 Nov. 2013
3. Basaran A, Emre U, Karadavut KI, Balbaloglu Ö, Bulmus N. Hand Splinting for Poststroke Spasticity: A Randomized Controlled Trial Topics in Stroke Rehabilitation Volume 19, 2012 - Issue 4
4. Barnes MP, Johnson GR, Upper motor neuron and spasticity Clinical management and neurophysiology. Cambridge University Press, 2nd Edition, April 2008.
5. Berker N, Yalçın S. The Help Guide to Cerebral Palsy, ikinci baskı. Washington: Merrill Corporation, 2010: 74-90
6. Bose P, Hou J, Thompson FJ. Traumatic Brain Injury (TBI)-Induced Spasticity: Neurobiology, Treatment, and Rehabilitation. In: Kobeissy FH, editor. Brain Neurotrauma: Molecular, Neuropsychological, and Rehabilitation Aspects. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis; 2015. Chapter 14.
7. Bovend'Eerdt TJ, Dawes H, Sackley C, Izadi H, Wade DT. Mental techniques during manual stretching in spasticity–a pilot randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2009;23(2):137-45.
8. Bovend'Eerdt TJ, Newman M, Barker K, Dawes H, Minelli C, Wade DT. The Effects of Stretching in Spasticity: A Systematic Review Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Volume 89, Issue 7, July 2008, 1395–1406
9. Casciaro Y. Massage Therapy Treatment and Outcomes for a Patient with Parkinson's Disease: a Case Report. Int J Ther Massage Bodywork. 2016 Mar 4;9(1):11-8. eCollection 2016 Mar
10. Cheng HY, Yu YC, Wong AM, Tsai YS, Ju YY Effects of an eight-week whole body vibration on lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy. Res Dev Disabil. 2015 Mar;38:256-61.
11. Hazneci B, Tan AK, Guncikan MN, Dincer K, Kalyon TA.Comparison of the efficacies of botulinum toxin A and Johnstone pressure splints against hip adductor spasticity among patients with cerebral palsy: a randomized trial. Mil Med. 2006;171(7):653-6.
12. Jackman M, Novak I, Lannin N. Effectiveness of hand splints in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. Dev Med Child Neurol. 2014;56(2):138-47. Derleme.
13. Kerem M, Livanelioglu A, Topcu M.Effects of Johnstone pressure splints combined with neurodevelopmental therapy on spasticity and cutaneoussensory inputs in spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2001;43(5):307
14. Kesiktas N, Paker N, Erdogan N, Gülsen G, Biçki D, Yilmaz H. The use of hydrotherapy for the management of spasticity. Neurorehabil Neural Repair. 2004;18(4):268-73.

15. Khalili MA, Hajihassanie A. Electrical simulation in addition to passive stretch has a small effect on spasticity and contracture in children with cerebral palsy: a randomised within-participant controlled trial. Aust J Physiother. 2008;54(3):185-9.
16. Kim EH, Jang MC, Seo JP, Jang SH, Song JC, Jo HM. The Effect of a Hand-Stretching Device During the Management of Spasticity in Chronic Hemiparetic Stroke Patients Ann Rehabil Med. 2013;37(2):235-240.
17. Krukowska J, Dalewski M, Czernicki J. Evaluation of effectiveness of local cryotherapy in patients with post stroke spasticity. Wiad Lek. 2014;67(2 Pt 1):71-5.
18. Korkmaz NC, Kirdi N, Temucin CM, Armutlu K, Yakut Y, Karabudak R. Improvement of muscle strength and fatigue with high voltage pulsed galvanic stimulation in multiple sclerosis patients–a non-randomized controlled trial. J Pak Med Assoc. 2011;61(8):736-43.
19. Laura A. Graham Management of spasticity revisited. Oxford Journals Medicine & Health Age and Ageing Volume 42, Issue 4Pp. 435-441
20. Lechner HE, Kakebeeke TH, Hegemann D, Baumberger M. The Effect of Hippotherapy on Spasticity and on Mental Well-Being of Persons With Spinal Cord Injury. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation Volume 88, Issue 10, 2007; 1241–1248
21. Lee GP, Ng GY. Effects of stretching and heat treatment on hamstring extensibility in children with severe mental retardation and hypertonia. Clin Rehabil. 2008;22(9):771
22. Lök S, Lök N. Demansta Fiziksel Aktivite ve Egzersiz. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar-Current Approaches in Psychiatry 2015;7(3):289-294.
23. Mauersberger K, Artz K, Duncan B, Gurgevich S. Can children with spastic cerebral palsy use self-hypnosis to reduce muscle tone? a preliminary studyIntegrative Medicine Volume 2, Issues 2–3, Spring 2000, 93–96
24. McGibbon NH, Benda W, Duncan BR, Silkwood-Sherer D. Immediate and Long-Term Effects of Hippotherapy on Symmetry of Adductor Muscle Activity and Functional Ability in Children With Spastic Cerebral Palsy Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. Volume 90, Issue 6, June 2009, 966–974
25. Mikołajewska E. NDT-Bobath method in normalization of muscle tone in post-stroke patients. Adv Clin Exp Med. 2012;21(4):513-7.
26. Ni M, Mooney K, Signorile JF. Controlled pilot study of the effects of power yoga in Parkinson's disease. Complement Ther Med. 2016 Apr; 25:126-31.
27. Ottenbacher K, Short MA, DeGraff , Watson PJ. The effects of a clinically applied program of vestibular stimulation on the neuromotor performance of children with severe developmental disability
28. Özek MM. Spastisite ve Tedavisi. Türk Nöroşirürji Dergisi 2013, Cilt: 23, Sayı: 2, 158-173
29. Pandian S, Arya KN, Davidson EW. Comparison of Brunnstrom movement therapy and Motor Relearning Program in rehabilitation of post-strokehemiparetic hand: a randomized trial. J Bodyw Mov Ther. 2012;16(3):330-7.
30. Raine S. Defining the Bobath concept using the Delphi technique. Raine: a response. Physiother Res Int. 2007 Mar;12(1):50-1.
31. Ribeiro T, Britto H, Oliveira D, Silva E, Galvão E, Lindquist A. Effects of treadmill training with partial body weight support and the proprioceptive neuromuscular facilitation method on hemiparetic gait: a randomized controlled study. Eur J Phys Rehabil Med. 2013;49(4):451-61.
32. Rodríguez-Mansilla J, Espejo-Antúnez L, Bustamante-López AI. Effectiveness of acupuncture in spasticity of the post-stroke patient. Systematic review. Aten Primaria. 2016;48(4):226-34.
33. Santamato A, Micello MF, Panza F, Fortunato F, Picelli A, Smania N, Logroscino G, Fiore P, Ranieri

M. Adhesive taping vs. daily manual muscle stretching and splinting after botulinum toxin type A injection for wrist and fingers spastic overactivity in stroke patients: a randomized controlled trial Clin Rehabil January 2015 vol. 29 no. 1 50-58

34. Shujaat F, Soomro N, Khan M. The effectiveness of Kayaking exercises as compared to general mobility exercises in reducing axial rigidity and improve bed mobility in early to mid stage of Parkinson's disease. Pak J Med Sci. 2014 Sep;30(5):1094-8.
35. Singh S, Gourang A, Sinha K. Cold Induced Modulation of Motoneuronal Excitability in Spastics. IJTRR. 2015; 4(4): 172-176
36. Stavness C. The effect of positioning for children with cerebral palsy on upper-extremity function: a review of the evidence. Phys Occup Ther Pediatr. 2006;26(3):39-53
37. Stein C, Fritsch CG, Robinson C, Sbruzzi G, Plentz RD. Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles After Stroke: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Stroke. 2015;46(8):2197-205. Review.
38. Stinson M. Management of 24-h-Body Positioning. International Handbook of Occupational Therapy Interventions. pp 189-203, Shelley Crawford ,
39. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, Abbruzzese G. Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. Biomed Res Int. 2014;2014:354906. Review.
40. Vaughan-Graham J, Cott C, Wright FV. The Bobath (NDT) concept in adult neurological rehabilitation: what is the state of the knowledge? A scoping review. Part II: intervention studies perspectives. Disabil Rehabil. 2015;37(21):1909-28.
41. Velikonja O, uri K, Ožura A, Jazbec SŠ. Influence of sports climbing and yoga on spasticity, cognitive function, mood and fatigue in patients with multiple sclerosis. Clin Neurol Neurosurg. 2010 Sep;112(7):597-601.
42. Waldman G, Yang CY, Ren Y, Liu L, Guo X, Harvey RL, Roth EJ, Zhang LQ. Effects of robot-guided passive stretching and active movement training of ankle and mobility impairments in stroke. NeuroRehabilitation. 2013;32(3):625-34.
43. Welmer AK, Holmqvist LW, Sommerfeld DK. Hemiplegic limb synergies in stroke patients. Am J Phys Med Rehabil. 2006 Feb;85(2):112-9.
44. Wu YN, Hwang M, Ren Y, Gaebler-Spira D, Zhang LQ. Combined Passive Stretching and Active Movement Rehabilitation of Lower-Limb Impairments in Children With Cerebral Palsy Using a Portable Robot Neurorehabil Neural Repair May 2011vol. 25 no. 4 378-385
45. Zhang Z, Liu C, Feng Y. Effects of Hot Spring Hydrotherapy on Spasticity of Patients with Incomplete Thoracic Spinal Cord Injury. Chinese Journal of Rehabilitation Theory and Practice. 2009-05
46. Zhou Z, Zhou Y, Wang N, Gao F, Kunlin Wei K, Wang Q. A proprioceptive neuromuscular facilitation integrated robotic ankle–foot system for post stroke rehabilitation Robotics and Autonomous Systems Volume 73, November 2015, 111–122
47. Zhou Z, Zhou Y, Wang N, Gao F, Wang L, Wei K, Wang Q. Changes of Achilles tendon properties via 12-week PNF based robotic rehabilitation of ankle joints with spasticity and/or contracture. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2014;2014:1214-7.

Tonus Bozukluklarında Mobilite Yardımcıları ve Kendine Yardım Aletleri

22

Prof. Dr. Ela Tarakcı

GİRİŞ

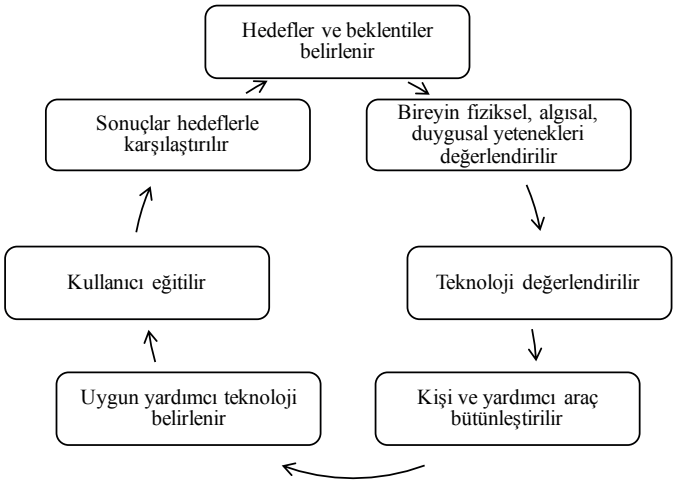
Tonus bozukluğu olan hastaların tedavi süreçlerinde kullanılabilecek yardımcı cihazlar tedavinin önemli bir bileşenidir. Hastalara kendine yardım aleti önerme amacımız, hastanın tedavi programına erken katılımını sağlayarak uygulanmakta olan programa daha dinamik bir yaklaşım getirmek, hastanın özrüne rağmen yeterliliğini arttırmak, günlük yaşamda bağımsızlığına yardım etmek, hastanın kendine güvenini arttırmak ve ekonomik bağımsızlığına katkıda bulunmaktır. Hastalara yardımcı cihaz önerisi yapılmadan önce motor, duyusal-algısal, kognitif, iletişimsel ve sosyal performansları, önerilen yardımcı cihaza karşı psikolojik reaksiyonları, yardımcı cihazın yapı ve imalat görünüşleri, çevresel uygunluk ve uyum süreci ile ilgili ayrıntılı analizler yapılmalıdır. Ayrıca kişi için uygun araç seçildikten sonra kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Uygun aracın seçilmesi ve eğitimi hastaların ihtiyaçlarına göre bireyselleştirilmelidir. Önerilen yardımcı cihazlar; beslenme, giyinme, mobilite gibi temel günlük yaşam aktivitelerini (GYA) ve ev işleri, iletişim araçlarını kullanma gibi yardımcı GYA'yı kolaylaştırmaya yönelik olabilir. Bu araçlar ile kişinin kalıcı özrüne rağmen bağımsızlık seviyesini arttırmak mümkün olabilir. Terapistler yıllar içinde uzanma yardımcıları, giyinme aparatları, kavrama araçları gibi sık kullanılan düşük teknolojili araçların yanı sıra kompleks robotlar, elektrikli tekerlekli sandalyeler, adaptif bilgisayar sistemleri gibi yüksek yardımcı teknolojileri de kullanmaya başlamıştır.

Tonus istirahat halindeki kaslarda bulunan, pasif hareketler sırasında hissedilen gerginliktir. Hipotoni, zayıf kas tonusudur, eklemlerin pasif hareketlerine karşı kasın gösterdiği dirençteki azalmadır. Hipotoniye yol açan hastalıklar genel olarak iki gruptur. Santral hipotoni, belirgin kas güçsüzlüğünün eşlik etmediği nonparalitik gruptur, periferik hipotoni ise kas güçsüzlüğünün klinik tabloya hakim olduğu paralitik gruptur. Hipertoni artmış tonus, hiperaktif refleksler, güçsüzlük ve zayıf koordinasyon gibi birden fazla bulgunun oluşturduğu klinik tablodur. Serebral korteks, beyin sapı veya spinal kordun diffüz ya da lokalize patolojileri sonucunda ortaya çıkar. Spastisite serebrovasküler hastalıklar, serebral palsi, travmatik beyin yaralanması, multipl skleroz, spinal kord yaralanmaları gibi çeşitli nörolojik hastalıklarda tedavi sürecini olumsuz yönde etkiler. Hipertonus tedavisi multidisipliner olarak uygulanan fizyoterapi yöntemleri, medikal tedaviler, botulinum toksini enjeksiyonları, nöroşirürjikal ve ortopedik yaklaşımlardan oluşur. Tonus problemlerinin tedavisinde amaçlarımız şunlardır:

- Tonusu düzenlemek
- Kontraktürleri engellemek
- Ortopedik girişim ihtiyacını azaltmak
- Ağrıyı azaltmak
- Ortez kullanımı için uygunluğu sağlamak
- Kozmetik görünüşü iyileştirmek
- Rehabilitatif yaklaşımların uygulanabilirliğini kolaylaştırmak
- Fonksiyonlardaki bağımsızlığı arttırmak

Tonus bozukluğu olan hastaların tedavi süreçlerinde kullanılabilecek yardımcı cihazlar tedavinin önemli bir bileşenidir. Hastalara kendine yardım aleti önerme amacımız, hastanın tedavi programına erken katılımını sağlayarak uygulanmakta olan programa daha dinamik bir yaklaşım getirmek, hastanın özrüne rağmen yeterliliğini arttırmak, günlük yaşamda bağımsızlığına yardım etmek, hastanın kendine güvenini arttırmak ve ekonomik bağımsızlığına katkıda bulunmaktır.

Tonus bozukluğu olan hastaya yardımcı alet önerirken aşağıdaki aşamaları takip etmek önemlidir: (Şekil 22.1)



Şekil 22.1. Tonus bozukluğu olan hastaya yardımcı alet önerirken takip edilmesi gereken aşamalar.

Mobilite Yardımcıları ve Kendine Yardım Aleti Seçimi Sırasında Yapılan Analizler

Hastaların motor, duyusal-algısal, kognitif, iletişimsel ve sosyal performansları, önerilen yardımcı cihaza karşı psikolojik reaksiyonları, yardımcı cihazın yapı ve imalat görünüşleri, çevresel uygunluk ve uyum süreci ile ilgili ayrıntılı analizler yapılmalıdır.

1. Motor Performans Analizi

Vücudun hangi parçalarının doğru, güvenilir ve kontrollü hareket yeteneğine sahip olduğu gözlemlenmelidir. Kişinin ayakta durma ve oturma postürü, eklem hareket açıklığı, kas gücü, enduransı, becerikliliği ve günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlık seviyesi değerlendirilmelidir.

2. Duyu ve Algı Performans Analizi

Görsel bildirimlere karşı dikkati nasıl?
İşitsel bildirimlere karşı cevapları nasıl?
Algısal limitasyonları var mı?
Uyarılara karşı dikkati hızlı dağılıyor mu?

3. Kognitif ve İletişimsel Performans Analizi

Kognitif seviyesi nedir?
Dikkat süresi nedir?
Kavrama ve dil yetenekleri nasıl?
İletişimi nasıl? sorularına cevap aranmalıdır.

4. Aktivite Performans Analizi

Aktiviteler sırasındaki performans komponentlerine odaklanılmalı ve aktivite performansının yapıldığı ev, okul, iş yeri gibi ortamlarda değerlendirmeler gerçekleştirilmelidir.

5. Çevresel Uygunluk Analizi

Yardımcı cihaz nerede kullanılacak? Ev, işyeri, okul çevresi kullanım için uygun mu? İdeal kullanım için aletin nasıl pozisyonlanması gerektiği değerlendirilmelidir.

6. Psikolojik Reaksiyonların Analizi

Yardımcı aleti kullanım konunda hastanın ilgisi, motivasyonu, hastalığının akut ya da kronik olması, yaşı, yeni değişikliklere reaksiyonları, sosyal ve kültürel faktörleri önerilen yardımcı cihazı kabullenme ve kullanma süreçlerini etkileyeceği için değerlendirilmesi gereken faktörlerdir.

7. Alet Analizi

Mekanik yönden ve materyal yönünden incelenmelidir. Materyal seçiminde kilo, kuvvet, fleksibilite, dayanıklılık, yıkanabilirlik ve maliyet önemlidir. İmalat yönünden kişiye göre adapte edilebilen cihazların seçimi önemlidir.

Günlük yaşam aktivitelerini (GYA) tonus bozuklukları nedeniyle bağımsız yapmakta zorlanan kişilere önerilen kendine yardım araçları aktiviteleri bağımsız yapmayı kolaylaştırır. Kişi için uygun araç seçildikten sonra kullanımı konusunda eğitim verilmelidir. Uygun aracın seçilmesi ve eğitimi hastaların ihtiyaçlarına göre bireyselleştirilmelidir. Seçilen yardımcı cihaz, hastanın fonksiyonel durumu, özrün progresifliği, kişinin yaşı, ekonomik ve sosyokültürel durumuna uygun olmalıdır. GYA'da önerilen yardımcı cihazlar; beslenme, giyinme, mobilite gibi temel GYA'yı ve ev işleri, iletişim araçlarını kullanma gibi yardımcı GYA'yı kolaylaştırmaya yönelik olarak, hastaya özel tasarlanmış olmalıdır. Önerilen mobilite yardımcıları ve kendine yardım aletleri eğitimi ile kişinin kalıcı özrüne rağmen bağımsızlık seviyesini arttırmak mümkün olabilir.

Mobilite Yardımcıları

Hastaların ambulatuar seviyeleri ile ilişkili olarak yatak içi mobilite yardımcıları (Resim 22.1), transfer yardımcıları (Resim 22.2), yürüteçler, aksillar, ön kol destekli ve kanedyen tip koltuk değnekleri ve bastonlar en sık kullanılan mobilite yardımcılarıdır.



Resim 22.1. Yatak içi mobilite yardımcısı
http://www.moremobility.co.nz/bed-rope-ladder-mmba01105



Resim 22.2. Transfer yardımcısı
https://www.otstores.co.uk/p/transfer_board

Mobilite yardımcıları önerirken hastanın çocuk ya da yetişkin olması, boyu, kilosu, tonus bozukluğunun şiddeti gibi kullanıcı özellikleri, ev içi, okul, dış mekan gibi kullanım ortamları, alım ve kullanım maliyetleri gibi ekonomik koşullar, mevcut teknolojik ürünler ve özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Ambulasyon Yardımcıları ve Yürüme Paternleri

Yürüteç (walker)

Tek taraflı tonus problemi nedeniyle denge sorunu olan hastalarda dengeyi sağlamak, alt ekstremite üzerine verilecek yükü azaltmak amacıyla kullanılabilir. Yürüteç, maksimum destek sağlamakla birlikte yürüme aktivitesini yavaşlatır. Yürüteç önerilecek hastalarda ölçünün uygun olarak alınması önemlidir. Hastanın durumuna uygun olarak katlanabilir, sabit, tekerlekli, farklı tutma yerleri olan yürüteçler modifiye edilebilirler. Üst ekstremitede tonus problemi olan hastalarda özel önkol destekleri ilave edilebilir. Yürüteçle tam yük vererek, kısmi yük vererek veya yük vermeden farklı paternlerde yürüme eğitimleri yapılabilir (Resim 22.3).




Resim 22.3. Yürüteçler

http://www.dhgate.com/store/product/walk-support-aluminum-alloy-old-man-folding/266876990.html

Baston

Tonus problemi nedeniyle yürüme güçlüğü olan hastalarda destek alanını arttırmak ve dengeyi düzeltmek amacıyla kullanılırlar (Resim 22.4). Az da olsa alt ekstremiteye binen yükü azaltırlar ve daha fonksiyonel bir yürüme sağlarlar. Standart bastonun avantajları ucuz, merdivenlere uyumlu ve dar alanlara uyumlu olmasıdır. Dezavantajları ayarlanamaz olması, hasta boyuna göre kesilmesi gerekliliği ve destek noktasının elin önünde olmasıdır. Standart ayarlanabilir bastonun avantajları boyunun kolayca ayarlanabilir olması, hafif olması ve merdivenlere uyumlu olmasıdır. Dezavantajları ise destek noktasının elin önünde olması ve standart bastona göre daha pahalı olmasıdır. Ayarlanabilir aluminyum tipteki bastonun proksimal komponenti öne doğru çıkıntılıdır. Avantajları basıncın bastonun merkezinde olması ve daha stabil olmasıdır. Dezavantajı ise pahalı oluşudur. Dört ayaklı bastonun avantajları geniş tabanlı destek sağlamasıdır. Dezavantajları ise basınç merkezi bastonun merkezinde olmaması yani stabilizasyon problemi, merdivene uymaması ve yürüyüşün yavaş olmasıdır. Yürüyüş bastonunun (hemiwalker) avantajları dört ayaklı bastondan daha güvenli olmasıdır. Dezavantajları merdivene uymaması, yürüyüşün yavaşlaması ve pahalı oluşudur. Hastadan bastonu tutma yeri trokanter majör hizasında olacak şekilde ve dirsek 20°-30° fleksiyonda olacak şekilde baston ölçüsü alınmalıdır.



Resim 22.4. Bastonlar

http://ordumedikalmarket.com/?product=1505916&pt=ortoped

Koltuk Değnekleri

Alt ekstremiteye minimum yük vermek istenildiği zaman veya bastonla yardım edilemeyen tonus problemi daha yoğun olan hastalara koltuk değneği önerilebilir (Resim 22.5). Rahat kullanımı için hastanın üst ekstremitenin eklem hareket açıklıkları yeterli ve vücut ağırlığını taşıyabilecek kas gücüne sahip olması gerekir. Ahşap ve alüminyumdan yapılan farklı tipleri vardır. Aksiller, ön kol destekli, kanedyen olmak üzere üç tipi vardır. En sık aksiller tip kullanılır. Vücut ağırlığının %80'ini alır. Kanedyen ise vücut ağırlığının %50'sini alır. Kanedyen daha hafif olgularda tercih edilir. Aksillar tip koltuk değneği ölçüsü alınırken hasta sırt üstü yatar. Aksilla ile topuk arası mesafe ölçülür ve yaklaşık 5 cm ilave edilir. El tutama yeri dirsek 30° fleksiyonda olacak şekilde ayarlanır el tutma yeri genelde büyük trokanter seviyesidir. Kanadiyen tipte hasta paralel barda ayakta dururken koltuk değneğinin distal ucu ayağın 5 cm lateraline ve 15 cm önüne konur. Dirsekler 20°-30° fleksiyonda olmalıdır. Ön kol desteği dirseğin 2,5-3,5 cm altına yerleştirilmelidir.



Resim 22.5. Koltuk Değnekleri
http://www.ordumedikalmarket.com/?newUrun=1&Id=732235&CatId=bs463416&Fstate=

Koltuk değnekleri ile hasta ekstremitelerdeki tonus problemleri ile ilişkili olarak iki nokta, üç nokta ve dört nokta olmak üzere farklı yürüyüşler yapabilir. İki Nokta Yürüyüşü: Bacaklardaki hipotoni, güçsüzlük ve bunun yol açtığı denge bozukluklarında hastaya öğretilebilir. Daha hızlı ancak 4 nokta yürüyüş kadar dengeli değildir. Sağ taraf koltuk değneği ile birlikte sol ayak, sol koltuk değneği ile birlikte sağ ayak atılarak yapılmalıdır. Üç Nokta Yürüyüşü: Tek ekstremitede hipertonus ya da yük verilemeyecek düzeyde hipotonus varsa bu yürüyüş tercih edilebilir. Koltuk değneklerinin her ikisi beraber öne alınmalı, sonra sağlam ayak atılmalıdır. Dört Nokta Yürüyüşü: Bacaklardaki güçsüzlüğe veya denge bozukluğuna yol açabilecek tonus değişikliklerinde en emin ve yavaş yürüyüştür. 3 nokta devamlı yerle temastadır. Sağ koltuk değneği, sol ayak, diğer koltuk değneği ve sağ ayak olarak hasta yürütülür. Merdivenden çıkarken önce sağlam ekstremite, ardından tonus problemli ekstremite üst basamağa çıkmalı, daha sonra her iki koltuk değneği birden yukarı çıkarılmalıdır. Merdiven inerken ise önce koltuk değnekleri alt basamağa indirilmeli, ardından tonus problemli ekstremite daha sonra sağlam ekstremite alt basamağa indirilmelidir.

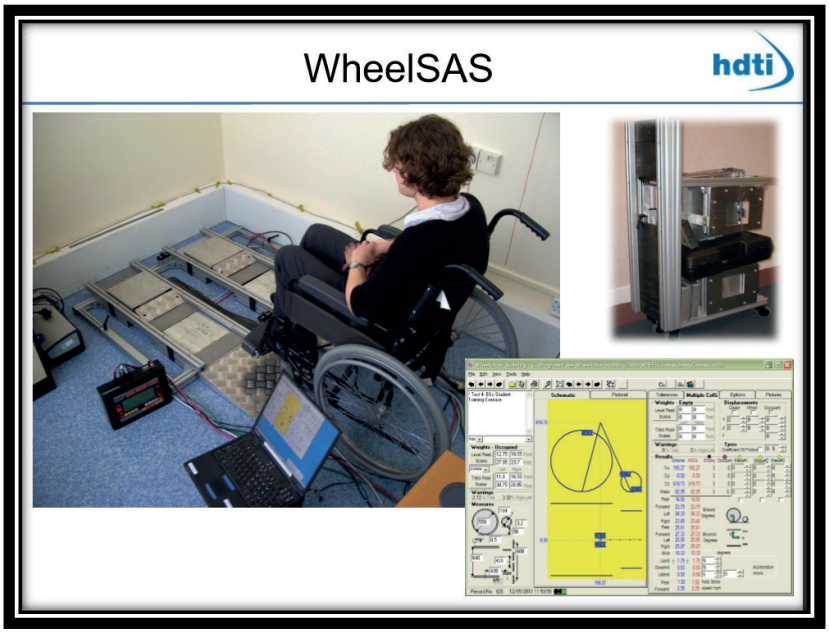
Tekerlekli Sandalyeler

Ambulasyon yeteneğini sınırlayan tonus bozukluklarında doğru ölçülerde ve özelliklerde seçilmiş bir tekerlekli sandalye kullanılması kişinin günlük yaşamında daha fonksiyonel olması ve ileride oluşabilecek deformitelerin önlenmesi açısından önemlidir. Kişi değerlendirilerek ihtiyaçları doğrultusunda tekerlekli sandalyede uygun düzenlemeler yapılmalıdır. Tekerlekli sandalye seçiminde hastanın beklentileri, fiziksel kapasitesi, tonus problemi olan kasları, kuvvetli olan kasları, biyomekanik problemleri, bilişsel düzeyi, günlük yaşamdaki kullanım amaçları, kullanılacak çevrenin özellikleri (ev, okul, iş yeri) ayrıntılı olarak değerlendirilmelidir. Özelliklerine göre tekerlekli sandalyeler Şekil 22.2'de gösterilmiştir.



Şeikl 22.2. Tekerlekli sandalye tipleri.

Günümüzde hastaya uygun tekerlekli sandalye seçiminde ve düzenlenmesinde "Computer Aided Wheelchair Prescription System (CAWPS)" ve "Wheelchair Stability Assessment System (Wheel-SAS)" gibi bilgisayar destekli sistemler de kullanılmaktadır (Resim 22.6).



Resim 22.6. Wheelchair Stability Assessment System

http://bmit.etf.bg.ac.rs/en/news/wheelsas-a-novel-wheelchair-stability-assessment-system-lecture-of-prof-dimitar-stefanov/

Üst ekstremitelerinde problemi olmayan ve kavramayı gerçekleştirebilen ancak alt ekstremitelerinde yoğun hipotoni veya hipertonisi olan hastalar maneul tip tekerlekli sandalye kullanabilirler (Resim 22.7). Manuel tip tekerlekli sandalyeler motorlu tip-tekilere göre daha hafif, kolay katlanabilir ve taşınabilir özelliktedir. Ayrıca kişininin kendi kullanımında fiziksel aktivite düzeyinin desteklenmesi avantajı olarak gösterilmektedir. Uygun bir manuel tekerlekli sandalye, kişinin beklentilerini karşılamalı, güvenli olmalı, tekerlekli sandalyenin kullanılacağı çevresel koşullara uyumlu olmalı ve kişinin tonusunu arttırmadan vücut yapısına uygun olarak destek vermelidir. Manuel tipte tekerlekli sandalyeyi kullanamayacak düzeyde tonus bozukluğu olan hastalar için motorlu tipteki tekerlekli sandalyeler önerilebilmektedir (Resim 22.8). En büyük dezavantajları ağır olmaları, batarya sorunları ve maliyetlerinin yüksek olmasıdır. Alt ve üst ekstremitelerdeki daha yoğun tonus problemlerinde bile kişinin daha fonksiyonel olmasını sağlaması ve daha az yorgunluk oluşturması avantajlarıdır.



Resim 22.7. Manuel tekerlekli sandalye



Resim 22.8. Motorlu tekerlekli sandalye

http://www.invacare.com/cgi-bin/imhqprd/inv_catalog/prod_cat.jsp?catOID

Günlük Yaşam Aktivitelerinde Kullanılan Kendine Yardım Aletleri

Hastalara kendine yardım aleti önerirken hastanın yaşı, cinsiyeti gibi kişisel özellikleri, nörofizyolojik durumu, biyomekanik prensipler, aktivite performans komponentleri bilinmelidir.

Giyinme Aktivitesi

Üst veya alt ekstremitelerdeki tonus problemleri giysilerin giyilip çıkartılmasını güçleştirir. Hastalara tonus probleminin şiddeti, etkilediği bölge, aktiviteyi gerçekleştirirken yardıma ihtiyaç duyma düzeyi dikkate alınarak farklı tipte aletler önerilebilir. En sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen aletler şunlardır (Resim 22.9-12):

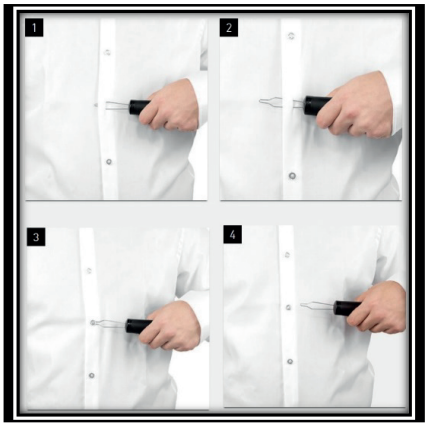
- Uzanma aletleri
- Çorap giyme aleti
- Uzun ayakkabı bağları
- Düğme kancası
- Fermuar halkası
- Düğme yerine velkro bantlar



Resim 22.9. Uzanma aleti



Resim 22.10. Çorap giyme aleti



Resim 22.11. Düğme kancası



Resim 22.12. Fermuar halkası

http://www.daretocare.nl/winkel/slaapkamer/knopenhaak/

Beslenme Aktivitesi

Üst ekstremitede özellikle proksimaldeki tonus bozuklukları besinlerin ağza götürülmesini, distalde supinasyon ve ince kavramadaki zorluklar ise çatal, kaşık veya bıçak kullanımını engelleyebilir. Yeme araçlarının kullanımı kişiye göre adapte edilebilir. En sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen aletler şunlardır (Resim 22.13-14):

- Adapte edilmiş kaşık/çatal/bıçak
- Özel bantlar
- Su içmek için kamışlar
- Kaymayan vantuzlu tabaklar
- Çift kulplu bardaklar



Resim 22.13. Adapte edilmiş yeme araçları

http://www.rehabmart.com/category/eating_utensils_and_accessories.htm



Resim 22.14. Tutmayı kolaylaştıran bardak modifikasyonu
https://tr.pinterest.com/lwhew1012/adaptive-equipment/

Hijyenik Aktiviteler

Üst ekstremiteki tonus değişiklikleri saç bakımı, makyaj yapma, traş olma ve diş bakımını engeller. Özellikle elde yoğun tonus artışında objeleri tutmak güçleşirken proksimalde hissedilen tonus artışında baş üzerine uzanmayı gerektiren aktiviteler güçleşir. Hijyenik aktiviteleri kolaylaştırma amaçlı en sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen aletler şunlardır (Resim 22.15-17):

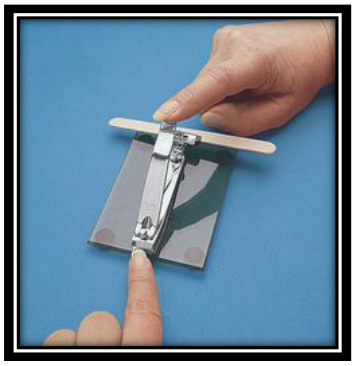
- Kalın saplı diş fırçaları
- Uzun saplı taraklar
- Kolay kavranabilen tırnak makasları
- Duvara monte edilmiş diş macunu sıkma aletleri



Resim 22.15. Uzun saplı tarak
http://www.spd.org.sg/updates/detail/adaptive-aids-for-enhanced-living-279.html



Resim 22.16. Kavramayı kolaylaştırıcı adaptasyon
https://tr.pinterest.com/lwhew1012/adaptive-equipment/




Resim 22.17. Adapte edilmiş tırnak makasları
http://www.stroke-rehab.com/adaptive-equipment.html

Banyo Aktiviteleri

Üst ve alt ekstremite tonus problemleri küvete veya duşa girip çıkmayı, musluğu, sabunu, şampuanı ve diğer banyo malzemelerinin kullanımını engeller. Hijyenik aktiviteleri kolaylaştırma amaçlı en sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen aletler şunlardır (Resim 22.18):

- Kaymayı engelleyen yer döşemeleri
- Küvet ve duş oturakları
- Musluk çevirme cihazları
- Uzun saplı süngerler




Resim 22.18. Adapte edilmiş banyo malzemeleri
https://www.ebay.co.uk/bhp/tap-turners

Tuvalet Aktiviteleri

Alt ekstremitelerde özellikle proksimal kaslardaki tonus problemlerinde tuvalete oturma güçleşir. Üst ekstremitelerdeki tonus problemlerinde ise tuvaletteki malzemeleri kullanma ve temizlik aktivitesi zordur. Tuvalet aktiviteleri kolaylaştırma amaçlı en sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen aletler şunlardır (Resim 22.19):

- Tuvalet yükselticileri
- Üriner cihazlar
- Tutunma barları



Resim 22.19. Tuvalet yükselticileri ve tutunma barları

http://www.stroke-rehab.com/adaptive-equipment.html

Eğitim Aktiviteleri

Okul çağındaki çocuklarda üst ekstremitelerdeki tonus bozuklukları kalem, makas, firça gibi malzemeleri kavramayı ve kullanmayı zorlaştırır. Bu amaçlarla en sık önerilen ve modifiye edilerek eğitimi verilen yardımcı araçlar şunlardır (Resim 22.20-22):

- Kalem tutmayı kolaylaştıran adaptasyonlar
- Klavye kullanma aracı
- Ergonomik dizayn edilmiş çalışma masaları
- Tek elini kullanan kişiler için defter stabilizatörleri



Resim 22.20. Kalem tutturucu



Resim 22.21. Klavye kullanma aracı

https://tr.pinterest.com/lwhew1012/adaptive-equipment/



Resim 22.22. Kişiye özel dizayn edilmiş çalışma masası

Yardımcı Teknolojiler

Terapistler yıllar içinde uzanma yardımcıları, giyinme aparatları, kavrama araçları gibi sık kullanılan düşük teknolojili araçların yanı sıra kompleks robotlar, elektrikli tekerlekli sandalyeler, adaptif bilgisayar sistemleri gibi yüksek yardımcı teknolojileri de kullanmaya başladılar. 1997 yılında geçirdiği trafik kazası nedeniyle yürüme yetisini yitiren Amit Goffer'in üzerinde çalışmaya başladığı robot pantolon yıllar süren testler sonunda "ReWalk" olarak ortaya çıkmış (Resim 21.23). Sensörleri sayesinde eklemlerin hareketlerini algılayan ve çeşitli noktalarda bulunan küçük motorları sayesinde bu hareketleri yürüme eylemine dönüştürebilen robot bir pantolon olarak kullanılmakta. Diğer bir yürüme teknolojisi Japon Honda motor şirketi tarafından 2015 yılında yürüme yardımcısı olarak üretilen, 6.5 kg ağırlığında, bisiklet gibi oturulan bir sele ve bacak benzeri metal eklemler ve ayakkabılardan oluşan robot bacak. Alet iki ayrı bacak için, ayakkabıların içindeki alıcılardan gelen sinyaller tarafından kontrol edilen iki motorla çalışmaktadır (Resim 21.24).



Resim 22.23. Robot pantolon
http://rewalk.com/about-us/



Resim 22.24. Robot bacak
http://world.honda.com/news/2008/c081107Walking-Assist-Device/

Günlük hayatı kolaylaştıran, kumanda ile kontrol edilebilen sistemler ellerini kullanamayan engelliler için geliştirilen Kinect özel teknolojisi sayesinde, baş hareketiyle kontrol edilebilen sistemler veya özel kumandalar lamba, TV, perde açma vb. ev içi aktivitelerin yapılmasını sağlar (Resim 21.25).



Resim 22.25. Ev otomasyon sistemleri
https://macworld.nl/artikelen/iphone?API_COOKIE_REDIRECTED=True&page=74

Sınırlı hareket kabiliyetine sahip kişilerin bilgisayar kullanabilmeleri, televizyon izleyebilmeleri, kitap okuyabilmeleri ve insanlarla konuşabilmeleri için kullanılan gözle izleme teknolojisi EyeMax'in kamerası kullanıcının göz hareketlerini izler ve göz kırpma gibi göz hareketleri ile bilgisayarı kullanabilmesine imkan tanır (Resim 22.26).



Resim 22.26. DynaVox EyeMax

http://www.dynavoxtech.com/products/eyemax/

KAYNAKLAR

1. Agree, E. M., Freedman, V. A., Cornman, J. C., Wolf, D. A., & Marcotte, J. E. (2005). Reconsidering substitution in long-term care: when does assistive technology take the place of personal care?. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 60(5), S272-S280.
2. Alper, S., & Raharinirina, S. (2006). Assistive technology for individuals with disabilities: A review and synthesis of the literature. Journal of Special Education Technology, 21(2), 47-64.
3. Bradley, N., & Poppen, W. (2003). Assistive technology, computers and Internet may decrease sense of isolation for homebound elderly and disabled persons. Technology and disability, 15(1), 19-25.
4. Chaves, E. S., Boninger, M. L., Cooper, R., Fitzgerald, S. G., Gray, D. B., & Cooper, R. A. (2004). Assessing the influence of wheelchair technology on perception of participation in spinal cord injury. Archives of physical medicine and rehabilitation, 85(11), 1854-1858.
5. Cook, A. M., & Polgar, J. M. (2014). Assistive technologies: Principles and practice. Elsevier Health Sciences.
6. Cornman, J. C., Freedman, V. A., & Agree, E. M. (2005). Measurement of assistive device use: Implications for estimates of device use and disability in late life. The Gerontologist, 45(3), 347-358.
7. Hammel, J., Lai, J. S., & Heller, T. (2002). The impact of assistive technology and environmental interventions on function and living situation status with people who are ageing with developmental disabilities. Disability and rehabilitation, 24(1-3), 93-105.

8. Hoenig, H., Taylor Jr, D. H., & Sloan, F. A. (2003). Does assistive technology substitute for personal assistance among the disabled elderly?. American Journal of Public Health, 93(2), 330-337.
9. http://rewalk.com/about-us/
10. http://bmit.etf.bg.ac.rs/en/news/wheelsas-a-novel-wheelchair-stability-assessment-system-lecture-of-prof-dimitar-stefanov/
11. http://world.honda.com/news/2008/c081107Walking-Assist-Device/
12. http://www.daretocare.nl/winkel/slaapkamer/knopenhaak/
13. http://www.dhgate.com/store/product/walk-support-aluminum-alloy-old-man-folding/266876990.html
14. http://www.dynavoxtech.com/products/eyemax/
15. http://www.ebay.co.uk/bhp/tap-turners
16. http://www.invacare.com/cgi-bin/imhqprd/inv_catalog/prod_cat.jsp?catOID
17. http://www.mijncomfortwinkel.nl/per-lichaamsdeel/rug/aan-en-uitkleden.html
18. http://www.moremobility.co.nz/bed-rope-ladder-mmba01105
19. http://www.rehabmart.com/category/eating_utensils_and_accessories.htm
20. http://www.spd.org.sg/updates/detail/adaptive-aids-for-enhanced-living-279.html
21. http://www.stroke-rehab.com/adaptive-equipment.html
22. http://www.taobao.web.tr/p-45183577078.html
23. https://www.otstores.co.uk/p/transfer_board
24. http://ordumedikalmarket.com/?product=1505916&pt=ortoped
25. https://macworld.nl/artikelen/iphone?API_COOKIE_REDIRECTED=True&page=74
26. https://tr.pinterest.com/lwhew1012/adaptive-equipment/
27. Johansson, K., Lilja, M., Petersson, I., & Borell, L. (2007). Performance of activities of daily living in a sample of applicants for home modification services. Scandinavian Journal of Occupational Therapy, 14(1), 44-53.
28. Mehrholz, J., Hädrich, A., Platz, T., Kugler, J., & Pohl, M. (2012). Electromechanical and robot assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke.The Cochrane Library.
29. Moody, L., Woodcock, A., Heelis, M., Chichi, C., Fielden, S., & Stefanov, D. (2012). Improving wheelchair prescription: an analysis of user needs and existing tools. Work, 41(Supplement 1), 1980-1984.
30. Niniss, H., & Inoue, T. (2006). Electric wheelchair simulator for rehabilitation of persons with motor disability. In Symposium on Virtual Reality VIII (Proceedings), Belém (PA).
31. Özaydın, E., Turgut, Ü. , GÜNDÜZ, M., GÜVEN, A., & , Köse, G. (2013). Hipotonik İnfantların Ayırıcı Tanısında Algoritma Faydalı mıdır? 53 Olgunun Değerlendirilmesi. Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi, 7(3).
32. Pedretti, L. W., & Early, M. B. (Eds.). (2001). Occupational therapy: Practice skills for physical dysfunction (pp. 3-12). Ann Arbor, MI: Mosby.
33. Scherer, M. J., & Glueckauf, R. (2005). Assessing the Benefits of Assistive Technologies for Activities and Participation. Rehabilitation Psychology, 50(2), 132.

Kas Tonusu Bozukluklarında Uygun Tekerlekli Sandalye Seçimi

23

Dr. Öğr. Üyesi Ayça Aracı, Prof. Dr. Uğur Cavlak

GİRİŞ

Türkiye'de nüfusun yaklaşık %12.29'unun engellilerden oluştuğu ve en yüksek engel grubunun fiziksel engel grubunda olduğu gözlenmiştir. Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) bağlı Uluslararası Klasifikasyon Federasyonunun (ICF) oluşturduğu etkileşim konseptine göre, bireylerin vücut fonksiyon ve yapılarında meydana gelen engel, aktivitelerde meydana gelen limitasyonlar ve bireylerin katılımındaki sınırlanmalar biribirini etkilerken, çevresel ve kişisel faktörler de devreye girerek tüm bu durumu ve bireylerin genel sağlık durumlarını etkilediği savunulmaktadır. Fiziksel engel ise tekerlekli sandalye kullanımını arttıran en büyük faktördür. Herhangi bir nedene bağlı olarak gelişen fiziksel engel nedeniyle bir yerden bir yere yürüyerek hareket edilemediğinde mobiliteyi sağlayan en önemli yardımcı cihazın tekerlekli sandalye olduğunu vurgulanmaktadır. Tıbbi ve fiziksel rehabilitasyonun başlıca amacı, hastalık ya da kaza nedeniyle ağır sakatlanmış bir kişiyi, başkasının yardımına gereksinim duymadan, kendi işini kendi görebilecek duruma getirebilmek, günlük işlerinde bağımsızlığa kavuşturmak ve yaşam kalitesini yükseltmektir. Ancak çoğu kez, bu amaca ulaşmak için bir takım yardımcı araçlara gerek duyulabilmektedir. Kendi kendine yardım araçları içinde en çok kullanılanlardan biri tekerlekli sandalyedir. Tekerlekli sandalyeler çok çeşitli malzemelerden yapılmakta olup şekil ve büyüklükleri de değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle hasta için tekerlekli sandalye seçilirken, amaca en uygun olanını seçmek çok önemlidir. Doğru seçilmiş tekerlekli sandalye, kişinin sağlığını ve fonksiyonel kapasitesini en yüksek düzeye ulaştırabilir. Özel bir hasta için tekerlekli sandalye reçete edilirken o kişiye en uygun tekerlekli sandalye seçimine dikkat edilmesi gereken noktaları vurgulamaktadır.

Tekerlekli sandalyelerin dünya çapında yıllık pazarları yaklaşık bir milyar dolardır. Tarihsel olarak, tekerlekli sandalyelerin gelişimi diğer sektörlere göre çok yavaş olmasına rağmen son yıllarda bilgisayar, elektronik, malzeme, mekatronik ve biyomekanik alanlarında sağlanan gelişmelerin tekerlekli sandalyelere uygulanması ile inanılmaz bir ivmelenme ve kullanıcı odaklı çeşitlilik sağlanmıştır. Buna paralel olarak kullanıcı sayısında da önemli artışlar olmuştur. Engellilere yönelik tüm yardımcı cihaz teknolojilerinde olduğu gibi tekerlekli sandalyeler konusunda da uygun seçim hayati önem taşımaktadır.

Gelişim ve Sosyalleşme

Çevre içinde hareket etmek ve çevreyi keşfetmek engelli insanlar için de öğrenme yeteneğini artıran ve yardımcı teknoloji ile desteklenmesi gereken önemli bir faaliyettir. Engelli çocukların ebeveynleri, çocuklarının bilişsel gelişimi için hareket kabiliyetine ihtiyaç duyduklarını genellikle fark etmezler. Bu hem çocuk hem de aile için zararlı olabilir. Araştırmalar iki yaşındaki çocukların bile uygun manüel veya elektrikli tekerlekli sandalyeler sayesinde, bağımsız bir hareket kabiliyetine sahip olabildiklerini ve yaşıtları tarafından daha kolay kabul görmesini ve okulda daha iyi bir performans sergilemesini sağladığını göstermiştir. Bu, çocuğun duygusal, fiziksel ve bilişsel gelişimine yardımcı olabilir. Yardımcı teknolojinin engelli çocuğa ve akranlarına cazip gelecek enstrümanlar içermesi gerekir.

Eğlence ve Oyun

Tekerlekli sandalye sporları, engellilerin rehabilitasyonunda önemli yöntemlerdir. Bu yöntemler, onların topluma başarıyla kazandırılmalarını etkiler. Spor ve eğlence yoluyla, insanlar işbirliği yapmayı öğrenirler ve birbirleriyle ilişki kurarlar. Sakatlığı olan ve olmayan kişileri içeren eğlence faaliyetlerinin geliştirilmesi ve desteklenmesi çok önemlidir. Tekerlekli sandalye tasarımcıları ve üreticileri, hem manüel hem de elektrikli tekerlekli sandalye kullanıcıları arasındaki eğlence arzusunun farkına vararak, seçim yapabilecekleri birçok eğlence ve sportif faaliyet tekerlekli sandalyeleri geliştirmişlerdir.

Öğrenme ve Çalışma

Başarıya giden en güvenli yol, özellikle de engelli kişiler söz konusu olduğunda, iyi bir eğitim almaktan geçer. Çoğu durumda engelli kişiler mesleki çalışma alanlarını oldukça daraltırlar. İş ufkunu genişletmek için, engelli kişilerin özel öğrenme hedefleri be-

lirlemeleri gerekir. Ciddi fiziksel sakatlıkları olan kişiler, mesleki ideallerine ulaşmak için, yardımcı teknolojiye ihtiyaç duyarlar. Rehabilitasyon uzmanları ve engelli kişilerin önlerindeki en büyük engel, uygun yardımcı teknolojiyi seçmek veya tasarlamaktır.

Tekerlekli Sandalye ve Çalışma Hayatı

Sanayileşmiş ülkelerde işsiz olan veya dilediği işi bulamayan fiziksel sakatlıklara sahip kişilerin sayısı, yaklaşık %60 civarındadır. Bu yüksek oranı için üç sebep gösterilebilir:

- Engellinin eğitim ve öğretim düzeyi, iş bulmak veya devam etmek için yetersizdir,
- İşverenler, engelli personelin iş yerine ulaşması için yapılan harcamaların fazla olduğu görüşündedir,
- Hem toplumun hem de engelli insanların kendileri için istihdam ümitleri zayıftır.

Engellilerin işsizlik sorununun bir kısmı özel geliştirilmiş meslek eğitimi, bu eğitimi alabileceği ve mesleğini uygulayabileceği yardımcı araçlar, tasarlanmış çevre sayesinde aşılabilir. Tekerlekli sandalye kullanıcıları için genel olarak üç tip iş tanımlamıştır; sportif işler, maluliyet işleri ve gerçek işler. Sportif işler ile uğraşan insanlar, tekerlekli sandalye sporlarında uzmanlaşır ya da uzmanlaşmaya çalışırlar. Maluliyet işlerinde çalışan insanlar, öncelikli amacı engelli insanları desteklemek ve onlara hizmet vermek olan kurum ve kuruluşlar için çalışırlar. Gerçek işler, engelli bir çocuğun kariyer gününde bahsettiğini duyabileceğiniz bir iştir. Yukarıda tanımlanan her üç çalışma alanında da tekerlekli sandalye öncelikli bir mobilite aracıdır. Faaliyetin türüne göre tekerlekli sandalyenin özelleştirilmesi, yani seçilen fonksiyona, kullanıcıya ve kullanım alanına uygun seçimlerin, tasarım değişikliklerinin ve modifikasyonların yapılması gerekir.

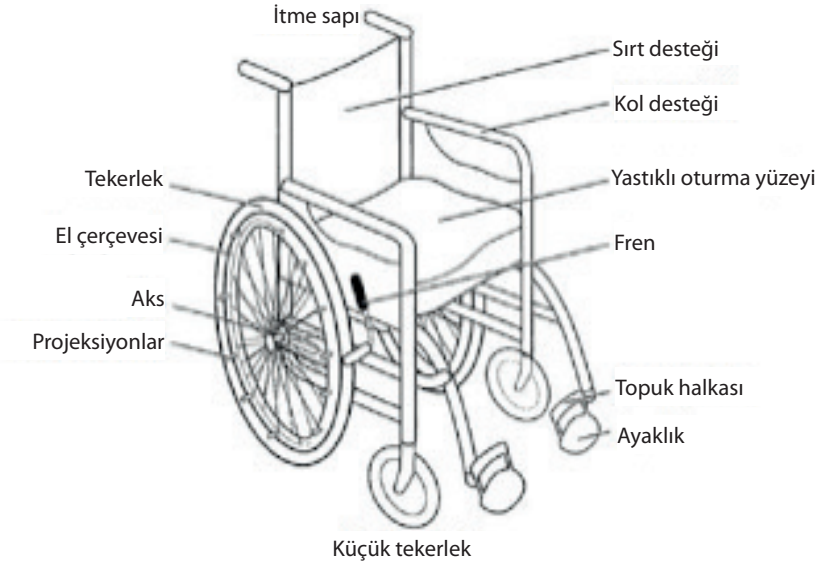
Tekerlekli Sandalye Ölçme Tekniklerinde Temel Konular

Günümüzde teknolojininde gelişmesi ile birlikte farklı özellikleri olan çok sayıda tekerlekli sandalye tipi vardır.

Tekerlekli Sandalyelerin Kısımları

Tekerlekli Sandalye seçiminde kişinin yaşı, hastalık veya fiziksel engel durumu, yaptığı aktiviteler, mesleki durumu önemli rol oynamaktadır. Kullanacak kişinin ihtiyaçlarına yönelik eklenebilen aksesuarları da bulunabilmektedir.

Bir tekerlekli sandalye kısımlarını inceleyelim (Şekil 23.1).



Şekil 23.1. Tekerlekli Sandalye Kısımları

Tekerlekli Sandalye Ölçü Alımı

Sandalyede bulunan yardımcı aparatların doğru ölçüme engel olması nedeni ile bütün ölçüler tekerlekli sandalye dışında , düzgün bir yüzey üzerinde alınmalıdır. Ölçü alınırken kişinin dik otuması çok önemlidir. Gerekirse dik ve kişinin rahat ettiği pozisyonda oturabilmeyi sağlamak için yardımcı araçlar kullanılmalıdır. Doğru ölçüm alınarak yapılan ya da kişiye uygun olmayan sandalye kullanımında bası yarası gelişimi ve deformite oluşumuna zemin hazırlayan önemli faktörlerdir.

Oturma Yüzeyi

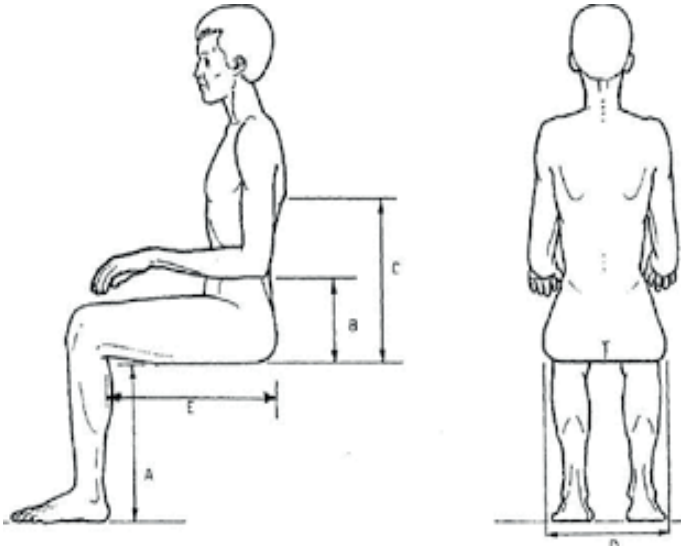
Oturma yüzeyi, hareketleri kısıtlamayacak şekilde planlanan uygun oturma genişliği stabilite, konfor, kolay itiş ve cilt bütünlüğü için önemlidir;

İki tip oturma yüzeyi vardır:

1. **Vinil askılı yüzey:** Katlanabilir, hafiftir ve temizlemesi kolaydır. Ancak oturma yüzeyi askıda olduğundan gövdeye yeterli desteği sağlamaz buna bağlı olarak pelviste posterior pelvik tilt dolayısıyla kalça iç rotasyonu ve adduksiyonuna yol açabilir. Bunlara bağlı olarak gövdenin öne fleksiyonu, torakal kifozun artışı ile birlikte

başın anterior tilti , omuz kuşağında protraksiyon ve elevasyon oluşabilir. Tüm bu postural sapmalar kontraktürleri ve ikincil olarak gelişen semptomlara yol açabilir (omuz ağrısı, ellere yayılan uyuşma, bel ağrısı,... gibi)

2. **Sert oturma yüzeyi:** Oturulan yüzeyin sert olması ile daha iyi postürel kontrol sağlar. Oturma yüzeyinin sert oluşu ağırlığı arttıran bir faktördür. Bununla birlikte sandalyenin katlanmasında zorluk derecesini arttırır.



Şekil 23.2. Tekerlekli Sandalye Ölçü Alımı

Oturma Genişliği

Oturma genişliği belirlenirken ölçü, giysiler ve varsa kullanılan ortezlerde dahil edilerek kalçanın en geniş yerinden alınmalıdır. Ancak bazı durumlarda kişinin antropometrik ölçülerine göre tekerleklere rahat ulaşabilmesi açısından sandalye genişliği kalça genişliğine eşit olabilir. Özellikle hijyeninin tekerlekli sandalye üzerinde sağlanabildiği kişilerde oturma genişliği kalça genişliğine 2,5 cm'lik genişlik eklenerek alınmalıdır. Ancak genişliğin fazla olması skolyoz riskini arttırabileceğini düşündürmelidir ve gerekirse pelvisin maksimum yerleşiminin sağlanması için kalça destekleri kullanılmalıdır. Genişliğin yol açabileceği risk faktörleri olduğu kadar oturma genişliğinin yeterli miktarda olmaması veya dar olmasının transferi zorlaştırabileceği ve büyük trokanterlerde bası yarası gelişimini arttırabileceği de düşünülmelidir.

Oturma Derinliği

Kişi minder üzerinde otururken ve kalçalarını mümkün olduğunca nötral pozisyonda tutarken belirlenmelidir. Kaba etlerin arkasından popliteal fossaya kadar ölçülür ve 1cm çıkarılır. Eğer sırt desteği yastıklı ise yastık kalınlığı göz önünde alınmalıdır. Bu durumda sandalye derinliği sırt desteğindeki yastığın bulunduğu yerden oturma askısı ya da yüzeyin ön kısmına kadar olan mesafedir. Tekerlekli sandalyenin ayak ile itilmesini gerektirdiği durumlarda kaba etlerin arkasından popliteal fossaya kadar olan mesafeden kişinin boyuna göre 2,5 - 5 cm çıkarılır. Yastık arkaya eğilerek dizin sandalyeyi itmek için yeterli fleksiyon yapabilmesi için alan açılır. Sandalye derinliği az olursa femurlar üzerine dağılan yük azalır ve sonuö olarak Tuberositas İschii 'lere binen basınç ve yük aratar. Bunun sonucunda bu alanlarda bası yarası oluşması söz konudur.

Oturma Yüksekliği

Oturma yüksekliği belirlenirken kullanılan yastık malzemesinin içeriği önem taşımaktadır. Günümüzde hava, köpük, jel gibi çeşitli malzemeler ile yapılan oturma yastıkları üretilmektedir. Bu nedenle oturma yüksekliği ayakkkabının topuğunun altından uyluk arkasına kadar olan mesafe (alt bacak boyu) ölçülerek belirlenir. Oturma yastığının sıkıştırılmış haldeyken olan yüksekliği çıkarılır ve bacak istirahatini sağlamak amacı ile 7-10cm istirahat alanı eklenir.

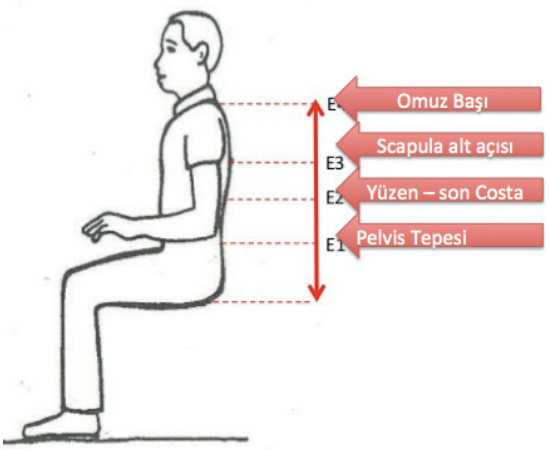
Sırt Desteği Yüksekliği

Tekerlekli Sandalyenin sırt desteği yüksekliği hastanın yapabildiği şeylere ve destek ihtiyacına göre değişkenlik gösterir. Sırt desteğinin iyi gövde desteği sağlayacak kadar yüksek olurken, hareketleri kısıtlamayacak ölçüde olması önerilmektedir. Genellikle alınan ölçüler, skapulanın alt açısının hemen altına gelecek şekilde olmaktadır ve sırt desteğinin skapulanın üstüne çıkmaması gerekmektedir.

Sırt desteği yüksekliği hesaplanırken; kaba etlerin alt kısmından skapulanın alt köşesine kadar olan mesafeye sıkıştırılmış oturma yastık yüksekliği eklenerek ölçülür. Sırt desteği ölçümünde dikkat edilmesi gereken nokta kişinin surt desteği üzerinden gövde hiperekstansiyonu yapmamasıdır.

Hastanın üst ekstremite kuvveti yoksa ve gövde kontrolü kötüyse, ölçü ilk olarak kaba etlerin alt kısmından spina skapulaya dek alınır. Buna sıkıştırılmış oturma yastığının yüksekliği eklenerek üst ekstremite kuvveti ve gövde kontrolü iyi olmayan hasta için sırt desteği yüksekliği ölçüsü bulunmuş olur. Sırt desteği hastanın omzundan

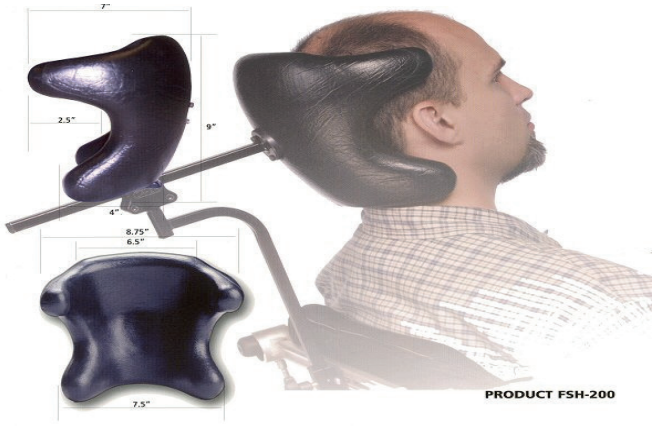
yüksek olmamalıdır, omzun hemen altında spina skapula hizasında olmalıdır. Hasta yeterli destek için ayrıca baş desteğine ihtiyaç duyar.



Şekil 23.3. Sırt Desteği Ölçü Seviyeleri

Baş Desteği

Ölçüm kaba etlerin alt kısmından, sıkıştırılmış yastık yüksekliği eklenerek cranium tepesine kadar olan mesafe alınacak şekilde yapılmalıdır. Ancak burada önemli olan yine kişinin baş kontrolünün olup olmaması durumuna ve özür seviyesine göre yükseklik 5-10cm azaltılabilir.



Resim 23.1. Tekerlekli sandalyede baş desteği.

Ayak İstirahati Yüksekliği

Kişinin ayakkabı topuğundan popliteal bölgeye kadar olan mesafe ölçülerek belirlenir. Hastanın engel durumu, fonksiyonellik ve tercihine göre ayarlanabilmektedir. Yerden ortalama 5 cm yükseltme sağlar.



Resim 23.2. Tekerlekli sandalye ayak desteği.

Arkaya Yatma ve Boşlukta Dönme Mekanizmaları

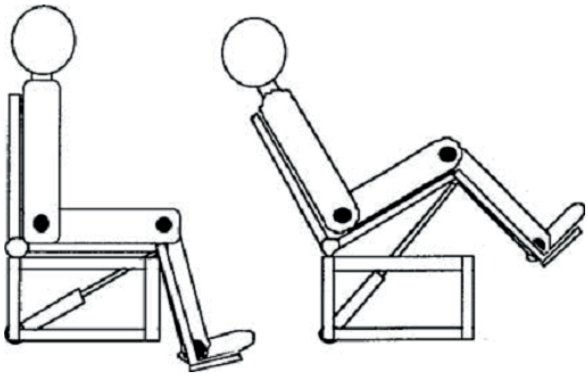
Sandalyenin arkaya yatma ve boşlukta dönme mekanizmalarının kullanılması için en önemli neden ağırlık aktarımını sağlayarak cilt bütünlüğünün korunmasını sağlamaktır. Bununla birlikte yetersiz oturma dengesi ve enduransına sahip olan hastalarda arkaya yatabilen sandalye sistemi ile hastayı dinlendirebilmek, solunum yetmezlik durumuna bağlı gelişen ihtiyaç durumlarında ihtiyacı gidermeyi sağlayacak pozisyonu verebilmek açısından önemlidir

Bu sistemler manuel ya da akülü tekerlekli sandalyelerde kullanılabilir.

Arkaya yatabilen sandalyelerde oturma yüzeyi yere göre aynı pozisyonda kalırken, sırt desteği yarı yaslanan sandalye 120 derecede sınırlanırken tam yaslanan sandalye 180 derecede sınırlanır. Tüm bu sistemler sandalyeyi ağırlaştırır, boyutunu arttırır, hantallaştırır. Arkaya eğildiğinde stabiliteyi koruyabilmesi için daha uzun tekerlek genişliği gerekir. Tüm bu sebeplerden ötürü ev içi erişilebilirlikte engel oluşturabillir.

Arkaya yaslanan bir manuel tekerlekli sandalye, standart tekerlekli sandalyeden en az 7 cm daha uzundur ve hasta için sürmek daha zordur. Ayrıca kişi sandalyede yaslanırken ve dik konuma gelirken makaslama kuvvetleri artar, akülü tekerlekli sandalyelerde makaslama kuvvetini azaltan yaslanmalı oturma sistemleri mevcut olsa da bu kuvvetleri sıfırlamak mümkün değildir, bu nedenle belirgin vertebral spinöz çıkıntısı olan ya da kemikleri belirgin hastalarda dikkatli olunmalıdır. Vertebral spinöz çıkıntılarda bası yaralalarına yol açabilir.

Arkaya yaslanma ve dönme sistemleri akülü sandalyelerde daha sık kullanılmaktadır. Özellikle akülü sandalye kullanan bireylerin özür seviyeleri daha yüksek derecede olması göz önünde bulundurulduğunda; Basıncın rahatlatılmasında bağımsız olmayı sağlaması, ortostatik ataklarda değişebilen derece sistemi ile atakların atlatılmasında yardımcı olur, kalça ve diz için pasif hareket açıklığına izin verir, ancak bu bir pasif EHA programının parçası olamaz, Kateterizason daha kolay yapılabilir, Sekresyon mobilizasyonununda uygulanan pozisyonlamalar izin vermesi açısından önemlidir. Özellikle pozisyon değiştirirken spastisitenin artmasına neden olması açısından dikkatli olunmalıdır.



Şekil 23.4. Arkaya Yatma ve Boşlukta Dönme Mekanizması

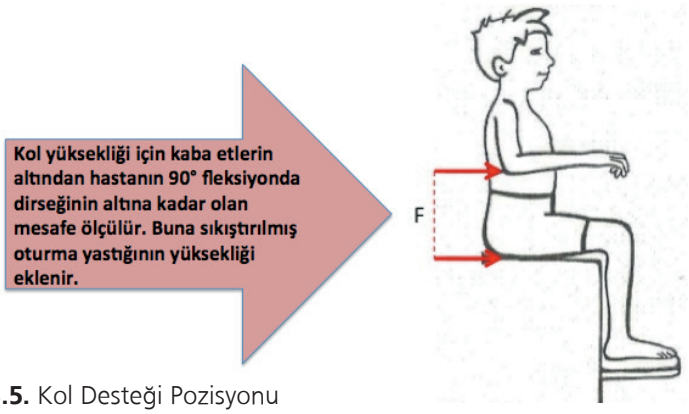
Kol Desteği

Kol yüksekliği ölçümü hastanın kaba etlerin altından, sıkıştırılmış oturma yastığının yüksekliği eklenerek, hastanın doksan derece fleksiyonda olan dirseğinin altına kadar olan mesafe ölçülürek yapılır (Şekil 23.5). Tekerlekli sandalyelerin kol destekleri sabit, kayabilen, dönebilen ya da tamamen çıkarılabilen nitelikte, yüksekliği sabit ya da ayarlanabilir olabilir. Tam boyda ya da masa boyunda olabilir. Sabit kol destekleri olan san-

dalyeler daha hafif olsa da, hastanın lateral transferine izin vermediği için genellikle tercih edilmezler. Çıkarılabilir veya dönebilir hareketli kol destekleri lateral transfere izin vermesi, dolayısıyla bağımsızlığı arttırabilmesi açısından tercih edilmektedirler. Ancak hareketli kol aparatları tekerlekli sandalyenin ağırlığını ve genişliğini ortalama 5cm arttırabilir. Tam boy veya masa boyu kolun sabit ve çıkarılabilir olmak üzere iki çeşidi mevcuttur. Daha çok mobil, sosyal, tekerlekli sandalyede daha bağımsız hareket edebilen ve çalışan kişilerde masa boyu kol gerek yemeğini bağımsız yiyebilmek, ders çalışabilmek, bilgisayar kullanımında masaya yaklaşmak için kullanılmaktadır. Tam boy kol desteği genellikle oturma-kalakma esnasında daha fazla kol desteği sağlaması, üst ekstremite kuvvet kullanımı gerektiren durumlarda tercih edilir. Ancak, kişi masa ya da sıralara yaklaşamaz. Ayarlanabilir yükseklikte kol destekleri, Yeterli glenohumeral desteği olan kişiler için ayarlanabilir yükseklik gereklidir (şekil 23.5) Özel sabit yükseklikte sandalyeye bir alternatif olarak da işlev görebilir.

Tübüler materyal köpükle kaplı ya da tübüler materyalin üzerinde standart düz ped olabilir. Tübüler kollar, hasta sandalyeyi iterken önkolunu daha rahat kullanmasını sağlar. Kare kenarlı standart kol desteği pedleri sıklıkla itme hareketi ile önkolda çürüğe neden olur.

Kol desteklerinin uygun glenohumeral destek sağlamak, uzanma ya da çeşitli işler sırasında ağırlığı aktarmak için yüzey oluşturmak, bası yaralarını önlemek için kollarıyla gövdelerini belli aralarla kaldırmak zorunda olan hastalara destek noktası olmak gibi işlevleri vardır. Örneğin, Eğer kişinin kalçasında bir tarafa ağırlık vermesi sözkonusu ise,bunun ilerlemesini engellemek amacıyla o taraf kol dayama kısmının yükseltilmesi bir sünger parça ilavesi ve gövdenin lateralden desteklenmesi yerinde olacaktır (Şekil 23.6).



Şekil 23.5. Kol Desteği Pozisyonu



Şekil 23.6. Ayarlanabilir Kol desteği



Şekil 23.7. Sandalyede Ağırlık Aktarma

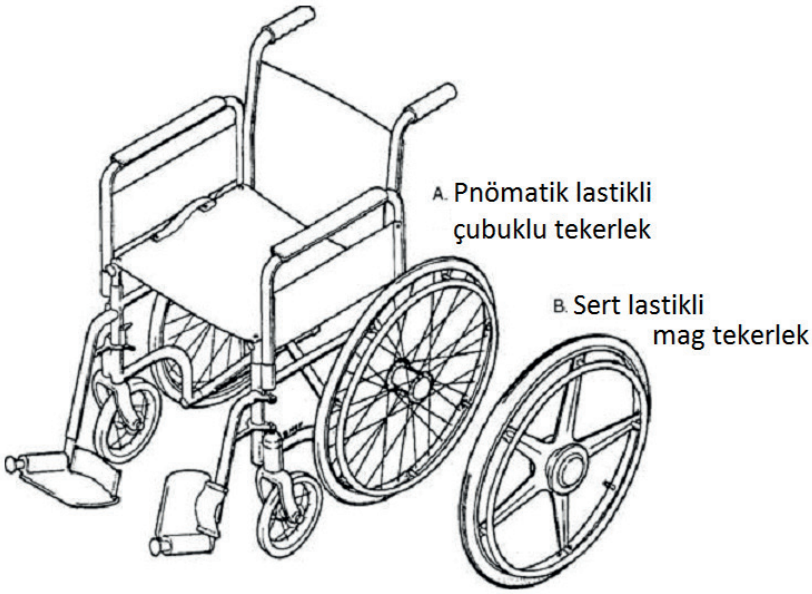
Tekerlekler

Standart sandalyede önde 5-20 cm çaplı küçük tekerler, arkada 5-50 cm çaplı tekerler bulunur. Yarı yükseklikte tekerlekli sandalyelerde de genelde aynı çerçeveli 50 cm arka, 15 cm ön tekerler bulunur.

Mag tekerlekleri en sık olarak kullanılır. Tek parçadırlar, metal alaşımdan ya da metal ve plastik malzemeden üretilirler. Tel çubuklu tekerlekten sadece biraz daha ağırdır ama bakım gerektirmez.

Bisiklet tekerleği gibi olan tel çubuklu tekerlekler daha hafiftir. Hafiflik sayesinde sandalyeyi iterken daha az kuvvet gerekir. Şok absorpsiyonu daha iyidir. Ancak eğilme ve gevşeme gibi nedenlerle daha çok bakım gerektirirler.

Spinerji tekerlekler standart çubuklu olanlardan daha hafif ve sağlamdır. Daha az bakım gerektirir ancak pahalıdır.



Şekil 23.8. Tekerler

Aks Pozisyonu

Tekerlekli sandalyeler sabit ve ayarlanabilir olmak üzere 2 şekilde kullanılmaktadır.

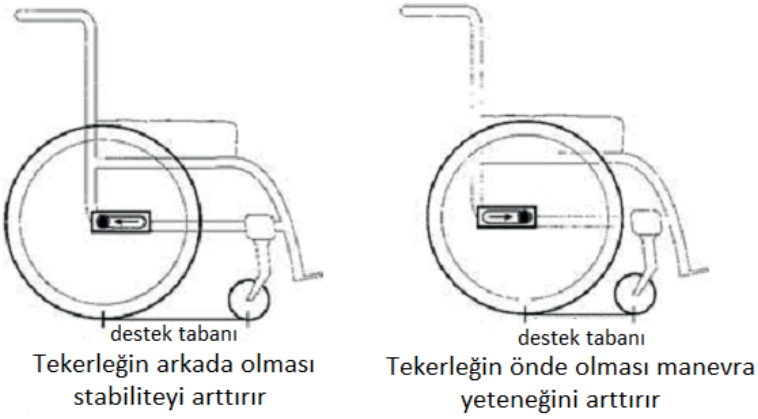
Sabit

Aks tekerleğin çerçeveye bağlandığı yerdir. Çoğu standart tekerlekli sandalyede aks sabit pozisyondadır. Bu tür akslar sandalyeyi esas mobilite aracı olarak kullanmayan hastalar için uygundur.

Ayarlanabilir

Ayarlanabilir akslı tekerlekli sandalyede, aks öne hareket ettirilerek ağırlık merkezi altına getirilir. Böylece hastanın arka tekerleğe ulaşması kolaylaşır ve daha etkin bir itiş mümkün olur. Önde yer alan aks, ön tekerleklerin havaya kaldırılabilmesine imkan verir. Ön tekerleğin havaya kaldırılabilmesi, kaldırım kenarı gibi yükseltilerin aşılabilmesini sağlar. Aksın geriye doğru yer değiştirilebilmesi bilateral alt ekstremite amputasyonu olan kişiler gibi ağırlık merkezinin arkada daha yoğun olduğu durumlarda, ağırlığın öne aktarılmasını sağlayarak sandalyenin geri devrilmesibi engeller. Arka tekerler daha arkada oldukça, geriye doğru yuvarlanma riski azalır, itme için daha

fazla enerji gerekir, dönme yarıçapı artar ve sandalye daha denge içerisindedir. Omuz önde kaldığı için glenohumeral eklemin daha fazla ekstansiyon yapması gerekir. Arka tekerlekler daha önde oldukça, arkaya doğru yuvarlanma riski azalır, itme için daha az enerji gerekir, dönme yarıçapı azalır. Sandalyenin manevra yeteneği artar. Manuel itişle oluşan omuz ağrısı azalabilir.



Şekil 23.9. Aks Pozisyonu

Lastikler

Tel çubuklu ya da tek parça tekerleklerde kullanılan çeşitli lastik tipleri vardır.

Sert (solid) Kauçuk Lastikler

Düz ve pürüzsüz yüzeylerde çok düşük yuvarlanma direnci vardır. "Patlak" lastik riski yoktur. Düz olmayan zeminde süspansiyon etkisi yoktur. Pnömatik lastiğe göre daha konforsuz sürüş sağlar. Pnömatik lastikten daha ağırdır.

Pnömatik Lastikler

Diğer lastiklerden daha hafiftir. Sert lastiklerden daha yumuşak ve rahat sürüş sağlarlar. Santimetre kareye düşen yük arttıkça yuvarlanma direnci düşer. İç tüp hava ile doludur ve hafiftir. Lastiğin profili işlemeli ya da düz olabilir. Çoğu yüzeyde en iyi sürüşü sağlar, ancak düz yüzeylerde kauçuk kadar iyi değildir. Eğer sürüş alanları daha çok halı ile kaplıysa pnömatik lastikler en iyisidir, çünkü halılar yuvarlanma direncini dört kat arttırır. Pnömatik lastikler dışarıda kullanım sırasında süspansiyon etkisi ile

daha rahat bir sürüş sağlar ve sandalyenin yıpranma ve aşınmasını azaltır. Üç haftada bir lastiklere hava doldurulmalıdır. «Patlak» lastik riski vardır. Pnömatik lastikler yumuşak kauçuk ya da lateks jel içeren havasız (patlamaz) iç tüpe de sahip olabilir. Sürüş sırasında süspansiyon olur ve lastik patlama riski yoktur. Ancak sert lastikten biraz daha ağırdır.

Arazi Lastikleri

Daha geniş basma yüzeyi vardır ve toplamda da daha geniştir. Hava dolu lastiklerdir, standart iç tüp kullanırlar. Yumuşak ve kumlu yüzeyde hareket etmek için kullanılır. 5-6 cm kalınlıktadır.

Kevlar Lastikleri

Delinmeye - patlamaya daha dirençli olan kevlardan yapılır. Uzun ömürlü ve yumuşak sürüş sağlar. Standart havalı lastiğe göre patlak lastik riski daha azdır.

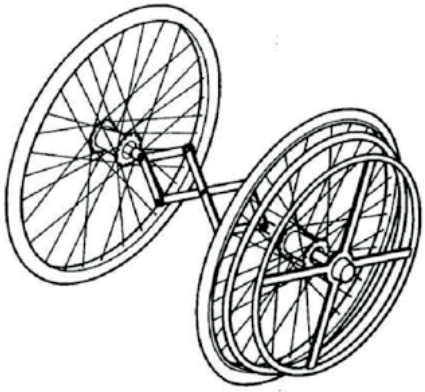
Kavis

Kavis, tekerleğin vertikal eksenle yaptığı açıdır. Tekerleğin alt ucu üst ucundan daha dıştadır. Kavis 2-12 derece arasında olabilir. Kavis ile (özellikle yüksek hızlarda) tekerlekli sandalyeyi itiş kolaylaşır, stabilite artar ve dönüşler kolaylaşır. Kavis sandalyenin lateral stabilitesini arttırır. Dezavantaj olarak sandalyenin toplam genişliği artar, lastik içinde yıpranma hızı artar. Daha küçük açılı kavisle ve toplam genişliğin standart bir kapı aralığından (< 28 inç / 71 cm) daha az tutulmasıyla bu sorunlar aşılabilir.

El Jantı

El jantları büyük arka tekerleklere eklenerek lastiğe dokunmadan, elleri kirletmeden güvenli bir şekilde sürüş sağlar. El jantının lastikten daha küçük olması sandalyenin itilmesini kolaylaştırır. El jantının çerçevesi ne kadar büyük olursa tutması ve itmesi daha az güç ister. Ancak büyüklük arttıkça ağırlık da artacaktır. Standart el jantı çember şeklinde alüminyum ya da çelik bir tüptür. Ancak düz yüzeyleri kavramada güçlük çeken kişiler için vinil, köpük, kauçuk ve plastik kaplama ya da eldiven kullanma gibi seçenekler çekişi arttırır. İtişi arttırmak için vertikal, horizontal ya da oblik projeksiyonlar mevcuttur. Horizontal ve oblik projeksiyonların sandalye genişliğini arttırdığı unutulmamalıdır. Pleksus hasarı, üst ekstremite amputasyonu ya da hemiplejisi olan hastalar için tek elle sürülebilen sandalyeler de mevcuttur. Tekerlekler birbiriyle

bağlantılıdır böylece tek taraftan her ikisi de kontrol edilebilir. El jantları ayrı olursa biri çevrildiğinde sadece o tekerlek döner. Her iki jant beraber kavranırsa eş zamanlı olarak dönerler. Bu hastalarda manuel tekerlekli sandalye kullanmanın riski, sağlam ekstremitenin tekrarlayıcı bir göreve zorlanmasıdır. Yaralanma ve dizabilite riskini azaltmak için bu hastalarda akülü tekerlekli sandalye daha iyi bir tercihtir. Bir diğer seçenek de doğal uyumlu el jantıdır. Başparmak korumalı oval şekilli bu el jantı daha ergonomik bir bilek ve el pozisyonu sağlar. Standart el jantından daha ağırdır, ancak sağladığı faydalar ağırlık artışından daha fazladır.



Şekil 23.10. Tek Elle Sürülebilen Tekerlekli Sandalye Modeli

Ön Tekerlekler

Ön tekerleklerin işlevi sandalyenin dönmesini sağlamasıdır. Pekçok kişi tekerlekli sandalyenin manevra yeteneğinden ciddi yarar sağlamaktadır. 2-3-4-5-6 ve 8 inç çapında olabilir. Ön tekerlek küçüldükçe ve inceldikçe sandalye hafifleşir ve manevra kabiliyeti artar. Küçük ön tekerlek dönme yarıçapını küçültür ancak dış zeminlerde ve halılarda daha kötü performans gösterir. Küçük çukurlara, çatlaklara girip sıkışma riski vardır. Büyük çaplı ön tekerlekler düz olmayan yüzeylerde daha iyidir fakat sallanıp titreyebilir ve daha büyük dönme çapına sahiptir. Standart sandalyelerde genellikle 8 inç çaplı ön tekerlekler tercih edilir. Halı, kaldırım, çim gibi düz olmayan iç ve dış mekan için ideal bir büyüklüktür.8 inç ön tekerleğin dezavantajı manevra yeteneğinin azalmasıdır. 5 ve 6 inç ön tekerlekler hem iç mekanlarda hem de dış mekanlarda en iyi toplam sonucu verebilecek ortalama tekerlek boyutlarıdır. 5 ve 6 inç ön tekerlekler ultra hafif

sandalyelerde örneğin tekerlekli sandalye basketbol sporunda kullanılan sandalyeler gibi hız, çeviklik gerektiren sporlarda kullanılan sandalyeler gibi ve çocuk sandalyelerinde kullanılır. Hem 8 inç hem de 6 inç ön tekerlekler pnömatik ya da yarı pnömatik lastiklerle de yapılabilir. Arka tekerleklerde olduğu gibi, pnömatik tekerleklerin avantajı saha yumuşak bir sürüş olup dezavantajı bakım gerektirmesi ve patlayabilmesidir. Sonuç olarak, ön tekerlerin çapı arttıkça stabilitesi artarken, manevra yeteneği azalmaktadır.

Tekerlekli Sandalyelerin Ağırlığı

Standart: Genelde çelikten yapılır; Ağrılığı ortalama 18 – 29 kg aralığında değişmektedir.

Hafif: Alüminyum ya da çelik malzemeden yapılmaktadır. Ağırlığı 13-16 kg aralığında değişmektedir.

Ultra hafif: Uçaklarda kullanılan kalitede ve alüminyumdan yapılmaktadır; ortalama ağırlığı 13 kg civarındadır.

Titanyum: 9 kg'ın altında olan tekerlekli sandalyelerdir. Özellikle tekerlekli sandalye ile yapılan hız, çeviklik, denge ve manevra gerektiren sporlarda genellikle tercih edilir (Tablo 23.1).

Tablo 23.1. Tekerlekli sandalye ağırlıkları

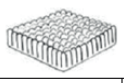
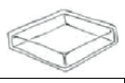
Tekerlekli Sandalye	Üretilen Materyal	Ağırlığı
STANDART	Çelik	18-29 kg
HAFİF	Alüminyum veya Çelik	13-16 kg
ULTRA	Uçaklarda kullanılan alüminyum	13kg
TİTANYUM	Titanyum	9kg altı

Tekerlekli Sandalye Yastıkları

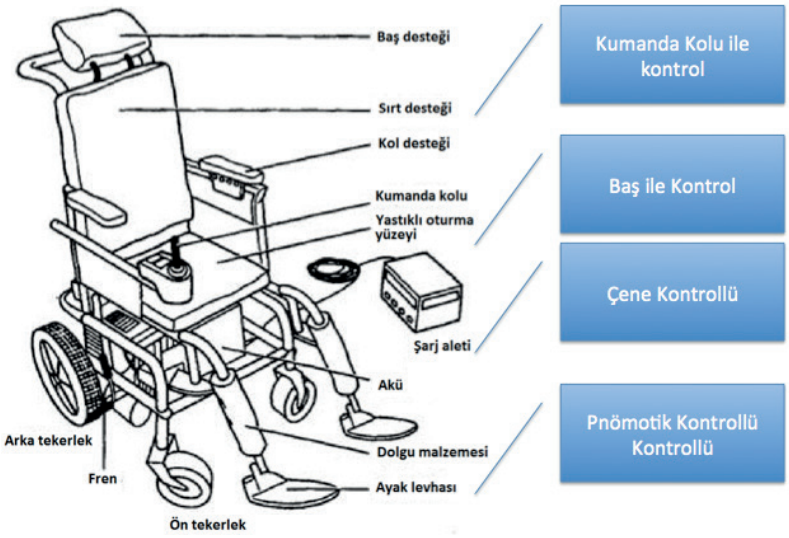
Standart tekerlekli sandalyelerde kullanılan sandalye yastıklarının normal yüksekliği 5-7 cm arasında değişmektedir. Sandalye yastıkları belirlenen ölçülerin üstünde olursa dizin ekstansiyonuna izin vermez. Dizlerini tam düzeltmekte zorlanan kişiler için yastık yüksekliği 3-5 cm'den fazla olmamalıdır. Böylece rölatif fleksiyona yol açarak, ekstansiyon kontraktürünün oluşmasını engeller.

Tablo 23.2'de belirtildiği gibi çok farklı materyalden üretilmiş olan olan sandalye yastıkları mevcuttur. Tabloda da görüldüğü gibi basıncı azaltma, oturma stabilitesi, ısının dağıtılması, temizlenebilirlik, sağlamlık, bakım gereksinimi açısından yüksek kaliteye sahip olan yastıklar içi jel, köpük konturlu yastıklar olup ancak maliyetinin yüksek olması açısından dezavantajlı yastıklardır. Jel ile dolu olan yastıklar hem maliyet hem de diğer yönlerden daha uygun standartlara sahip ve en çok kullanılan yastıklardandır. Kaplanmış köpük konturlu yastıkların hijyen kalitesi ya da temizlenebilirlikleri açısından yeterli bilgiye ulaşılamaması dezavantaj oluştururken, diğer yönlerden makul olan yastıklardan biridir. İçi hava ile dolu olan yastıkların maliyeti düşük olması en büyük avantajı sağlarken diğer yastıklara göre kalitesinin orta seviyede olduğunu görmekteyiz.

Tablo 23.2. Tekerlekli Sandalye Yastıkları

Özellikler	 İçi jelli, köpük konturlu	 Hava ile dolu villöz	 Jel ile dolu	 Kaplanmış köpük konturlu	 Köpük	 Hava ile dolu
Basıncı azaltma	Mükemmel	Mükemmel	İyi	Makul - iyi	Makul - iyi	Makul
Oturma stabilitesi	İyi - mükemmel	Kötü - makul	Makul - iyi	Mükemmel	İyi	İyi
Isının dağıtılması	Makul - iyi	İyi - mükemmel	Makul	Mükemmel	Makul - kötü	Makul
Temizlenebilirlik	Mükemmel	Mükemmel	Mükemmel			Mükemmel
Sağlamlık	İyi - mükemmel	Makul - orta	Makul	İyi	Makul - iyi	İyi
Bakım gereksinimi	Minimal	Önemli	Minimal	Minimal	Minimal	Minimal
Maliyet	Yüksek	Yüksek	Orta - yüksek	Orta - yüksek	Düşük - orta	Düşük

AKÜLÜ TEKERLEKLİ SANDALYE



Şekil 23.11. Akülü Tekerlekli Sandalye

Akülü Tekerlekli Sandalyeler İçin Kontrol Mekanizmaları

Kumanda Kolu İle Kontrolü

Akülü tekerlekli sandalyelerde kumanda kolu ile sandalyenin hızı, gidiş yönü, kontrolü rahatlıkla gerçekleştirilebilir. Kişi kumanda kolunu eliyle kullanarak tekerlekli sandalyeyi kontrol eder; kumanda kolu hem direksiyon hem de gaz pedalı gibi iş görür. Sandalye, kolun eğildiği yöne doğru gider ve ne kadar güçlü itilirse o kadar hızlı ilerler.

Akülü sandalyelerin kontrolü baş, çene ve hatta pnömotik kontrolü içerebilir. Özellikle spinal Cord yaralanması geçiren bireylerin motor kontrol seviyelerine göre akülü tekerlekli sandalye kullanılıp kullanılmayacağına, akülü tekerlekli sandalye kullanılacaksa yine motor kontrol seviyesine göre; örneğin C2-C4 seviyesinde kesisi olan bir bireyin kullanabileceği akülü tekerlekli sandalye hiçbir ekstremite kuvveti ortaya çıkamayacağı için baş, çene veya pnömotik kontrollü olabilir. Şekil 23.12'de Spinal Cord Yaralanma Seviyesi ve uygun görülen tekerlekli sandalye seçimi belirtilmiştir.

Baş kontrollü (ASL başlığı)

Özel bir başlık ile hasta sürüş ve sandalye yönetimi ile ilgili komutları verebilir. Acil durum ya da yeniden başlatma düğmesi bulunur.

Çene kontrollü

Standart ya da mini bir kumanda kolu özel bir göğüs desteğine veya başlığa bağlanır. Çene kontrolü direkt olarak hastanın çenesinin altına pozisyonlanır. El kumandası gibi işlev görür.

Pnömatik kontrolü (çekme ve üfleme)

Hasta ağzıyla bir pipetteki hava akımı vasıtasıyla sandalyeyi kontrol eder. Sert üfleme ileri komutudur, yumuşak üfleme sağa, yumuşak çekiş sola, sert çekiş durdurma ve geri gitme komutudur. Yeniden başlat düğmesi ile sandalye ve çevresel birimlerle ilgili diğer komutlar da pipet ile verilebilir. Yeniden başlat düğmesi hasta pipetin kontrolünü kaybederse ya da acil durumlarda sandalyeyi durdurmak için kullanılabilir.

Tablo 23.3. SCYS ve Uygun TS Modeli ve Yardımcı Cihazları

SCI Seviyesi	Kullanabileceği TS tipi	Kullanılan Yardımcı Cihazlar	Oturma Minderi	Sırt Desteği Seviyesi
C2-C4 (Yüksek Tetrapleji)	Akülü TS	Pelvik kemer, Üst ekstremite Destekleri, Baş Destekleri	Sert oturma yüzeyi, Basıncı eşit dağıtan Oturma yastığı	Yüksek Sırt Desteği
C5 Tetrapleji	Akülü TS	Modifiye Kumanda kolu, Pelvik kemer, Baş desteği	Sert oturma yüzeyi, Basıncı eşit dağıtan Oturma yastığı	Yüksek Sırt Desteği
C6 Tetrapleji	Akülü TS veya Manuel TS	Sandalye kemeri (pelvik)	Sert oturma yüzeyi, Basıncı eşit dağıtan Oturma yastığı	
C6 Tetrapleji	Ultra Hafif, Sert Arkalığı ayarlanabilir Manuel sandalye	Pelvik kemer	Sert oturma yüzeyi, Basıncı Eşit dağıtan Oturma yastığı	
C7-T1	Ultra hafif, Sert arkalı, ayarlanabilir sandalye	Çıkartılabilir Masa Boyu yada Tübüler Kol destekleri, Pelvik kemer	Sert oturma yüzeyi, Basıncı Eşit dağıtan Oturma yastığı	
T2 ve altı	Ultra hafif	Çıkartılabilir masa boyu ya da tübüler kol destekleri, Pelvik kemer	Sert oturma yüzeyi, basıncı eşit dağıtan oturma yastığı	Skapulanın alt köşesinin hemen altında yada gövde desteği iyiyse daha aşağıda olabilir

Özellikle spinal cord yaralanması geçiren, doğuştan var olan engel nedeni ile mobilizasyonunu tekerlekli sandalye ile sağlayan pekçok tekerlekli sandalye kullanıcısında vücudun kompansasyon mekanizmasıyla ile birlikte skolyoz geliştiği görülmektedir. Önlem alınmadığı takdirde skolypz ilerleyebilen ve ciddi ağrılara yol açabilen bir problemdir. Biz fizyoterapistlerin, gerek kullanılan fizyoterapi yöntemlerinde gerekse tekerlekli sandalye kullanımında bu durumu göz önünde bulundurarak çeşitli düzenlemeler oluşturması gerekmektedir.

Örneğin; ''C Skolyozu '' olan bir bireyde eğimin olduğu tarafta gövdenin lateralden desteklenmesi, eğimin olduğu tarafta koltuk altına bir yastık yerleştirilmesi, eğimin olduğu taraf kol dayama kısmının yükseltilmesi, eğimin olduğu tarafta kol dayama kısmının yükseltilmesi gibi modifikasyonlar yapılabilmektedir (Şekil 23.12).



Şekil 23.12. ''C Skolyozunda'' Modifikasyon

Diğer bir örnekte ise; ''S Skolyozu'' olan bireylerde ağırlık verilen taraf kalça altına konulan sert süngerden yapılmış, daha fazla hava ile şişirilmiş veya daha sert malzeme içeren yastıkların önerilerek modifikasyonların yapılması sağlanabilmektedir (Şekil 23.13).



Şekil 23.13. ''S Skolyozunda'' Modifikasyon

Tekerlekli sandalye kullanımı, yaralanma görülme sıklığı, spora özgü tekerlekli sandalye seçimleri gibi konularda literatüre bakıldığında, özellikle manuel tekerlekli sandalye kullanıcılarında core kuvvet eğitiminin basınç azlatma üzerindeki önemi vurgulanmaktadır.

Bununla birlikte sonradan edinilen özür nedeni ile Tekerlekli sandalye kullanmaya başlanan bireylerde ana içeriğin tekerlekli sandalye kullanım tekniğinin öğretilmesi ve buna yönelik performans eğitiminin verilmesi ve en önemlisi olan hasta katılımının tam sağlanması gerekliliğidir.

Sonuç olarak, tekerlekli Sandalye seçimi engelli bireyin mobilizasyonunu sağlayan en önemli faktördür. Her ne kadar teknolinin gelişmesi ile birlikte bilgisayarlı ölçümlere göre tekerlekli sandalye yapımı geliştirilse de sandalye seçimi ve modifikasyonu tamamen kişinin kendi tercihine göre, kendi rahatlık ve fonksiyonelliğine yönelik yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Betz K. Pushing a Wheelchair: Simple Task or Accomplished Skill? Paraplegia News, 2007. March;61(3):30-5.
2. Chaves ES, Boninger ML, Cooper R, Fitzgerald SG, Gray DB, Cooper RA. Assessing the Influence of Wheelchair Technology on Perception of Participation in Spinal Cord Injury. Arch Phys Med Rehabilitation. 2004; 1884- 1857.

3. Mikolajewska E. The Most Common Problems In Wheelchaır Selectıon Own Observatıons. Journal of Health Sciences (J Health Sci) 2012; 2(1): 8993.
4. Hasting JD. et all. Wheelchair Configuration and Postural Alignment in Persons with Spinal Cord Injury. Arch Phys Med Rehabil. Vol 84, April 2003.
5. Kamaraj D.C. et al. Research Article. A Participatory Approach to Develop the Power Mobility Screening Tool and the Power Mobility Clinical Driving Assessment Tool. BioMed Research International, 2014.
6. Kilkens JEO, Marcel WM, Dalmeijer AJ, Van Asbeck WAF, Van Der Woude LHV. Relationship between Manual Wheelchair Skill Performance and Participation of Persons with Spinal Cord Injuries 1 Year after Discharge from Inpatient Rehabilitation. JRRD, Volume 42, Number 3, 2005, Supplement 1.
7. Mortenson WB, Miller WC, Miller-Pogar J. Measuring Wheelchair Intervention Outcomes: Development of the Wheelchair Outcome Measure. Disabil Rehabil Assist Technol. 2007 September ; 2(5): 275–285.
8. Mortenson WB. et al. Association between Mobility, Participation and Wheelchair- Related Factors in Long-term Care Residents who use Wheelchairs as their Primary Means of Mobility. J Am Geriatr Soc. 2012 July ; 60(7).
9. Mortenson WB, Miller WC, Auger C. Issues for the Selection of Wheelchair-Specific Activity and Participation Outcome Measures: A Review. Arch Phys Med Rehabil. 2008 June; 89(6): 1177–1186.
10. Paleg G. Not a Lightweight Decision: Selecting an Ultralight Wheelchair: Six Common Mistakes and Solutions. Rehab Management. 2007 Apr;20(3):26-9.
11. Preservation of Upper Limb Function Following Spinal Cord Injury: A Clinical Practice Guideline for Health-Care Professionals. Consortium for Spinal Cord Medicine, Paralyzed Veterans of America. 2005. Washington, DC.
12. Kersti SAM. et al.. The Effect of Rear-Wheel Position on Seating Ergonomics and Mobility Efficiency in Wheelchair Users with Spinal Cord Injuries: A Pilot Study. JRRD, 2004: Volume 41, Number 1; Pages 65-74.

Kas Tonusu Bozukluklarında Ev İçi Düzenlemeler ve Ev Güvenliği

24

Dr. Fzt. Güzin Kara, Prof. Dr. Uğur Cavlak

GİRİŞ

En sık görülen tonus bozukluklarından olan spastisite, rijidite, hipotoni ve distoni bu hastaların seçici hareket, duyu, denge-koordinasyon kaybı gibi problemler sebebiyle günlük yaşam aktivitelerine dönüşlerini ve aktivite katılımlarını zorlaştırmaktadır. Tonus değişikliğine sebep olan soğuk hava, sıkı kıyafetler gibi ekstrinsik ve yorgunluk, stres, anksiyete gibi intrinsik tetikleyicilerin tonus bozukluğu olan nörolojik özürlü bireylerin hastaneden taburcu olmalarından sonra evde ve ev dışında hayatlarını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Tonus problemleri olan bireylerin yaşamlarını daha aktif ve özgürce yaşayabilmeleri, kendilerini güvenli hissedebilmeleri için yaşadıkları ortamların onlar için adapte edilmiş olması ve düzenlenmesi önemlidir. Bu bireylerde eve dönüş sonrası en sık görülen sorunlardan biri, uygun çevresel düzenlemelerin yapılmaması ve ev güvenliğinin sağlanmaması sebebiyle düşmelerdir. Bu amaçla kullanılan ev güvenlik kontrol listeleri (EGKL), evde olabilecek tehlikeleri ve riskleri ortadan kaldırmak amacıyla düzenlenir. EGKL'lerin düzenli aralıklarla tekrar edilmesi birçok kaza nedeninin önceden belirlenerek ortadan kaldırılmasını sağlamaktadır. Değerlendirme sonuçları ışığında planlanan kişiye özgü çevresel düzenlemeler ve ev güvenliğinin sağlanması, tonus bozukluğu olan bireylerin görevleri daha kolay yapmalarını, ev kazalarını azaltmayı ve bağımsız yaşamı desteklemeyi amaçlamaktadır. Literatüre bakıldığında tonus bozukluğu olan nörolojik özürlü gruplarda ev güvenliği ve düzenlemeleri ile ilgili az sayıda çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Ev güvenliğinin değerlendirmesi ve uygun çevresel modifikasyonların yapılması için ev ziyaretleri gibi geleneksel uygulamaların dışında sanal gerçeklik uygulamaları, telerehabilitasyon gibi

umut vaat eden sonuçlar sunan teknoloji temelli rehabilitasyon uygulamalarından da yararlanılmaktadır. Bu alanda daha geniş bir veri havuzu oluşturmak için daha fazla çalışma yapılması, elde edilen veriler ışığında nörolojik özürlü bireylerin, onların yakınlarının ve toplumun ev güvenliği ve düzenlemeleri konusunda mutlaka bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Nörolojik hastalıklarda en sık görülen tonus bozukluklarının başında spastisite, rijidite, hipotoni ve distoniyi görmekteyiz. Bu hastaların günlük yaşamlarında, tanıları ve paternleri farklı olmasına rağmen, belli başlıklar altında toplanabilecek problemlerle mücadele ettikleri görülmektedir. Seçici hareket, somatosensoriyel duyu ve postüral reaksiyon kaybı, denge ve koordinasyon bozuklukları ve vücut şeması ile ilgili değişiklikler fizyoterapistlerin rehabilitasyon sürecinde en sık üzerinde durdukları problemlerden bazılarıdır.

Hastane sürecindeki tıbbi tedavi ve rehabilitasyon sürecinin dışında, bu populasyonda günlük yaşam aktivitelerine (GYA) dönüş için ev güvenliğinin sağlanması ve kişiye özgü gerekli düzenlemelerin yapılması hastaların hem yaşam kalitelerinin hem de aktivite katılımlarının artması açısından büyük önem arz etmektedir. Yapılan çalışmalarda ev güvenliği değerlendirmelerinin bu hastaların değişen ihtiyaçlarının belirlenmesi, problemlerin tanımlanması ve çözümlerin saptanması için gerekli olduğu görülmüştür. Yapılan bir ulusal çalışmada, tonus bozukluğu olan bireylerin ev güvenliklerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir.

NÖROLOJİK HASTALIKLARDA TONUS BOZUKLUKLARI VE ÖZÜR İLİŞKİSİ

Tonus bozukluklarının en sık görüldüğü hastalıkların başında Serebrovasküler Olay (SVO), Parkinson Hastalığı (PH), Multiple Sklerozis (MS) ve Spinal Kord Yaralanması (SKY) bulunmaktadır. Bu bölümde SVO, PH, MS ve SKY'de görülen tonus bozuklukları ve tonus bozukluklarının özür ile ilişkisi ele alınacaktır.

Serebrovasküler Olay

SVO sonrası vücudun bir yarısında görülen ve farklı paternlerde olabilse de genellikle üst ekstremitede daha şiddetli olan spastisite, bu bireyleri en çok etkileyen ve özre sebep olan problemlerden biridir. Spastisite SVO'lu bireylerde banyo yapma, yemek

yeme, kişisel bakım aktiviteleri, ev içi ve dışında mobiliteyi sürdürme, transfer aktiviteleri (yataktan tekerlekli sandalyeye, banyoya, tuvalete) gibi aktivitelerde karşılaşılan problemlerin en önemli sebeplerinden biridir. Sonuç olarak bu problemler hareket edebilme, beslenme, kişisel bakım, tuvalet ihtiyacını karşılama gibi fonksiyonları zorlaştırarak, bireyin yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir ve GYA katılımını önemli derecede kısıtlamaktadır.

Yapılan bir çalışmada, SVO sonrası hastaların düşme riskinin en az 2 kat arttığı belirtilmiştir. İnme hastalarında akut bakım döneminde düşme riskinin %14, rehabilitasyon döneminde %39 ve taburcu olduktan sonraki 6 ayda %73 olduğu bulunmuştur. SVO'lu bireylerde en yüksek düşme oranlarının ise, hastanın var olan özrü ile hastaneden veya rehabilitasyon merkezinden taburcu olduktan hemen sonra görülmesi dikkat çekicidir.

İnmeye bağlı lezyonun yeri ve buna bağlı klinik bulguların tip ve şiddeti düşme ve düşme sıklığında etkilidir. İnmeye bağlı hemiparezi ya da kuadripareziler kas güçsüzlüğü, tonus ve refleks bozuklukları sebebiyle düşmelere yol açarken, serebellar ve vestibüler etkilenmeler daha çok denge sorunları nedeni ile düşmelere sebep olur. Akut bazal ganglion lezyonları da düşmelere yol açabilmektedir.

Parkinson Hastalığı

PH'nin tremor, rijidite, bradikinezi, postüral instabilite olmak üzere dört kardinal semptomu mevcuttur ve rijidite PH'nin özre sebep olan önemli bir semptomudur. Hastalar, bu semptomlar nedeniyle ayakta dururken karakteristik olarak öne doğru dengelerini koruyamazlar ve kolayca düşebilirler.

PH'na sahip hastalar riijidite ve rijiditeyle etkileşimde olan diğer semptomların da etkisiyle tedavi süreci içerisinde ilerleyici bozukluklar (harekete dayalı fonksiyonlarda yetersizlikler), aktivitede kısıtlılıklar (kişisel bakım ve mobilitede yetersizlik) ve katılımda kısıtlılıklar (ev yaşamı ve sosyal aktivitelere) ile karşı karşıya kalmaktadırlar.

Yapılan bir çalışmada, PH'li hastaların %73'ünün, hastalık başlangıcından ölüme dek hastalığın herhangi bir evresinde düştükleri bildirilmiştir. Antefleksiyon postürü, rijidite ve bradikinezi gibi nedenlerle ortaya çıkan postüral instabiliteyi koruma güçlüğü, dengeyi sağlamak için gereken hızlı adaptasyon ve kompansatuar ağırlık dengelemeleri dengeyi engellediği için düşmeler oluşabilir. Ayrıca Parkinson–plus sendromlarda daha belirgin olmak üzere otonomik bozukluklar (özellikle ortostotik hipotansiyon) da düşmelere yol açabilir.

Düşmeye sebep olabilecek diğer risk etmenleri ise düşme öyküsü, demans, hastalık süresi, benzodiazepin kullanımı ve Romberg testinin pozitif olması şeklinde sıralanmıştır. PH'de düşme postüral refleks bozukluğu**,** demans ve disfaji gibi en önemli mortalite belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Donma fenomeni ve düşmelerin de birbirleriyle örtüşen belirtiler olduğu ileri sürülmektedir. Düşmeler sonucu veya düşme olmaksızın bu populasyonda görülen düşme korkusu PH'lerin %44'ünde GYA'nın kısıtlanmasına yol açmaktadır.

Düşmelerin çoğu ani postür değişiklikleri sonucunda oluşmaktadır. Özellikle hasta dönerken, duruş ya da yürüme sırasında aynı anda sözel, bilişsel ya da motor bir aktiviteyi gerçekleştirmeye çalıştığında olmaktadır. Bu eylemler donmaya da sebep olan durumlardır. Hasta ikili görevle yürümeyi gerçekleştirirken, verilen görev ne kadar karmaşık ise denge bozukluğu ve düşme riski de o ölçüde artmaktadır. Bu durum, PH'lilerin 2 ayrı eylemden hangisine öncelik tanıyacağı konusunda seçim yaparlarken zorluk yaşadıklarını düşündürmektedir.

Parkinson hastaları genellikle öne (%45), daha az oranda da yana (%20) düşme eğilimi göstermektedirler. Ayrıca öğün sonrası ve özellikle gece idrar ihtiyacı ile yataktan ani kalkış nedeniyle PH'lilerde postüral hipotansiyon ile ilişkili düşmeler de görülebilmektedir. Tüm bu durumlar sebebiyle PH'lilerin GYA'ya katılımları azalmakta, hastaların evde ve ev dışı çevrede bağımsız yaşam sürdürmeleri zorlaşmaktadır.

Multiple Sklerozis

Ataksi spastisite ve hipotoni ile birlikte MS'li hastaları etkileyen en önemli semptomlardan biridir. Genellikle diğer semptomlarla birlikte sosyal izolasyonla sonuçlanmaktadır. Bu problemler hastaların GYA'da yerine getirilmesi gereken sosyal, kültürel ve ailesel rollerini de etkilemektedir. Örneğin; MS'li bir hasta oluşacak yorgunluk sebebiyle, sabah işe gitmesi gerektiğinde enerjisini korumak için yıkanma ve giyinme gibi bir GYA'sında yardıma ihtiyaç duymaktadır ya da bunun için alışveriş yapma ile çocuklarını okuldan alma görevleri arasında seçim yapmak durumunda kalmaktadır.

Elli MS'li hastada yapılan bir çalışmada denge ve yürüyüş bozukluğunun düşmeler için önemli risk faktörleri olabileceğini bildirmişler. Türkiye'de 60 MS'li hastada düşmeler açısından yapılan bir çalışmada düşmelerin en sık gündüz (%74), ev içinde (%66) ve yürürken (%52) olduğu belirtilmiştir.

Spastisite arttıkça düşme olasılığı da artmaktadır. MS hastaları sıklıkla düşebilmektedirler ve düşmeler özellikle motor kusur, denge bozukluğu ve spastisitesi olan olgularda görülmektedir.

MS'li bireylerde düşme insidansının %58.2 olduğu bildirilmiştir. MS'li kişilerde düşmeyle ilişkili faktörlerin, diğer nörolojik özürlü populasyonlardaki faktörlerle benzer olduğu saptanmıştır (örneğin, ambulasyona yardımcı cihaz kullanımı, denge problemleri). Ayrıca yapılan bir çalışmada yüksek düşme insidansına rağmen MS'li hastaların %50'den daha azının kendilerine bildirildiği halde düşmelerden korunma ile ilgili düzenlemeler konusunda uzmanlardan bilgi almaya gerek duyduğunun gösterilmesi konunun önemi vurgulamaktadır.

Spinal Kord Yaralanması

Tam veya kısmi SKY motor, duyusal ve otonomik kontrolün sağlanmasında ve düzenlenmesinde hasara sebep olmaktadır. Spastisite, kuvvet kaybı, flastisite, duyu problemleri, yorgunluk ve mobilite sorunları gibi SKY'li bireyleri olumsuz yönde etkileyen faktörler vücut fonksiyonları ve yapıları ile aktivite ve katılım alanlarında kısıtlılıklar meydana getirmektedir.

Yapılan bir çalışmada; SKY'li erişkinlerde algılanan çevresel engeller ve toplum bütünleşmesi arasında, Uluslar arası İşlevsellik, Yeti Yitimi ve Sağlığın Sınıflandırılması (ICF) modelini destekler nitelikte, anlamlı bir ilişki bulunmuştur. SKY'li bireyler ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada ise, yaşam kalitesini en fazla etkileyen 5 çevresel engel önem sırasına göre doğal çevre, ulaşım, evde yardıma ihtiyacı olmak, sağlık hizmetine erişim ve hükümet politikaları şeklinde sıralanmıştır.

Tonus bozuklukları ile birlikte uygunsuz çevre, tekrarlayan düşmelere sebep olmaktadır. Düşmeler bireyin GYA'sını etkileyebilir, fiziksel sorun olmasa da en azından düşme korkusu kişiyi engelleyici olabilir. Bu sebeple tekrarlayan düşmeleri olan kişilerde risklerin belirlenmesi, düşmelerin değerlendirilmesi ve gerekli önlemlerin alınması uygun olacaktır.

KAS TONUSUNU ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Spastisite, hipotoni, rijidite ve distoni gibi tonus bozukluklarının hastaların GYA'larını ve katılımlarını önemli düzeyde etkilediği daha önceki bölümlerde de belirtilmiştir. Tonus bozukluklarını etkileyen faktörler ise hem bu hastalara uygulanacak rehabilitasyon yaklaşımı hem de hastaların tonuslarını kontrol altına alabilmeleri için yaşamlarını uygun şekilde düzenleyebilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır.

Farklı tanı gruplarında farklı tonus problemlerini hangi faktörlerin nasıl etkilediğine dair sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların çok büyük bir kısmı spastisite üzerinedir.

Yapılan bir çalışmada SVO ve MS'li hastalarda ekstrinsik ve intrinsik tetikleyicilerin bireysel etkenlere, spastisitenin şiddetine, spastisitenin yerine (kol ya da bacak) ve dağılımına (unilateral ya da bilateral) göre, spastisitenin algılanmasını farklı şekillerde değiştirebildiği belirtilmiştir.

Soğuk hava, kas yorgunluğu ve stres ya da anksiyete, SVO ve MS'li olguların %50'sinden fazlasında algılanan spastisiteyi arttırmaktadır. Ayrıca MS'li hastaların alt ekstremitelerindeki algılanan spastisite şiddetinin SVO'lu hastalarınkinden daha fazla ve bilateral olduğu görülmüştür. MS'li hasta grubu ayrıca; sırt üstü uzanmanın, dış ortamdaki sıcak havanın, iç ortamdaki soğuk havanın ve sıkı kıyafetlerin de algılanan spastisite şiddetlerini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

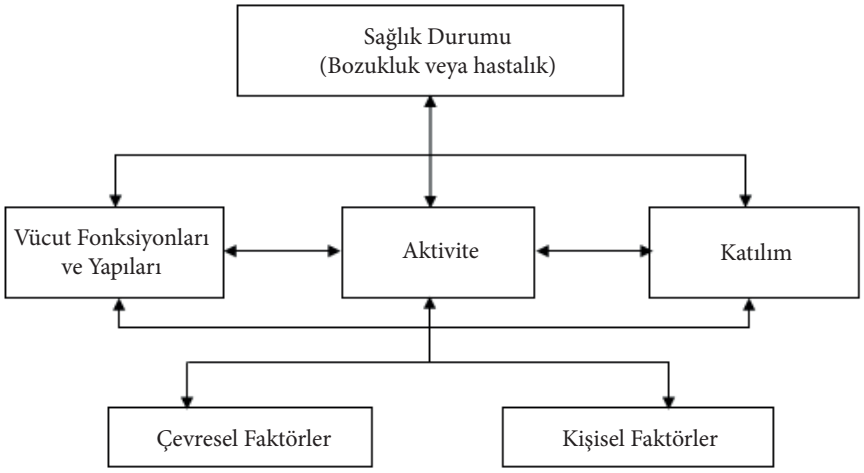
SKY'li olgularda birçok faktörün algılanan spastisiteyi arttırdığı bilinmektedir. Örneğin; oturma pozisyonu, tam dolu mesane, tuvalet ihtiyacı bunlardan birkaçıdır.

Çalışmalarda SVO veya MS'li olguların algılanan spastisitelerini arttıran faktörlerin SKY'li bireylerinkilerle aynı olmayabileceği ihtimalinin klinisyenler tarafından göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmaktadır.

ÇEVRESEL FAKTÖRLER VE EV ORTAMI

Nörolojik hastalıkları sebebiyle tonus problemleri olan bireylerin yaşamlarını daha aktif ve özgürce yaşayabilmeleri, kendilerini güvenli hissedebilmeleri için yaşadıkları ortamların onlar için adapte edilmiş olması ve düzenlenmesi önemlidir. Aksi halde, daha ciddi problemlere sebep olacak ev kazalarına çok daha açık hale geleceklerdir. Yaşadıkları ortamlar onlar için tehlikeli olabileceğinden ev güvenlikleri de risk altında olacaktır.

ICF, çevresel faktörleri özür kavramının tanımlanmasında anahtar bileşen olarak tanımlamaktadır. Çevresel faktörlerin yeni bir bileşen olarak ICF' te tanımlanmasının nedeni, fonksiyon ve özür üzerindeki etkilerinin farkına varılmasındandır (Şekil 24.1). Çevresel faktörlerin diğer bileşenlerle olan ilişkisi ICF'in biyopsikososyal modeli ile gösterilmiştir.



Şekil 24.1. Biyopsikososyal Model– ICF Bileşenleri Arasındaki Etkileşim

Dünya Sağlık Örgütü (2004) İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslar Arası Sınıflandırılması. (Elif Kabakçı, Ahmet Göğüş), Bilge Matbaacılık,161 s.

ICF çevresel faktörleri, yardımcı araçlar ve teknoloji; doğal ve insan yapımı çevre; destekler ve ilişkiler; tutumlar ve servisler; sistemler ve politikalar olarak sınıflandırmıştır. Çevresel faktörlerden ev ortamı ve ev dışındaki fiziksel çevre, özürlünün kişisel etmenler, vücut işlev ve yapıları, aktivite ve katılım gibi diğer bileşenler ile ilişkisini özellikle tonus bozuklukları ile birlikte daha fazla etkilemektedir.

Çevresel engeller, özürlü insanların işle ilgili performanslarını gerçekleştirebilmeleri için, çoğunlukla diğer olumsuz etkilerden daha kolay bir şekilde değiştirilebilir ya da ortadan kaldırılabilir. Çevresel destek, işle ilgili en uygun performansı ortaya çıkarabilmeyi destekler.

Bu bağlamda, tonus bozukluklarında çevresel desteğin uygun şekilde sağlanması hastaların rehabilitasyonlarının her aşamasında değişen ihtiyaçlarına binaen yeniden düzenlenmesi büyük bir önem arz etmektedir. Ancak özürlü insanların evlerinin çoğunun Dünya Sağlık Örgütü'nün ilişkilendirdiği şu aşağıdaki standartları tamamen karşıladığına dair çok az kanıt vardır:

- Mülkiyet güvenliği
- Servislerin, materyallerin, tesislerin, alt yapıların kullanılabilirliği
- Ödenebilirlik

- Yaşanabilirlik
- Ulaşılabilirlik
- Konum
- Kültürel uygunluk

Nörolojik hastalıklarda görülen tonus bozukluklarında çevresel faktörlerin durumu, etkileri, desteğin miktarı ve çeşitleri ve çevresel engeller ile ilgili ulusal veri bankası bulunmamaktadır; ancak literatürde fiziksel ve nörolojik özürlüler için çevresel kısıtlılıklar şunları içermektedir:

- İş yerine, umumi tuvaletlere, çeşmelere ve otoparka ulaşılmazlık
- Asansörlerin, uygun zemin yüzeyleri ve mobilyaların eksikliği
- Ulaşım eksikliği
- Kısıtlı mali destek
- Teknik yardımlar ya da yardımcılar gibi destek servislerinin eksikliği
- Uyarlanmış iş yerleri için para eksikliği

EV KAZALARI

Kazalar çok çeşitli çevrelerde meydana gelebilir, bununla birlikte ev en fazla görüldüğü yerlerden biridir. Ev kazaları farklı alanlarda olduğu gibi tonus bozukluklarında da ölüm ve yaralanmaların en büyük sebeplerindendir ve geri kalan yaşamı büyük oranda etkiler.

Ev kazaları 3 ana kategoriye ayrılır:

1. Çarpmalı kazalar,

2. Isı kazaları,

3. Ağız yoluyla ve yabancı madde ile vücut kazaları

Çarpmalı kazalar; düşmeleri, eşyaları düşürme yoluyla olan yaralanmaları ve genel hızla çarp(ış)ma türündeki kazaları içerir.

Isı kazaları; yanma ve haşlanmayı içerir.

Ağız yoluyla ve yabancı madde ile vücut kazaları; kazara zehirlenme, boğulma ve göz/kulak/buruna yabancı cisim girişini içerir.

Ülkemizde tonus bozukluğu olan bireylerde görülen ev kazalarının tipleri, miktarı ve sebepleri ile ilgili ulusal bir veri bankası bulunamamıştır.

DEĞERLENDİRME

Ev Güvenlik Kontrol Listeleri

Bir ev güvenlik kontrol listesi (EGKL), birçok farklı populasyonda kullanılabildiği gibi, tonus bozukluğu olan hastalarda da hastaneden taburcu olmadan önce ve taburcu olduktan sonra yapılacak ev ziyaretlerine rehberlik edebilmektedir (Ek 1). EGKL'ler, yapılan değerlendirmeler aracılığıyla elde edilen verilerden emin olunabilmesini sağlar. Evde olabilecek tehlikeleri ve riskleri ortadan kaldırmak amacıyla düzenlenen EGKL'lerin düzenli aralıklarla tekrar edilmesinin ve var olan koşulların yeniden değerlendirilmesinin, birçok kaza nedeninin önceden belirlenerek ortadan kaldırılmasını sağladığı farklı çalışmalarda belirtilmiştir.

Son yıllarda ev güvenliğinin ve ev güvenlik denetim ve kontrol listelerinin önemi artmaktadır. Bu bağlamda sağlık alanında yaygın olarak kullanılan denetim ve kontrol listeleri en önemli ergonomik değerlendirme ve uygulama araçları olarak kullanılmaktadır.

EGKL ile ev güvenliğinin düzenli aralıklarla değerlendirilmesi hem geriatrik hem de tonus bozukluklarının görüldüğü nörolojik populasyonda risk faktörlerini azaltabilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, ev ziyaretleri yapılarak EGKL'leri ile ev ortamlarının düzenlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Tonus bozukluğu olan hastaların hastaneden taburcu edildikten sonra da multidisipliner bir ekip tarafından kontrol edilmelerinin önemli olduğu açıkça görülmektedir.

ÇEVRESEL DÜZENLEMELER

Çevresel engellerin tonus bozukluğu olan bireylerde GYA katılımını, yaşam kalitesini ve performanslarını olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Ev ziyaretleri ile yapılan değerlendirmeler sonucunda, hastaları kısıtlayan bu engeller kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Değerlendirme sonuçları ışığında planlanan çevresel düzenlemeler, bu bireylerin bireysel performanslarını arttırmak ve ev kazalarının önüne geçilmesini sağlamak için terapist-hasta işbirliği içerisinde yapılmalıdır.

Yapılacak çevresel düzenlemeler bu bireylerin görevleri daha kolay yapmalarını, ev kazalarını azaltmayı ve bağımsız yaşamı desteklemeyi amaçlamaktadır. Yani bir diğer deyişle, yaşanılan çevreyi değiştirmeyi ya da uyarlamayı ifade etmektedir. Yaşanılan çevrenin kullanımı, güvenliği, emniyeti ve bağımsızlığının kolaylığını arttırmak için planlanmış düzenlemeler şunları içerebilmektedir:

1) Yapıda değişiklikler ve yapıya eklentiler (ör; genişleyen kapı aralıkları, birinci kata banyo ya da rampa eklenmesi) (Resim 24.1),
2) Özel donanım kurmak (ör; tutunma barları ve tırabzanlar) (Resim 24.2),
3) Eşyaların yerlerini düzenlemek (ör; hareketli mobilyalar).



Resim 24.1. Bina Girişi için Portatif Rampa

http://aginginplacemods.com/benefits-home-modifications (2016)



Resim 24.2. Banyo için Tutunma Barları

http://www.agtahomecare.com/home-modifications/ (2016)

Çalışmalarda ev düzenlemeleri kapsamında, genellikle daha hareketli olmaya meyilli olan ve evin bir yapısına sabitlenmeyen yardımcı araçların özellikleriyle ilgili yapılan değişikliklerin söz konusu olduğu belirtilmiştir (ör; banyo oturağı, yürüteçler); ancak özellikle tonus bozukluğu gibi problemleri olan bireyler için bunların dışındaki sabit yapılarda da sıklıkla düzenlemeler gerekmektedir.

Yapılan ev modifikasyonlarının fonksiyonel kazançlar üzerinde olumlu bir etkisi olmaktadır. Yapılan bir çalışmada, hasta merkezli ev modifikasyonlarının özürlü bireylerin aktivite performanslarını iki yıl boyunca desteklediği görülmüştür. Bu bilgiler ışığında çevre değiştirilerek, tonus bozukluğu olan bireylerin fonksiyonu ve katılımı en uygun seviyeye getirilebilir.

Ev içi çevresel değerlendirmeler ve değişiklikler; ulaşılabilirlik, günlük yaşam aktivitelerini (GYA) gerçekleştirmede fonksiyonel yetenek ve düşme tehlikesini azaltmayı içeren güvenlik amaçlarına hizmet etmektedir. Dolayısıyla, bu bireylerin GYA ile sosyal hayata katılımlarını ve yaşam kalitesini arttırması açısından da önemlidir.

Bu amaçlara hizmet eden bir ev ziyareti, adapte edilebilir risk faktörlerinin değerlendirilmesi ve uygun yaklaşımların saptanması için çok önemlidir. Ev durumu değerlendirildiğinde, hastaların güvenliğini koruyucu fikirler ortaya çıkarak, elde edilen bilgiler hastalara yol gösterebilir ve tonus bozukluğu sebebiyle GYA'da güçlük çeken, ev kazalarına açık olan bu hastalar konu ile ilgili eğitilebilirler.

TONUS BOZUKLUĞU OLAN HASTALARDA ÇEVRESEL DÜZENLEMELER

Çevresel düzenlemelerle ilgili ulusal ve uluslar arası alanda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğunun geriatrik bireyler üzerine olduğu görülmektedir. Literatüre bakıldığında uluslar arası alanda tonus bozukluğu olan nörolojik özürlü gruplarda ev güvenliği ve düzenlemeleri ile ilgili az sayıda çalışmanın mevcut olduğu görülmektedir. Bu konu ile ilgili sistematik derleme ise bulunmamaktadır. Konu ile ilgili ulusal literatürde bulunan çalışma ise bir yüksek lisans tez çalışması olan "Nörolojik Özürlü Bireylerde Ev Güvenliğinin İncelenmesi" dir.

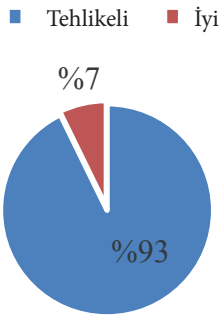
Ev düzenlemelerini etkileyen anlamlı kişisel etmenlerin tanımlanması için 280 SVO'lu olgunun dahil edildiği bir çalışmada fiziksel işlevlerdeki zayıflığın ve yoğun rehabilitasyona uyum sağlayamamanın ev düzenlemeleri için anlamlı birer belirleyici olduğu saptanmıştır.

Yapılan bir başka çalışmada ise, 155 SVO'lu olgunun %75'ine hastaneden taburcu olduktan sonra yardımcı cihazların temin edildiği ve/veya çevresel düzenlemelerin yapıldığı belirtilmiştir. Taburculuktan 6 ay sonra bu oran %81'e çıkmıştır. En sık kullanılan yardımcı cihazların banyo oturakları, yürüme yardımcıları, tutunma barları ve kaldırılabilir kapı eşikleri olduğu belirtilmiştir. Olguların %74'ünün ulaşılabildiği 3-5 yıl sonrası takiplerinde ise, neredeyse bütün olguların yardımcı cihazlara ve çevresel düzenlemelere, en sık da tekerlekli sandalyelere, yürüme ve banyo yardımcılarına bağımlı oldukları görülmüştür. Ayrıca pişirme-yeme ve okuma-işitme-yazma için kullanılan yardımcı araçların sayısında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Kullanılmayan araçların çoğunun evde günlük kullanım için olan araçlar olduğu görülmüştür. Bu sebeplerle, terapistler tarafından yapılan ev ziyaretlerinin SVO'lu olguların taburculuktan sonraki süreçte yardımcı cihazlar ve çevresel düzenlemeler için değişen ihtiyaçlarının belirlenmesinde gerekli olabileceği belirtilmiştir.

PH'li bireylerde ev düzenlemelerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ise, hastaların, bakımverenlerin, doktorların, fizyoterapistlerin, ergoterapistlerin ve sosyal hizmet uzmanlarının yer aldığı multidispliner bir ekibin üyeleri tarafından ekip yaklaşımı içerisinde PH'lilerin takip edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca PH'lilere özgü kişi-çevre uyumunun geliştirilmesi için durumun tanımlanması ve çözümlerin saptanması gerektiği belirtilmiştir.

Tekerlekli sandalye kullanıcısı 40 SKY'li olguda yapılan bir çalışmada, ev düzenlemelerinin yaşam kalitesini arttırmada etkili olduğu bulunmuştur.

SVO, PH, MS ve SKY'li 83 bireyin katıldığı ulusal bir çalışmada, EGKL kullanılarak hastaların evleri ev güvenliği açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, hiçbir hastanın evi, ev güvenliği (EGKL) açısından 'mükemmel' olarak bulunmamıştır (Grafik 24.1).



Grafik 24.1. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenlik durumları

Kara G. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2013.

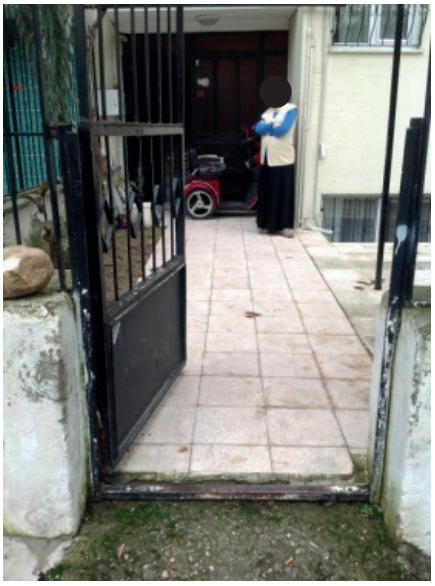
Çalışmanın sonuçları tonus bozukluklarının sık yaşandığı ve toplumda da sık görülen bu nörolojik özürlü bireylerde ev güvenliğinin çok yetersiz olduğunu göstermiştir. Ev güvenliğinin özürlülerin ev içi katılımlarını ve mobilitelerini olumsuz etkilemesi sebebiyle, ev güvenliğinin kontrol edilerek uygun modifikasyonların yapılmasının önem taşıdığı bildirilmiştir. Dolayısıyla, özürlü bireylerin rehabilitasyonlarında, bireylerin yaşadıkları ortamların rutin olarak değerlendirilmesinin ikincil problemlerin oluşmasını engelleyeceğine işaret edilmiştir.

Ayrıca ülkemizde tonus bozukluğunun sıklıkla görüldüğü nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğine ve ev düzenlemelerine yönelik çalışma bulunmaması sebebiyle, bu alanda daha geniş bir veri havuzu oluşturmak için daha fazla çalışma yapılması, elde edilen veriler ışığında nörolojik özürlü bireylerin, onların yakınlarının ve toplumun ev güvenliği ve düzenlemeleri konusunda mutlaka bilinçlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Aşağıda çalışmada yer alan bireylerin değerlendirilen çevrelerini örneklendiren resimler bulunmaktadır: (Ek 1)



Resim 24.3. Multiple Sklerozis'li bir hastanın banyo örneği

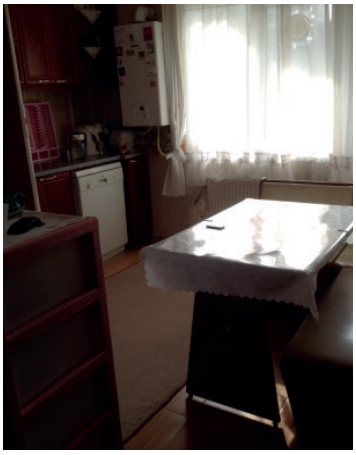


Resim 24.4. Spinal kord yaralanmalı bir hastanın bahçe ve kapı girişi örneği

Kara G. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2013.

Resim 24.3'te yer alan banyo örneği, MS'li bir hastaya aittir. Hastanın Genişletilmiş Yetersizlik Durum Ölçeği (GYDÖ) puanı 3,5'tur. Katılımcı ambulasyona yardımcı cihaz kullanmamaktadır. Banyo içerisindeki paspaslar kaydırmaz yüzey ile yere sabitlenmemiş olduğu için katlantılar oluşturmuş ve hastanın takılmasına sebebiyet verecek şekilde bırakılmıştır.

Resim 24.4'te görülen bahçe ve kapı girişi, SKY'li bir bireyin yaşadığı eve aittir. Hastanın Amerikan Spinal Yaralanma Derneği Skalası (ASYDS) sonucu C'dir ve hasta tekerlekli sandalye kullanmaktadır. Katılımcının bahçe ve apartman kapısı önünde engeller mevcuttur. Giriş kapısı önünde yer alan motorlu araç kendisine aittir.



Resim 24.5. Multiple Sklerozis'li bir hastanın mutfak ortamından örnek



Resim 24.6. Spinal kord yaralanmalı hastanın koridor-merdiven örneği

Kara G. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2013.

Resim 24.5'te GYDÖ puanı 1,5 olan, ambulasyona yardımcı cihaz kullanmayan MS'li bir hastanın mutfağından bir örnek mevcuttur. Kapı girişini daraltan eşyaları ve kenarları serbest halıları göze çarpmaktadır.

Resim 24.6'da ise, ASYDS sonucu D olan, çift kanadyen kullanan SKY'li katılımcının mevcut eşya kalabalığı, sabitlenmemiş ve üst üste yerleştirilmiş halıları ev kazaları açısından büyük bir risk oluşturmaktadır.



Resim 24.7. Multiple Sklerozis'li Bir hastanın yatak odası örneği



Resim 24.8. Multiple Sklerozis'li bir hastanın yatak odası örneği

Kara G. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2013.

Resim 24.7'de görülen yatak odası örneği GYDÖ puanı 3,5 olan, ambulasyona yardımcı cihaz kullanmayan MS'li katılımcıya aittir. Yatağın hemen çevresinde sağ ve sol taraftaki dolaplar nedeniyle odanın girişi daralmıştır. Halı kenarları sabitlenmediği için serbest durmaktadır.

Resim 24.8'de ise, yine GYDÖ 3,5 puanı olan, ambulasyona yardımcı cihaz kullanmayan bir başka MS'li katılımcının yatak başında gece aydınlatma sorunu sebebiyle oluşabilecek ev kazalarını önlemek amacıyla bir gece lambası bulunmaktadır.



Resim 24.9. Multiple Sklerozis'li bir hastanın merdiven örneği



Resim 24.10. Multiple Sklerozis'li bir hastanın oturma odası örneği

Kara G. Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi; 2013.

Resim 24.9"da yer alan merdiven örneği MS'li bir katılımcıya aittir. Katılımcının GYDÖ puanı 4,5 olup, tripot kullanmaktadır. Katılımcının merdivenlerinde tırabzan bulunmamaktadır ve iyi aydınlatılmış durumda değildir.

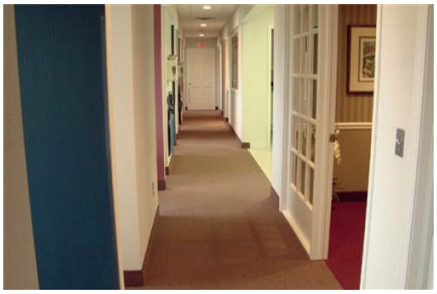
Resim 24.10'da görülen oturma odası düzeni GYDÖ puanı 3,5 olan MS'li katılımcıya aittir. Yürümesini zorlaştıran sehpa, girişi daraltan koltuklar ve kayan paspas ile sabitlenmemiş halılar ev kazaları açısından risk oluşturmaktadır.

Yukarıdaki gösterilen riskli ev tasarımlarına karşı aşağıda nörolojik özürlü bireyler için örnek ev tasarımları gösterilmiştir:



Resim 24.11. Örnek Ev Ortamı Düzeni

https://www.redfin.com/blog/2016/04/the-ultimate-guide-to-home-accommodations-for-persons-with-disabilities.html (2018)



Resim 24.12. Örnek Koridor Düzeni

https://pocketdentistry.com/6-office-design- and-equipment-placement/(2018)



Resim 24.13. Örnek Oturma Alanı Düzeni

https://universaldesignnl.ca/understanding-universal-design/local-examples/residential/ (2018)



Resim 24.14. Örnek Banyo Düzeni

http://www.handyman-austin.com/easy-access-showers(2018)



Resim 24.15. Örnek Tuvalet Düzeni

https://www.redfin.com/blog/2016/04the-ultimate-guide-to-home-accommodations- for-persons-with-disabilities.html (2018)



Resim 24.16. Örnek Yatak Odası Düzeni
https://www.takayama-gh.com.e.sk.hp.transer.com/room/univ.html (2018)



Resim 24.17. Örnek Mutfak Düzeni
https://www.disabilityaids.co.nz/disabled-friendly-kitchen-advice/ (2018)



Resim 24.18. Örnek Bina Girişi Düzeni
https://www.barrierfreehome.com/ (2018)

Sanal Gerçeklik İç Mekan Tasarım Uygulamaları

Sanal gerçeklik iç mekan tasarım uygulamaları (SGİTU'lar) son zamanlarda, hastanın taburcu edilmesinden önce geleneksel ev ortamının değerlendirilmesi ve ev düzenlemeleri için kullanılan yöntemlerden biridir. SGİTU'lar, tasarımcılar ve ev sahipleri arasındaki ev düzenlemelerini belirlemek için değerli bir yardım aracı olarak hizmet

etmektedir. Geleneksel ev ziyaretleri ve düzenlemeleri ile ilgili yapılan çalışmalarda hastalar için yapılan ev düzenlemelerinin ve araçların hastaların %50'sinden fazlası tarafından kullanılmadığı gösterilmiştir. Bunun sebebinin ise, hasta-terapist işbirliğinin yeterli olmayışı ve hastaya yeterince danışılmaması olduğu belirtilmektedir. Bu açıdan, terapist-hasta işbirliğinin uygun seviyeye getirileceği, anlaşmanın sağlanacağı ve terapistin doğru karar verebilmesine yardımcı olacak yeni bir yöntem arayışı doğmuştur.



Resim 24.19. Sanal gerçeklik iç mekan tasarım uygulaması örneği

Atwal A, Money A, Harvey M. Occupational therapists' view on using a virtual reality interior design application within the pre-discharge home visit process. J Med Internet Res. 2014;16(12):e283.

SGİTU'lar, kullanan terapiste ev ortamının simüle edilmesini ve değişikliklerin uygulanmasından önce hastaların evlerini tasarlamalarını veya yeniden düzenlemelerini sağlamaktadırlar (Resim 24.19). SGİTU'ların iç tasarımda kullanılmasının avantajları arasında, ev sahibi ile tasarımcı arasındaki işbirliğinin geliştirilmesi, tasarım seçeneklerinin daha iyi anlaşılması ve bunun için daha iyi bir iletişim imkanı tanıması yer almaktadır. Aynı zamanda, tasarımla ilgili yanlış anlamaları ortaya çıkarır, ilgili tüm tarafların aktif katılımını kolaylaştırır ve tüm taraflar arasında fikir birliği sağlama sürecine yardımcı olur.

Özelleştirilmiş SGİTU'lar ayrıca, özel bir ergoterapi donanımının modellenmesini sağlayabilmektedir (Resim 24.20). Bu açıdan, taburculuk öncesinde etkin bir şekilde geliştirilip uygulanırsa, hasta-terapist işbirliğini arttırmak için kullanışlı bir araç olabileceği düşünülmektedir. SGİTU kullanımı için ücretsiz ulaşılabilir, açık kaynak erişimli 3 boyutlu iç mekan tasarım yazılım uygulamaları da mevcuttur (Ör; SweetHome 3D).



Resim 24.20. Sanal gerçeklik iç mekan tasarım uygulaması örneği

Atwal A, Money A, Harvey M. Occupational therapists' view on using a virtual reality interior design application within the pre-discharge home visit process. J Med Internet Res. 2014;16(12):e283.

SGİTU'lar ile ilgili yapılan bir çalışmanın sonuçlarına göre, bu araçların hastaların kendi bakımları ve ihtiyaçları ile ilgili terapist kadar kendilerinin de sürece dahil oldukları ve karar verme sürecinde eşit düzeyde etkili olabildiklerinin farkında oldukları görülmüştür. Farklı ihtiyaçlara göre daha fazla kişiselleştirilmiş SGİTU'lar için ve hasta-terapist işbirliği kapsamında SGİTU'ların kullanımını yaygınlaştırmak için bu alanda daha fazla çalışma yapılması önerilmiştir.

Ev Değerlendirmesi ve Düzenlemesinde Telerehabilitasyon Uygulamaları

Telerehabilitasyon sistemleri, tonus bozukluğu olan hastaların hastaneden taburcu olmalarından sonra ergoterapistlere uzaktan ev değerlendirmeleri ve düzenlemeleri yapabilmeleri için imkan sağlamaktadır. Merkezde ergoterapistin bulunduğu istasyon ile evdeki hasta arasında iki yönlü bağlantı sağlayan telekonferans sistemleri hastaların evdeki potansiyel engellerin ortadan kaldırılmaları için kolaylık sağlamaktadır. Hastanın evinden kesitler sunan resimler (banyo kapı eşiğinin yeri, tuvalet, kapı genişliği, tuvalet çevresindeki tekerlekli sandalye ile manevra yapılabilmesi için alan gibi), evde mevcut olan bu engellerin kritik yönlerinin değerlendirilmesiyle ev düzenlemelerinin yapılabilmesi için deneyimsiz bireylere kılavuzluk etmektedir.

Ergoterapistlerin SKY'li bireyleri dahil ettikleri bir çalışmada, fotoğraf çekme, telefon görüşmesi yapma ve videokonferans yöntemi kullanımı ile bu bireylerin ev modifikasyonu ihtiyaçlarını belirlemeyi amaçlamışlardır. Sonuçlar, uzaktan telerehabili-

tasyon değerlendirmelerinin uzmanların ev ortamlarındaki potansiyel erişilebilirlik sorunlarını teşhis etmesine ve SKY'li bireylerin, evin veya uzmanın bulunduğu yere bakılmaksızın uygun değişiklikler önerme potansiyelinin bulunduğunu ortaya koymuştur.

Telerehabilitasyon ergoterapistlere ev düzenlemeleri ve değerlendirilmesinde birçok avantaj sunmaktadır. Bunlardan biri zamandan tasarruf sağlamasıdır. Hem hastayı evde ziyaret eden klinisyenler için hem de bir sağlık merkezine gitmek isteyen hasta için seyahat süresi azalır. Ayrıca bu alanda yapılan harcamaların da azalmasını sağlayabilir. Alanında uzman kişilere ulaşmanın zor olduğu kırsal kesimde yaşayan veya yüz ölçümü bakımından geniş ülkelerde yaşayan hastaların, ev değerlendirmesi ve düzenlemelerini yapan ergoterapistlere ulaşmalarını kolaylaştırır. Ayrıca da hastaların evleri ile ilgili değişen koşullarının ve hastanın süreç içerisinde değişen fiziksel durumuna göre ihtiyaçlarının belirlenmesi için uzun süreli takibinin yapılmasını sağlar. Bu sebeplerle, telerehabilitasyonun tonus bozukluğu olan bireylerin ev ortamındaki potansiyel risk faktörlerinin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması için ergotarepistlere önerilen, umut vaat eden bir yöntem olduğu düşünülmektedir.

Ek 1. Ev Güvenlik Kontrol Listesi

Ev İşleri	**Evet**	**Hayır**
1. Yerlere bir şey dökülür dökülmez hemen temizler misiniz?		
2. Koridor ve merdivenlerin temiz ve düzenli olmasına özen gösterir misiniz?		
3. Kitap, dergi, gazete, dikiş malzemeleri ve buna benzer objeleri işi biter bitmez yerlerine kaldırır mısınız?		
4. Sıkça kullandığınız eşyaları kolay ulaşabileceğiniz raflara yerleştirir misiniz?		
Yerler	**Evet**	**Hayır**
5. Yeni temizlenmiş yerler kurumadan önce üzerinde yürünmesini engeller misiniz?		
6. Yerleri temizlediğinizde ikinci bir kez parlatmak için kurulama işlemi ya da cilalama yapar mısınız?		
7. Bütün küçük paspaslar kaygan olmayan malzemelerden mi yapılmış?		
8. Merdiven başındaki ve sonundaki paspasları kaldırıyor musunuz?		
9. Tüm halıların kenarları ayağınıza takılmayacak şekilde düzgün mü?		
10. Tüm halı ve paspasların kenarları overloklu mu?		
11. Halı ve paspaslarınız üst üste yerleşmiş durumda mı?		
12. Halı ve paspaslarınız iyi bir zemin üzerine yerleşmiş durumda mı?		
Banyo	**Evet**	**Hayır**
13. Küvette ve duşta zemin için kaygan olmayan malzemeler kullanıyor musunuz?		
14. Küvet ve duşun bulunduğu yerde emniyet için tutunma barları var mı?		
15. Banyo zemininde kaymayan bir paspas var mı?		
16. Sabun kolay ulaşabileceğiniz bir yerde mi?		

Ek 1. Ev Güvenlik Kontrol Listesi *(devamı)*

Ev Düzeni	**Evet**	**Hayır**
17. Evinizde mobilyaların etrafında dolanmadan odanın içinde, bir odadan diğer odaya geçişte rahat hareket edebiliyor musunuz?		
18. Yatak odanızdan banyoya hiçbir engelle karşılaşmadan geçebiliyor musunuz?		
19. Telefon ve elektrikli aletlerin kabloları yürüme alanlarından uzak mı?		
Aydınlatma	**Evet**	**Hayır**
20. Her kapı girişinin yanında elektrik düğmesi var mı?		
21. Evinizde uygun aydınlatma var mı?		
22. Yatağınızdan kolay ulaşabileceğiniz bir mesafede bir lamba ya da elektrik düğmesi var mı?		
23. Yatak odasından banyoya geçişte koridorda gece lambası var mı?		
24. Evin girişindeki ve evdeki bütün basamaklar iyi aydınlatılmış durumda mı?		
25. Merdivenin başında ve sonunda elektrik düğmesi var mı?		
Basamaklar	**Evet**	**Hayır**
26. Merdivende hızlı ve güvenli çıkmayı sağlayan kesintisiz tırabzan var mı?		
27. Tırabzan kavrayabileceğiniz kadar duvardan uzak mı?		
28. Basamağın sonuna ulaştığınızda merdivenin bitimi fark edilebilecek kadar uzun mu?		
29. Bütün basamaklar sağlam mı? (Kırılma, sallanma)		
30. Merdivenlerde halı döşemelik ve metal kenarlıklar sizin için güvenli mi?		
31. Merdivenden önce merdivene kolay ulaşmak için küçük bir basamak ya da yükselti var mı? (Kolay fark edilebilir mi?)		

Ek 1. Ev Güvenlik Kontrol Listesi *(devamı)*

Yükseltiler	**Evet**	**Hayır**
32. Yüksek yerlere ulaşmak için merdiven kullanıyor musunuz?		
33. Bu yükseltiler sağlam ve güvenilir mi?		
34. Yükseltiler yeterli uzunlukta mı?		
35. Yükseltileri kaymayan bir zemin üzerine yerleştirmeye özen gösterir misiniz?		
36. Bu yükselti ya da merdivene çıkmadan önce, tam açık ve kilitli olduğundan emin olur musunuz?		
37. Merdiven kullandığınız zaman vücudunuzu düzgünce yerleştirir, dikkatli ve sağlam basar mısınız?		
38. Son ikinci basamakta mı kalırsınız ya da son basamağa kadar çıkmaktan kaçınır mısınız?		
Ev Dışı ve Bahçe	**Evet**	**Hayır**
39. Yürüme ve araba yolları diğer bölgelerde kesintisiz bir şekilde devam ediyor mu?		
40. Bahçenizde çukur var mı?		
41. Bahçede kullandığınız araç gereçleri kullanmadığınız zaman yerlerine kaldırır mısınız?		
42. Bahçeniz çakıl, taş, tahta parçacıklarından arındırılmış durumda mı?		
43. Kapıdan sokağa kadar olan mesafede kar ve kaygan yüzey hemen temizleniyor mu?		
44. Kar yağışı ve buzlanmadan sonra kapının önü hemen temizleniyor mu?		
45. Kapının önünde paspas var mı?		
46. Kaygan zeminde yürümekten kaçındığınızda yürüyebileceğiniz daha emniyetli bir alan var mı?		
47. Kullandığınız ayakkabı ayağınıza uygun mu?		
48. Ev içinde giydiğiniz ev terliği ayağınıza uygun mu?		
49. Çorapla yürümekten kaçınır mısınız?		
50. Ev ve bahçe işleri yaparken ayağınıza kaymayan bir ayakkabı giyer misiniz?		
51. Buzlu ve ıslak zeminlerden korunmak için ayakkabının üstüne galoş giyer misiniz?		

Ek 1. Ev Güvenlik Kontrol Listesi *(devamı)*

Kişisel Önlemler	Evet	Hayır
52. Beklenmedik kazalara karşı sürekli dikkatli misiniz?		
53. Torunlarınızın ziyaretlerinde oyuncaklarını yürüme alanlarına bırakmalarına izin verir misiniz?		
54. Evinizde evcil hayvan besliyorsanız ani hareketlerine ve ayak altında dolaşmalarına izin verir misiniz?		
55. Boş kutuları taşırken görme alanınızı engellemediğine dikkat eder misiniz?		
56. Mümkün olduğunda büyük yükleri küçük parçalara ayırır mısınız?		
57. Herhangi bir yere eğildiğinizde, sağlam bir yerden destek alır mısınız, ileri uzanır mısınız ve başınızı geriye doğru kaldırmaktan kaçınır mısınız?		
58. Yüksek bir yere uzanmada merdiven kullanıyor musunuz, sandalyenin üzerine çıkmaktan kaçınır mısınız?		
59. Kapı veya telefona cevap vermede aceleci misinizdir?		
60. Uzanmadan oturmaya, oturmadan ayağa kalkmada dengeyi sağlamak için yeterli zaman ayırır mısınız?		
61. Küvette ya da duşta tutamaçlardan tutar mısınız?		
62. Orta düzeyde egzersiz, iyi diyet, uygun dinlenme, düzenli sağlık kontrolleri ile sağlığınızı korur musunuz?		
63. Gözlük kullanıyor musunuz, numarasını güncelliyor musunuz?		
64. Düştüğünüzde kendinizi koruyabiliyor musunuz?		
65. Yalnız yaşıyorsanız, komşu ve arkadaşlarınız ile düzenli görüşüyor musunuz?		

KAYNAKLAR

1. Ahmad J, Shakil-ur-Rehman S et al. (2013). Effectiveness of home modification on quality of life on wheel chair user paraplegic population. Rawal Medical Journal, 38(3):263-5.
2. Akyol AD. (2007). Falls in the elderly: what can be done? International Nursing Review, 54;191–6.
3. Alberta Employment and Immigration Career and Workplace Resources. (2010). What Works: Career-building Strategies for People from Diverse Group, Persons with Physical and Neurological Disorder. Alberta.
4. Altuntaş O. (2013). Ev Düzenlemelerinin Yaşlıların Yaşam Kalitesine Etkisi. [Doktora Tezi]. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
5. Atwal A, Money A. et al. (2014). Occupational therapists' view on using a virtual reality interior design application within the pre-discharge home visit process. J Med Internet Res, 16(12):e283.
6. Bhidayasiri R, Jitkritsadakul O. et al. (2015) What is the evidence to support home environmental adaptation in Parkinson's disease? A call for multidiciplinary interventions. Parkinsonism and Related Disorders, 21:1127-32.
7. Bloem BR, Grimbergen YA. et al. (2001). Prospective assessment of falls in Parkinson's disease. J Neurol 2001a;248:950-8.
8. Bloem BR, Valkenburg VV. et al. (2001). The multiple tasks test. Strategies in Parkinson's Disease. Exp Brain Res, 137:478-86.
9. Bloem BR, Munneke M. et al. (2003). The impact of comorbid disease and injuries on resource use and expenditures in Parkinsonism. Neurology, 61:1023-4.
10. Bloem BR, Henderson EJ. et al. (2020). Integrated and patient-centred management of Parkinson's disease: a network model for reshaping chronic neurological care. The Lancet Neurology.
11. Carnemolla P, & Bridge C. (2020). A scoping review of home modification interventions–Mapping the evidence base. Indoor and Built Environment, 29(3), 299-310.
12. Büker N, Altuğ F. Ve ark. (2008). Şehirde ve Kırsal Kesimdeki Yaşlıların Ev Güvenliğinin İncelenmesi. TAF Prev Med Bull, 7: 297–300.
13. Carnemolla P, & Bridge C. (2020). A scoping review of home modification interventions–Mapping the evidence base. Indoor and Built Environment, 29(3), 299-310.
14. Cattaneo D, De Nuzzo C. et al. (2002). Risks of falls in subjects with multiple sclerosis. Arch. Phys. Med. Rehabil, 83:864-7.
15. Chambers A, Smith C. (2003) Nörolojik Fizyoterapi, Tidy's Physiotherapy. Editör: Porter S. Çeviri editörü: Yakut E. ve Kayıhan H., Elsevier Limited, Ankara, s437-471.
16. Cheung J, Rancourt A. et al. (2015). Patient-Identified Factors That Influence Spasticity in People with Stroke and Multiple Sclerosis Receiving Botulinum Toxin Injection Treatments. Physiotherapy Canada, 67(2):157-66.
17. Cresci MK. (2005). Older adults living in the community: issues in home safety. Geriatr Nurs, 26(5): 282–6.
18. Cumming GR, Thomas M. et al. (2001). Adherence to Occupational Therapist Recommendations for Home Modifications for Falls Prevention. The American Journal of Occupational Therapy, 55: 641– 8.
19. Dayapoğlu N. (2005). Stroklu hastaların yaşam kalitesi ve etkileyen faktörlerin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Erzurum: Atatürk Üniversitesi.

20. De Souza L, Bates D. (2011). Multipl Sclerosis, Physical Management for Neurological Conditions. Editor: M. Stokes, E. Stack. Elsevier Ltd, UK, 89-117.
21. Dünya Sağlık Örgütü. İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslar Arası Sınıflandırılması. (2004). Çeviri:E-lif Kabakçı, Ahmet Göğüş. Bilge Matbaacılık, Ankara, ss:161.
22. Emlet CA, Crabtree JL. et al. (1996). In-home assessment of older adults: An interdisciplinary approach. MD;Apsen, Gaithersburg.
23. Evci ED, Ergin F. ve ark. (2006). Home Accidents in the Elderly in Turkey. Tokohu J. Exp. Med, 209:291-301.
24. Fallahpour M, Tham K. et al. (2011). Perceived participation and autonomy: Aspects of functioning and contextual factors predicting participation after stroke. J Rehabil Med, 43: 388–397.
25. Giladi N, Balash Y. (2006). The clinical approach to gait disturbances in Parkinson's disease: maintaining independent mobility. J. Neural Transm. Suppl, 70: 327–32.
26. Grey Bruce District Stroke Center. (2005). Modifying the Home After Stroke. Hearth and Stroke Foundation of Ontario, 35 s.
27. Güner P, Güler Ç. (2002). Yaşlıların Ev Güvenliği ve Denetim Listesi. Geriatri, 5(4):150-4.
28. Hely MA, Morris JG. et al. (1999). The Sydney multicentre study of Parkinson's Disease: Progression and mortality at 10 years of disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 67:300-7.
29. Herdman SJ. (2000). The Elderly Person with Vestibular Dysfunction, Vestibular Rehabilitation. 2nd edition. Connecticut: Philadelphia, p501 – 524.
30. Hyndman D, Ashburn A. et al. (2002). Fall events among people with stroke living in community: circumstances of falls and characteristics of fallers. Arch Phys Med Rehabil, 83:165-170.
31. http://aginginplacemods.com/benefits-home-modifications (2016)
32. http://www.agtahomecare.com/home-modifications/ (2016)
33. https://www.barrierfreehome.com/ (2018)
34. https://www.disabilityaids.co.nz/disabled-friendly-kitchen-advice/ (2018)
35. http://www.handyman-austin.com/easy-access-showers (2018)
36. https://pocketdentistry.com/6-office-design-and-equipment-placement/ (2018)
37. https://www.redfin.com/blog/2016/04/the-ultimate-guide-to-home-accommodations-for-persons-with-disabilities.html (2018)
38. https://www.takayama-gh.com.e.sk.hp.transer.com/room/univ.html (2018)
39. https://universaldesignnl.ca/understanding-universal-design/local-examples/residential/(2018)
40. Kara G. (2013). Nörolojik özürlü bireylerin ev güvenliğinin incelenmesi [Yüksek Lisans Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.
41. Marcheschi E, Von Koch L. et al. (2018). Home setting after stroke, facilitators and barriers: A systematic literature review. Health & social care in the community, 26(4), e451-e459.
42. Marcheschi E, Von Koch L. et al. (2018). Home setting after stroke, facilitators and barriers: A systematic literature review. Health & social care in the community, 26(4), e451-e459.
43. Kirvesoja H, Varynen S. et al. (2000). Three evaluations of task surface heights in elderly people homes. Applied Ergonomics, 31:109–19.
44. Lysack C, Komanecky M. et al. (2007) Environmental factors and their role in community integration after spinal cord injury. Canadian Journal of Occupational Therapy, 74(12): 243-54.
45. Norin L, Slaug B. et al. (2020). Housing adaptations and housing accessibility problems among

older adults with long-standing spinal cord injury. British Journal of Occupational Therapy, 0308022620979516.

46. Marchese R, Bove M. et al. (2003). Effect of cognitive and motor tasks on postural stability in Parkinson's Disease: A Posturographic study. Mov Disord, 18:652-8.
47. Matsuda PN, Shumway-Cook A. et al. (2011). Falls in Multiple Sclerosis. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation, 3(7):624-632.
48. McDermott M. (2005). Housing Choices for Disabled New Zealanders. Aotearoa New Zealand;Centre forHousing Research, 184 p.
49. Nevitt MC, Cummings SR. et al. (1991). Risk factors for recurrent nonsyncopal falls: A prospective study. J Gerontol, 46:164-70.
50. Norin L, Slaug B. et al. (2020). Housing adaptations and housing accessibility problems among older adults with long-standing spinal cord injury. British Journal of Occupational Therapy, 0308022620979516.
51. North Ireland Derpartment of Health Social Services and Public Safety. (2004). Northern Ireland A Five Year Home Accident Prevention Strategy and Action Plan 2004-2009, Norway.
52. North Ireland "Working for a Healthier People" Programme. (2003). Consultation Document A Five Year Home Accident Prevention Strategy and Action Plan, Norway.
53. Paddison S, Middleton F. (2011). Spinal Cord Injury, Physical Management for Neurological Conditions. Edit. Stokes, M, Stack E. Elsevier Ltd., UK, p. 53– 89.
54. Permsirivonich W, Tipchatyotin S. et al. (2009). Factors influencing home modification of stroke patients. J Med Assoc Thai, 92(1):101-7.
55. Polzien G. (2007). Promoting Safety and Security at Home. Home Healthcare Nurse, 25(3):218-22.
56. Pynoos J, Mayeda A. et al. (2013). Home Modification Resource Guide. Fourth Edition. University of Southern California Andrus Gerontology Center; The National Resource Center on Supportive Housing and Home Modification.
57. Rahman S. (2018). The Perception of People with Spinal Cord injury on Modified Home Environment (Doctoral dissertation, (Bangladesh Health Professions Institute, Faculty of Medicine, the University of Dhaka, Bangladesh:, 2018-06-30)).
58. Rascol O, Goetz C. et al. (2002). Treatment interventions for Parkinson's disease: an evidence based assessment. Lancet, 359:1589–1598.
59. Romero S, Lee MJ. et al. (2018). Development and validation of a remote home safety protocol. Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 13(2), 166-172.
60. Sarıca Y, Beyazova M. (2014). Yürüme bozuklukları ve düşme. Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti, Ankara.
61. Sorensen HV, Lendal S. et al. (2003). Stroke rehabilitation: Assistive technology devices and environment modifications following primary rehabilitation in hospital-a therapeutic perspective. Asst Technol, 15:39-48.
62. Soyuer F, Mirza M. (2007). Multipl Sklerozl'lu olgularda düşmelerin risk faktörleri. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi, 14(4):241-4.
63. Soyuer F, Ünalan D. ve ark. (2006). Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı'na başvuran hastalarda düşme prevalansı ve risk faktörleri. Türk Nöroloji Dergisi, 12(4):296-74.
64. Sanford JA, Jones M. Et al. (2004). Using telerehabilitation to identify home modification needs. Assistive Technology, 16(1), 43-53.

65. Stark S, Landsbaum A. et al. (2009). Client centered home modifications improve daily activityperformance of older adults. Can. J. Occup. Ther, 76: 235–45.
66. Stevens M, Holman CD. et al. (2001). Preventing falls in falls in older people: Impact of an intervention to reduce environmental hazards in the home. J Am Geriatr Soc, 49(11): 1442–7.
67. Stokes M. (2001). Neurological Physiotherapy. Mosby International Limited, UK, p. 86–88, p. 144, p. 151.
68. Stolze H, Klebe S. et al. (2004). Falls in frequent neurological diseases. J Neurol, 251:79-84.
69. Syrjala P. (2003). Neurological diseases and accidental falls of aged. J Neurol, 250:1063-69.
70. Struckmeyer L, Morgan-Daniel J. et al. (2021). Home modification assessments for accessibility and aesthetics: A rapid review. HERD: Health Environments Research & Design Journal, 14(2), 313-327.
71. Sze K, Wong E. et al. (2001). Falls among Chinese stroke patients during rehabilitation. Arch Phys Med Rehabil, 82:1219-1225.
72. Uğur C, Gücüyener D. Ve ark. (2000). Characteristics of falling in patients with stroke. J Neurol Neurosurg Psych, 20:497-508.
73. Uysal A, Ardahan M. ve ark. (2006). Evde Yaşayan Yaşlılarda Düşme Risklerinin Belirlenmesi. Turkish Journal of Geriatrics, 9(2):75-80.
74. Weerd L, Krol A. et al. (2013). Daily Functioning and Quality of Life of Patients One Year Post Stroke: A Comparison of Two Different Follow-UpCare Programmes. J. Neurol. Res, 3(1):20-33.
75. Weerdesteyn V, de Niet M. et al. (2008). Falls in Individuals with Stroke. Journal of Rehabilitation Research & Development, 45(8):1195–1214.
76. Whiteneck G, Meade MA. et al. (2004). Environmental Factors and Their Role in Participation and Life Satisfaction After Spinal Cord Injury. J. AMPR, 85:1793-803.
77. Williams DR, Watt HD. et al. (2006). Predictors of falls and fractures in bradykinetic rigid syndromes: A prospective study. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 77:468-73.
78. World Health Organisation (WHO). (2011). International Classification of Functioning, Disability and Health: ICF. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data, Genova.
79. World Health Organisation (WHO). (2006). The ICF: An Overview. Genova.
80. Yarar F. (2011). Uluslar arası fonksiyonellik, özür ve sağlık sınıflandırması kodlama sisteminin farklı özür gruplarında uygulanması: Uygulayıcılar arası farklılık. [Doktora Tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi.

Kas Tonusu Bozukluklarında Farmakolojik Tedavi

25

Prof. Dr. Ceyla İrkeç, Uzm. Dr. Taylan Altıparmak

GİRİŞ

Tonus, dinlenme halindeki kasta hareket sırasında hissedilen gerginlik olup, beyin sapı, serebellum, serebral hemisferlerdeki üst nöral yapıların karşılıklı iletişimi ile sağlanır. Bu mekanizmalardaki bozukluklar kas tonusunda değişikliklere neden olur. Kas tonusu arttığında hipertoni, azaldığında ise hipotoni gözlenir.

Merkezi sinir sisteminde (MSS), kaslara bilgi taşıyan, tonus ve refleksleri kontrol eden motor sinir yollarının çeşitli nedenlerle zedelenmeleri sonucu hipertoni görülür. Spastisite ile giden tipinde tonus, agonist ve antagonist kas gruplarından birinde diğerine göre artmıştır. İstemsiz kas spazmları, sertleşme, kasılma ve ağrı gözlenir. Serebrovasküler hastalıklar (SVH), serebral palsi (SP), spinal kord yaralanmaları gibi durumlarda görülebilir. Distoni ile giden tipinde, pasif esnemeye direnç ve hareketten sonra istemsiz bir pozisyona dönme eğilimi gözlenir. Kasların istemsiz olarak sertleşmesi diğer bir ifade ile rijidite sıklıkla parkinsonizmde görülür. Bu bulgulara kasın esneme kabiliyetinin azalması, tonusunun artması eşlik edebilir.

Hipotonide kas tonusu azalmakta ve kas kaybı gözlenmektedir. Kas hastalıkları, polinöropatiler, polyomyelit gibi hastalıklarda kas tonusunu sağlayan segmenter mekanizmaların bozulması sonucu bu durum oluşur. Ayrıca serebellum hastalıklarında, serebellar hemisferle ipsilateral ekstremitelerde hipotoni ortaya çıkar. Piramidal yolların akut lezyonlarında, erken dönemde kısa süreli hipotoni görülebilir. Hipertoni ile giden durumlarda farmakolojik tedavide; antikolinerjik, GABAerjik (gamaamino bütirik asit), dopaminerjik, adrenerjik ve kanabinoid reseptör reseptör agonistleri, kalsiyum kanal blokerleri kullanılmaktadır.

Hipotoni eklem yapılarının pasif olan hareketlerine karşı normalde kasın gösterdiği dirençte azalma olarak tanımlanabilir. Hipotoni; serebrum, serebellum, beyin sapı,

medulla spinalis spinal sinirlerin, nöromusküler kavşağın ve nihayetinde kasların hastalıklarına bağlı olarak gelişebilir. Hipotoni ile giden durumlarda farmakolojik tedavide ise; altta yatan hastalığa yönelik spesifik tedavi uygulanır. Edinsel olan nedenlerde daha geniş tedavi penceresi bulunmakla birlikte kalıtsal olan nedenlerin tedavisinde semptomatik, palyatif ve rehabilitasyon desteği dışında henüz farmakolojik spesifik bir seçenek bulunmamaktadır.

Hipertoni Durumunda Farmakolojik Tedavi

Tonus, segmenter bir mekanizma ile sağlanan, istirahat halindeki kasta pasif hareket sırasında hissedilen gerginlik olarak tanımlanabilir. Beyin sapı, serebellum, serebral hemisferlerdeki üst nöral yapıların tonusun ayarlanmasında rolü bulunmaktadır. Bu yapılardaki mekanizmalrın bozulması sonucu tonus değişiklikleri oluşarak, tonusun artması ile hipertoni, azalması ile de hipotoni oluşur.

Hipertoni kas gerginliğinde anormal bir artış ve esneme yeteneğinde azalmayla giden bir durum olup, MSS' de kaslara bilgi taşıyan, tonus ve refleksleri kontrol eden motor sinir yollarının zedelenmesi sonucu ortaya çıkar. Spastisite ile giden tipinde, tonus agonist ve antagonist kas gruplarından birinde diğerine göre artmıştır. MSS ile kaslar arasında sinyalizasyonda rol alan ve inhibitör impulsları taşıyan nörotransmitterlerden GABA aktivitesinin kesilmesi kaslarda tonus artışına neden olmaktadır. Yaralanmalar, enfeksiyonlar, serebral palsi, SVH, tümörler, multipl skleroz (MS) ve diğer nörodejeneratif hastalıklarda görülür.

Hipertoninin distoni ile giden tipinde, pasif esnemeye direnç ve hareket ettikten sonra istemsiz bir pozisyona dönme eğilimi vardır. Bu durum distoninin farklı tiplerinde ve parkinsonizmde görülebilir. Distoni jeneralize, segmental veya fokal olabilir ve uykuda azalmaktadır.

Hastanın yaşam kalitesini arttırmak, ileride oluşabilecek kontraktürleri önlemek, gelişen ağrıyı azaltmak, günlük aktivitesini arttırmak amacıyla farmakolojik tedaviler ve nörorehabilitasyon uygulanmaktadır.

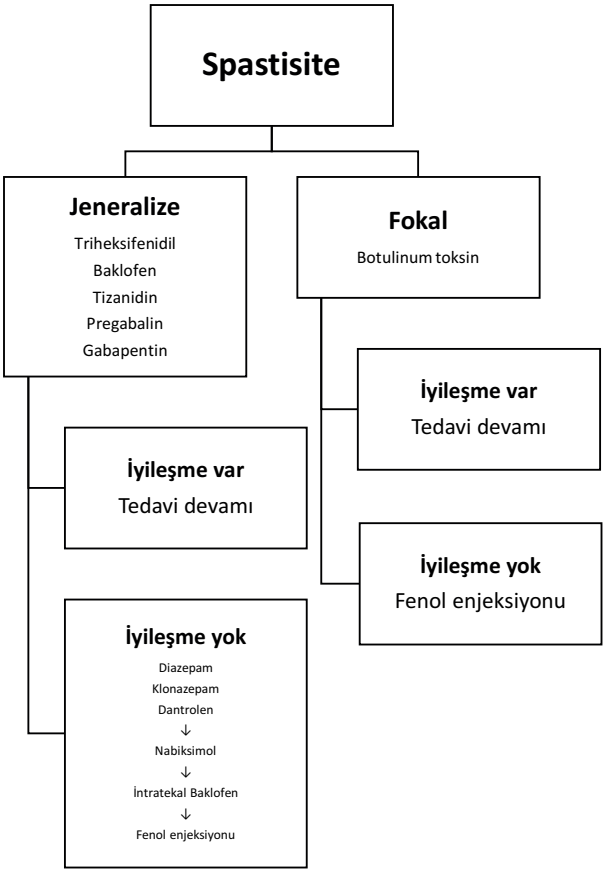
Farmakolojik tedavide, antikolinerjik ve GABAerjik ilaçlar, adrenerjik ve kanabinoid reseptör reseptör agonistleri, kalsiyum kanal blokerleri kullanılmaktadır.

Spastisite tedavi prensipleri Şekil 25.1 de, distoni tedavisinde kullanılan ilaçlar ise Tablo 25.1 de gösterilmiştir.

Jeneralize olan spastisitenin tedavisinde; triheksifenidil, baklofen, tizanidin, gabapentin, pregabalin kullanılmaktadır. Yeterince iyileşme sağlanamazsa, diazepam, klonazepam, dantrolen, nabiksimol, intratekal baklofen ve fenol enjeksiyonu önerilmektedir.

Distoni ile giden hipertoni tipinde ise kolinerjik, GABAerjik ve dopaminerjik nörotransmitter sistemine yönelik ilaçlar kullanılmaktadır (Tablo 25.1). Antikoline-

rijklerden triheksifenidil, GABAerjiklerden baklofen, klonazepam, dopaminerjiklerden tetrabenazin kullanılmaktadır.



Şekil 25.1: Spastisite Tedavi Prensipleri.

Tablo 25.1: Distoni Tedavisinde Kullanılan İlaçlar

	Kolinerjik Sistem	**GABAerjik Sistem**				**Dopaminerjik Sistem**
Tablet Form	Triheksifenidil 2mg, 5mg	Baklofen 10mg, 20mg	Klonazepam 0.5mg, 1mg, 2mg	Gabapentin 3oo-3600mg/gün	Pregabalin 75-600mg/gün	Tetrabenazin 12.5mg, 25 mg
Dozaj	3x1/ gün	3x1/ gün	2x1/ gün	3x1/ gün	2x1/ gün	3x1/ gün
Yan Etki	**Santral** Sedasyon Konfüzyon Psikoz Kore **Otonomik** Görme bulanıklığı Üriner retansiyon Konstipasyon Göz Kuruluğu	Bulantı Kusma Baş dönmesi Halsizlik	Sedasyon Depresyon Davranış bozukluğu	Sersemlik Baş dönmesi Halsizlik Bacaklarda ödem Duygudurum değişikliği	Sersemlik Baş dönmesi Halsizlik Bacaklarda ödem Duygudurum değişikliği	Parkinsonizm Depresyon

Asetilkolin endojen olarak kolinerjik nöronlar, eksojen olarakta pedinkülopontin nöronlar tarafından sağlanmaktadır. Bu nöronlar tonus aktivasyonunda rol oynamaktadır. Antikolinerjikler bu aktivasyonu azaltarak etki etmektedirler. Antikolinerjik ilaçların merkezi yan etkileri sedasyon, kognitif durumda yavaşlama, psikoz, kore; otonomik sistemle ilgili olarakta görme bulanıklığı, ağız kuruluğu, konstipasyon, üriner retansiyondur.

Antikolinerjiklerden, triheksifenidil spatik ve distonik hipertonik bozukluklarda kullanılabilmektedir. Tedaviye 2mg ile başlanıp yavaş olarak doz arttırılmaktadır. Günlük doz üçe bölünerek alınmaktadır. Yan etkiler ortaya çıktığında çok yavaş olarak doz azaltılarak kesilebilir. Etkisini vücuttaki tüm reseptörler üzerinde göstermektedir. Nöronlar arası kolinerjik ve dopaminerjik dengeyi sağladığı düşünülmektedir.

GABAerjik ilaçlardan baklofen aktivatör bir nörotransmitter olan glutamaterjik nöronlarda presinaptik terminallerde bulunan GABA-B reseptörlerinin spinal kordda ise postsinaptik inhibitör nöronlardaki reseptörlerin agonistidir. Etki mekanizması, GABA-B reseptörlerine bağlanıp membran hiperpolarizasyonuna neden olarak, presinaptik sinir terminallerinde kalsiyum girişini önlemek şeklindedir. Böylece eksitatör nörotransmitterlerin salınımı inhibe olarak kas tonusu azalmaktadır.

Baklofen oral veya intratekal olarak verilebilir. Oral baklofen yarılanma zamanı 1-5 saat arasında olup, günlük yüksek dozlarda kullanılmaktadır. Suda çözünen bir molekül olup kan beyin bariyerini (KBB) çok düşük oranda geçebilmektedir. Hafif olan klinik durumlarda günde 15-20 mg, orta derecede olanlarda 15-60 mg, ağır kliniği olanlarda ise 80-90 mg kullanılmaktadır. Tolere edilebilen en yüksek doz 200mg/gün' dür. Genel olarak günde 3 defa, 3 günde bir 5 mg arttırılarak verilmektedir. Antispazmodik etkilerine ilaveten analjezik, antinosiseptif etkileri bulunmaktadır.

Hastaların yaklaşık olarak %25' inde oral ilaca cevap alınamamaktadır. Bu durumda kullanılmakta olan oral dozun %1 kadarıyla intratekal olarak etkili sonuç alabilmek mümkün olmaktadır. Ancak invaziv, pahalı ve daha fazla komplikasyonu olan bir yöntemdir. Doz ayarı yapabilen bir pompa vasıtasıyla verilmektedir. Bu şekilde ilaç direkt olarak beyin omurilik sıvısına (BOS) girdiği için düşük dozlarda yüksek etkinlik göstermekte, yan etkiler azalmakta ancak enfeksiyon, pompa ya da katater disfonksiyonu görülebilmektedir. Baklofenin yan etkileri arasında sedasyon, sersemlik hali ve baş ağrısı bulunmaktadır.

Benzodiazepinlerden, diazepam ve klonazepam, GABA-A reseptörlerine bağlanarak inhibitör sinyalleri arttırıp, nöronal aktiviteyi azaltarak kaslarda gevşemeye neden olur. Diazepam günlük ortalama dozu 15 mg olup maksimum 30 mg kullanılmaktadır. Klonazepam ise günde tek doz 0.5-1 mg yatmadan hemen önce alınır. Diazepam ve klonazepam yan etkileri arasında sedasyon, dengesizlik, sersemlik hali, hipotansiyon bulunmaktadır.

GABAerjik ileçlardan gabapentin ve pregabalin hipokampus ve neokortekste reseptörlere bağlanarak etkisini göstermektedir. Voltaj bağımlı kalsiyum kanallarının alfa 2 delta subünitine bağlanarak bu bölgeye kalsiyum bağlanmasını önler. Bu sayede nöronal eksitasyonu engellemiş olur. Gabapentin günde 300 mg olarak başlanır, yavaş olarak arttırılarak günde 3600 mg' a kadar çıkılabilir. Pregabalin ise günde 75 mg olarak başlanıp 600 mg doza kadar yavaş arrtırılarak çıkılmaktadır. Spastisite ve distonide hipertonik durumu iyileştirici etkileri yanısıra ağrı ve istemsiz kas kontraksiyonlarını azaltıcı etkileri de bulunmaktadır. Yan etki olarak, sersemlik hali, halsizlik, baş dönmesi, bacaklarda ödem ve duygudurum değişiklikleri görülebilir. Renal fonksiyonların takibi gereklidir.

Adrenerjik reseptör agonistlerinden tizanidin ve klonidin, ilgili reseptörleri stimüle ederek, spinal ve supraspinal düzeyde eksitatör nörotransmitterlerin salınımını azaltır. Tizanidin, ortalama günde 2 mg ile başlanıp, yavaş arttırılarak maksimum 36 mg' a çıkılabilir. Efektif dozu 12-24 mg' dır. Klonidin de etkisini aynı mekanizma ile göstermektedir. Başlangıç dozu günde 2 kez 0.8 mg olup, maksimum dozu 2.4 mg' dır. Her iki ilacında yan etkileri benzer olup, sedasyon, hipotansiyon, bradikardi, karaciğer enzimlerinde artış şeklindedir.

Dantrolen hücre içi kalsiyum salınımını bloke etmektedir. Kalsiyum kanal inhibisyonu yapan ryanodin reseptörleri üzerinden etkisini göstermektedir. Antiinflamatuar ve nöroprotektif etkileride bulunmaktadır. Günde 25 mg olarak başlanıp, yavaş arttırılarak günde 4 eşit doz olacak şekilde 400 mg' a kadar doz arttırılabilir. Sedasyon, yorgunluk hali, baş dönmesi, baş ağrısı, bulantı, kusma, diyare, gastrointestinal semptomlar, karaciğer enzimlerinde artış yan etkileri arasındadır.

Kanabinoid reseptör agonistlerinden nabiksimol, antispastik etkiye sahiptir. Özellikle MS nedenli spastisitede etkili olduğu gösterilimiştir. Oromukozal sprey şeklinde olup, 2 hafta süreyle doz titrasyonu yapılarak günde maksimum 12 kez kullanılmaktadır. Spastisite dışında ağrı ve tremor üzerinde de etkili olduğu bildirilmiştir. Yan etkileri arasında baş dönmesi, konfüzyon, anksiyete, depresyon, gastrointestinal semptomlar, dispne, yorgunluk bulunmaktadır.

Aksonal harabiyet yaparak kaslarda gevşemeye yol açan fenol kaslara lokal olarak enjeksiyon yöntemiyle uygulanmasının yanısıra intratekal olarakta uygulanmaktadır. Maksimum etki enjeksiyondan 1 ay sonra görülmektedir. Antispastik etkisinin yanısıra spazmlar ve ağrı üzerine de etkilidir. Yan etki olarak dizestezi sıklıkla görülebilmektedir. Fokal spastisite tedavisinde botulinum toksinine karşı alterantif bir tedavi olarak kabul edilmektedir. İntratekal kullanımına ilişkin çalışmalar yeterli olmayıp, etkisinin kısıtlı olduğu bildirilmektedir.

Dopaminerjik sistemi etkileyen ilaçlar, presinaptik dopamini azaltanlar (tetrabenazin), postsinaptik dopamini bloke eden ajanlar (klozapin, nöroleptikler) ve levodopa olarak sınıflandırılabilir. Distonik hipertonide levodopa etkisi bilinmemektedir. Tetrabenazin veziküler monoamin transporter 2 (VMAT2) enzimini inhibe ederek, presinaptik veziküllerde dopamin transportunu azaltmaktadır. Klozapin ve diğer nöroleptikler postsinaptik olarak dopamini bloke edeci etki göstermektedirler. Tetrabenazin günde 12.5 mg ile başlanarak yavaş arttırılmaktadır. Günlük doz 3 eşit doza bölünerek kullanılır. Yan tesir olarak parkinsonizm ve depresyon görülmektedir. Levodopa dopamin prekürsörü olup KBB geçişi sonrası dopaminerjik etkilerini gösterebilmektedir. Bu geçişi arttırarak MSS etkilerini artırmak için aynı zamanda periferik yan etkilerini azaltmak için dopa dekarboksilaz inhibitörleri ile birlikte kullanılırlar. Dopaya cevap veren distonilerde kullanılmaktadırlar. Bu gibi durumlarda günde 300-400 mg olarak kullanılabilir. Maksimum olarak 1000 mg' a çıkılabilir. Yan etkileri olarak bulantı, halüsinasyon, somnolans, psikoz, diskineziler ve ortostatik hipotensiyon görülmektedir.

Oral tedavilerden cevap alınamayan durumlarda botulinum nörotoksin (BoNT) enkesiyonu uygulanmaktadır. Fokal spastik veya distonik hipertonilerde iyi cecvap alınmaktadır. BoNT' un 7 farklı serolojik tipi (A-G) bulunmaktadır. Tip A, onabotulinum, inkobotulinum, abobotulinum; tip B ise rimobotulinum olarak sınıflandırılır. Nöromusküler kavşakta asetilkolin salınımını bloke ederek kas kontraksiyonunu inhibe eder. Ortalama 100-200 ünite, maksimum doz olarakta 1000 ünite uygulanır. Lokal enjeksiyonu

takiben, endositozis ile kolinerjik sinir terminallerine girer, sinaptozomal assosiye protein 25 (SNAP25)'i stimüle eder. SNAP25 nöromuskuler kavşakta asetilkolin salınımını inhibe eder. Yan etki olarak, lokal kızarıklık, ağrı, ödem, hematom, disfaji, solunum ve konuşma güçlüğü nadiren de allerjik reaksiyonlara neden olabilmektedir.

Hipertoni Durumunda Farmakolojik Tedavi

Hipotoni eklem yapılarının pasif olan hareketlerine karşı normalde kasın gösterdiği dirençte azalma olarak tanımlanabilir. Hipotoni; serebrum, serebellum, beyin sapı, medulla spinalis spinal sinirlerin, nöromusküler kavşağın ve nihayetinde kasların hastalıklarına bağlı olarak gelişebilir. Hipotoni, kabaca ikiye ayrılabilir.

1- Santral hipotonik bozukluklar
2- Periferal hipotonik bozukluklar

Başlıca MSS anormallikleri (serebrum, serebellum, beyin sapı, medulla spinalis) olmak üzere periferik sinirlerin farklı patolojilerinde (mononöropati, polinöropati, vb.), nöromuskuler kavşak hastalıklarında (Myastenia gravis, Lambert Eaton myastenik sendrom) ve miyopatiler olmak üzere, çok sayıda nedene kaynaklı hipotonik bozukluklar görülebilmektedir. Hipotoni günlük pratikte daha sıklıkla yenidoğan yaş grubu olmak üzere pediatrik popülasyonda genetik, metabolik hastalıklarda en sık olarak görülür fakat bu hastaların erişkin yaşa ulaşabilen tiplerinde ve bazı erişkin yaşta başlayan durumlarda da hipotoni izlenebilir.

Sıklıkla hipotoni durumu infantil dönemde karşımıza çıkmakta olup etiyolojisinin belirlenebilmesi adına ayrıntılı prenatal ve postnatal dönem öyküsü ve soygeçmiş bilgileri irdelenmelidir. Soygeçmişte hipotoni, lokal ya da jeneralize kas güçsüzlüğü, hareket bozukluklarının olup olmadığı, epileptik nöbet öyküsü, nöromotor gelişimi olan birey olup olmadığı, anne-baba akrabalığı (aynı köyden oluşu dahil), tanısı konmuş genetik veya metabolik hastalık varlığı araştırılmalıdır. Hipotonik infantların yaklaşık yarısında genetik bir neden söz konusudur.

Ayrıntılı bir fizik muayene, hipotonik bozukluğun lokalizasyonun, MSS' ye ya da periferik sinir sistemine ait olduğu konusunda önemli ipuçları verir. Derin tendon reflekslerinin (DTR) muayenesi bu ayrımda en önemli basamaklarda biri olup canlı ya da hiperaktif olması, motor muayenede yerçekimine karşı az da olsa hareket varlığı, patolojik refleks olarak adlandırılan Babinski arazı, Babinski arazının eşdeğerleri olarak geçen Oppenheim, Gordon, Schaeffer, Chaddock refleksleri veya Hoffman refleksi ön planda MSS patolojilerini düşündürürken, derin tendon reflekslerinde hipotoni (azalması) ya da aboli (alınamaması), yer çekimine karşı belirgin bir hareketin izlenmemesi, kasta eklem hareketi yaratmayan ama gözle görülen atmaların olduğu fasikülasyon denilen tablonun varlığı, periferik sinir sistemine ait bir nedenin olabileceğini düşündürmelidir (Tablo 25.2)

Tablo 25.2: Santral ve periferal hipotoni muayene farkları	
Santral Hipotoni	Periferal Hipotoni
DTR normal/ artmış	DTR azalmış/ yok
Yerçekimine karşı hareket var	Yerçekimine karşı hareket yok
	Paralitik postür, fasikülasyon

Hipotonik hastalıkların tanısında muayene sonrasında Elektroensefalografi (EEG), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Elektronöromiyografi (ENMG), gerekirse kas biyopsisi ve genetik çalışmalara başvurulur. Tüm tetkiklere rağmen zaman zaman etiyoloji bulunamamakta ve bu durumlara idiopatik hipotoni adı verilmektedir.

Santral hipotoni nedenleri arasında hipoksik ya da hemorajik beyin lezyonları en sık nedenlerdir. Periferal nedenli hipotoniler de ise ülkemizde Spinal Musküler Atrofi (SMA) ve çok çeşitli muskuler distrofiler sık izlenen etyolojileri oluşturmaktadır. Bazı durumlarda hem santral hem de periferik etkilenme görülebilmektedir (Konjenital muskuler distrofiler, kronik santral ve periferik demiyelinizasyon tabloları, glikolizasyon defektleri, vb.).

1-Santral Hipotoni

Sistemik hastalıklar; kardiyopulmoner kronik hastalıklar, sepsis, tiroid fonksiyon bozuklukları, kanser vb durumlara sekonder kaşeksi tabloları, mobilizasyon kısıtılığı yaratan tablolara sekonder kritik hastalık nöromyopatisi, vb. tablolarda hipotoni gelişmektedir. Bu durumlarda altta yatan hastalığa yönelik tedavi yaklaşımı, fizik tedavi ve uygun beslenme yaklaşımları uygulanır.

Peroksizomal hastalıklar, gangliosidozlar, Canavan hastalığı ve glutarik asidürilerde hipotoni sıktır. Bu tablolarda; beyin MRG subkortikal T2 sekansında hiperintensiteler, yaygın serebral ve/ veya serebellar atrofi, periventriküler subkortikal kistler ve MR spektroskopisinde N-asetil aspartik asit ve laktat gibi metabolitlerin piki gibi bulgular ile tanıdan şüphe edilir ve kesin tanı için genetik incele yapılır.

Sendromik tablolarda da hipotoni (Down sendromu, Okuloserebrorenal sendrom, Prader Willi sendromu, Joubert sendromu, Angelman sendromu, vb.) izlenebilir. Bu tablolarda vücut dismorfik bulguları ve tetkiklere göre şüphe edilen vakalarda karyotip analizi yapılarak tanı konulabilir.

Serebral disgenezi durumlarında (lizensefali, şizensefali, holoprozensefali ve korpus kallozum agenezisi) hipotoni ile birlikte sıklıkla epileptik nöbetler bulunmaktadır. Ayrıntılı fizik muayene ve aile öyküsüne ek olarak genetik mutasyon tespiti ile tanı konulabilir.

Kalıtsal olan bu santral hipotoni nedenlerinde hastalığa spesifik bir tedavi bulunmamakta olup hastaların bulgularına göre semptomatik destek tedavisi ve fizyoterapi yaklaşımı yapılmaktadır.

Edinsel olarak MSS etkileyen ensefalit, menenjit, abse oluşumu gibi enfeksiyonlar; MS, NöroBehçet, nörosarkoidoz, nörolupus, nörosjögren, akut dissemine ensefalomyelit (ADEM) gibi nöroinflamatuar tablolar, SVH veya hipoksi durumlarında erken dönemde geçici hipotoni durumu oluşur bu durumda altta yatan hastalığa yönelik tedavi uygulanır. Enfeksiyon durumu söz konusuysa antibiyoterapi, antiviral veya antifungal terapiler bazı özel enfeksiyon durumlarında tüberküloz menenjiti gibi yoğun inflamasyon düzeyi nedeniyle steroid tedavisi uygulanmaktadır.

Nöroinflamatuar bir tabloysa metilprednizolon (genellikle 1000mg 3,5,7 veya 10 gün), intravenöz immunoglobulin (IVIg) 0,4g/ kg 5 gün, plazmaferez veya immunosüpresif tedavi verilebilir.

Metilprednizolon gibi steroid tedavilerinde enfeksiyonlara yatkınlık, hipertansiyon, kan şekeri yüksekliği, glokom, katarakt, deri hastalıkları (özellikle akneiform döküntüler), depresyon, psikoz, kilo alımı görülebilir. Daha uzun süreli kullanımlarda ise bu yan etkilere ek olarak obezite, deride stria denilen bulgular, bufalo hörgücü denilen ensede yağ doku birikimi ve myopati ile giden Cushing Sendromu izlenebilir. Tedavi uzun süreli kullanılıyorsa (2 hafta üzerinde) mutlaka ilaç tedrici olarak azaltılır aksi taktirde akut adrenal yetmezlik tablosu gelişebilir.

Plazmaferez invaziv bir işlem olup, subklavien, juguler, femoral kataterler yardımıyla hastanın kanında ki yabancı maddelerin (hastalığın sebebi olan antikorların) temizlenmesi esasına dayanır. 3 veya 5 seans gün aşırı şeklinde uygun ekipman ve teknisyen eşliğinde yapılması gereklidir. Katater enfeksiyonu gelişimi, katater takılırken damar veya çevre dokularda travma durumu (akciğer hasarlanması durumunda pnömotoraks oluşumu gibi) oluşabilir.

İntravenöz immunoglobulin (IVIg) ise hastalığa neden olan yabancı antikorları kimyasal olarak nötralize etmeye yarayan blokan bir antikor konsantresidir. Hastada enfeksiyon durumu söz konusuysa da verilebilmesi, katater gibi daha invaziv işlemlere gerek duyulmaması bir avantaj olarak karşımıza çıksa da allerjik reaksiyonllar, tromboza meyil en önemli dikkat edilmesi gereken yan etkilerindendir. Hastaya ilaç uygulanmadan mutlaka antialerjik bir ilaçla premedikasyon yapılmalıdır. Ayrıca bu ilaç kullanılırken hastaya en uygun olabilecek antiagregan veya antikoagülan tedavi verilmesi gereklidir.

İmmünsüpresif tedaviler arasında siklofosfamid, metotreksat, mikofenolat mofetil, azatiyoprin, mitoksantron gibi ilaçlar bulunmaktadır. Bu ilaçlar kullanılırken hasta enfeksiyonlar, vital bulgular yönünden takip edilmelidir. Bu ilaçların yan etkileri pansitopeni, karaciğer enzimlerinde bozulma, renal veya mesane toksisitesi ve kardiyak hasar şeklindedir.

Serebrovasküler hastalık durumunda ise diğer iki durumda olduğu gibi akut dönemde hipotoni oluşacaktır. Hasta akut dönemine acile başvurusunda muayene, öykü ve ilgili skor hesaplamalarına (NIHSS-National Institue of Health Stroke Scale) göre hasta bazlı yaklaşım yapılır. Akut dönem tedaviler olarak, trombolitik (alteplaz 0.9mg/kg), mekanik trombektomi, antiagregan tedavi (aspirin, klopidogrel, dipiridamol, tiklopidin) veya heparin, düşük molekül ağırlıklı heparin (enoksaparin) gibi antikoagülan tedavileri uygulanabilir. İskemik ya da hemorajik enfarkt boyutu büyükse ve kafa içi basınç artışına neden olabilecek ödem tablosu söz konusuysa antiödem etkinlik yaratacaka mannitol (%20) veya hipertonik salin (%3 NaCl) gibi protokoller planlanabilir. Her hasta için ayrı bir tedavi protokolü oluşmaktadır, bunu belirleyen durum hastanın klinik ve laboratuvar bulgularıdır.

2- Periferal Hipotoni

Nörolojik değerlendirmede kas güçsüzlüğünün daha belirgin, yerçekimine karşı kuvvetin daha az olduğu, derin tendon reflekslerinin kaybının izlendiği, solunum kaslarının tutulumu nedenli solunum yetmezliği, altta yatan tabloya sekonder dismorfik bulgular, kalp kası tutulumu nedenli kalp yetmezliği, ileti defektleri ve bu gibi bulguların gün içerisinde fluktuasyon göstermesi, periferik orijinli hipotonide izlenebilir. Etyolojik nedenler tablo 25.3'de belirtilmiştir.

Tablo 25.3: Periferik sinir hastalıkları nedenleri

Motor nörono-patiler	Duyusal nörono-patiler	Radikülo-patiler	Pleksopa-tiler	Tuzak sendromu	Nöropatiler	Nöromusküler Bileşke Hastalıkları	Miyopatiler
ALS	Paraneop-lastik	Disk herniasyonu	Travma	Diabetik	Mononöro-patiler	Myastenia Gravis	Musküler Distrofiler
Spinal musküler atrofi	Otoimmun	Spondilosis	Radyote-rapi	Hemorajik	Polinöropa-tiler	Lambert-Ea-ton Myastenik sendrom	İnflamatuar Toksik
Poliomyelit	Toksik	Neoplastik	Neoplastik	İnflama-tuar	Mononöritis Multipleks	Botilismus	Konjenital
Monomelik amiyotrofi	İnfeksiyöz	İnfarkt				Toksik	Metabolik
		İnfeksiyon				Konjenital	Endokrin
		İnflamatuar					

Bu hastalıklarda polimyozit, dermatomyozit, myastenia gravis, inflamatuar radikülonevrit veya inflamatuar polinöropatilerde (Gullian Barre sendromu gibi) altta yatan hastalığa özgü olarak steroid veya immunsüpresan tedavi ayrıca plazmaferez ve IVIg tedavileri uygulanmaktadır. Enfeksiyon kayankalı hadiselerde uygun antimikrobiyal terapi ve gerekirse steroid kombinasyonları kullanılır. Tuzak nöropatiler için sinirin sıkıştığı bölge için dekompresif cerrahi işlemler uygulanmaktadır. Fakat bunun dışındaki özellikle konjenital hadiseler açısından belirgin bir tedavi bulunmamakta olup altta yatan hastalığa yönelik olarak beslenme, solunum desteği, fizyoterapi, konuşma terapisi, iş uğraşı terapileri gibi modaliteler uygulanır.

KAYNAKLAR

1. Andersson PB, Rando TA. (1999). Neuromuscular disorders of childhood. Curr Opin Pediatr;11:497-503.
2. Bethoux F. (2015). Spasticity management after stroke. Phys Med Rehab Clin N Am 26(4):626-639
3. Biering-Sorensen F, Nielsen JB, et al (2006). Spasticity assessment: A review Spinal Cord.44: 708-722
4. Burns TD, et al (2011). The Evaluation of Polyneuropathies. Neurology: Clinical Practice. Neurology;76;6-13
5. Caleo M, Restani L. (2017). Direct control nervous system effects of botulinum neurotoxin. Toxicon. 1-5
6. Chang E, Ghosh N, et al (2013). A Review of Spasticity Treatments: Pharmacological and Interventional Approaches. Crit Rev Phys Rehabil Med. 25(1-2):11-22.
7. Comella CL (2018) Dystonia: Then and now. Parkinsonizm and Releated Disorders. 46: 66-69
8. Dario A, Tomei G. (2004). A benefit-risk assessment of baclofen in severe spinal spasticity. Drug Saf. 27(11):799-818.
9. De Pablo- Fernandez E, Warner TT. (2017). Dystonia. Br Med Bull. 123(1): 91-102
10. Di Gregorio M, Gaetani L, et al (2018) Treatment of multiple sclerosis relapses with high-dose methylprednisolone reduces the evolution of contrast-enhancing lesions into persistent black holes. J Neurol. 2018 Mar;265(3):522-529
11. Dressler D, Altenmueller E, et al. (2016) Strategies for treatment of dystonia. J Neurol Transm 123:251-258
12. Ertzgaard P[1], Campo C, et al (2017). Efficacy and safety of oral baclofen in the management of spasticity: A rationale for intrathecal baclofen. J Rehabil Med. Mar 6;49(3):193-203.
13. Fehlings D, Brown L, et al. (2018) Pharmacological and Neurosurgical intervention for managing dystonia in cerebral palsy: a systemic review. Dev Med Child Neurol. Doi:10.1111/dmcn.
14. Goodkin DE, et al (2000) Drugs used to treat spasticity. Drugs. 59: 487-495
15. Iteuvel CN, Tijssen MA, et al (2016). The symptomatic treatment of acquired dystonia: a systematic review. Mov Dis Clin Prac 3: 548-558
16. Jinnah HA, Factor SA. (2015) Diagnosis and treatment of dystonia. Neurol Clin. 33:77-100
17. Johnston HM.(2003). The floppy weak infant revisited. Brain Dev; 25:155-8.
18. Kamen L, Henney HR et al (2008). A practical overview of tizanidin use for spasticity secondary to multiple sclerosis, stroke, spinal cord injury. Curr Med Res Opin 24:425-439
19. Kheder A, Nair KP. (2012). Spasticity: pathophysiology, evaluation and management. Pract Neurol. Oct;12(5):289-98.
20. Kopple BS. (2015). Cannabis in the treatment of dystonia, dyskinesiaa and tics. Neurotherapeuti-

cs.12: 788-792
21. Krause T, Gerbershagen MV. et al (2004). Dantrolene. A review of its pharmacology, therapeutic use and new developments. Anesthesia, 59: 364-373
22. Lamb YN, Scot LJ. (2016). Incobotulinum toxin A: A review in upper limb spasticity. Drugs 76:1373-1379
23. Lapeyre, E., Kuks, J.B.M. et al (2010). Spasticity: Revisiting the role and the individual value of several pharmacological treatments. NeuroRehabilitation. 27(2):193-200
24. Leigh PN (2003). The management of motor neuron disease. J Neurol Neurosurg Psychiatry; 74:32–47
25. Leyenaar JA, Camfield P. (2005) A schematic approach to hypotonia in infancy. Paediatr Child Health 10: 397-400.
26. Lubarr N, Bressman S. (2011). Treatment of generalized dystonia. Curr Treat Options Neurol 13:274-289
27. Maas RPPWM, Wassenberg T, et al (2017). L-Dopa in dystonia: A modern perspective. Neurol. 88:1865-1871
28. Moeini-Naghani I, Hashemi-Zonouz T, et al (2016). Botulinum Toxin Treatment of Spasticity in Adults and Children. Semin Neurol. Feb;36(1):64-72.
29. Mills PB, Finlayson H. et al. (2016). Systemic review of adjunct therapies to improve outcomes following botulinum toxin injection for treatment of limb spasticity. Clin. Rehabil. 30(6): 537-548
30. M.M. Jan (2006). Cerebral palsy: comprehensive review and update, Ann Saudi Med 26: 123–132.
31. M.M. Jan (2006). The hypotonic infant: Clinical approach. Journal of Pediatric Neurology 5 (2007) 181–187
32. Otero-Romero S, Sastra- Garriga J, et al (2016). Pharmacological management of spasticity in multiple sclerosis: systematic review and consensus paper. Mult Scler. 22(11) : 1386-1396
33. Paro-Panjan D, Neubauer D.(2004). Congenital Hypotonia: Is There an Algorithm? J Child Neurol 19
34. Patejdl R, Zettl UK. (2017). Spasticity in multiple sclerosis: Contribution of inflammation, autoimmune mediated neuronal damage and therapeutic interventions. Autoimmun Rev. Sep;16(9):925-936.
35. Phadke CP, Balasubramanion CK. et al (2016). Adverse clinical effects of Botulinum Toxin intramuscular injection for treatment for spasticity. Can J. Neurol nSci. 43:298-310
36. Pinder C, et al (2008). Intrathecal phenol: An old treatment revisited. Disabil. Rehabil. 30:381-386
37. Powers WJ, Rabinstein AA, et al (2018). Guidelines for the Early Management of Patients With Acute Ischemic Stroke: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/ American Stroke Association. DOI: 10.1161/STR.0000000000000158
38. Richardson PR, Wegele AR, et al (2017). Dystonia treatment: patterns of medication use in an international cohort. Neurology 88(6): 543-550
39. Richer LP, Shevell MI, Miller SP. (2001) Diagnostic profile of neonatal hypotonia: An 11-year study. Pediatr Neurol; 25:32-7
40. Safarpour Y, Mousavi T. et al (2017). Botulinum toxin treatment in MS. Review Curr. Treat. Options Neurol. 19:33. Doi: 10.1007/511940.017.0470.5
41. Santemato A, Panza F (2017) Benefits and rsisks of non-approved injevtion regimens for botulinum toxins in spasticity. Drugs 77(13): 2456-2473
42. Saval A, Chiodo AE (2010). Intrathecal baclofen for spasticity management: a comperative analysis of spasticity of spinal vs cortical origin. J Spinal Cord Med 3:16-21
43. Snaith A, Wade D (2014). Dystonia. BMJ Clin Evid 55:1211
44. Skogberg O, Samuelsson K, et al (2017). Changes in body composition after spasticity treatment with intrathecal baclofen. J Rehabil Med. Jan 19;49(1):36-39.

45. Termsarasab P, Thammongkolchai T, et al.(2016). Medical treatment of dystonia. J. Clin. Mov. Disord.3:19. doi: 10.1186/540734.016.0047.6
46. Thompson CE: Benign congenital hypotonia is not a diagnosis. Dev Med Child Neurol 2002;44:283–286
47. Thompson AJ, Jarret L, et al (2005). Clinical management of spasticity. J Neurol Neurosurg Psychiatry 76:459-463
48. Van TR (2004). Clinical Approach To The Floppy Child. CME 22: 8
49. Whiting PF, Wolff RF. et al (2015) Cannabinoids for medical use. JAMA. 313 (24): 2456-2473
50. Woolf SM, Baum CR. (2017). Baclofen Pumps: Uses and Complications. Pediatr Emerg Care. Apr;33(4):271-275
51. Zakin E, Simpson D. (2018) Evidence on botulinum toxin in selected disorders. Toxicon 1-7

Erişkin Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Botulinum Toksin Uygulamaları

26

Doç. Dr. Zeynep Tüfekçioğlu

GİRİŞ

Botulinum nörotoksini anaerob bir bakteri olan Clostridium Botulinum tarafından üretilen, bilinen en güçlü nörotoksindir. Etkisini nöromusküler kavşak üzerinde göstererek kas kasılmasında önemli rolü olan asetilkolinin salınımını engelleyerek geçici felce sebep olur. Bu etki ile tıbbın çeşitli alanlarında kullanılmaktadır. Nöroloji alanındaki en sık kullanımı ise kas tonus bozukluklarıdır. Özellikle kas tonus bozukluklarından biri olan ve üst motor nöron tutulumuna ait bir bulgu olan spastisite ile hiperkinetik hareket bozukluklarından biri olan distonide botulinum toksini önemli tedavi seçeneklerinden biridir. Özellikle spastisite ve distoninin fokal tutulumlarında tedavide ilk seçenektir.

Botulinum nörotoksini (BoNT), gram pozitif, sporlu, anaerob bir bakteri olan Clostridium Botulinum tarafından üretilen, bilinen en güçlü nörotoksindir. Kontamine gıda intoksikasyonu, infant gastrointestinal sisteminde yerleşmiş bakteri ya da yara yerine yerleşmiş bakterinin enfeksiyonu sonucunda doğal yaşamda karşımıza çıkabilmektedir. Biyolojik silah olarak aerosol formunda kullanılabileceği gibi su veya gıda kaynaklarının kontaminasyonu ile de kullanımı mümkün olabilemektedir. Klinik olarak görme bulanıklığı, çift görme, yutma güçlüğü, ağız kuruluğu, halsizlik, güçsüzlük, diyare ve/veya konstipasyon, bulantı, kusma, paraliziler ve solunum yetersizliği ile prezente olan, bu bakterinin yol açtığı tabloya "botulizm" adı verilmektedir. Oldukça tehlikeli ve saatler içerisinde gelişen bu hastalıkta botulinum antitoksini destek tedavisi uygulanmaktadır.

Botulinum toksininin yapısal olarak benzer ancak serolojik ve antijenik olarak farklı yedi tipi (A, B, C (C1 ve C2), D, E, F ve G) vardır. İnsanlarda botulismus yapan tipleri A, B, E ve F iken hayvanlarda C ve D' dir. İnsanlarda tedavi amacıyla kullanılan alt tipleri ise Tip A ve Tip B' dir. Türkiye' de sadece A tipi botulinum toksini kullanılmakta ve Botox® (onaBoNT-A, Onabotulinum Toksin A; Allergan, Inc., Irvine, CA) ile Dysport® (aboBoNT-A, Abobotulinum Toksin A; Ipsen Ltd., Paris, France) olarak iki ticari formda sunulmaktadır. Yurt dışında ise Xeomin® (Incobotulinum Toksin A; Merz Pharmaceuticals GmbH, Frankfurt, Germany) ve Myobloc® (Rimabotulinum Toksin B; US WorldMeds/Solstice Neurosciences, Louisville, KY) olarak farklı ticari formları da kullanılmaktadır. Tablo 26.1'de botulinum toksin preparatları ve FDA (*Food and Drug Administration* – Gıda ve İlaç Dairesi) onayı aldıkları endikasyonları yer almaktadır. Botulinum toksini tedavi amacıyla Nöroloji' de olduğu kadar Göz Hastalıkları, Üroloji gibi başka bölümlerde de çeşitli endikasyonlarda kullanılmakta ve yüz güldürücü sonuçlar alınmaktadır (Tablo 26.2).

Tablo 26.1: Botulinum toksin preparatları ve FDA onayı aldıkları endikasyonlar.

BoNT preparatı	Marka Adı	FDA onaylı endikasyonları
OnabotulinumtoksinA	Botox (Allergan, Inc., Irvine, CA)	Blefarospazm Servikal distoni Kronik migren Üst ve alt ekstremite spastisitesi
AbobotulinumtoksinA	Dysport (Ipsen Ltd., Paris, France)	Servikal distoni Üst ekstremite spastisitesi
IncobotulinumtoksinA	Xeomin (Merz Pharmaceuticals, Frankfurt, Germany)	Blefarospazm Servikal distoni Üst ekstremite spastisitesi
RimabotulinumtoxinB	Myobloc Neurobloc (US WorldMeds/Solstice Neurosciences, Louisville, KY)	Servikal distoni

BoNT: botulinum nörotoksin; FDA: Food and Drug Administration / Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi.

Tablo 26.2: Botulinum toksininin kullanım alanları.	
Fokal distoniler	Servikal distoni Blefarospazm Laringeal distoni (spazmodik disfoni) Ekstremite distonileri (yazıcı krampı) Oromandibuler distoni Orolingual distoni Trunkal distoni
Distonik olmayan istemsiz hareket bozuklukları	Hemifasyal spazm Tremor Tikler Miyokimi ve sinkinezi Miyoklonus (palatal)
Spastisite	İnme Travmatik beyin hasarı Serebral palsi Multipl skleroz Omurilik hasarı
Strabismus	
Lokalize kas spazmı ve ağrı ile seyreden tablolar	Kronik bel ağrısı Herediter kas spazmı Miyofasyal ağrı sendromu Artmış kas aktivitesi ile seyreden temporomandibular eklem bozuklukları Gerilim tipi baş ağrısı Migren Servikojenik baş ağrısı
Düz kas hiperaktivitesi ile seyreden bozukluklar	Detrusor-sfinkter dissinerjisi Benign prostatik hipertrofi Kardiya akalazyası Hirschsprung hastalığı Oddi sfinkterinin disfonksiyonu Hemoroidektomi sonrası Kronik anal fissürler
Kozmetik	Hiperkinetik fasyal çizgiler (alın çizgileri, kaz ayağı) Hipertrofik platisma
Otonom sinir sistemi bozuklukları	Aksiller ve palmar hiperhidroz Frey sendromu, aurikulotemporal sendrom (parotis cerrahisi sonrası çiğnerken yanakta terleme) Siyalore Hiperlakrimasyon Alerjik rinit

Tarihçe

On dokuzuncu yüzyılın başlarında ilk defa Alman hekim ve şair olan Christian Andreas Justinus Kerner, iskelet kaslarında paralizi ve parasempatik fonksiyon kaybına yol açan gıda intoksikasyonundan bahsetmiş ve bu tabloyu "sosis zehirlenmesi" olarak adlandırmıştır. Tabloya yol açan ajanı bulamamış olsa da bu etkenin başka hastalıkların tedavisinde kullanılabileceği fikrini öne sürmüştür. Bundan yaklaşık seksen yıl sonra (1895) enfekte füme jambon tüketimine bağlı gıda zehirlenmesinin araştırılması sırasında bakteriolog Emile Pierre van Ermengem tarafından Clostridium Botulinum bakterisi izole edilmiştir. Toksinin saf olarak ayrıştırılması Dr. Herman Sommer tarafından (1928), Clostridium Botulinum kültüründen kristalize BoNT formunun elde edilmesi ise Dr. Edward J. Schant tarafından (1946) sağlanmıştır. İngiliz Dr. A. S. Burgen (1949), toksinin nöromusküler kavşağı bloke ettiğini keşfetmiştir. Oftalmolog Dr. Alan B. Scott 1973' te maymunlarda strabismusu düzeltmek için göz kaslarına uygulamış ve başarılı sonuçlar elde etmiştir. İlk defa insanda strabismus tedavisi için 1980' de denenmiş ve 1989' da FDA onayı alınarak kullanım alanı hızla genişlemiştir.

Botulinum Toksini Yapısı

Botulinum toksini 150kDa ağırlığında, tek zincirli polipeptid olarak sentezlenir ve daha sonra aktif formu olan çift zincirli şekline dönüşür. Zincirler birbirine disülfit bağı ile bağlı ağır (100kDa) ve çinkoya bağımlı proteaz enzimi olan hafif (50kDa) zincirden oluşmaktadır. Ağır zincir kolinerjik spesifiteden ve toksinin presinaptik reseptöre bağlanmasından, hafif zincir ise nörotransmitter salınımını inhibe ederek etkinlikten sorumludur.

Botulinum Toksini Etki Mekanizması

Botulinum toksini etkisini nöromusküler kavşakta göstermektedir. Toksin, ağır zinciri ile presinaptik kolinerjik reseptöre irreversibl olarak bağlanır ve hücre içerisine endositoz ile alınır. İçeri alınan toksinin disülfit bağı ayrılır ve hafif zincir sitozole dağılır. Sitozoldeki hafif zincir normal kas kontraksiyonunda asetilkolin vezikülü ile presinaptik membranın birbirine bağlanmasında aracı olan SNARE (soluble N-ethyl maleimide-sensitive factor attachment protein receptor) füzyon protein kompleksini (SNAP-25, sintaksin, snaptobrevin) çinko bağımlı endopeptidazı ile keser. Farklı toksin alt tipleri, SNARE protein kompleksinde bulunan farklı proteinlere bağlanarak etki ederler. Bunun sonucunda presinaptik sinir hücresindeki asetilkolin vezikülü presinaptik membrandaki karşılığı olan SNARE protein kompleksine bağlanamaz ve sinaptik aralığa salınamaz. Bunun sonucunda da kas kontraksiyonu oluşamaz. Etki genellikle 2-3 gün içerisinde başlar, 2 haftada maksimuma ulaşır. Yaklaşık 28 gün içe-

risinde aksonal filizlenme başlar ve yaklaşık 91 günde aksonal filizlenmenin ortadan kalkması ve orijinal sinapsların yeniden fonksiyonlarını kazanması sonucu toksinin etkisi ortadan kalkar. Bu nedenle 3-6 ayda bir tekrarlayan enjeksiyonlar yapılır.

Botulinum Toksini Uygulaması ve Kılavuz Yöntemler

Botulinum toksin aktivitesinin ölçümünde "mouse unit" (MU, LD50, U) birimi kullanılmaktadır. Bir MU aktivitesi Webster farelerine yapılan intraperitoneal BoNT enjeksiyonunu takiben farelerin %50' sini öldüren doz olarak tanımlanır. İnsanlarda kullanılan maksimum MU Dysport® için 2000, Botox® için 400' dür. Bir flakon Botox® içinde 100 MU, Dysport® içinde 500 MU nörotoksin bulunur. Etkinlik açısından klinik olarak yaklaşık 1 MU Dysport® 3-4 MU Botox®' a eşdeğerdir. İzotonik salin ile kullanım amacına göre farklı oranlarda (1-4) dilue edilip intramüsküler olarak uygulanır.

Botulinum toksini uygulamalarında etkinliğin artması, invaziv işlemin getirdiği potansiyel risklerin en aza indirilmesi ve olası yan etkilerin azaltılması için doğru lokalizasyona enjeksiyonun yapılması çok önemlidir. Bölgesel anatomik bilginin iyi olması, iğnenin gidiş yolu üzerindeki yapıların (damar, sinir, tendon, diğer organlar vb.) yerleşimini bilmek, hedef kasın komşuluğundaki kasları bilmek ortaya çıkabilecek yan etkileri azaltmakta değerlidir. Hedef noktaya doğru şekilde ulaşabilmek ve mevcut riskleri azaltmak için sıklıkla lokalizasyon teknikleri ve kılavuz yöntemler kullanılmaktadır. Bunun için anatomik işaretleme yöntemleri (yüzey/kemik işaretleri, aktif/pasif hareket açıklığı), elektromiyografi (EMG), elektrik stimulasyon ve görüntüleme temelli yöntemler (bilgisayarlı tomografi, magnetik rezonans inceleme ve ultrason) tek başlarına ya da kombine olarak kullanılmaktadır.

Kas içerisine yapılacak toksin uygulamasında, BoNT etki yeri nöromusküler bileşkedeki presinaptik nöron olduğundan, kas içerisindeki hedef noktanın da motor son plak olması gerektiği düşünülmüş ve yapılan çalışmalarda motor son plak enjeksiyonlarında etkinliğin daha fazla olduğu gösterilmiştir. Bu sayede daha düşük dozlar ile daha etkin yanıt alınabileceği ve yine doz azaltımı ile komşu dokulara yayılım riskinin düşebileceği öngörülmüştür. Çoğu motor son plak kas içerisinde çeşitli şekillerde yer almaktadır. Örneğin tek bir inervasyon bandı, çoklu inervasyon bandı veya yaygın olarak kas içerisinde rastgele veya dağınık şekilde yerleşmiş olabilmektedir. Bu nedenle her kas için motor son plak yerleşimine göre enjeksiyonun yapılması etkinlik ve fonksiyonellik açısından daha iyi sonuçlar verecektir.

Botulinum Toksini Uygulamalarında Yan Etki

Doğru kas enjeksiyonları ve doğru doz uygulamaları ile BoTN yan etkileri sık görülmese de lokal ve genel yan etkiler olmak üzere yan etkiler iki grupta toplanabilir. Lokal

yan etkiler; enjeksiyon yapılan kaslarda ya da komşu kaslarda güçsüzlük, enjeksiyon yapılan yerde ağrı, ekimoz, kızarıklıktır. Genel yan etkiler alerjik reaksiyona bağlı cilt döküntüsü, anjioödem, grip benzeri tablo ve jeneralize botulismus bulgularıdır (kuvvetsizlik, solunum sıkıntısı, disfaji). Yan etkiler de etkiler gibi geçicidir.

Erişkin Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Botulinum Toksini Uygulamaları

Botulinum toksin uygulaması pek çok nörolojik hastalıklarda kullanılsa da (Tablo 26.2) sıklıkla kas tonus artışı durumlarından biri olan spastisitede ve hiperkinetik hareket bozukluklarından biri olan distonilerde sıklıkla kullanılmaktadır.

Tablo 26.3: Botulinum toksinlerinin hedef proteini ve lokalizasyonları (Huttner WB, 1993' ten modifiye edilmiştir).

BoNT Tipi	Protein	Lokalizasyon
A	SNAP-25	Presinaptik hücre membranı
B	VAMP/Sinaptobrevin	Sinaptik vezikül
C	Sintaksin 1A, 1B SNAP-25	Presinaptik hücre membranı
D	VAMP/Sinaptobrevin Sellubrevin	Presinaptik hücre membranı
E	SNAP-25	Presinaptik hücre membranı
F	VAMP/Sinaptobrevin Sellubrevin	Sinaptik vezikül
G	VAMP/Sinaptobrevin	Çoklu mekanizma

Spastisitede Botulinum Toksin Tedavisi

Spastisite, üst motor nöron tutulumuna ait bulgulardan biridir. İstemsiz olarak tonik germe reflekslerinde, kas tonusunda hıza bağımlı artış ve canlı tendon refleksleri ile karakterize bir bozukluktur. Spastik kas hafif germeye normalden abartılı kısalma yanıtı verir. Bu da hareket kısıtlılığına, ağrıya, uzun dönemde atrofiye, kontraktür gelişimine ve fibrozise neden olur. Bunlarla birlikte bakım verene bağımlılığa, bakım veren yükünü arttırmaya, sosyal ve aile içi ilişkilere katılımda azalmaya ve sonuç olarak yaşam kalitesinde ciddi kayıplara sebep olur. Bu nedenlerle spastisiteye bağlı ciddi hareket kısıtlılığı, ağrı, eklem kısıtlılıkları geliştiğinde tedavi edilmelidir.

Patofizyolojisi tam olarak anlaşılamamakla birlikte motor nöron kaybını izleyen maladaptif plastisite sonucunda, alfa motor nöron üzerindeki eksitatör ve inhibitör girdilerin arasındaki dengenin hipereksitabilite yönüne kaydığı bir bozukluk sonucunda geliştiği düşünülmektedir. Spastisite nedenleri heterojendir. Nöroloji pratiğinde spastisite sıklıkla inme sonucunda görülse de travmatik beyin hasarı, anoksik/hipoksik beyin hasarı, omurilik yaralanmaları, multipl skleroz, serebral palsi ve üst motor nöronun dejeneratif hastalıkları ile de görülmektedir. Ülkemizde bulunan toksinlerden biri olan ve sıklıkla kullanılan onabotulinum toksin A' nın erişkin spastisitesindeki kullanımı ile ilgili yakın zamanda yapılan literatür derlemesinde toksin uygulaması yapılan üst ve alt ekstremite spastisitesi etyolojisinde yaklaşık %66 inmenin yer aldığı saptanmıştır. Bunu çoklu nedenler, travmatik beyin hasarı, multipl skleroz ve spinal kord yaralanmaları izlemektedir.

Spastisite tedavisi hastaya özeldir ve multidisipliner yaklaşım gerektirir. Fizik tedavi, medikal tedaviler (kas gevşeticiler, analjezikler), cerrahi tedaviler ve botulinum toksini gibi birçok tedavi seçeneği bulunmaktadır. Bu tedaviler monoterapi ya da kombine olarak uygulanmaktadır. Botulinum toksini spastisite tedavisinde fokal antispastik ajan olarak kullanılmaktadır. Ağız yoluyla alınan kas gevşetici tedavilerin etkileri sistemik olduğundan normal kaslarda da tonus kaybına yol açma ve başka sistemik yan etki (ağız kuruluğu, sersemlik, idrarda tutukluk vb.) potansiyelleri nedeniyle ve kısa sürede tolerans gelişebilmesi nedeniyle özellikle fokal spastisitede botulinum toksini tercih edilmektedir.

Tedavi planlanırken mutlaka hastada elde edilmek istenen hedef geri kazanım belirlenmelidir. Örneğin destekle yürüyebilen erken evredeki bir hastada hedef artmış tonusu azaltarak fizik tedaviye yardımcı olmak iken, yatağa bağımlı ileri evredeki bir hastada hedef hijyeni kolaylaştırmak olabilir. Hedef kasları belirlerken mevcut kas gücü kaybı ve spastik kasın sağladığı ayakta durma ve yürüme dengesinin korunması gibi ek avantajlar da göz önünde bulundurularak hasta değerlendirilmelidir. Toksin uygulanacak kaslar belirlendikten sonra ne kadar dozda toksin uygulanacağına karar verilmelidir. Enjekte edilecek kasın büyüklüğü, lokasyonu, spastisitenin şiddeti, enjekte edilecek kasın fonksiyonelliğe katkısı ve önceden enjeksiyon yapılıp yapılmadığı ve yapılmış ise önceki uygulamada alınan yanıta göre dozlar belirlenmektedir. Enjeksiyonu daha önce de bahsedildiği gibi kasın motor son plağının yoğun olduğu bölgeye yapmak gerekmektedir. Büyük kaslarda birkaç noktadan yapmak gerekir. Kasın doğru lokalizasyonu için kasın palpasyonu, anatomik işaretlerden faydalanılır. Etkinliği arttırmak ve yan etki potansiyelini azaltmak amacıyla kılavuz yöntemlerden EMG, düşük akımla elektrik stimulasyon ya da ultrasondan faydalanılabilinir.

Erişkin üst ekstremite spastisitesinde botulinum toksini uygulamasının güvenilir ve etkin olduğu Amerikan Nöroloji Akademisi alt grubu (AAN-American Academy

of Neurology) tarafından 2008' de hazırlanan kılavuzda belirtilmiştir. Son yapılan çalışmalarla birlikte literatürde toplam 10 adet sınıf 1 çalışmada aboBoNT-A' nın erişkin üst ekstremite spastisitesinde etkin ve güvenilir olduğu, bir çalışmada da bakım veren yükünü azalttığı saptanmıştır. Yedi adet sınıf 1 ve bir adet sınıf 2 çalışma sonucunda da onaBoNT-A' nın erişkin üst ekstremite spastisitesinde etkin ve güvenilir olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda AAN, 2016' da mevcut kılavuzda yeni düzenlemeler yapmış ve buna göre: aboBoNT-A ve onaBoNT-A erişkin üst ekstremite spastisitesinin azaltılmasında ve pasif fonksiyonun iyileşmesinde güvenilir ve etkin olduğu; erişkin üst ekstremite spastisitesinde aboBoNT-A ve onaBoNT-A' nın spastisite ile ilişkili aktif fonksiyonu iyileştirdiğine dair verilerin yetersiz olduğu sonuçlarına varılmıştır. Sonuç olarak kanıt A düzeyinde aboBoNT-A ve onaBoNT-A, erişkin üst ekstremite spastisitesinde fokal etki için önerilmektedir.

Erişkin üst ekstremite spastisitesi, omuzda adduksiyon ve içe rotasyon, dirsekte fleksiyon, ön kolda pronasyon, el bileğinde ve parmaklarda fleksiyon paterninde; alt ekstremitelerde ise kalçada fleksiyon, uylukta adduksiyon, dizde fleksiyon/ ekstansiyon, ekinovarus, baş parmakta ekstansiyon ve diğer parmaklarda ekstansiyon şeklinde görülmektedir. Botulinum toksini tedavisinin mutlaka fizyoterapi ile kombine edilmesi gerekmektedir. Bir seansta maksimum doz Botox® için 400U, Dysport® için 1500U/ dir.

Erişkin üst ekstremite spastisitesinde en sık enjekte edilen kaslar bilek, parmak ve dirsek fleksörleridir. Fleksör carpi radialis (%64) ve fleksör carpi ulnaris (%59) en sıklıkla enjekte edilen kaslar iken bunları fleksör digitorum superficialis (%57.2), fleksör digitorum profundus (%52.5), biceps brachii (%38.8) ve fleksör pollucis longus (%20 .4) takip etmektedir. Omuz ve ön kol kasları daha az sıklıkla (%0.1-%13.2) enjekte edilmektedir. Uygulanan dozlar (onaBoNT-A) farklı kas gruplarına göre değişkenlik göstermekle birlikte (min. 5U, max. 200U) genellikle omuz kasları (40-100U), dirsek fleksörleri (41.1-95.4U), bilek fleksörleri (23.8-72.8U) ve parmak fleksörlerine (11.3-97.8U) uygulanan dozlar benzerdir. Ön kol (5.0-33.3U) ve baş parmak kaslarına (18.9-30U) uygulanan dozlar ise daha düşüktür (Nalysnyk L, 2013). Erişkin üst ekstremite spastisitesinde BoNT enjeksiyonu yapılan kaslar ve uygulanan onaBoNT-A dozları Tablo 26.4'te gösterilmiştir.

Erişkin alt ekstremite spastisitesinde botulinum toksini uygulamasının güvenilir ve etkin olduğu Amerikan Nöroloji Akademisi alt grubu (M-American Academy of Neurology) tarafından 2008' de hazırlanan kılavuzda belirtilmiştir (Simpson DM, 2008). Son yapılan çalışmalarla birlikte literatürde toplam 6 adet sınıf 1 çalışmada aboBoNT-A' nın erişkin alt ekstremite spastisitesinde etkin ve güvenilir olduğu saptanmıştır. Bir adet sınıf 1 çalışma sonucunda da onaBoNT-A' nın erişkin alt ekstre-

mite spastisitesinde etkin ve güvenilir olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda AAN, 2016' da mevcut kılavuzda yeni düzenlemeler yapmış ve buna göre: aboBoNT-A ve onaBoNT-A erişkin alt ekstremite spastisitesinin azaltılmasında güvenilir ve etkin olduğu; erişkin üst ekstremite spastisitesinde aboBoNT-A ve onaBoNT-A' nın spastisite ile ilişkili aktif fonksiyonu iyileştirdiğine dair verilerin yetersiz olduğu sonuçlarına varılmıştır. Sonuç olarak kanıt A düzeyinde aboBoNT-A ve onaBoNT-A, erişkin alt ekstremite spastisitesinde fokal etki için önerilmektedir.

Tablo 26.4: Erişkin üst ekstremite spastisitesinde BoNT enjeksiyonu yapılan kaslar ve uygulanan onaBoNT-A dozları (Nalysnyk L, 2013' ten modifiye edilmiştir).

Kaslar	Enjeksiyon Dozu
Omuz Kasları	
İnfraspinatus	60 U
Omuz addüktörleri (deltoid, pektoralis major)	30-100 U
Latissimus dorsi	50-100 U
Paraspinous	100 U
Pectoralis	30-100 U
Rhomboid	50 U
Subscapularis	100 U
Teres major	40 U
Trapezius	60 U
Triceps brachii	50-100 U
Ön Kol Kasları	
Ekstansör carpi radialis	5-50 U
Ekstansör carpi ulnaris	5-10 U
Pronator kuadratus	25 U
Pronator teres	10-90 U
Supinator	5 U
Dirsek Fleksör Kasları	
Biceps brachii	25-200 U
Brachialis	20-100 U
Brachioradialis	15-200 U
Bilek Fleksör Kasları	
Fleksör carpi radialis	5-100 U
Fleksör carpi ulnaris	5-100 U
Palmaris longus	20-25 U

Tablo 26.4: Erişkin üst ekstremite spastisitesinde BoNT enjeksiyonu yapılan kaslar ve uygulanan onaBoNT-A dozları (Nalysnyk L, 2013' ten modifiye edilmiştir). (*devamı*)

Parmak Fleksör Kasları	
Fleksör digitorum profundus	5-120 U
Fleksör digitorum superficialis	5-150 U
Volar interosseoslar	10-15 U
Baş Parmak Kasları	
Adductor pollucis	10-20 U
Fleksör pollucis longus	10-35 U
Lumbrikaller	30 U
Opponens	10 U

Alt ekstremite spastisitesinde en sık enjekte edilen kas grubu ayak bileği plantar fleksörleridir. Gastrokinemius (%66.1), soleus (%54.7) ve tibialis posterior (%50.5) neredeyse hastaların yarısında enjekte edilirken fleksör digitorum longus (%12.5) çok daha ender enjekte edilen kaslardandır. Dozlar (onaBoNT-A) alt ekstremite için kaslar arasında belirgin farklılıklar (min. 10U, max. 400U) göstermektedir. Vastus medialis enjeksiyonunda ortalama 30U doz uygulanırken, rectus femorise ortalama 186.9U doz uygulanmaktadır. Kalça adduktörleri (91.7-142.4U), ayak bileği plantar fleksörleri (56.8-95.2U), ayak ekstansör ve fleksörleri (50.0-71.9U) ve diz fleksörleri (34.0-75.0U) yüksek doz uygulanan kaslardandır. En düşük dozlar ayak baş parmak fleksörü (11.7-57.2U) ve diz ekstansörlerine (30.0-38.3U) uygulanmaktadır. Tablo 26.5'te erişkin alt ekstremite spastisitesinde BoNT enjeksiyonu yapılan kaslar ve uygulanan onaBoNT-A dozları gösterilmiştir.

Sonuç olarak, erişkin spastisitesi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Fokal antispastik tedavide önemli yeri olan botulinum toksini uygulaması mutlaka fizik tedavi ile desteklenmelidir.

Tablo 26.5: Erişkin alt ekstremite spastisitesinde BoNT enjeksiyonu yapılan kaslar ve uygulanan onaBoNT-A dozları (Nalysnyk L, 2013' ten modifiye edilmiştir).

Kaslar	Enjeksiyon Dozu
Kalça Addüktör Kasları	
Addüktör longus	50-400 U
Addüktör magnus	20-200 U
Addüktör brevis	50-100 U
Kalça Fleksör Kasları	
İliopsoas	40-100 U
Rektus femoris	30-200 U
Diz Fleksör Kasları	
Biceps femoris	30-200 U
Hamstring	50-200 U
Semimembranosus	40-200 U
Semitendinosus	30-200 U
Diz Ekstansör Kasları	
Vastus lateralis	25-60 U
Vastus medialis	30 U
Ayak Bileği Fleksör Kasları	
Gastrokinemius	20-320 U
Soleus	40-240 U
Tibialis anterior	30-150 U
Tibialis posterior	20-200 U
Ayak Fleksör/Ekstansör Kasları	
Ekstansör hallucis longus	25-100 U
Fleksör hallucis longus	15-95 U
Ayak Parmağı Fleksör Kasları	
Fleksör digitorum longus	20-125 U
Fleksör digitorum brevis	20-100 U
Fleksör hallucis brevis	10-15 U

Distonide Botulinum Toksin Tedavisi

Distoni; anormal, sıklıkla tekrarlayıcı harekete, postüre ya da her ikisine yol açan, sürekli ya da aralıklı kas kasılmaları ile karakterize hareket bozukluğudur. Distonide kasılmalar sıklıkla tipik paternde olur ve bükülmeye yol açar. Görece uzun süreli, agonist ve antagonist kasların eş zamanlı kasılmaları olur. Genellikle istemli hareketler ile başlar ya da kötüleşir.

Distoniler klinik özelliklerine ve etyolojilerine göre iki eksende ele alınırlar. Klinik özelliklerine göre başlangıç yaşı, dağılımı, zamansal paterni, eşlik eden diğer hareket bozuklukları ya da diğer nörolojik bulgulara göre sınıflandırılırlar (Tablo 26.6). Başlangıç yaşı, altta yatan etyolojiler açısından ve kabaca prognoz açısından önem taşır. Vücut dağılımına göre distonileri ayırmak özellikle başlangıç yaşı ve seyri ile birlikte tanı ve tedavi yaklaşımı açısından klinik önem taşır. Distoni vücudun bir yerinden başladığı ve fokal kalabileceği gibi diğer vücut kısımlarına da yayılım gösterebileceğinden distoniyi dağılım paternine göre sınıflandırmak önemlidir. Fokal distonide vücudun tek bir kısmının etkilendiği anlamına gelmektedir. Blefarospazm, servikal distoni, oromandibular distoni, spazmodik disfoni ve yazıcı krampı sık görülen fokal distoni tiplerindendir. Erişkin başlangıçlı fokal distoniler jeneralize distonilerden daha sıktır. Distoni yayılacak olursa en sık komşu vücut parçasını etkiler. Distoni iki ya da daha fazla vücut bölgesini etkilediğinde segmental distoni olarak adlandırılır. Segmental tutuluma ek bir alan tutulumu eklenirse buna jeneralize distoni denir. Multifokal distoni, birbirine komşu olmayan iki ya da daha fazla farklı alanın tutulumuna işaret eder. Vücudun bir yarısını etkileyen distoni hemidistoni olarak adlandırılır ve hemen daima semptomatiktir ve özellikle de putamenin etkilendiği gösterilmiştir. Erken başlangıçlı fokal distonilerde etyolojik liste çok geniş iken, erişkin başlangıçlı fokal distoniler genellikle sporadiktir ve jeneralize olması ya da ilerleyici nörodejeneratif bir hastalığın işaretçisi olması beklenmemektedir. Trunkal ya da erişkin başlangıçlı jeneralize distoniler nörodejeneratif hastalık şüphesi taşır ve araştırılması gereken durumlardır.

Çoğu distoni hastasında tedavi sadece semptomatiktir. Tedavilerin amacı postürü, işlevselliği düzeltmek ve eğer varsa ağrıyı gidermeye yöneliktir. Mevcut tedavi seçenekleri; fizik ve destek tedavisi, oral medikal tedaviler, botulinum toksini ile kimyasal denervasyon ve cerrahi tedaviler olmak üzere dört ayrı gruba ayrılmaktadır. Oral medikal tedavilerin sistemik yan etki potansiyelleri ve etkinliklerinin yeterli olmaması nedeniyle özellikle fokal distoni tedavisinde BoNT enjeksiyonları tedavide öncelikli olarak tercih edilmektedir. Jeneralize distonilerde tüm distonik kaslara enjeksiyon yapmak mümkün olmayacağından, fizik tedavi ve oral medikal tedavilere ek olarak fonksiyonelliği en fazla etkileyen kaslara enjeksiyon yapılmalıdır. Hasta değerlendirildikten sonra toksin uygulanacak kaslar ve dozlar belirlenir. Uygulanacak dozlar,

Tablo 26.6: Distoni Sınıflaması (Albanese A, 2013' ten modifiye edilmiştir).

Klinik Özelliklere Göre	Etyolojiye Göre
Başlangıç Yaşına Göre İnfant (0-2 yaş) Çocukluk (3-12 yaş) Adölesan (13-20 yaş) Erken Erişkin (21-40 yaş) Geç Erişkin (>40 yaş)	Sinir Sistemi Patolojisi Dejenerasyon Yapısal Lezyon Kanıt Yok
Dağılımına Göre Fokal Segmental Multifokal Jeneralize Hemidistoni	**Kalıtımsal ya da Edinilmiş** Kalıtımsal Otozomal Dominant Otozomal Resesif X-ilişkili Mitokondriyal Edinilmiş Perinatal Beyin Hasarı İnfeksiyon İlaç Toksik Vasküler Neoplastik Beyin Hasarı Psikojenik İdyopatik Sporadik Familyal
Zamansal Paterne Göre Hastalık Seyrine Göre Statik Progresif Semptomlara Göre Sürekli Aksiyon Spesifik Diurnal Paroksismal	
Eşlikçi Bulgulara Göre İzole Kombine (diğer hareket bozuklukları ile birlikte) Diğer Eş Zamanlı Nörolojik ya da Sistemik Hastalıklar ile	

enjekte edilecek kasın büyüklüğü, lokalizasyonu, distoninin şiddeti, enjekte edilecek kasın fonksiyonelliğe katkısı, önceden enjeksiyon yapılıp yapılmadığı ve yapılmış ise önceki uygulamada alınan yanıta göre belirlenmektedir. Distonide BoNT uygulanacak kaslar belirlenirken en önemli nokta mevcut distonik kasılmalara ek olarak ortaya çıkabilecek olan sekonder kompansatuar kasılmalardır. Bu nedenle hastalar dikkatle gözlenmeli ve gereksiz enjeksiyondan kaçınılmalıdır. Doğru kas seçiminin ve uygun doz uygulamalarının yapılması tedavinin başarısı açısından oldukça önemlidir. Enjeksiyonu kasın motor son plağının yoğun olduğu bölgeye yapmak gerekmektedir. Büyük kaslarda birkaç noktadan yapmak gerekir. Kasın doğru lokalizasyonu için kasın palpasyonu, anatomik işaretlerden faydalanılır. Etkinliği arttırmak ve yan etki potansiyelini azaltmak amacıyla kılavuz yöntemlerden EMG, düşük akımla elektrik stimulasyon ya da ultrasondan faydalanılabilinir.

Üst ve alt ekstremite ***fokal distonileri*** sıklıkla ödeve özgü distonilerdir. Belli bir aktiviteyi/ödevi yaparken ortaya çıkan distonilerdir. En sık rastlanan fokal el distonisi yazıcı krampıdır ve en sık görülen ödeve özgü distonilerden biridir. Müzisyen krampı da yine ödeve özgü distonilerdendir ve müzik aletini çalarken meydana gelen fokal distonik kasılmayı ifade etmektedir, yazıcı krampına göre çok daha ender görülmektedir. Yazıcı krampında, yazı yazma esnasında ortaya çıkan distonik kasılma sonucunda hareketin akıcılığı ve hızı kaybolur. Kimi zaman kasılmaya ağrı ya da tremor eşlik etmektedir. Daha sıklıkla öğretmen, öğrenci, muhasebeci gibi sıklıkla yazı yazan kişilerde görülmektedir. Kasılma parmaklardan başlar, zamanla kola ve omuza da yayılabilir. Genellikle tek taraflıdır; zamanla yayılarak segmental olabilir, karşı ekstremiteyi etkileyebilir ve hatta jeneralize distoniye dönüşebilir. Hasta kalemi eline alır almaz ya da birkaç kelime yazdıktan sonra parmaklarla birlikte bilekte veya dirsekte kramp ortaya çıkmaktadır. Üç tipi vardır. Fleksör tipi en sık görülenidir ve kalem çok sıkı kavranır, baş ve işaret parmağı aşırı sıkılır, bilek ve parmaklarda aşırı fleksiyon görülür. Ekstansör tipi daha nadir görülmektedir. Bu tipte ise parmak ya da bilekte ekstansiyon, bilekte ulnar deviyasyona yol açan el pronasyonu, dirsek elevasyonu görülmektedir. Bu iki formun birlikte görüldüğü tipine ise mikst tip denilmektedir. Distoniyi hafifletmek amacıyla kolun abduksiyonu gibi çeşitli kompansatuvar postürler gelişebilmektedir. Tedavideki en etkin yöntem botulinum toksin enjeksiyonu olsa da etkisi diğer distonilere göre daha az yüz güldürücüdür. Etkinliği randomize çalışmalarla gösterilmiştir. Botulinum toksin enjeksiyonu yapılacak kasları seçmek için hasta öncelikle istirahat halinde ve de ara vermeden yazı yazdırılıp gözlemlenir. Non-dominant el ile de yazı yazdırılır ve dominant tarafta ayna distonisi olup olmadığı gözlemlenir. Bunlar sonucunda enjeksiyon yapılacak kaslara karar verilir. Genellikle küçük kaslara enjeksiyon yapıldığından yan etkiyi azaltmak ve etkinliği arttırmak için EMG, elektrik stimulasyon ya da ultrason gibi rehber yöntemlerin kullanılması önerilmektedir. Fleksör tipte

yazıcı krampında sıklıkla enjekte edilen kaslar; fleksör pollucis longus/brevis, fleksör digitorum superficialis/profundus, fleksör carpi radialis/ulnaris ve pronator teres/quadratustur. Ekstansör tipte ise; ekstansör pollucis longus/brevis, ekstansör indicis proprius, ekstansör carpi radialis/ulnaris, ekstansör digitorum communis, abduktör pollucis longustur. Ender olarak daha proksimal kaslara da enjeksiyon yapmak gerekebilmektedir. Fokal el distonisinde onaBoNT-A ortalama başlangıç dozu 25 U olup takip eden 10 yıl içerisinde ortalama efektif doz yaklaşık 50 U' ye kadar yükselmektedir. Tablo 26.7'de sıklıkla enjekte edilen kaslar ve dozları yer almaktadır.

Tablo 26.7: Yazıcı krampında sıklıkla enjekte edilen kaslar ve dozları (Matur Z, 2010' dan modifiye edilmiştir).

	Kaslar	Enjeksiyon Dozu	
		Botox®	Dysport®
Fleksör Tipte	Fleksor pollucis longus	10-20 U	30-50 U
	Fleksor digitorum superficialis	25-50 U	75-150 U
	Fleksor digitorum profundus	20-40 U	60-120 U
	Fleksor carpi radialis	25-50 U	75-150 U
	Fleksor carpi ulnaris	20-40 U	60-120 U
	Pronator teres	20-30 U	60-100 U
Ekstansör Tipte	Ekstansor pollucis longus	10-20 U	30-50 U
	Ekstansor indicis proprius	5-10 U	15-30 U
	Ekstansor digitorum communis	15-25 U	50-75 U

Servikal distoni, boyun kaslarında istemsiz kasılmalarla giden, anormal baş ve boyun postürüne sebep olan ve en sık görülen fokal distonidir. Diğer distonilere oranla ağrının en sık eşlik ettiği distoni türüdür. Tremor da yine sıklıkla eşlik eden bulgulardandır. Duysal hile, servikal distonide sıklıkla eşlik eden duysal bir bulgudur ve burada hasta çene, yüz ya da başın herhangi bir noktasına dokunarak distonik kas kontraksiyonunu engelleyebilmektedir. Duysal hilenin mekanizması tam olarak aydınlatılamamıştır. Servikal distonideki postür bozukluğu sadece servikal omurgayı (-kollis, %20) veya başın servikal omurgaya göre pozisyonunu (-kaput, %20) ya da her ikisini birden (%60) etkilemektedir. Sagittal, koronal ve aksiyel akslardaki yer değiştirmeye göre de farklı şekilde adlandırılmaktadır. Buna göre: tortikaput, başın servikal omurga üzerinde açılanma yaparak sağa ya da sola dönmesine verilen isimdir. Tortikollis ise servikal omurganın kendi içerisinde açılanma yaparak sağa veya sola dönmesine verilen isimdir. Benzer şekilde laterokaput başın servikal omurga üzerinde açılanma yaparak

sağ ya da sol omuza doğru fleksiyon yapmasıdır. Laterokollis ise servikal omurganın kendi içerisinde açılanma yaparak sağ ya da sol omuza doğru fleksiyon yapmasıdır. Anterokaput, başın servikal omurga üzerinde açılanma yaparak öne fleksiyon yapmasına verilen isimdir. Anterokollis ise servikal omurganın kendi içerisinde açılanma yaparak öne fleksiyon yapmasına verilen isimdir. Retrokaput, anterokaputun tam tersi yönünde; retrokollis ise anterokollisin tam tersi yönünde olan kasılmaya verilen isimdir. Ayrıca sagittal planda başın öne doğru kaymasına verilen isim anterior sagittal şift, arkaya doğru sagittal planda kaymasına verilen isim ise posterior sagittal şifttir. Koronal aksta yer değiştirmeye ise lateral şift adı verilmektedir. Her distonik postürün sorumlusu olan primer kaslar ve bu postür sonucunda kasılan kompansatuar kaslar vardır (Tablo 26.8). Bu şekildeki fenomenolojik yaklaşım, servikal distonide primer olarak etkin olan ve BoNT enjeksiyonundan daha çok fayda görecek kasları saptamada büyük önem taşımaktadır. Servikal distonide fenomenolojik yaklaşımın dışında, özellikle yüzeyel kaslar için, hastayı gözlemlerken aktif olarak kasılan kasların bir kısmını görmek ve palpe ederek hipertrofiyi hissetmek, ağrı lokalizasyonunu belirlemek enjekte edilecek kas seçiminde önemli olan bir diğer basamaktır. Kılavuz yöntemlerden elektromiyografi, distonik kasın saptanmasında ve derin kas enjeksiyonlarında önem taşımaktadır. Kılavuz yöntemlerden bir diğeri olan ultrasonun da derin kas enjeksiyonlarında gerek güvenlilik açısından gerekse de yan etki riskinin azaltılması açısından kullanılması önerilmektedir. Uygulanacak dozun miktarı kişiseldir. Her hasta için aynı dozlar uygun olmayacaktır. İlk enjeksiyonda olabilecek en düşük etkin dozlar tercih edilmeli ve doz yanıtına bakılarak daha sonraki dozlar planlanmalıdır. Tablo 26.9'da servikal distonide sıklıkla enjekte edilen kaslar ve uygulanan dozlar gösterilmiştir. Servikal distonide tedavinin hedefi anormal postürü düzeltmek, kasılmaları ortadan kaldırmak, ağrıyı azaltmak, fonksiyonelliği ve yaşam kalitesini arttırmak olmalıdır. Servikal distonide her ne kadar oral medikal tedaviler, fizik tedavi ya da ileri vakalarda cerrahi tedavi seçenekleri yer alsa da AAN tarafından 2008' de hazırlanan kılavuzda kanıt A düzeyinde birinci basamak tedavi seçeneği BoNT olarak belirtilmiştir. Son yapılan çalışmalarla birlikte 2016' da yeni kılavuz düzenlemesinde aboBont-A' nın servikal distoni tedavisinde etkin ve güvenilir olduğu, onaBoNT-A' nın etkin ve güvenilir olması mümkün olduğu, bunlara ek olarak farklı toksin çeşitlerinin etkinlik anlamında birbirine üstünlüğü olmadığı belirtilmiştir. Servikal distonide pratik uygulamaların tartışıldığı bir başka kılavuzda da benzer fikir birliğine varılmıştır. Ek olarak doğru kas tercihinde ve doz ayarlamasında hastanın boyun ve başının pozisyonu, eşlik eden ağrının yeri, kas hipertrofisi ve boyutu temel alınarak karar verilmesi önerilmiştir. En sık görülen yan etkiler disfaji, boyun kas zaafı, enjeksiyon yerinde ağrı ve grip benzeri semptomlardır. Yan etkiler doz bağımlıdır ve sıklıkla toksinin yakın ve uzak bölgeye yayılımı sonucunda ortaya çıkmaktadır. Yan etkileri azaltabilmek için etkin olan en düşük dozun uygulanması, kılavuz yöntem kullanılması, disfaji gelişenlerde

sternocleidomastoid enjeksiyonlarının üst 1/3' lük bölgeye yapılması ve toksin konsantrasyonunun arttırılması önerilmektedir.

Tablo 26.8: Servikal distoninin kolli-kaput sistemine göre alt tipleri ve etkilenen kaslar (Jost WH, 2015' ten modifiye edilmiştir).

Alt Tip	Primer Sorumlu Kaslar	Sekonder Sorumlu Kaslar
Laterokollis	İpsilateral Levator scapula Semispinalis cervicis	İpsilateral Scalenius medius Longissimus cervicis
Laterokaput	İpsilateral Sternocleidomastoideus Trapezius pars descendes	İpsilateral Splenius capitis Longissimus capitis Levator scapula
Tortikollis	İpsilateral Semispinalis cervicis Levator scapula	İpsilateral Splenius cervicis Longissimus cervicis
Tortikaput	Kontralateral Trapezius pars descendens Sternocleidomastoideus İpsilateral Obliquus capitis inferior	Kontralateral Semispinalis capitis pars medius İpsilateral Longissimus capitis Splenius capitis
Anterokollis	İpsilateral Scalenius medius Levator scapula	İpsilateral Longus colli
Anterokaput	Bilateral Longus capitis Levator scapulae	Bilateral Sternocleidomastoideus
Retrokollis	Bilateral Semispinalis cervicis	-
Retrokaput	Bilateral Obliquus capitis inferior Semispinalis capitis Trapezius pars descendes	Bilateral Splenius capitis
Lateral Şift	İpsilateral laterokollis ve kontralateral laterokaput ile ilişkili kaslar	
Sagittal Şift **Anterior Şift** **Posterior Şift**	 Anterokollis ve retrokaput ile ilişkili kaslar Retrokollis ve anterokaput ile ilişkili kaslar	

Tablo 26.9: Servikal distonide sıklıkla enjekte edilen kaslar ve dozları (Albanese A, 2015' ten modifiye edilmiştir).

Kaslar	Görevi	Enjeksiyon Dozu	
		Botox®	Dysport®
Anterior Kaslar			
Longus collis	Fleksiyon (ileri) Hafif rotasyon (ipsilateral)	15-30 U	20-60 U
Longus capitis	Fleksiyon (ileri) Rotasyon (ipsilateral)	5-15 U	20-60 U
Rectus capitis anterior	Fleksiyon (ileri)	2.5-10 U	10-30 U
Sternocleidomastoid	Rotasyon (kontralateral) Tilt (ipsilateral) Sagittal şift (geri) Fleksiyon (ileri)	20-50 U	40-120 U
Lateral Kaslar			
Anterior skalen	Tilt (ipsilateral) Rotasyon (kontralateral) Fleksion (ileri)	5-30 U	20-100 U
Orta skalen	Tilt (ipsilateral) Rotasyon (kontralateral)	5-30 U	20-100 U
Rectus capitis lateralis	Tilt (ipsilateral)	bilinmiyor	bilinmiyor
Posterior skalen	Tilt (ipsilateral) Hafif rotasyon (kontralateral)	5-30 U	20-100 U
Posterior Kaslar			
Splenius capitis	Rotasyon (ipsilateral) Tilt (ipsilateral) Sagittal şift (geri) Ekstansiyon (geri)	40-100 U	100-350 U
Semispinalis capitis	Rotasyon (contralateral) Tilt (ipsilateral) Ekstansiyon (geri)	20-100 U	60-250 U
Trapezius	Omuz elevasyonu Ekstansiyon (geri) Sagittal şift (geri) Tilt (ipsilateral) Rotasyon (ipsilateral ve kontro-lateral destekçi)	25-100 U	60-300 U
Levator scapulae	Omuz ve scapula elevasyonu Tilt (ipsilateral) Rotasyon (kontralateral)	20-100 U	60-200 U
Obliquus capitis inferior	Rotasyon (ipsilateral)	10-20 U	50-80 U
Rectus capitis posterior	Rotasyon (ipsilateral)	2.5-10 U	10-30 U

Blefarospazm, gözlerde istemsiz kasılma ve göz kırpmaya sebep olan, orbicularis oculi kasını ve diğer periorbital kasları tutan fokal distoni türüdür. Servikal distoniden sonra en sık görülen fokal distoni türüdür. Işığa hassasiyet ve göz kuruluğu eşlik edebilmektedir. Bazen kasılma o kadar fazladır ki fonksiyonel körlük ortaya çıkabilmektedir. Botulinum toksini blefarospazmda ilk tedavi seçeneğidir ve 2008 yılında yayınlanan AAN kılavuzunda BoNT tedavisinin blefarospazmda güvenilir ve etkin olduğu bildirilmiştir. En son yapılan düzenlemeler ile 2016 yılı AAN' de blefarospazm tedavisinde onaBoNT-A' nın güvenirlik ve etkinliğinin mümkün, obaBoNT-A' nın güvenirlik ve etkinliğinin muhtemel olduğu ve her iki formülün de etkinliğinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Orbicularis oculi ve corrugator kaslara enjeksiyon yapılır. Her bir göze 15-10 U Botox® veya 45-60 U Dysport® yapılmaktadır. En sık görülen yan etkiler ptoz, lokal hematom ve göz yaşarmasıdır.

Oromandibular distoni, alt yüz yarısı, çene ve dil kaslarında ortaya çıkan istemsiz kasılmalar ile karakterize bir distoni türüdür. Çene kapatıcı, çene açıcı formlarda olabildiği gibi çenede deviasyon da eşlik edebilmektedir. Konuşma, yutma ve çiğnemeyi bozarak yaşam kalitesine etki etmektedir. Hastalar değişen derecede fayda görmüştür. En sıklıkla çene kapatıcı distonide massatere, çene açıcı distonide lateral pterygoidlere ve ek olarak bazen de dil kaslarına enjeksiyon yapılır. Yan etki olarak ağrı, disfaji görülebilmektedir.

Sonuç olarak, servikal distonilerde ve diğer fokal distonilerde botulinum toksin tedavisi ilk seçenektir. Distonide BoNT uygulamalarındaki en önemli noktalardan biri postür bozukluğuna sebep olan primer kaslar ile sekonder kompansatuar kasılan kasları ayırt edebilmek ve yan etki riskini azaltıp etkinliği arttırabilmek amacıyla doğru fonksiyonel ve bölgesel anatomi bilgisi ışığında, gereğinde kılavuz yöntemleri de kullanarak, etkin olan en düşük dozlarla tedavi edebilmektir.

KAYNAKLAR

1. Albanese, A., Bhatia, K., Bressman, S. B., Delong, M. R., Fahn, S., Fung, V. S., Hallett, M., Jankovic, J., Jinnah, H. A., Klein, C., Lang, A. E., Mink, J. W., & Teller, J. K. (2013). Phenomenology and classification of dystonia: a consensus update. Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society, 28(7), 863–873.
2. Albanese, A., Abbruzzese, G., Dressler, D., Duzynski, W., Khatkova, S., Marti, M. J., Mir, P., Montecucco, C., Moro, E., Pinter, M., Relja, M., Roze, E., Skogseid, I. M., Timerbaeva, S., & Tzoulis, C. (2015). Practical guidance for CD management involving treatment of botulinum toxin: a consensus statement. Journal of neurology, 262(10), 2201–2213.
3. Alderson, K., Holds, J. B., & Anderson, R. L. (1991). Botulinum-induced alteration of nerve-muscle interactions in the human orbicularis oculi following treatment for blepharospasm. Neurology, 41(11), 1800–1805.
4. Altenmüller E. (2003). Focal dystonia: advances in brain imaging and understanding of fine motor

control in musicians. Hand clinics, 19(3), 523–xi.
5. Alter, K. E., & Karp, B. I. (2017). Ultrasound Guidance for Botulinum Neurotoxin Chemodenervation Procedures. Toxins, 10(1), 18.
6. Aoki K. R. (2001). Pharmacology and immunology of botulinum toxin serotypes. Journal of neurology, 248 Suppl 1, 3–10.
7. Brainin, M., Norrving, B., Sunnerhagen, K. S., Goldstein, L. B., Cramer, S. C., Donnan, G. A., Duncan, P. W., Francisco, G., Good, D., Graham, G., Kissela, B. M., Olver, J., Ward, A., Wissel, J., Zorowitz, R., & International PSS Disability Study Group (2011). Poststroke chronic disease management: towards improved identification and interventions for poststroke spasticity-related complications. International journal of stroke : official journal of the International Stroke Society, 6(1), 42–46.
8. Charles, P. D., Adler, C. H., Stacy, M., Comella, C., Jankovic, J., Manack Adams, A., Schwartz, M., & Brin, M. F. (2014). Cervical dystonia and pain: characteristics and treatment patterns from CD PROBE (Cervical Dystonia Patient Registry for Observation of OnabotulinumtoxinA Efficacy). Journal of neurology, 261(7), 1309–1319.
9. Chuang, C., Fahn, S., & Frucht, S. J. (2002). The natural history and treatment of acquired hemidystonia: report of 33 cases and review of the literature. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 72(1), 59–67.
10. Coers C. (1959). Structural organization of the motor nerve endings in mammalian muscle spindles and other striated muscle fibers. American journal of physical medicine, 38, 166–175.
11. Cole, R., Hallett, M., & Cohen, L. G. (1995). Double-blind trial of botulinum toxin for treatment of focal hand dystonia. Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society, 10(4), 466–471.
12. Contarino, M. F., Van Den Dool, J., Balash, Y., Bhatia, K., Giladi, N., Koelman, J. H., Lokkegaard, A., Marti, M. J., Postma, M., Relja, M., Skorvanek, M., Speelman, J. D., Zoons, E., Ferreira, J. J., Vidailhet, M., Albanese, A., & Tijssen, M. A. (2017). Clinical Practice: Evidence-Based Recommendations for the Treatment of Cervical Dystonia with Botulinum Toxin. Frontiers in neurology, 8, 35.
13. Crammond D. J. (2011). Neurophysiological mapping of muscle endplate location: precise targeting improves the efficacy of Botulinum neurotoxin injections. Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology, 122(8), 1487–1489.
14. DasGupta, B. R., & Foley, J., Jr (1989). C. botulinum neurotoxin types A and E: isolated light chain breaks down into two fragments. Comparison of their amino acid sequences with tetanus neurotoxin. Biochimie, 71(11-12), 1193–1200.
15. Dressler D. (2000). Electromyographic evaluation of cervical dystonia for planning of botulinum toxin therapy. European journal of neurology, 7(6), 713–718.
16. Erbguth, F. J., & Naumann, M. (1999). Historical aspects of botulinum toxin: Justinus Kerner (1786-1862) and the "sausage poison". Neurology, 53(8), 1850–1853.
17. Evans, D. M., Williams, R. S., Shone, C. C., Hambleton, P., Melling, J., & Dolly, J. O. (1986). Botulinum neurotoxin type B. Its purification, radioiodination and interaction with rat-brain synaptosomal membranes. European journal of biochemistry, 154(2), 409– 416.
18. Fung, V. S., Jinnah, H. A., Bhatia, K., & Vidailhet, M. (2013). Assessment of patients with isolated or combined dystonia: an update on dystonia syndromes. Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society, 28(7), 889–898.
19. Grigoriu, A. I., Dinomais, M., Rémy-Néris, O., & Brochard, S. (2015). Impact of Injection- Guiding Techniques on the Effectiveness of Botulinum Toxin for the Treatment of Focal Spasticity and Dystonia: A Systematic Review. Archives of physical medicine and rehabilitation, 96(11), 2067–78.e1.

20. Huttner W. B. (1993). Cell biology. Snappy exocytoxins. Nature, 365(6442), 104–105.
21. Jedynak, P. C., Tranchant, C., & de Beyl, D. Z. (2001). Prospective clinical study of writer's cramp. Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society, 16(3), 494–499.
22. Jost, W. H., & Tatu, L. (2015). Selection of Muscles for Botulinum Toxin Injections in Cervical Dystonia. Movement disorders clinical practice, 2(3), 224–226.
23. Kruisdijk, J. J., Koelman, J. H., Ongerboer de Visser, B. W., de Haan, R. J., & Speelman, J.D. (2007). Botulinum toxin for writer's cramp: a randomised, placebo-controlled trial and 1-year follow-up. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 78(3), 264–270.
24. Lance JW, Feldman RG, Young RR, et al. Spasticity: disorder of motor control. Chicago, IL: Year Book Medical; 1980, p. 485-94.
25. Lapatki, B. G., van Dijk, J. P., van de Warrenburg, B. P., & Zwarts, M. J. (2011). Botulinum toxin has an increased effect when targeted toward the muscle's endplate zone: a high- density surface EMG guided study. Clinical neurophysiology : official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology, 122(8), 1611–1616.
26. Lungu, C., Karp, B. I., Alter, K., Zolbrod, R., & Hallett, M. (2011). Long-term follow-up of botulinum toxin therapy for focal hand dystonia: outcome at 10 years or more. Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society, 26(4), 750–753.
27. Matur Z, Parman Y. (2010). Yazıcı krampının A tipi Botulinum toksini ile tedavisi. Nöropsikiyatri Arşivi, 47 Özel Sayı: 27-9.
28. Nalysnyk, L., Papapetropoulos, S., Rotella, P., Simeone, J. C., Alter, K. E., & Esquenazi, A. (2013). OnabotulinumtoxinA muscle injection patterns in adult spasticity: a systematic literature review. BMC neurology, 13, 118.
29. Parman Y, Matur Z. (2006). Botulinum toksini ile yüz uygulamaları: hemifasiyal spazm ve blefa-rospazmın tedavisi. Nöropsikiyatri Arşivi,43(1-4): 24-26.
30. Reichel G. (2011). Cervical dystonia: a new phenomenological classification for botulinum toxin therapy. Basal Ganglia, 2011, 1:5–12.
31. Saitou, K., Masuda, T., Michikami, D., Kojima, R., & Okada, M. (2000). Innervation zones of the upper and lower limb muscles estimated by using multichannel surface EMG. Journal of human ergology, 29(1-2), 35–52.
32. Sheehy, M. P., & Marsden, C. D. (1982). Writers' cramp-a focal dystonia. Brain : a journal of neurology, 105 (Pt 3), 461–480.
33. Simpson, D. M., Gracies, J. M., Graham, H. K., Miyasaki, J. M., Naumann, M., Russman, B., Simpson, L. L., So, Y., & Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology (2008). Assessment: Botulinum neurotoxin for the treatment of spasticity (an evidence-based review): report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology, 70(19), 1691–1698.
34. Simpson, D. M., Hallett, M., Ashman, E. J., Comella, C. L., Green, M. W., Gronseth, G. S., Armstrong, M. J., Gloss, D., Potrebic, S., Jankovic, J., Karp, B. P., Naumann, M., So, Y. T., & Yablon, S. A. (2016). Practice guideline update summary: Botulinum neurotoxin for the treatment of blepharospasm, cervical dystonia, adult spasticity, and headache: Report of the Guideline Development Subcommittee of the American Academy of Neurology. Neurology, 86(19), 1818–1826.
35. Simpson L. L. (1981). The origin, structure, and pharmacological activity of botulinum toxin. Pharmacological reviews, 33(3), 155–188.

36. Simpson L. L. (1984). The binding fragment from tetanus toxin antagonizes the neuromuscular blocking actions of botulinum toxin. The Journal of pharmacology and experimental therapeutics, 229(1), 182–187.
37. Sławek, J., Madali ski, M. H., Maciag-Tymecka, I., & Duzy ski, W. (2005). Frequency of side effects after botulinum toxin A injections in neurology, rehabilitation and gastroenterology. Polski merkuriusz lekarski : organ Polskiego Towarzystwa Lekarskiego, 18(105), 298–302.
38. Truong D. (2012). Botulinum toxins in the treatment of primary focal dystonias. Journal of the neurological sciences, 316(1-2), 9–14.
39. Tsui, J. K., Bhatt, M., Calne, S., & Calne, D. B. (1993). Botulinum toxin in the treatment of writer's cramp: a double-blind study. Neurology, 43(1), 183–185.
40. Wissel, J., Kabus, C., Wenzel, R., Klepsch, S., Schwarz, U., Nebe, A., Schelosky, L., Scholz, U., & Poewe, W. (1996). Botulinum toxin in writer's cramp: objective response evaluation in 31 patients. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 61(2), 172–175.
41. Wissel, J., Ward, A. B., Erztgaard, P., Bensmail, D., Hecht, M. J., Lejeune, T. M., Schnider, P., Altavista, M. C., Cavazza, S., Deltombe, T., Duarte, E., Geurts, A. C., Gracies, J. M., Haboubi, N. H., Juan, F. J., Kasch, H., Kätterer, C., Kirazli, Y., Manganotti, P., Parman, Y.,Tieranta, N. (2009). European consensus table on the use of botulinum toxin type A in adult spasticity. Journal of rehabilitation medicine, 41(1), 13–25.
42. Woldag, H., & Hummelsheim, H. (2003). Is the reduction of spasticity by botulinum toxin a beneficial for the recovery of motor function of arm and hand in stroke patients?. European neurology, 50(3), 165–171.
43. Yelnik, A. P., Simon, O., Parratte, B., & Gracies, J. M. (2010). How to clinically assess and treat muscle overactivity in spastic paresis. Journal of rehabilitation medicine, 42(9), 801– 807.
44. Yoshimura, D. M., Aminoff, M. J., & Olney, R. K. (1992). Botulinum toxin therapy for limb dystonias. Neurology, 42(3 Pt 1), 627–630.

Erişkin Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Botulinum Toksin Uygulamaları Sonrası Rehabilitasyon Yaklaşımları

27

Prof. Dr. Nilüfer Çetişli Korkmaz, Dr. Öğr. Üyesi Tuba Can Akman

GİRİŞ

Tonus bozukluklarına yönelik planlanacak olan değerlendirmeler ve tedavi yaklaşımları, zaman içinde değişen önceliklere uyum sağlayacak ve uzun süreci içerecek şekilde çok yönlü perspektifte olmalıdır. Botulinum neurotoxin (BOTOX) enjeksiyonu farklı erişkin nörolojik hastalıklardaki tonus bozukluklarının tedavisinde standart tedavi olarak kabul edilen farmakolojik bir yaklaşımdır. BOTOX uygulamasının başarısı, tonus artışı olan kasların belirlenmesinin ve büyük oranda enjeksiyonu yapan doktorun deneyiminin yanı sıra erken dönem başlayan, yoğun ve kapsamlı fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına bağlıdır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları BOTOX enjeksiyonunun etkisini arttırmakta, daha etkili ve uzun süreli sonuçların elde edilebilmesini sağlamaktadır. Tonus bozukluğu ile birebir mücadeleyi hedefleyen bu kapsamlı yaklaşım sonucunda artmış motor fonksiyonun yanı sıra "normalleştirme" ile beyin reorganizasyonu sağlanabilmektedir. BOTOX uygulaması sonrasında tolerans sınırları doğrultusunda zorluk ve şiddet düzeyi tedrici olarak arttırılan yoğun tekrarlı fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları fonksiyonel yeteneği geliştirecektir. Germe uygulamaları (örn. statik germe, ortez, seri alçılama) eklem mobilitesini antagonist kasın kuvvetlendirilmesi ve eğitimi (örn. kuvvetlendirme egzersizleri ve elektrik stimülasyonu) fonksiyonel yetenekleri arttırdığı için ve de yeniden eğitim (örn. nörofizyolojik yaklaşımlar, biofeedback ve kısıtlayıcı-zorunlu hareket tedavisi) tonus bozukluğu olan bireyin toplumda kendi algı düzeyini artırdığı için tonus bozukluğu olan bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında yer alması gereken köşe taşlarıdır.

Tonus bozukluğu ile mücadele programının ve BOTOX uygulamasının etkinliğini araştıran çalışmalar, fizyoterapist ve doktorların ortaklaşa paylaştığı karar-verme

modelini ve biopsikososyal modeli destekleyen değerlendirmeleri ve kombine uygulamaları detaylı olarak açıklamalıdır. BOTOX ile fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının uygulanmasında homojenliği sağlayabilmek amacıyla farklı merkezler ve multi-disipliner gruplar tarafından, farklı endikasyonlar ve farklı strateji kombinasyonları açısından, fikir birliği ile oluşturulan algoritmalar geliştirilmelidir.

İnme, Multipl Skleroz (MS), travmatik beyin/medulla spinalis yaralanması, servikal (CD) ve diğer distoniler (oromandibular, lingual, fokal ekstremite, vb.), blefarospazm (göz kapağı seğirmesi), hemifasyal spazm, tremor, tikler, spazmodik disfoni, tardif diskinezi, Parkinson Hastalığı ve Multi Sistem Atrofisi gibi farklı erişkin nörolojik hastalıklardaki ve üst motor nöron sendromlarındaki tonus bozukluklarının tedavisinde standart bir tedavi olarak kabul edilen Botulinum neurotoxin (BOTOX) tedavisinde tercih edilen toksin tipi BOTOX-A'dır. Diğer bazı oral ilaçlarda görülen merkezi sinir sistemine olan yan etkilerinin olmaması nedeniyle beyin hasarı sonrasında lokal ve hedefe yönelik tedavi yaklaşımıdır. Spastisitenin fonksiyonu bozduğu kaslara odaklanılması ve tonus artışından fayda görebilecek kasları zayıflatmaması nedeniyle özellikle motor fonksiyona uygun bir yaklaşımdır. Beyin hasarı sonrası akut dönemde doğal iyileşmeyi baskılayabileceği için kullanımı nadir olmakla birlikte subakut ve kronik dönemde spastisitesi olan üst motor nöron sendromu olan bireylerde ise sıklıkla kullanılmaktadır. Tekrarlı tedavi ve uzman bir doktor tarafından uygulanması gerekliliği ise limitasyonları olarak kabul edilmektedir. Diğer limitasyonları ise, uygun uygulama zamanlaması, dozajı, uygulama alanı ve tekniği, olası yan etkileri, elde edilen etkilerin durasyonu, rehabilitasyon planlarındaki ve hastanın yaşam kalitesindeki önemi ile ilgili ortak bir görüş birliğinin olmamasıdır. En önemli ortak görüş ise yukarıda belirtilen her tonus bozukluğu olan nörolojik vakalarda BOTOX enjeksiyonlarının fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ile birleştirilmesi gerektiğidir.

Spastisite bireylerin ayakta durmasına ve yürümesine yardım etse de, genellikle ciddi rahatsızlıklar oluşturmaktadır. Çünkü kas spazmlarını ve ağrıyı arttırabilir, yürüyüşü etkileyebilir, kişisel bakımı güçleştirebilir ve bağımsızlığı engellemektedir. Erişkin bireylerde görülen nörolojik hastalıklarda açığa çıkan semptomların tonus artışına bağlı olarak daha da yoğunlaşması ve de nörolojik hastalık tanısı almış bireyin bireysel imajının azalması engellilikle sonuçlanabilmekte ve bireyin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Spastisite için önerilen antispastik ilaçlar, fiziksel ajanlar ve cerrahi yöntemler gibi mevcut tedavi seçeneklerinin bazı limitasyonları mevcuttur. Oral antispastik ilaçlar kısa süreli ve sınırlı düzeyde etki sağlamasının yanı sıra genel zayıflık gibi bir yan etkiye sahiptir. Cerrahi yönetmeler ise seçili vakalarda sınırlı bir etkiye sahip olmakla birlikte geri dönüşsüz olması ise en büyük problemdir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları haricinde güvenli ve kolay ulaşılabilir bir tedavi ne yazık ki şuanda mevcut olmamakla birlikte, BOTOX enjeksiyonu spastisitede kullanı-

lan kullanışlı bir terapatik bir alternatiftir ve hatta günümüzde etkili bir tedavi ajanı olarak kabul görmektedir.

BOTOX tedavisinin başarısı, hem tonus artışı olan kasların belirlenmesi ve hem de tedavisi açısından ele alındığında, büyük oranda enjeksiyonu yapan doktorun deneyimine ve yeteneğine bağlı olmakla birlikte enjeksiyon açısından sınırlı sayıda klinik kılavuzlar mevcuttur. Fizyoterapi ve rehabilitasyonun BOTOX'un etkisini arttırabildiği ve kombine olarak kullanımı önerilmektedir. Hasta tarafından iyi tolere edilmesi ve yan etkilerinin çok sınırlı olması nedeniyle fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları spastisite tedavisi için önemli bir komponenttir. Nörofizyolojik yaklaşımlar, kuvvetlendirme, germe, splint/ortez kullanımı, soğuk ve elektrik stimülasyonu ise sıklıkla kullanılan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarıdır. Bununla beraber, bir sistematik literatür incelemesinde yardımcı terapi olarak tanımlanan fizyoterapi ve rehabilitasyonun etkinliği üzerine dikkatli yorumların yapılması gerektiği ve bu sonuçları doğrulamak için yüksek kalitede klinik çalışmaların gerekli olduğu belirtilmektedir. BOTOX tedavisi sonrası uygulanması gereken fizyoterapi ve rehabilitasyon programının başarısını belirleyen faktör ise memnuniyet verici sonucun ve tedavi hedefin ne olduğunun belirlenmesinde hasta, doktor ve fizyoterapist arasında ortak fikir birliğine varılmasıdır.

BOTULİNUM TOKSİN ENJEKSİYONU SONRASI REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARINDA KULLANILAN DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Fizyoterapi ve rehabilitasyon açısından amaç ve hedefleri şekillendirmede gerek değerlendirme yöntemlerine ve gerekse de uygulama yöntemlerine karar verirken hastanın tercihlerine öncelik verilmelidir. Özellikle uygun klinik tanı ve BOTOX tedavisi öncesi yapılacak değerlendirmeler önem taşımaktadır. Hastalıklara özgü geliştirilmiş birçok ölçek mevcut olup, genel ölçekler de kullanılabilmektedir. Oranlama ölçekleri hem ilk değerlendirme ve hem de periyodik değerlendirmeler ile hasta hakkında zaman içinde elde edilebilecek gelişmeleri kayıt altında tutmak ve karar vermek için kullanılmalıdır. Ancak bu ölçekler, BOTOX tedavisini etkilemek için değil tedavinin etkinliğini ve değişiklikleri göstermek için geliştirilmiştir. Gerek BOTOX uygulaması ve gerekse de fizyoterapi ve rehabilitasyon programı uygulaması öncesinde ve sonrasında yapılacak değerlendirmelerin yanı sıra 4-6 hafta sonrasında da yeniden değerlendirme yapılmalıdır. Hastaların birçoğunda ise düzenli ve tekrarlı enjeksiyonu içeren uzun süreli tedavi gereklidir. Klinik cevaba, subjektif cevaplara ve de fonksiyonel duruma göre, takip değerlendirme seansları arasındaki süreye karar verilmelidir. Bu nedenle hem enjeksiyon öncesi ve hem de enjeksiyon sonrası hastaların iyi gözlemlenmesi gerekmektedir. Gerek BOTOX enjeksiyonu öncesi, gerek sonrası ve gerekse de takip amaçlı

değerlendirmelerde kullanılabilecek fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri aşağıda belirtilmiştir. 3-6 ayda bir yapılması önerilen tekrarlayan enjeksiyon planlaması için ise bireyin ilk tedaviye cevabı değerlendirilmeli ve takip eden enjeksiyonlar için ise şunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

1- Cevabın ehemmiyetinin klinik kanıtı,
2- Diğer kasların enjeksiyona dâhil edilip edilmeyeceği,
3- Etkinlik konusunda hastanın algısı ve cevabın süresi,
4- Yan etkilerin şiddeti ve durasyonu.

BOTOX tedavisinin yan etkilerini de ele alan değerlendirmeler ile olası olumsuz sonuçların saptanması ve yeniden tedavi planının şekillendirilmesi sağlanabilecektir. BOTOX uygulamasının en sık karşılaşılan yan etkileri ise kas zayıflığı, enjeksiyon bölgesinde ağrı ve nezle benzeri semptomlardır. Yan etkiler dozla ilişkili olmakla birlikte toksinin komşu veya uzak bölgelere yayılımına da bağlıdır. Komşu kaslara toksinin yayılması veya difüzyonu enjeksiyon tekniğine, uygulanan doza, konsantrasyona ve enjeksiyonun hacmine bağlı olduğu için yan etkiler bu kapsamda da ele alınmalıdır.

Tonus artışı olan bireylerde sadece fiziksel veya algısal ölçümler değil, bozukluk, katılım ve yaşam kalitesini etkileyen yeti yitimine yönelik hastanın bakış açısı da değerlendirmelere eklenmelidir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından tanımlanan İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması (International Classification of Functioning, Disability and Health [ICF]) sağlık durumlarının ve müdahalelerin etkisini anlamada çok yönlü biyopsikososyal yaklaşımdır. Özellikle yaşama katılıma ve yaşam kalitesine yönelik sorunların anlaşılmasında geniş bir bakış açısı sağlamaktadır. BOTOX tedavisinin özellikle psikososyal sonuçları, bireyin değişen ihtiyaç ve hedeflerini anlamak ve de cevap verebilmek için, devamlılık gerektirmektedir. Örneğin, ilk enjeksiyon öncesi ve sonrası değerlendirmeler optimal enjeksiyon parametrelerini saptamak ve ayarlamaları yapabilmek için yoğunluklu olarak fiziksel semptomlar ile deneyimlenen yan etkiler üzerine odaklanmalıdır. BOTOX tedavisine yönelik olarak bireyden makul düzeyde öngörülebilir ve kabul edilebilir cevap elde edildiğinde ise kompansatuar stratejiler, yaşama katılım ve yaşam kalitesi hedefleri gibi diğer psikososyal sorunlara daha fazla odaklanılması gerekmektedir.

Hastanın BOTOX tedavisinin başarısını nasıl değerlendirdiği ve daha sonraki enjeksiyonlara nasıl karar vereceğini anlamak için BOTOX enjeksiyonlarının sonuçlarının çok yönlü ve detaylı olarak irdelenmesi gerekmektedir. Mevcut ve ileriki BOTOX tedavilerini şekillendirmek için aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

1- Hastanın deneyim ve beklentilerini ile doktorun ve fizyoterapistin klinik bilgilerini harmanlayan paylaşımcı karar verme modeli çerçevesinde değerlendirme yöntemlerine karar verilmesi ve sonuçlar hakkındaki bilginin kullanımı,

2- Sonuç ölçümlerine hastalığa ve bozukluğa özgü fiziksel, kişisel ve sosyal yaklaşımları kapsayacak şekilde çok yönlü değerlendirmeleri dâhil etmek,
3- Tedavinin maddi ve manevi yüküne yönelik değerlendirmeleri ele almak,
4- Bireyin zamana içinde değişen önceliklerini, beklentilerini ve ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak devamlılık gösterecek şekilde psikososyal sonuçları değerlendirmek.

Kas Tonusu

1980'lerde BOTOX uygulamasının etkinliği gösterildiğinden bu yana hem Nöroloji Derneği Avrupa Federasyonu (European Federation of Neurological Societies - EFNS) hem de Amerikan Nöroloji Derneği (American Association of Neurology - AAN) tarafından birinci sırada A seviye öneri ile tonus artışının tedavisinde hızla kabul görmüştür. Literatürdeki sistematik incelemelerde BOTOX uygulamasının distonik semptoların ve ağrının azaltılmasında en etkili yöntem olduğu belirtilmektedir.

BOTOX tedavisi açısından en önemli nokta doğru ve primer kasın seçilmesidir. Dozaj ise bireye özgü olarak karar verilmektedir. Bu aşamada hastanın ekstremitesinin/ekleminin ve postüral pozisyonu, ağrının lokalizasyonu, kas hipertrofisi ve kas boyutu incelenmelidir. Optimal konsantrasyon, motor birimlerin ve enjeksiyonların sayısı kaydedilmelidir. Basit vakalarda, klinik değerlendirmede ve kas tonusunu derecelendirmede aşağıdaki hususlar önemlidir.

1- Kompansatuvar aktiviteye karşılık birincil kas tonusu artışı olan kasın belirlenmesi.
2- Dominant hareketi yapan, klinik olarak hiperaktif ve ağrılı olduğu için enjeksiyon yapılacak kasların değerlendirilmesi.
3- Postür ve postüral hareketlerin 3 boyutlu düzlemde incelenmesi.
   - Oturma pozisyonunda dinlenirken (aynı zamanda gözler kapalı)
   - Aktivasyon ve deaktivasyon görevlerini gerçekleştirirken (yürüyüş, ayakta durma, aktif direnç, parmak burun testi, kol tutma testi vb. gibi…)
4- Hangi yönde baş/boyun ve ekstremiteler spontane ve kolayca hareket ettirilebiliyor ve hangi yönde hareket sınırında direnç/azalma var gözlenmesi.
5- Antagonist tutumunun/kompansatuvar manevranın gözlenmesi.
6- Palpasyon ile ağrı, kontraksiyon ve gerginliğin gözlenmesi.
7- Karmaşık ve net olmayan vakalarda, elektromiyografik (EMG) analizlerin kullanılması.
8- Derin kasların enjeksiyonu için EMG ve ultrasonun kullanılması.
9- Enjeksiyon öncesi ve sonrası klinik değerlendirmenin video analizi ile yapılması.

Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları ve de BOTOX uygulamalarını ele alan literatürdeki çalışmalarda kas tonusunu, derecesini ve değişimlerini değerlendirmek

için genellikle Modifiye Ashworth Skalası (Modified Ashworth Scale [MAS]), Tardieu Skalası, Wartenburg Pendulum Testi ve normal eklem hareketi (NEH) kullanılmıştır. Klonus Skoru'nda özellikle ayak bileğindeki klonus ve tonus artışını belirlemek için 5 dereceli sistem kullanılır. 0 klonus olmadığını belirtirken, 1 klonusun 1-4sn.de, 2 klonusun 5-9sn.de, 3 klonusun 9-15sn. arasında ve 4 ise klonusun 15sn.den daha fazla sürede sonlandığını ifade eder. Geniş çaplı bir değerlendirme yapmak için kullanılan Spastisite Kapsamlı Değerlendirme Ölçeği'nde (Global Assessment of Spastisity Scale) hastanın tedaviye cevabının bağımsız değerlendirmesi için 9 puanlık ölçek kullanılır. 0 ile değişmediğini ifade eden noktadan, +4 ile semptomların tamamen ortadan kalktığını veya -4 ile ciddi kötüleşmenin olduğunu ifade eden noktaya olan değişim ele alınır. Literatürdeki birçok çalışmada kas tonusundaki değişiklikleri değerlendirmek için MAS'ın yanı sıra hijyene ve fonksiyonelliğe yönelik ölçekler ve Engellilik Değerlendirme Ölçeği (Disability Assessment Scale) de kullanılmıştır. Engellilik Değerlendirme Ölçeği'nde bireyin hijyeni, giyinmesi, ekstremite pozisyonu ve ağrısı fonksiyonel bozukluk açısından değerlendirilir. 0 engellilik yok, 1 hafif (fark edilebilir ancak normal aktivitelerini etkilemez), 2 orta derecede (normal aktiviteler için artmış çaba ve/veya yardım) ve 3 şiddetli engellilik (normal aktiviteler limitlenmiş) olarak tanımlanır.

Distonik kaslar, fizyolojik aktivasyon paternlerinin temelinde saptanabilir. Ancak, antagonist kasların fizyolojik olmayan ko-aktivasyonu da distoninin anahtar görünümlerinden biridir. Bunun yanı sıra, kompansatuar kas aktivitesini ve önleyici postürleri saptayabilmenin zorluğu diğer bir problemdir. Dar bir pencerede gerçekleştirilen klinik yaklaşım, distonik dahiliyetin derecesinin saptanmasına izin vermez. Gerek tanının kesinleştirilmesi ve gerekse de BOTOX uygulaması başta olmak üzere uygulanacak tedavi yaklaşımlarının EMG eşliğinde gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir. Elektromiyografik aktivitenin uzun süreli kaydının yapılması distonik ve kompansatuar kas aktivitesi arasındaki ayrımın yapılabilmesini sağlar.

Distonide sonuçları ve ilişkili distonik ağrıyı yansıtan sübjektif skorlama yöntemlerinden ayrı olarak Tsui Ölçeği (Tsui Scale), Toronto Batı Spazmotik Torticollis Oranlama Ölçeği (Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale [TWSTRS]) ve Burke- Fahn- Marsden Ölçeği (Burke- Fahn- Marsden Scale) gibi çeşitli objektif distoni oranlama ölçekleri tanımlanmıştır. Bu ölçeklerin dezavantajı ise tedavilerin dinamiklerini (örn., terapatik etkinin oluşması ve etkinin azalması için geçen süre) her zaman tanımlayamamalarıdır.

Fasyal paralizili bireylerde istemli hareketlere eşlik eden anormal istemsiz hareketlerle ilişkili olan sinkinizesi ve spazmları değerlendirmek ve yüz kaslarının katılımını derecelemek için House-Brackman Skalası'nın yanı sıra Fasyal Dereceleme Sistemi (Facial Grading System) kullanılabilir.

Normal Eklem Hareketi

Spastisite, kas ve eklem yapısında biomekaniksel değişikliklere neden olup aktif ve pasif eklem hareketini limitleyebilir. Bu nedenle spastisitenin çok yönlü değerlendirilmesinde aktif ve pasif eklem hareket limitasyonlarının doğru şekilde belirlenmesi gerekir.

BOTOX enjeksiyonu sonrasında bireyler genellikle normal eklem hareketi (NEH) aralığında gelişme ve tonusta azalma gösterirler. Bu iyileşme yaklaşık 4 ay sürmektedir. Gonyometrik ölçümler genellikle kas kısalması ve eklem sertliğini değerlendirmek için fizyoterapistler ve hekimler tarafından sıkça kullanılır. Değerlendirmeden elde edilen sonuçlar, rehabilitasyonun planlanması ve tedavilerin uygun zamanda uygulanabilmesi için klinik karar verme sürecinde kullanılır. Her ne kadar teknolojik ilerlemeler gonyometrik ölçümleri yapmak için bize daha geniş bir yelpazede gelişmiş ekipman sağlasa da, en yaygın olarak kullanılan klinik araçlar hala gonyometre ve daha az ölçüde de inklinometredir.

Gonyometrik ölçümler, kas kısalmasını ve eklem kontraktürünü değerlendiren ve hareket aralığını sınırladığı düşünülen spastisite hakkında fikir veren uygun ve kolay uygulanabilir bir yöntemdir. Pek çok avantaja rağmen, düşük güvenilirlik, tedavi sonuçlarını gösterememe ve manuel olarak hızı kontrol etmedeki zorluk gonyometrik ölçümlerin dezavantajlarından bazılarıdır. Ek olarak, kas tonusunun değişkenliği, NEH'i güvenilir bir şekilde değerlendirmeyi zorlaştırır. Klinik çalışmalar aynı seansta tek eklemli kasların gonyometrik ölçümlerinde 10^0 ve 15^0 arasında ölçüm hatası rapor ederken, bu hatalar seanslar arasındaki ölçümlerde 15^0'yi geçmektedir. Literatürde gonyometrik ölçümlerin güvenilirliği sorgulanmakla birlikte genel düşünce; aktif NEH'nin gözlemlenmesi ve gonyometri veya klinik gözlem kullanarak pasif NEH'nin ölçülmesidir. Aşağıda bazı eklem hareketleri ve kaslar için özel testlerin uygulanması açıklanmıştır;

- ✓ Diz fleksiyonu ile kalça abdüksiyonu (adductor magnus, brevis ve longus kaslarının esnekliği)
- ✓ Diz ekstansiyonu ile kalça abdüksiyonu (gracilis kasının esnekliği),
- ✓ Diz ekstansiyonu ile kalça ekstansiyonu (iliopsoas kaslarının esnekliği) ve fleksiyonu (quadriceps femoris kası esnekliği),
- ✓ Kalça fleksiyonu ile diz ekstansiyonu (popliteal açı-hamstring kaslarının esnekliği),
- ✓ Diz fleksiyonu ile ayak dorsi fleksiyonu (soleus kasının esnekliği) ve ekstansiyonda (gastrocnemius kasının esnekliği).

İnklinometre, hem hafif hem de taşınabilir olan gonyometre ile benzerdir ancak daha fazla maliyete sahiptir. Mekanik, universal ve dijital gibi çeşitli tipleri bulunmaktadır. İnklinometrelerin kullanımı daha kolaydır, çünkü gonyometrede olduğu gibi hem durağan hem de hareket edebilen parçaların ekstremiteler ile aynı hizada

olmasına ihtiyaç yoktur. İnklinometre ölçümlerinin güvenilirliğine ilişkin bir çalışma yoktur, ancak farklı fizyoterapi ve rehabilitasyon alanlarındaki güvenirliğini değerlendiren birçok makale bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda hem gonyometrenin hem de inklinometrenin kalça hareketini değerlendirmede güvenilir olduğu kanıtlanmıştır. İnklinometrenin gonyometreye göre daha fazla güvenilir ve kullanıcı dostu olması, ölçümlerin çok hızlı bir şekilde yapılmasını sağlayan yeni imkânlar doğurmaktadır. Bununla birlikte, ölçülen açı zemine dik olduğu için, yerçekimi kuvveti kullanılır ve tüm hareketler değerlendirilemez. Kısıtlıklarına rağmen, farklı eklemlerdeki ve hareketlerdeki güvenilirliği konusunda yeni çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca gonyometre ve inklinometre ölçümlerinin karşılaştırılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Ağrı

Tonus bozukluğu genel anlamda ağrıya neden olur. İnme sonrası olguların yaklaşık %30'unda ağrı görülmektedir. Bu durum, inmeden kısa bir süre sonra gerçekleşebilir. Kas ve eklem ağrısı, baş ağrıları ve karıncalanma inme sonrası karşılaşılan ağrı tiplerindendir. Ana ağrı tiplerinden bazıları ise omuz ağrısı, santral ağrı, şişmiş eller ve baş ağrılarıdır. İş ve psikososyal fonksiyonu etkileyen faktörler, özellikle de ağrı, tonus bozukluğu olan bireylerin tedavi için arayış içinde olmalarına sebep olmaktadır. Ancak, spastisite ile ilişkili ağrının patojen mekanizması henüz tam olarak belirlenememiştir. Bir hipotez, uzun ve anormal kas kasılmalarının veya inen motor yollar ile tonik aktivasyonun kasların kompresyonuna neden olacağı ve/veya büyük miktarlarda oksijen tüketebileceğini savunmaktadır. Böylece kas, iskemik koşullar altında kontraksiyon gerçekleştirir. İskemik kasılmalar ile bradikinin, prostaglandin ve potasyum iyonları serbest bırakılır ve fleksör refleksi aktive eden veya koruyan grup IV kas nosiseptörleri aktive olur. Enflamatuar olan bu maddeler, kasın daha fazla refleks spazmına yol açar. BOTOX enjeksiyonu, asetilkolinin kolinerjik sinir terminallerinden salınmasını bloke eder, kas gerginliği ve hedef kastaki spazmları azaltır ve nöromusküler bileşkede birincil etkilerini gösterir. Dahası, BOTOX uygulaması, ekstrafuzal kas lifleri gibi intrafuzal kas lifleri üzerine de etki eder. Bu nedenle BOTOX uygulaması, kastaki etkilerini nöromüsküler iletimi doğrudan azaltarak ve ek olarak spinal refleks mekanizmalarının dolaylı inhibisyonu ile sağlar. Her iki mekanizma da kas tonusunun azalmasına ve dolaylı olarak da ağrının azalmasını sağlar. Ancak, hem üst hem de alt ekstremitedeki spastisite ile ilişkili ağrıların tedavisinde kanıt düzeyi düşüktür. Güncel bir sistematik derlemede, hemiplejik bireylerin omuz ağrısı için BOTOX enjeksiyonunun 1 ve 3. aylarda etkili olmadığı gösterilmiştir.

Üst ekstremitede spastisite ile ilişkili ağrıyı değerlendirmede; görsel analog ölçeği, sayısal derecelendirme ölçeği ve çeşitli sözel derecelendirme ölçekleri kullanılmakta-

dır. Alt ekstremitede spastisite ile ilişkili ağrı açısında kalça adduktör spastisitenin ve MS'te ağrının etkilerini inceleyen bir çalışmanın değerlendirme yönteminde görsel analog ölçeği ile dört noktalı bir sözel derecelendirme ölçeği kullanılmıştır.

Tonus bozukluğu olan bireyler ortezlerini giymekte zorlanmakta ve ortez kullanımları ağrıya sebep olduğu için ortezin doğru (örn. giyim süresi, ortez içinde uzvun pozisyonu…) ve efektif kullanımı gerçekleştirilememektedir. Bu nedenlerden dolayı, ağrı ile ilişkili olarak ortez veya cihaz kullanımına bağlı olarak gelişen ağrı da değerlendirilmelidir. Bu amaçla kullanılan Ortez Giyme Ölçeği'nde (Brace Wear Scale) klinik inceleme ile değerlendirme yapılır (A, ortez gerekli değil; B, ortez rahat; C, ortez tolere edilemiyor).

Günlük Yaşam Aktiviteleri ve Fonksiyonellik

Mevcut sonuçlar, erken BOTOX tedavisinin, hipertonisiteyi ve ağrıyı azaltmayı iyileştirmek için yararlı olabileceğini ancak işlevsel olmadığını göstermektedir. Bireyselleştirilmiş nöro-rehabilitasyon tedavi eşliğinde, BOTOX enjeksiyonunun erken uygulanması, inme sonrası spastisitenin zamanında iyileşmesine, daha fazla engelliğin önlenmesine, fonksiyonelliğin artmasına ve günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığın ve etkinliğin artmasına katkıda bulunabilir. Günlük yaşam aktivitelerini (GYA) değerlendiren testler sayesinde spastisitenin etkisi dolaylı olarak anlaşılabilir. Üst ekstremite hareketleri için; koordineli el ve parmak hareketleri, çok yönlü kullanım, sinerjistiklik, kararlılık ve esneklik özellikleri gereklidir. Bu nedenle spastisitenin üst ekstremite fonksiyonlarına olan etkisini değerlendirmede çok yönlü beceri düzeyinin incelenmesi gereklidir. Çalışmaların çoğunluğunda (%72), birden fazla üst ekstremite değerlendirme ölçütü kullanmıştır (Tablo 27.1). Motor Aktivite Günlüğü'nün (Motor Activity Log [MAL]) ve Wolf Motor Fonksiyon Testi'nin (Wolf Motor Function Test [WMFT]) birlikte kullanımı; benzer şekilde Fugl-Meyer Testi'nin (Fugl-Meyer Test [FMT]) Hareket Araştırma Kol Testi (Action Research Arm Test [ARAT]) ile kullanımı daha çok sıklıktadır. FMT, çalışmalarda %36'lık kullanım oranıyla en çok tercih edilen ölçüt olmuştur. FMT sıklıkla MAL, WMFT ve ARAT ile birlikte kullanılmaktadır. MAL, bireylerin günlük yaşamın etkilenen üst ekstremite aktiviteleri sırasında nasıl hissettikleri konusunda bilgi veren bir değerlendirmedir. ARAT, el ve parmak fonksiyonlarını ve kavramayı ölçer. Zamanlanma, fonksiyonel kabiliyet ve güç parçalarını içeren WMFT, tamamlayıcı ICF-aktivite alanında üst ekstremite fonksiyonu hakkında bilgi sağlar. FMT, ARAT ve MAS, tavan ve taban etkilerinin bulunduğu sıralı ölçeklerdir. Kutu ve Bloklar Testi (Box and Blocks Test [BBT]) ve Dokuz Delikli Peg Testi (Nine Hole Peg Test [NHPT]) gibi zamana karşı kavrama performansı testleri, genellikle orta derecede etkilenmiş inme tanılı bireylerde daha iyi güvenirlik sunar.

Benzer şekilde WMFT ve Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi (Jebsen-Taylor Hand Function Test [JTHFT]), hafif-orta dereceli engelli bireyler için daha uygundur.

Kantitatif alt ekstremite motor değerlendirme yöntemleri büyük ölçüde yürüyüş analizi ile sınırlandırılmıştır. Yürüyüş analiz sistemlerinde çok kanallı EMG, kameralar ve sensörler kullanılır. Böylece fonksiyon sırasında farklı kas grupları detaylı incelenip, açığa çıkan kuvvet ve eklem açılarının ölçülmesi sağlanır. Ayrıca yürüyüş sırasında vücut ağırlığının dağılımı hakkında, adım uzunluğu, yürüyüş hızı ve kadans gibi yürüme parametreleri hakkında bilgi verir. BOTOX enjeksiyonu sonrası yürüyüşü değerlendiren çalışmalarda, hem dinamik ayak bileği dorsi fleksiyonunda hem de duruş ve salınım fazında iyileşme gözlemlemiş, diz ekstansiyonunun arttığı, plantar fleksiyonun azaldığı, adım uzunluğunu arttığı ve ilk temasta gelişme sağlandığı bulunmuştur.

Tablo 27.1. Fonksiyonelliği belirlemek için kullanılan ölçüm araçları.

AMAT	Kol Motor Yetenek Testi (Arm Motor Ability Test)
ARAT	Hareket Araştırma Kol Testi (Action Research Arm Test)
BBT	Kutu ve Blok Testi (Box and Block Test)
BI	Barthel İndeksi (Barthel Index)
CAHAI	Chedoke Kol ve El Aktivite Envanteri (Chedoke Arm and Hand Activity Inventory)
CMSA	Chedoke-McMaster İnme Değerlendirmesi (Chedoke-McMaster Stroke Assessment)
EQ-5D	EuroQol-5D (EuroQol-5D)
FAT	Frenchay Kol Testi (Frenchay Arm Test)
FIM	Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (Functional Independence Measurement)
FMT	Fugl-Meyer Testi (Fugl-Meyer Test)
JTHFT	Jebsen-Taylor El Fonksiyonu Testi (Jebsen-Taylor Hand Function Test)
MAL	Motor Aktivite Günlüğü (Motor Activity Log)
MAS	Modifiye Ashworth Skalası (Modified Ashworth Scale)
MI	Motrisite İndeksi (Motricity Index)
NHPT	Dokuz Delikli Peg Testi (Nine Hole Peg Test)
RMA	Rivermood Motor Değerlendirme (Rivermead Motor Assessment)
WMFT	Wolf Motor Fonksiyon Testi (Wolf Motor Function Test)
TUG	Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up&Go Test)
6MWT	6dk Yürüme Testi (6-Minute Walk Test)
10MWT	10 Metre Yürüme Testi (10-Meter Walk Test)

Kas tonusu bozukluklarının değerlendirmesinde son zamanlarda kabulü giderek artan bir diğer uygulama ise hasta günlükleridir. Farklı kas tonusu bozuklarında kullanıma sunulan birçok hasta günlüğü mevcut olup, ortak özellikleri bireyin probleminin yanı sıra probleminin, semptomlarının ve uygulanan tedavilerin günlük yaşam aktivitelerine ve fonksiyonelliklerine olan etkilerini algılamasına odaklanmalarıdır. Kalem kağıt yönteminin yanı sıra online ve hatta akıllı telefon uygulamalarında hastandan birebir yaşadıkları anda veya gece yatmadan önce yazmaları veya puanlamaları istenir.

Yürüyüş ve Denge

Hemiparezi, anormal pasif ve aktif antagonist kas direnci ile ilişkili olarak mobiliteyi bozabilir. Kronik hemiparezili bireyler yürüyüş hızlarını düşük plato seviyesinde sabitlerler, ki bu sürdürülebilir toplum içi ambulasyon için yeterli değildir. Yavaş yürüyüş hızı ve toplum içinde ambule olamama ise önemli bir sağlık sorununu ve sağlık durumundaki artmış kötüleşmeyi yansıtmaktadır. Yapılan literatür taramamızda çalışmalarda gerek BOTOX uygulamaları (örn. kaslar, doz…) ve gerekse de fizyoterapi ve rehabilitasyon programları açısından bir standardizasyonun olmamasının yan sıra uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon programları hakkında detaylı bilginin verilmemiş olduğu hastaların "kapsamlı rehabilitasyon programı"na alındığının vurgulandığı saptanmıştır. Bu kısıtlılıklara rağmen literatürdeki birçok çalışmada BOTOX enjeksiyonları fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri ile birlikte uygulandığında ayakta durmada ve yürüyüşte olumlu gelişmelerin kaydedildiği ve ileriki çalışmalara gerek duyulduğu belirtilmektedir. Sonuç ölçümleri için ise 10m Yürüme Testi (10-Meter Walk Test [10MWT]), Zamanlı Kalk Yürü Testi (Timed Up&Go Test [TUG]), 6dk Yürüme testi (6-Minute Walk Test [6MWT]), gözlemsel yürüyüş analizi, ayağın yerle tam teması ve normal eklem hareketi gibi değerlendirme yöntemlerinin yanı sıra farklı ölçeklerden, videolu yürüyüş analizine ve EMG analizlerine kadar geniş perspektifte değerlendirme yöntemleri kullanılabilmektedir (Tablo 27.1). Denge ve yürüyüşe yönelik özel testlerden önce MAS, Tardieu Skalası gibi ölçekler ile spastisitenin şiddetinin derecelendirilmesi 36 Maddelik Kısa-Form Sağlık Araştırması (36 Item Short-Form Health Survey [SF-36]) ve Avrupa Yaşam Kalitesi (European Quality of Life [EQ-5D]) anketleri gibi anketlerin de kullanılması fonksiyonelliğe ve de yaşam kalitesine olan yansımaların incelenebilmesi için gereklidir.

Alt ekstremite fonksiyonelliğine odaklanan çalışmalarda sıklıkla 10MWT kullanılmaktadır. Sadece yürüme hızını kaydedilmesinin yanı sıra video analiz yöntemleri ile yürüyüşün kinetik ve de kinematik analizleri de yapılabilmektedir. 10MWT'de bireylerin yardımcı cihazla veya yardımcı cihazsız 10m yürümeleri için gerekli olan süre kaydedilerek değerlendirilir, ancak özellikle öncesi ve sonrası değerlendirmelerin aynı

koşullar altında yapılmasına dikkat edilmelidir. Bayram S ve arkadaşları düşük doz BOTOX enjeksiyonunun ve elektrik stimülasyonun etkisini araştırdıkları çalışmalarında katılımcıların ortez ve yardımcı cihaz kullanımını sorguladıktan sonra spastisitenin şiddetini aktif ve pasif NEH, MAS, Klonus Skoru ve Spastisitenin Global Değerlendirme Skalası (Global Assessment of Spasticity Scale) ile belirlemişlerdir. Yürüyüşe olan etkisini ise 10MWT ile değerlendirmişlerdir.

MS tanılı bireylerin yaklaşık 2/3'ü spastisiteden yakınırken, yaklaşık yarısı orta veya şiddetli spastisite derecelerinin olduğunu belirtmektedir. IAB-Hareket Bozuklukları için İnterdisipliner Çalışma Grubu (IAB-Interdisciplinary Working Group for Movement Disorders), MS'teki spastisitenin tedavisinde BOTOX enjeksiyonunun kullanımını araştırmak için çalışma kolu oluşturmuştur. Literatürde 3 randomize kontrollü, 11 gözlemsel, 2 vaka raporu, 35 derleme ve 1 klinik kılavuz olduğunu, klinik incelemelerin yanı sıra sıklıkla MAS olmak üzere hijyen ve ağrı skoru, spazm frekansı, fonksiyonel ve yürüyüş testleri, Rivermead Mobilite Indeksi (Rivermead Mobility Index), Repty Fonksiyonel Indeks (Repty Functional Index) ve yan etkilerin değerlendirmede ele alındığını saptamışlardır.

Yaşam Kalitesi

Kas tonusu artışı olan bireylerde anormal hareketlerin veya postürlerin aşikâr olduğu distonik semptomların yanı sıra, sıklıkla fonksiyonel engellilik, ağrı ve bozulmuş propriosepsiyonu içeren diğer duyusal bozukluklar ve bazen de depresyon ve/veya anksiyete de görülmektedir. Kas tonusu artışına bağlı olarak gelişen ikincil bulgular azalmış çalışma yeteneğine, sosyal açıdan damgalanmaya, kişisel hijyeni içeren günlük yaşam aktivitelerinde, sosyal fonksiyonda ve yaşam kalitesinde bozulmaya neden olabilmektedir. Bu anlamda literatürde birçok ölçek bulunmakla birlikte mevcut hastalık, bozukluk ve yeti yitimine yönelik uygun olanı seçilmelidir.

Yaşam kalitesini doğrudan değerlendiren bu ölçeklerin yanı sıra Hasta Günlüğü kullanımı da önerilmektedir. Hasta günlüğü ile bireyin, kastaki aşırı aktivite ile tetiklenen problemleri farkına varması ve tedaviyi daha iyi değerlendirmesi sağlanmaktadır. Bu ise her bir hasta için daha uygun tedavi hedeflerinin oluşturulmasını ve sonuçta daha yüksek yaşam kalitesini sağlayacaktır. Bunun yanı sıra hasta, fizyoterapist, iş-uğraşı terapisti ve doktor arasında daha sıkı bir işbirliğinin oluşması ile ortak hedef ve tedavi başarısı elde edilir. Biering-Sørensen B ve arkadaşları tarafından WHO-5'in yanı sıra WHO-QoL BREF'i temel alan BOTOX uygulaması ile spastisite tedavisi için hasta günlüğü uygulaması geliştirilmiştir.

BOTOX uygulaması ucuz bir tedavi yöntemi olmadığı için hastaların yaşam kalitesine olan etkisi dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. MAS ile saptanan spastisite şiddetindeki azalma fonksiyondaki gelişmeye eş değer olmayabilir. Barthel İndeksi gibi ölçekler de her bireyin engellilik düzeyindeki değişikliklere hassas olamamakta-

dır. Standardize ev videoları hastaların klinik ortam dışında ve kendi ortamlarında bizzat gözlemlenebilmesini sağladığı için yaşam kalitesi değerlendirmelerinde faydalıdır ve güvenilir bir yöntemdir.

Psikososyal Durum

Farklı hastalıklarda BOTOX uygulamasının psikososyal sonuçlarının, disfonksiyon ve de psiko-emosyonel durumun derecesi ile zayıf ilişkisinin bulunduğu, bu durumun literatürdeki sonuç ölçümlerinin farklı formlarda olmasından kaynaklandığı vurgulanmaktadır. Literatürdeki, BOTOX enjeksiyonlarının etkilerini bireyin bakış açısı ile ele alan değerlendirmelerde anekdot raporları, günlük, literatürde kayıtlı olan ve/veya olmayan oranlama ölçekleri ve çok çeşitli anketler kullanılmıştır. Literatürdeki bu yöntemlerin kullanılmasının yanı sıra, hastanın zaman içinde değişen önceliklerine uyum sağlayacak şekilde uzun süreci içeren değerlendirmeler ile fiziksel, kişisel ve sosyal sorunları içeren çok yönlü değerlendirmeleri ve fizyoterapist ve doktorların ortaklaşa paylaştığı karar-verme modelini destekleyen değerlendirmeleri içeren psikososyal sonuç ölçümleri planlanmalıdır. Bunun yanı sıra hastaya ve hastanın ailesine, uygulanacak fizyoterapi ve rehabilitasyon, BOTOX enjeksiyonu ve diğer tıbbi tedavi yöntemleri hakkında uygun bilgilendirme yapılması kas tonusu bozuklukları gibi kronik durumlarda önemlidir. Çünkü tedaviye karar vermede kullanılacak bu değerlendirme ve tedavi yöntemleri hakkındaki bilgiler hasta, doktor ve fizyoterapist için hem spesifik, hem ilişkili, hem de anlamlı olacaktır. Hasta destek grupları da bu anlamda önemli bir rol oynamaktadır. Sosyal destekler bireye mevcut sosyal yardımlar hakkında bilgi almalarını sağlayabilir.

Hasta/Hekim/Fizyoyterapist/Bakıcı Memnuniyeti & Yükü

Bakım verme güçlüğü; yaşlı, kronik hastalığı ve yetersizliği olan bireye ya da bir başkasına bakım vermede aile üyesinin zorlanması, gerilmesi, baskı altında hissetmesi ya da yük altına girmesi olarak tanımlanmaktadır. Bakım verme güçlüğü, bakım verme ile ilişkili olarak fiziksel, psikolojik, emosyonel, sosyal ve ekonomik sorunlar olmak üzere çok boyutlu bir tepkidir. Fiziksel yorgunluk ve bakım verenin sağlığının kötüleşmesi, depresyonda ve anksiyetede artışa neden olabilmektedir. Kronik hastalığı olan bireye bakım verme, sosyal ve kişiler arası problemlere de yol açmaktadır. Bakım verme nedeni ile ekonomik güçlük de yaşayabilmektedirler. Bakım verenlerde vücut fonksiyonları ve yapılarının değerlendirilmesinde fiziksel ve psikolojik yapıda meydana gelen değişikleri tanımlayan motor, duyusal ve emosyonel durum ile ilişkili değerlendirmeler kullanılabilir. Değerlendirmeler standardize ölçüm yöntemleri, yüz yüze yapılan görüşmelerde sunulan yapılandırılmış sorular ve telefon aracılığı ile yapılan yapılandırılmamış sorular ile elde edilebilir (Tablo 27.2).

Tablo 27.2. Bakım verme güçlüğünü belirlemek için kullanılan ölçüm araçları.

Ölçek	Yazar ve Yılı	Faktörler/ Boyutlar	Madde Sayısı	Derecelendirme	Çevrildiği Diller
Bakım Verme Yükü Ölçeği (Zarit Burden Inventory [ZBI])	Zarit ve Bach. 1980	Sağlık, psikolojik iyilik, finansal, sosyal yaşam, hastasıyla olan ilişki	22	Beşli likert: "0" (asla), "4" (her zaman)	İngilizce Türkçe İspanyolca Çince Japonca Fransızca
Bakım Verenin Stres İndeksi (Caregiver Strain Index [CSI])	Robinson. 1983	İşsizlik, finansal, fiziksel, sosyal, zaman durumu	13	"Evet" -"Hayır"	İngilizce Türkçe
Bakım Veren Reaksiyonu Değerlendirmesi (Caregiver Reaction Assessment [CRA])	Given vd. 1992 Stommel vd. 1992	Bireysel iyilik, aile desteğinin yokluğu, finans ve sağlık üzerine etkileri	24	Beşli likert: "1" (kesinlikle katılıyorum), "5" (kesinlikle katılmıyorum)	İngilizce Japonca Almanca Norveçce Korece
Bakım Verenlerin Yükü Envanteri (Caregiver Burden Inventory [CBI])	Novak ve Guest. 1989	Zaman-bağımlılık, gelişimsel, fiziksel, sozyal, duygusal durum	24	Beşli likert: "0" (hiç tanımlamıyor), "5" (çok tanımlıyor)	İngilizce Türkçe
Memorial Semptom Değerlendirme Ölçeği (Memorial Symptom Assessment Scale [MSAS])	Portenoy vd. 1994	Sıklık, ciddiyet ve hasta semptomlarının distresi	24	Dörtlü likert	İngilizce
Bakım Veren İhtiyaçları Ölçeği (Caregiver Demands Scale [CDS])	Stetz. 1987	Hijyen bakımı, hareket ve konfor, tedavileri, denetlemesi, dinlenmesi, yeni becerilerin elde edilmesi	46	Beşli likert:"1" (hiçbiri zor değil), "5" (çok zor)	İngilizce
Bakım Verme Değerlendirme Ölçeği (Appraisal of Caregiving Scale [ACS])	Oberst ve Lawton. 1989	Zarar/kayıp, tehdit, mücadele ve yararına ilişkin yük	72	Beş dereceli ölçüm: "1" (hiç doğru değil), "5" (çok doğru)	İngilizce
Bakas Bakım Verme Etki Ölçeği (Bakas Caregiving Outcomes Scale [BCOS])	Bakas. 1994	Genel sağlık, finansal iyilik, fiziksel fonksiyon, enerji seviyesi ve yaşamdaki roller	15	Yedili likert :-3 (1); +3 (7) (pozitif- negatif)	İngilizce Türkçe

Spastisitesi olan inmeli bireylerin bakıcıları ve toplumu üzerindeki yükü %20-40 arasındadır. İnme geçirenler, günlük yaşam aktivitelerini ve sağlıkla ilgili yaşam kalitelerini yerine getirme becerilerinde azalma yaşamakta, spastisitenin ortaya çıkması da, fiziksel ve duygusal olarak bakım verenler üzerinde artan bir yüke neden olmaktadır. Bakıcıların hastaya karşı sorumlulukları, tıbbi bakımı sağlamadaki, düşmelerden korumadaki ve günlük yaşamdaki diğer görevlerinin yanı sıra beslemeye ve hijyene yardımcı olmaları, diğer aile bireylerine ve kendilerine karşı sorumlulukları da bu yükü artırmaktadır. Spastisitesi olmayan inmeli bireyler ile karşılaştırıldığında, inme sonrası spastisitenin mevcudiyeti sosyoekonomik yükü açısından sağlık bakım maliyetlerinde 4 kat artışa neden olmaktadır. Bu nedenle, inme sonrası spastisiteyi azaltmak önemlidir. Sonuç olarak, inme geçiren kişilerin yaşadığı spastisiteyi ve engellik düzeyini azaltan etkili spastisite mücadelesi ile bireyin sağlıkla ilişkili yaşam kaliteleri artırılabilecek ve bakım verenlerin yükü ise azaltılabilecektir.

Ekstremite spastisitesinin başarılı bir şekilde tedavi edilmesi ile bakım verenlerin yükünün azaltılması konusunda yapılan çalışma az sayıdadır. BOTOX uygulamasının, orta ve şiddetli üst ekstremite spastisitesine sahip uzun süreli bakım gerektiren bireylerde bakım yükünü önemli ölçüde azalttığı gösterilmiştir. Bunun nedeni ekstremite spastisitesindeki azalma ve etkilenen koldaki eklem hareket alanında iyileşmenin etkisidir. Ciddi bilişsel bozukluk ve günlük yaşam aktivitelerine bağımlılık, bakıcı yükünün önemli bir göstergesidir. İletişim kuramayan ve tamamen bağımlı bireylere bakım verenlerin yükü, hastaların ekstremite spastisitesi ve kontraktürleriyle ciddi bir şekilde artmaktadır. Bakıcı yükü dolaylı olarak hastaların yaşam kalitesini yansıtır. Bireysel olarak uyarlanmış BOTOX tedavisinin hijyen, kesme ve giydirme gibi görevler için bakıcı yükünü iyileştirdiği de gösterilmiştir. Bakıcı yükündeki azalmanın BOTOX uygulaması sonrası 2. haftada belirgin olduğu ve en az 12 hafta devam ettiği belirtilmektedir.

BOTOX tedavisinden sonra spastisitenin azalmasına bağlı olarak motor fonksiyondaki iyileşme konusunda tartışmalar olsa da, klinisyenler, hastalar ve bakıcılar için memnuniyet oranı çok yüksektir. Aslında, spastisite durumunda, sadece motor bozukluğunu ve el becerisi kaybını değil aynı zamanda BOTOX enjeksiyonu ile azaltılan ağrı, engelilik ve rahatsızlık duyumları gibi birbiri ile ilişkili klinik fenomenleri de dikkate almak önemlidir. Bu nedenle, BOTOX tedavisinin etkisi, hastanın enjeksiyondan sonraki klinik sonuçlar hakkındaki düşünceleriyle doğrulanarak geniş çaplı olarak değerlendirilmelidir. Çoğu kez, BOTOX enjeksiyonu ile tedavi edilen bireyler, spastisite azalmasında büyük bir fonksiyonel iyileşme olmasa da olumlu bir etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler. Bu öznel duyum muhtemelen ağrı, sertlik ve spastik uzuv ağırlığının azalması ile ilişkilidir. Bu durumlarda, hastanın ve bakım verenlerin hislerini, yaşam kalitesini veya olası yararlarını değerlendirmek için çeşitli sonuç ölçütleri kullanılmalıdır.

Son birkaç yıldır bu konu büyük bir ilgi görmekte ve birkaç çalışma BOTOX uygulamasının, inme sonrası spastisitenin azaltılmasında hastaların, klinisyenlerin ve bakıcıların memnuniyet oranını ele almıştır. [SF-36], WHO tarafından tanımlanan ICF'e göre enjeksiyon öncesi ve sonrası için fiziksel işlevsellik, fiziksel sağlık ve duygusal sorunlara bağlı rol sınırlamaları, bedensel ağrı ve genel sağlık algıları dahil olmak üzere spastisitesi olan bireylerin spesifik öğeler üzerinde gerçek düşüncesini elde etmede uygulanabilir bir ölçek olarak tanımlanmıştır. Bunun yanında Bakım Yükü Ölçeği de geniş kapsamlı etkinlik değerlendirmeyi içermektedir. SF-36'yı kullanan bir çalışmada BOTOX uygulaması sonrası objektif ve subjektif olarak elde edilen motor fonksiyonlara ek olarak bireyin algıladığı sağlıkla ilişkili yaşam kalitesinde önemli bir iyileşme olduğu bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise tersine BOTOX enjeksiyonundan sonra aktivitede iyileşme olmaması, hastaların beklentileri açısından bir başarısızlık olarak görülmüştür.

Genel anlamda, BOTOX uygulaması yapılan bireylerin ortalama %50'si BOTOX tedavisinden memnundur. BOTOX enjeksiyonu yapılan bireylerin memnuniyeti enjeksiyondan hemen önce en düşük seviyede iken BOTOX'un etkisinin en yüksek olduğu dönemde bu memnuniyet düzeyi yükselmektedir.

BOTULİNUM TOKSİN ENJEKSİYONU SONRASI REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARINDA ELE ALINAN FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Literatürdeki kapsamlı çalışmaların en önemli ortak noktası her tonus bozukluğu olan nörolojik vakada BOTOX enjeksiyonlarının fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ile birleştirilmesi gerektiğini vurgulamış olmalarıdır. BOTOX uygulaması intrafuzal kas liflerinin paralize olması ile grup I ve grup II kas afferentlerinin aktivitesini azaltmaktadır. Bu nedenle 3-6 ay sonrasına kadar tonus artışı geri dönünceye kadar antagonist kasın kuvvetlendirilmesi, resiprokal ve fonksiyonel görev odaklı eğitimlerin üstünde durulması önem arz etmektedir. BOTOX uygulamasını içeren fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını takiben özellikle inmeli bireylerde gelişmelerin elde edildiği literatürdeki birçok çalışma ile gösterilmiştir. Bunun yanı sıra, rehabilitasyonun kortikal reorganizasyonu modüle ettiğini ve motor aktivite sırasında santral bağlantılardaki değişiklikleri de fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ile saptayan çalışmalar mevcut olmakla birlikte sınırlı sayıdadır. Özellikle hastaların heterojenliği nedeniyle aynı rehabilitasyon yaklaşımları tüm bireyler için uygun değildir. İnme sonrası BOTOX enjeksiyonu ile tedavinin üst ekstremite fonksiyonu üzerine etkisini ele alan bir meta analizde BOTOX uygulamasının aktiften çok pasif fonksiyonu geliştirmede önemli katkılarının olduğu vurgulanmıştır.

BOTOX uygulaması ile kombine edilmiş farklı fizyoterapi ve rehabilitasyon, iş ve uğraşı yaklaşımlarının ve eğitim stratejilerinin etkilerini ele alan araştırmaların yapılması gerekmektedir.

- ✓ BOTOX uygulamasının üst ektremite spastisitesinin klinik göstergelerini azalttığı açıkça gösterilmektedir: **Seviye I kanıt**.
- ✓ Sadece tonus azalması sağlamaz aynı zamanda fonksiyonel iyileşme gösterir: **Seviye IV kanıt**.
- ✓ Ağrı gibi semptom, pasif fonksiyon (üst ekstremite'nin giydirilmesi, el-dirsek-aksilla hijyeni) ve kozmetik ekstremite pozisyonunda iyileşme: **Seviye I kanıt**.
- ✓ Hijyen, tırnak kesimi ve giyinme gibi bakıcı yükünde iyileşme: **Seviye I kanıt**.

Genç yetişkinlerde en sık görülen nörolojik hastalıklardan birisi olan MS'te hastaların 2/3'ü spastisiteden yakınmaktadır ve bu kişilerin yaklaşık yarısında spastisitenin şiddeti orta-şiddetli dereceler arasındadır. Diğer endikasyonlarının yanı sıra MS'te elde edilebilecek sonuçların arttırılması için BOTOX tedavisi sonrasında fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları uygulanmalıdır. 2017 yılında yayınlanan sistematik derlemede MS'teki spastisitenin semptomatik tedavisi için BOTOX uygulamasının göz önünde bulundurulması ve enjeksiyona ilave uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyonun ek faydalarının bulunduğu vurgulanmıştır. Ancak, özellikle yüksek dozların kullanılması gereken MS tanılı bireylerde BOTOX uygulamasının, MS ile ilişkili yorgunluğu arttırabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Parkinson Hastalığı'nda BOTOX tedavisine cevap verebilecek olan motor semptomlar distoni, kontraktürler, tremor, ağrılı rijidite ve yürüyüşün donması iken, salya artışı, deride aşırı yağlanma, hiperhidrozis, konstipasyon, akalazya ve aşırı aktif mesane motor olmayan semptomlardır.

Erişkinlerde kas tonusu bozukluğuna neden olan, sensorimotor nöral ağların fonksiyon bozukluğu ile ilişkili olarak servikal kasların uygun olmayan kontraksiyonu ile karakterize olan hareket bozukluklarından birisi de CD'dir. Boyun ve başın istemsiz hareketlerine neden olması, tremorun eşlik edebilmesi gibi faktörlerle sonuçta anormal postüre neden olmaktadır. Dolayısıyla, BOTOX kullanılarak sağlanan kemodenervasyon iyi güvenlik ve etkinlik profili nedeniyle CD'nin tedavisindeki köşe taşı yöntemlerden birisi haline gelmiştir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının, CD'de kullanılan farklı tıbbi tedavi seçeneklerine bakmaksızın her durum için tedavi protokolünde yer almasının gerektiği 2015 yılında CD'nin BOTOX enjeksiyonu ile tedavisine yönelik yayınlanan pratik kılavuzda vurgulanmıştır.

Kontraksiyon ve hemifasyal spazm gibi fasyal paralizi sekellerinden birisi olan sinkinezis en sık karşılaşılanıdır ve istemli harekete eşlik eden anormal istemsiz kontraksiyonlar ile ilişkilidir. Fasyal paralizide rehabilitasyonun genel paterni fonksiyonel

profili temel alan hareketin fasilite edilmesi, anormal motor paternlerin inhibisyonu ve kompleks hareket koordinasyon gibi teknikleri içeren genel tedavi yaklaşımlarıdır. Bununla beraber tam iyileşmenin sağlanamadığı zorlu vakalarda nöromusküler eğitimin yanı sıra BOTOX uygulamalarının iyi fonksiyonel ve estetik sonuçların elde edilmesinde etkili olduğu belirtilmiştir.

Fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının tanımının ve içeriklerinin, özelliklerinin ve spesifik tedavi bileşenlerinin tanımlanması için standart sınıflandırma sistemleri kullanılmalıdır. Böylece kanıt sentezinin yapılması, uygulamaların çoğaltılması ve daha geniş uygulamanın belirlenmesi mümkün olur. BOTOX uygulamasının etkinliğini araştıran çalışmalar, katılımcıların aldıkları fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını detaylı olarak açıklamalıdır. Bu tür çalışmalarda sonuçlara katkıda bulunan tedavi faktörlerini araştırmak gereklidir. Öncelikle hedef erişimli ölçekler kullanılmalı ve önerilerin hedefe yönelik tonus bozukluğu yönetimi için elde edilen sonuçlar kıyaslanmalıdır. Farklı merkezler ve multi-disipliner gruplar tarafından BOTOX ve de fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının uygulanmasında homojenliği sağlayabilmek amacıyla farklı endikasyonlar ve farklı strateji kombinasyonları açısından fikir birliği ile oluşturulan algoritmalar geliştirilmelidir.

Nörofizyolojik Yaklaşımlar

İnme rehabilitasyonunda kullanılan nörofizyolojik yaklaşımlar, nörogelişimsel tekniklere ve diğer yaklaşımlara dayanmaktadır (görev odaklı uygulama, motor öğrenme, kuvvetlendirme, postüral farkındalık, denge eğitimi, aerobik ve kondisyon egzersizleri, hareket aralığı artırma, germe, adaptif yada kompansatuar stratejiler ve duyusal eğitim). Odaklanılan temel aktiviteler, giyinme ve beslenme gibi günlük yaşam aktivitelerine ilişkin üst ekstremite kontrolü ve yürüyüştür. Diğerleri ise transfer uygulaması, oturma dengesi, gövde kontrolü ve fonksiyonel hareketliliktir. Yüksek yoğunluklu fizyoterapi ve rehabilitasyon programı, yaklaşık 10 hafta boyunca haftada bir yada üç saatlik seanstan oluşmaktadır. Bu protokol, rehabilitasyon hizmetlerinde spastisite yönetimi için sağlanan bakımdan daha yoğundur. Daha düşük yoğunluklu bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı ise haftada en fazla iki saatlik seanstan oluşmaktadır. Yüksek yoğunluklu fizyoterapi ve rehabilitasyon programı ise günde ortalama 3.2 saattir ve tedavi programının ortalama süresi 11 haftadır. BOTOX tedavisini takiben sonuçların iyileştirilmesinde önemli bir rol oynayan fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına BOTOX enjeksiyonlarından ortlama 14 gün sonra başlanılmalıdır.

Nöral ve fizyolojik yapıların uyarılması yoluyla gerçekleştirilen nöromusküler re-edükasyon tekniklerine nörofizyolojik yaklaşımlar adı verilmektedir. Bobath, Brunnstrom, Todd Davis, Johnstone ve Rood yöntemi gibi yöntemler yaygın olarak kullanılanlarındandır. Bu yaklaşımlar direk spastik kasa yönelmez bunun yerine nor-

mal hareketin geliştirilmesi, postüral stabilitenin artırılması ve normal postürün düzenlenmesini hedef alır.

- ✓ ***Bobath Yaklaşımı;*** fonksiyonu ve katılımı hedefleyen klinik akıl yürütme yaklaşımıdır. Hastalardaki temel problem anormal koordinasyon ile birlikte anormal kas tonusuna ikincil olarak gelişen kuvvet kaybıdır. Bu nedenle motor paternleri değerlendirme ve tedavisinde anahtar noktalar yer alır (temel olarak omuzlar ve pelvis gibi proksimal vücut kısımları ve baş). Anormal hareket paternleri anahtar noktalar kullanarak kontrol edilebilir. Kuvvet ve postüral tonus dağılımı normal hareket paternleri fasilite olduğunda ya da spesifik stimülasyon tekniği kullanıldığında etkilenebilir. Anahtar kontrol noktasından fizyoterapist bütün vücudun hareketini kontrol ederek yönlendirebilir. Bireyin tedavi sürecinde aktif rol alması önemlidir.
- ✓ ***Brunnstrom;*** bireyin mevcut fonksiyonel seviyesi tespit edilip o noktada tedaviye başlanılan bir yöntemdir. Refleks eğitimle birlikte subkortikal seviyeden kortikale doğru ilerlenir. Patolojik reflekler kullanılarak sinerjistik hareketler oluşturulur sonrasında bunlar parçalanarak normal hareket ortaya çıkarılmaya çalışılır. Duyusal uyarı için sıvazlama ve darbeleme kullanılan unilateral bir yaklaşımdır.
- ✓ ***Todd Davis;*** Bobath temelli, unilaterale göre bilateral veya simetrik yaklaşımdır. Bilateral yaklaşımda amaç normal denge reaksiyonlarını geliştirip normal hareketi fasilite etmektir. Mümkün olan en erken dönemde tedaviye başlamak şarttır.
- ✓ ***Johnstone;*** sensorio-motor sistemin fasilitatör ve inhibitör mekanizmaları arasında denge kurmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Erken dönemde anormal paternlerin inhibe edilmesi gerektiğini savunur ve pozisyonlamanın önemini vurgular. Pozisyonlama için geliştirdiği basınç splintleri sayesinde duyu girdisinde artış ve otojenik inhibisyon yolu ile normal hareketi düzenler.
- ✓ ***Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon;*** hareketin beyin tarafından tek tek değil, patern halinde kontrol edildiği prensibinden ortaya çıkan ve diyagonal paternlerin kullanıldığı bir yöntemdir. Sherington tarafından belirlenen spasyotemporal sumasyon, yayılım, indüksiyon ve resiprokal inhibisyon prensipleri ile normal hareketin fasilitasyonu motor öğrenmeyi artırır ve buna ikincil olarak spastisiteyi ve anormal hareket paternlerini azaltır.

Günümüzde, tedavi şekli, sıklığı veya süresi için kılavuzlar yoktur, ancak üst ekstremite spastisite yönetimi için klinik uygulamalar tanımlanmıştır. BOTOX enjeksiyonları ile birlikte fizyoterapi ve rehabilitasyonun yanı sıra fiziksel modalitelerin kullanılmasının spastisiteyi azaltmada ve üst ekstremitede fonksiyonelliğini geliştirmede kalıcı etkilere sahip olabileceğine dair umut verici kanıtlar vardır. Üst ekstremite uygulamalarında BOTOX enjeksiyonlarının fizyoterapi ve rehabilitasyon ile birlikte uygulanmasının, tek başına BOTOX enjeksiyonlarından daha etkili olduğunu gösteren

kanıtlar olmasına rağmen, çalışmaların heterojenliğinden dolayı genellemek zordur. Litertürdeki spastisite yönetimi için uygulanan çoğu fizyoterapi ve rehabilitasyon temelli çalışmalar ne yazık ki küçük randomize kontrollü çalışmalardır. Bu nedenle de, ya düşük genellenebilirliğe sahipler ya da kanıta dayalı uygulamaların oluşturulmasında rehberlik sağlamada bilimsel olarak yetersiz kalabilmektedirler.

Kuvvetlendirme Egzersizleri

Tonus bozukluklarının tedavisinin hedefi zayıflığı (parezis) kötüleştirmeden hareketi arttırmak için motor aşırı aktiviteyi azaltmaktır. Bunun yanı sıra antagonist kas aktivitesini yeniden düzenlemek fonksiyonel kalan gücü meydana çıkartabilir. Spastisiteye yönelik terapatik yaklaşım fonksiyonel hedeflerin kapsamalı ve çoklu disiplinler arası değerlendirmeyi gerektirir. Spastisiteye neden olan akut olay ve kapsamlı hasta yönetimi arasındaki geçen süre ise uzun dönemdeki klinik görünümü etkilemektedir. Başarılı spastisite mücadelesi çoklu profesyonel görev gücünü gerektirir. Tüm medikal ve cerrahi yöntemlerin fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ile kombine edilmesi gerekir; bu nedenle BOTOX enjeksiyonları da solo yaklaşım olarak ele alınmamalıdır. Böylece, sadece lokal olarak spastisiteye odaklanılmaz, ekstremite pozisyonunu ve fonksiyonel yeteneği iyileştirmedeki ve ağrıyı azaltmadaki etki arttırılır.

Yetişkin beyni yaşam boyunca plastisite ve fonksiyonel reorganizasyon kapasitesini korur. İnme ise, yetişkinlerde uzun süreli engelliğe neden olmaktadır. Ağrılı ve engelliğe neden olan spastisitesi olan bireylerde üst ekstremite BOTOX uygulamaları mekanik olarak omuzdaki addüktör tonusu ve/veya dirsek, elbileği ve parmaklardaki tonusu azaltmaktadır. İnme sonrası BOTOX uygulanan bireylerin yeniden fonksiyon kazanabilmesi için ise fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarına yoğun bir şekilde devam edilmesi önem arz etmektedir. Özel tedavi hedefleri, hastanın ve bakımından sorumlu olan kişilerin tercihlerine bağlı olmakla birlikte fonksiyonun geliştirilmesi, pasif/aktif NEH'nin arttırılması, daha iyi hijyen, azalmış ağrı, ekstremite pozisyonunu kontrol edebilme yeteneğinin geliştirilmesi ve giyinmedeki kolaylığın arttırılması üzerine odaklanılmalıdır. BOTOX uygulanan kasta elde edilen paralitik etkiye bağlı olarak kas tonusundaki artış 3-6 ay içinde geri dönünceye kadar özellikle antagonist kasın kuvvetlendirilmesi gerekmektedir. Liratürdeki çalışmalarda kuvvetlendirmeye yönelik farklı fizyoterapi ve yaklaşımları kullanılmakla birlikte iş-uğraşı terapisi, ortez uygulamaları, germeler ve ev programları ile kombine edilen programlar uygulanmıştır. Haftada ortalama 3 gün uygulanan seansların frekansı haftada 1 ile 5 arasında değişebilmektedir. Birebir gözlem ile ortalama 20-80dk arasında uygulanan seansların yanı sıra ev programları ile gün boyu mücadele hedeflenir. Eğitim programları hemiparetik ekstremitedeki fonksiyona odaklanmakla birlikte her iki tarafında katıldığı motor görevleri de içermelidir.

Bergfeldt U ve arkadaşları BOTOX uyguladıkları inmeli bireylerin üst ekstremitelerine yönelik Modifiye Carr Shepard motor yeniden öğrenme programının yanı sıra

kas aktivitesini açığa çıkartmak ve motor kontrol eğitimi için omuz abduksiyonuna, öne fleksiyonuna, ekstansiyonuna ve dirsek ekstansiyonuna odaklanmışlardır. El bileği fonksiyon egzersizleri için ise temelde ekstansiyon, supinasyon ve radial deviasyonu amaçlamışlarken elde objeleri kavrama, bırakma ve manipüle etme gibi majör el fonksiyonlarını geliştirmek için eğitim uygulamışlardır. Aynı zamanda beceri, koordinasyon ve kuvvet için farklı dirençlerdeki terapatik oyun hamuru ile yapılan egzersizleri de içeren programda hastalar günlük aktivitelerinde her iki ellerini de kullanmaları konusunda cesaretlendirilmişlerdir. Spastisite odaklı bu kapsamlı yaklaşımları sonucunda artmış motor fonksiyonun yanı sıra sağ/sol lateralizasyon yönlendirmesinde "normalleştirme" ile beyin reorganizasyonunun sağlanabildiğini kaydetmişlerdir. Ayrıca, fMRI sonuçlarının da tedavi programları sonrasında hasar görmüş beynin nöronal "aşırı aktivite"sinin azaldığını saptamışlardır.

İnme sonrası alt ekstremite spastisitesinin tedavisi için BOTOX uygulamasını kullanan tedavilerin etkinliği EMG ve ultrason gibi enjeksiyona kılavuzluk eden yöntemlerin kullanımına bağlıdır. Patolojiye dâhil olan kaslar yürüyüş gibi fonksiyonel aktiviteler ile ve mümkün ise EMG ve ultrason ile tasdik edilerek belirlenmelidir. Ekinovarus deformitesinin ekin komponentine spastik gastrocnemius/soleus kaslarının yanı sıra tibialis posterior ve diğer uzun parmak fleksörleri sebep olurken varus deformitesine genellikle tibialis posterior kası sebep olmaktadır. BOTOX enjeksiyonu, fizyoterapi ve rehabilitasyon ve splintleme gibi diğer konvansiyonel yöntemler ile birlikte uygulandığında etkili sonuçlar alınır. BOTOX uygulaması spastisiteyi azalttığında, yürüyüş hızını ve mesafesini fasilite eden yeni motor kontrolü öğrenebilmesi için hastanın yürüyüş eğitimine ihtiyacı vardır. Kanıtlar, tolerans sınırları doğrultusunda tedrici olarak arttırılan zorluk düzeyi ile yoğun tekrarlı pratiklerin yürüyüş yeteneğini arttıracağını önermektedir. Ancak, özellikle randomize kontrollü çalışmaların ve yoğunluk, frekans ve durasyonu işaret eden standardize edilmiş fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının düzenlenmesi gerekir.

2012 yılında yayınlanan travmatik beyin hasarı medikal tedavi kılavuzunda eğer spastisite NEH'de, bakım veya günlük yaşam aktivitelerinde ve mobilitede limitasyonu içerecek şekilde bireyin genel fonksiyonlarını yerine getirmesini etkiliyorsa tedavinin mutlaka gerekli olduğu belirtilmiştir. Spesifik tedavi yaklaşımları olarak da BOTOX uygulamasının yanı sıra ortez ve splint, postüral kontrol ve fonksiyonel ve terapatik aktiviteler önerilmiştir. Rehabilitatif terapatik yaklaşımlarının tonus ve spastisiteyi azaltmaktan çok aktif kontrol, kuvvet üretimi ve fonksiyonel kas kullanımı üzerine odaklanması gerektiği savunulmuştur.

Fasyal paralizide görülen sinkinezis paralizi olan tarafta diğer kas gruplarının istemli hareketi ile bir grup mimik kaslarının istemsiz hareketi olarak tanımlanırken, hiperkinezis normal tarafın asimetrik statik ve dinamik hiperaktivitesini tanımlamak için kullanılmaktadır. Sinkinezisin (genellikle orbicularis oculi ve mentalis kasları) ve

de hiperkinezisin (platysma, buccinator ve depressor anguli oris) hedef alanlarını 4-6 ay süre ile geçici olarak paralize eden BOTOX enjeksiyonu, sinaps seviyesinde asetilkolini bloklayarak yüz kaslarının anormal kontraksiyonlarını azaltmaktadır. Son yıllardaki çalışmalar nöromusküler eğitim ve fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları BOTOX uygulamasına eşlik ettiğinde, BOTOX enjeksiyonunun etkinliğinin arttığını, daha iyi ve kalıcı sonuçların elde edildiğini göstermiştir. BOTOX uygulaması nöromusküler eğitim ile birleştirildiğinde, sinkinetik ve hiperkinetik hareketlerin etkisi olmaksızın hareket paternlerini gerçekleştirirken "hedefe odaklanılması" sağlanır. Fasyal paralizin tedavisi kapsamında BOTOX enjeksiyonu sonrası uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon paternleri; hareketleri fasilite edici teknikleri, anormal motor paternlerin inhibisyonunu ve kompleks hareketlerin koordine edilmesini temel almaktadır. Bunlar yavaş ve dereceli hareketlerdir ki bu süreçte birey kendisini gözlemler ve ona göre uygulama hızlarını, açılarını ve gerilimlerini değiştirir. Motor birimlerin katılımını kısıtlamak ve yüz kaslarının izole ve simetrik cevaplarını korumak için hareketler kısa olmalıdır. Alvarao ve arkadaşları 2010 yılında yaptıkları çalışmalarında BOTOX tedavisi ile fizyoterapi ve rehabilitasyon programı kapsamında gerçekten kullanılabilecek olan fonksiyonel kas motor birimlerin katılımına odaklanan Baillet ve Bach-Rita (Wisconsin School) nöromusküler kas re-edükasyonu programını kullanarak beyin plastisitesini ve yeni motor davranışların kazanılmasını amaçlamışlardır.

BOTOX uygulaması sinaptik iletimi sadece geçici olarak engellemektedir. Sinaptik blokajın haricinde yapısal nöronal değişiklikler veya fonksiyonel nöronal bozukluklar saptanamayabilir. Bu nedenle son zamanlarda BOTOX bir nörotoksin olarak değil geçici nöromodülatör olarak kabul edilmektedir. BOTOX kolinerjik nöromusküler iletimin yanı sıra seçilen hedef dokuya bağlı olarak ter bezlerinin, gözyaşı bezlerinin, tükürük bezlerinin ve düz kasların kolinerjik otonomik inervasyonunu da bloklayabilir. Otonomik sinir sisteminin nörolojik bozukluklarında BOTOX uygulamasının etkinliğini ele alan bir derlemede de hipersalivasyon için konuşma terapisi, iş-uğraşı terapisi, fizyoterapi ve davranışsal terapiler BOTOX uygulamasına ek tedavi yaklaşımları olarak önerilmektedir.

BOTOX enjeksiyonunun çizgili kaslar üzerine olan direk etkisinin yanı sıra kas iğciği organının merkeze doğru olan (centripedal) bilgi trafiği üzerine de etkisi mevcuttur. Bu nedenle de distonili hastalarda kullanımı yaygın olup literatürde en çok CD'deki uygulamalar yer almaktadır. Kapsamlı distoni terapisinin çok tabakalı konseptinde antidistonik tedavi kapsamında BOTOX, oral ilaçlar ve cerrahi, destekleyici ilaçlar kapsamında analjezikler ve anksiyolitikler, destekleyici tedavi kapsamında fizyoterapi ve rehabilitasyon yer almaktadır. BOTOX uygulamasının ağır basan etkisi periferal olduğu için fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri ile eksik kalan etkiler tamamlanmalıdır. Germe egzersizleri eklem mobilitesini koruduğu ve arttırdığı, antagonist kasın kuvvetlendirilmesi ve eğitimi fonksiyonel yetenekleri arttırdığı ve de

yeniden eğitim distonik bozukluğu olan bireyin toplumda kendi algı düzeyini arttırdığı için distonili bireylerin fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarında yer alması gereken köşe taşlarıdır. Gevşeme egzersizleri ise distonideki motor iletimin kısır döngüsünü kırmaktadır.

Elektrik Stimülasyonu

Farklı tedavi yöntemlerini kombine ederek, BOTOX tedavisinin maliyetini azaltmak ve etkinliğini arttırmak için yoğun çaba harcanmaktadır. Elektrik stimülasyonu ile BOTOX uygulamasının etkinliğinin arttırılabileceği fikri ilk olarak hayvan çalışmaları ile öne sürülmüştür. Literatürde, inme sonrası bireylerin üst ve alt ekstremite spastisitelerinde hem klinik hem de fonksiyonel kazanımların elde edilmesinde elektrik stimülasyonu ile kombine edilen BOTOX tedavilerinin sadece BOTOX enjeksiyonlarına göre daha etkili olduğu bildirilmiştir. Elektrik stimülasyonu ile toksin emiliminin artmasına bağlı olarak muhtemelen terminal sinir sonlarında aktivite arttığı için BOTOX'un paralitik etkileri hemen başlamaktadır. BOTOX enjeksiyonunun etkinliğini arttırmak ve dozajını düşürmek için toksin emilimi ile terminal sinir sonu aktivitesi arasındaki ilişkiye dikkat edilmelidir. Spastisiteden etkilenmiş kaslar daha az aktif olduğu için hastalar enjeksiyon yapılan ekstremitelerini kullanmalılar ve enjeksiyon sonrası yoğun fizyoterapi ve rehabilitasyon almalılardır. Bu mümkün olmadığında ise, tedavi edilen kasa elektrik stimülasyonu ile terminal sinir sonları suni olarak aktive edilmelidir. Mevcut protokole göre elektrik stimülasyonu, enjeksiyondan 3 gün sonra 3sn.lik atım serileri (20H, 0.2msn, 50-90mA) 30 dk ve günde 5 kere uygulanmalıdır.

Yeni Zelanda beyaz tavşanları üzerinde yapılan bir araştırmada tekrarlı BOTOX enjeksiyonlarının kas kuvveti, kütleleri ve kontraktil yapıları üzerine olumsuz etkilerinin olduğu, kontraktil yapıların yerini yağ dokusunun aldığını saptamışlardır. Sadece enjeksiyon yapılan tarafta değil enjeksiyon yapılmayan kaslarda da ve karşı tarafta da atrofi ve kas kontraktil yapılarının kaybının olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar, sadece ve tekrarlı BOTOX uygulamaları yerine BOTOX enjeksiyonu uygulamalarının fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları ve özellikle de elektrik stimülasyonu aracılı kuvvetlendirme yöntemleri ile kombine edilmesi gerektiğini göstermektedir. Antagonist kasta atrofi gelişmiş olsa bile sağlam kasa yönelik uygulanan elektrik stimülasyonu yöntemleri tercih edilebilir. Uygulanacak akıma ve tekniğe karar verirken elde edilen kontraksiyon cevabının uygunluğu ve etkinliği, bireyin tolerasyonu ve tercihi, geliştirmek istenilen fonksiyonel hareket ve uygulamanın maliyeti (örn. Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu) göz önünde bulundurulmalıdır.

Sağlıklı iskelet kası uzun süreli artmış aktiviteye yönlendirildiği zaman, çeşitli histokimyasal, fizyolojik ve morfolojik değişiklikler meydana gelir. Elektrik stimülasyonu ile hızlı kasılan kas lifleri yavaş kasılan kas liflerinin biyokimyasal ve fizyolojik karak-

teristiklerini kazanır, laktat çıkışı daha düşüktür ve yorgunluk önemli derecede azdır. Bu amaçla antagonist kasa yönelik olarak alçak frekanslı akımlardan surgelü Faradik akım, Yüksek Voltajlı Kesikli Galvanik Stimülasyon ve Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES) kullanılabilir. Kullanım amaçları ise;

1- Atrofiye uğramış kasların kuvvetlendirilmesi ya da kullanmama atrofisinin minimale indirilmesi,
2- Kasın yeniden eğitiminin fasilite edilmesi,
3- Eklem hareketlerinin korunması ve eklem limitasyonlarının azaltılması,
4- Ekleme ortotik desteğin sağlanmasıdır.

Surgelü Faradik akımı kullanırken yavaş kasılan kaslarda alçak frekans (10-30Hz), hızlı kasılan kaslarda ise yüksek frekans (50-70Hz) tercih edilmelidir. Hasta tarafından daha rahat tolere edilebilmesi ve penetrasyon derinliğinin daha fazla olması nedeniyle tercih edilebilecek olan Yüksek Voltaj Kesikli Galvanik Stimülasyonu'nda kas kontraksiyonu açığa çıkarmak için 30-50Hz arasındaki frekanslar kullanılmaktadır. FES, üst motor nöron lezyonlu bireylerde günlük yaşam aktivitelerinde performansa yardım etmek veya biyomekaniksel bütünlüğü elde etmek için ekleme stabilite ve dolayısıyla fonksiyon sağlamak amacıyla paralize olmuş kasların bütünlüğü ile uyumlu olarak belirli bir düzen içinde aktive etmek amacıyla kullanılır. En sık kullanılan frekans 30Hz olmakla birlikte, amaçlanan fonksiyona, kullanılan kanala (tek/çift/çok kanal) ve kullanılan elektrot tipine (transkütanöz/perkütanöz/implante) göre 20-80Hz arasında uygun bir frekans seçilebilmektedir.

Engelliliğe sebep olan üst ekstremite fokal spastisitesi olan bireylerde BOTOX tedavi seçeneği olarak kabul edilir hale gelmiştir ve dirsek spastisitesi olan yetişkinler için BOTOX enjeksiyonunun kullanımı Avrupa'daki ülkeler tarafından onaylanmıştır. Kas tonusundaki azalma, NEH'de artma, kolay el hijyeni ve giyinme gibi parametreler rehabilitasyon takımı tarafından tanımlanması gereken gerçekçi terapatik hedeflerdir. Hesse ve arkadaşları üst ekstremitede spastisitesi olan bir gruba BOTOX enjeksiyonu ve elektrik stimülasyonu, bir gruba sadece BOTOX enjeksiyonu, bir gruba plasebo BOTOX enjeksiyonu ve elektrik stimülasyonu ve bir gruba da sadece plasebo BOTOX uygulamışlardır. Sadece, kombine (BOTOX enjeksiyonu ve elektrik stimülasyonu beraber) uygulanan grupta ciddi kas tonusu azalması ve kolunu kazağa sokma giyinme aktivitesi gibi görevlerde gelişme sağlandığını kaydetmişlerdir.

Rehabilitasyon yaklaşımları ile birçok hemiplejik hasta farklı ambulatuar seviyelere ulaşabilse de, alt ekstremitelerdeki spastisite ambulasyon için ciddi bir engel oluşturmaktadır. Spastisitenin tedavisinde genel anlamda NEH'i ve mobiliteyi arttırmak, daha iyi fonksiyonel seviye elde etmek ve ortez giyip çıkartmayı fasilite etmek hedeflenmektedir. Spastik düşük ayakta yürüyüşün ve fonksiyonun geliştirilmesi için

BOTOX uygulaması ile FES'in kombine edilmesi etkilidir. Düşük doz BOTOX enjeksiyonunun etkinliğini ele alan Bayram S ve arkadaşları randomize olarak ayrılmış birinci grubun tibialis posterior kasına 100 ünit BOTOX enjeksiyonundan 3 gün sonra her seans 30dk olmak üzere günde 6 kez çift kanallı stimülatör ile alternatif akım, 20 Hz, 200sn, 50-90 mA ve minimal hareket olacak şeklinde elektrik stimülasyonu protokolü uygularken, kontrol grubunda ise herhangi bir akım verilmemiş ve soleus, gastrocnemius lateralis ve medialis ve tibialis posterior kaslarına toplamda 400 ünit BOTOX uygulamışlardır. Yüksek doza göre elektrik stimülasyonu ile kombine olarak uygulanan düşük doz BOTOX uygulaması arasında klinik etkinlik açısında fark olmadığını, fonksiyonel gelişmeler ve hasta memnuniyeti açısından her iki grupta da olumlu sonuçlar elde edildiğini vurgulamışlardır.

Genu rekurvatum olarak tanımlanan duruş fazı sırasındaki anormal diz ekstansiyonu inmeye bağlı olarak hemiparezi gelişen bireylerde sıklıkla karşılaşılan bir yürüyüş anormalliğidir. Medikal (triceps surae kasına BOTOX enjeksiyonu), ortotik cihaz (ayak-ayak bileği ortezi, diz-ayak-ayak bileği ortezi), rehabilitasyon teknikleri (görsel geri bildirimli elektrogonyometrik cihazlar, çok kanallı elektrik stimülasyonu) ve cerrahi yöntemler (aponörotik baldır kası uzatma) gibi farklı tedavi seçenekleri mevcuttur. Peroneal sinire uygulanan FES, bozulmuş ayak bileği dorsifleksiyonunun (örn., düşük ayak) tedavisi için ayak-ayakbileği ortezine (AFO) alternatiftir. AFO'dan farklı olarak ayak bileği eklem mobilitesine ve kas aktivitesine yardım etmektedir. FES, sallanma fazı sırasında düşük ayağı azaltmak için stimülasyonla elde edilmiş kontraksiyonları elde etmek amacıyla kullanılır. Ayak bileği kinematiklerinde, spasyotemporal parametrelerde, yürüyüş simetrisinde, takılmaların önlenmesinde ve denge kontrolünde gelişmeler sağladığı gösterilen FES, spastisitede küçük ama anlamlı gelişmelerin elde edilmesini sağlamaktadır. 2016 yılında yapılan bir çalışmada dinamik ekin ayak ve ilişkili olarak genu rekurvatuma yol açması nedeniyle plantar fleksörlere (gastrocnemius medialis ve soleus kaslarına) intramusküler BOTOX uygulaması sonrasında, topuk vuruşunu restore etmek ve genu rekurvatumu düzeltmek için yüzeyel FES sistemi kullanılmıştır. Ancak yüzeyel peroneal elektrotlar hastanın işteki çalışması sırasında çömelmesini engellediği için common peroneal sinirin motor dalına 4 ayrı elektrotlu implante FES sistemini uygulamışlar. Sadece dorsifleksörleri (örn., tibialis anterior, extansor hallucis longus, extansor digitorum longus, ve peroneus tertius) ve evertörleri (örn., peroneus longus ve brevis) içeren FES atım hızı 20Hz, atım durasyonu 89.25μs, 0.2ms'lik yükselme hızı ile bipolar kare dalga formu ve 1.2 mA akım şiddeti dereceli olarak artıp azalacak şekilde ayarlayarak uygulamışlardır. FES, ilk temas ve sallanma fazı sırasında ayak bileği dorsi fleksiyonunu arttırmak için iyi bir yöntem olmasının yanı sıra, etkinin ayak bileği ve diz eklemlerinde lokalize olduğunu ve proksimal ekstremite kinematiklerinde herhangi bir değişiklik saptamadıklarını belirtmişlerdir.

2012 yılında yayınlanan Sistematik İncelemeler Cochrane Veri Tabanı'nda MS'teki spastisite için BOTOX uygulamasının farmakoljik uygulamalar ile cevap alınamadığında fokal spastisitenin yönetimi için BOTOX enjeksiyonunun farmakolojik bir tedavi seçeneği olarak tercih edildiği belirtilmiştir. Transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), tek veya çoklu disiplinli rehabilitasyon düzenlerinde uygulanması önerilen farmakolojik olmayan tedavi yöntemlerinden birisi olarak bildirilmiştir. Diğer önerilen uygulamalar ise germe, nörogelişimsel tedavi, statik pozisyonlama, ortezler/splintler ve korseler, alçılama, kuvvetlendirme egzersizleri, hidroterapi, buz ile terapi, vibrasyon stimülasyonu (tüm vücut vibrasyonu), EMG biofeedback, tekrarlı trankranial manyetik stimülasyon, terapatik ultrason, devamlı pasif hareket robotikleri, akupunktur, mental deneyimleme ve eğitimsel uygulamalardır.

Biofeedback

Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının temelinde yer alan geri bildirim (feedback) zayıf kasların aktivitesini arttırır, aşırı aktif olan kasların aktivitesini azaltır ve grup kaslarının (agonistler/antagonistler) koordinasyonunu arttırır. Etkili rehabilitasyon hem işitsel, hem görsel ve hem de EMG geri bildirimini temel alır. Çünkü, fizyoterapi ve rehabilitasyon, çoğunlukla hastanın farkındalığını ve aktif katılımını gerektiren bir süreçtir.

Biofeedback uygulaması ile kişi, kendi yeterliliğinin farkında olarak tedavi sürecine aktif olarak katılabilir veya yardımcı olabilir. Nörolojik probleme sahip ve değişken derecede diskinezisi olan bireylerde biofeedback kullanımına dikkat edilmelidir. Sıklıkla tonus artışı olan kasların antagonistlerinde kas aktivitesinde artış hedeflenir. Tonus artışı olan kasların elektrotlarla alınan EMG sinyallerini etkilememesi için elektrotlar mümkün olduğunca birbirine yakın olarak yerleştirilmelidir.

Alvaro MLN ve arkadaşları sinkinezis ve hipertoni fazlarının tedavisinde ağrılı noktaları göz önünde bulundurarak endobuccal mobilizasyon aracılığı ile hipertonusun azaltılmasının temel hedef olduğunu belirtmişlerdir. Gevşeme çalışmaları için ise ayna önünde görsel veya EMG geri bildirimini önermişlerdir. Fasyal paralizi de sıklıkla karşılaşılan sinkinezi ve hiperkinezi için BOTOX uygulamasına eşlik eden nöromusküler eğitim ve görsel geri bildirim sağlayan ayna egzersizleri gibi fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ile BOTOX enjeksiyonunun etkinliği artmakta, sinkineziste olumlu gelişmeler elde edilmekte ve BOTOX enjeksiyonunun farmakolojik yan etkisi sonrası kas dengesizliği ortadan kaldırılabilmektedir.

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (Constraint-Induced Movement Therapy)

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (CIMT), üst ekstremite nörolojik motor bozukluğu olan kişilerde etkilenen üst ekstremitenin "tekrarlı" kullanımını destekleyen bir rehabilitasyon tekniğidir. CIMT uygulamaları, merkezi sinir sistemi yapısında ve fonksiyonunda

önemli nöroplastik değişikliklere yol açmakta ve bu değişiklik tedaviye önemli katkı sağlamaktadır. CIMT, etkilenen üst ekstremitenin kullanım miktarını arttırmak amacıyla şu 3 anahtarı kullanır; sağlam elin hareketinin kısıtlaması, yoğun pratik ve davranışın şekillendirilmesi. Klasik protokol, iki hafta süreyle hastanın sağlam üst ekstremite kullanımını uyanık olduğu zamanın %80-90'ı boyunca kısıtlamayı ve günde en az altı saat etkilenmiş ekstremiteye yoğun motor egzersiz programı uygulamayı içermektedir. Uygulama için 20^0 el bilek ekstansiyonu, 10^0 parmak ekstansiyonu, duyusal ve kognitif bozukluğun olmaması şartları aranır. Egzersiz programı içinde hareketlerin giderek zorlaştırıldığı şekillendirme teknikleri, ince motor beceri ve kas güçlendirme egzersizleri yer almaktadır. Bu yoğun programın uygulanması pratikte çok kolay olmadığından literatürde modifiye CIMT (m-CIMT) adı altında farklı yoğunluk ve sürelerdeki eğitim oluşturulmuştur.

CIMT'nin etkilerininin araştırıldığı çalışmalarda protokollerde belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Tedavilerin tamamında, BOTOX uygulamasına ek olarak kullanılan CIMT'nin tek başına BOTOX enjeksiyonu kullanılmasından daha etkili olabileceğini göstermiştir. Sun ve arkadaşları, BOTOX uygulamasına ek olarak günde 5 saat 12 hafta m-CIMT uygulamasının, tek başına uygulanan BOTOX enjeksiyonuna göre üst ekstremite fonksiyonunun iyileştirilmesinde daha üstün olduğunu göstermiştir. BOTOX enjeksiyonu ve bunu takiben uygulanan m-CIMT'nin kronik inme tanılı bireylerde spastisite ve üst ekstremite motor fonksiyonu üzerine etkisini inceleyen bir çalışmada, BOTOX enjeksiyonunun ardından uygulanan nörogelişimsel tedavi programının daha iyi olduğu gösterilmiş ve uygulanan bu yöntemin faydasının altı ay kadar devam ettiği belirtilmiştir. Bu çalışmada hastalar altı ay boyunca dirsek, el bileği ve parmak spastisitesinde belirgin olarak iyileşmeler göstermiştir. Fakat yapılan meta analiz çalışmasında ise nörogelişimsel tedavi programı ile karşılaştırıldığında m-CIMT'nin kronik inme tanılı bireylerde üst ekstremite motor fonksiyonunu ve spastisitesini iyileştirmede düşük düzeyde bir kanıta sahip olduğu belirtilmiştir.

Sonuç olarak; BOTOX uygulaması ile birlikte fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarını ele alan az sayıda çalışmanın olmasının yanı sıra kullanılan fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemlerinin, dozunun, sayısının ve değerlendirme yöntemlerinin farklı olması nedeni ile BOTOX uygulaması ile kombine kullanılabilecek en etkili fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemi ile ilgili kılavuz bulunmamaktadır.

Germe

Germe programları fizyoterapi ve rehabilitasyonun programlarının önemli bir bileşenidir. Germe ile kas, tendon, konnektif doku, deri ve sinir gibi yumuşak dokulara gerilim uygulanır. Kas germe tekniği ile kasın viskoelastik yapısı artmakta, fonksiyonel hareket için eklem hareket açıklığı korunmakta ve cerrahi girişimlere olan ihtiyacı önlemektedir. Genellikle splintleme, bantlama, ortez ve seri alçılama gibi girişimlerle birlikte kullanılan germe için çeşitli farklı stratejiler kullanılır:

1- Pasif germe (germe başka bir kişi tarafından gerçekleştirilir ve hasta aktif olarak katılmaz);
2- Aktif germe (hasta gerilimi başlatır ve / veya korur);
3- Uzun süreli pozisyonlama (belirli bir kas veya kas grubunun daha uzun süreli gerilmesini sağlamak için pozisyonlama kullanılır).

Germe yapılırken göz önünde bulundurulması gereken hususlar ise;

- ✓ Germe uzun ya da kısa süreli uygulanabilir ancak uzun süreli uygulamalarda spastisetinin hıza bağımlı olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle de spastik kasa germe uygulanırken kasta tonus artışının hissedildiği noktaya kadar yavaş yapılmalıdır.
- ✓ Germe uygulanırken ağrı oluşturulmamalı ve uygulama süresi spastisitenin şiddetine göre ayarlanmalıdır.
- ✓ Hasta kas tonusunda artış olmadan aktif hareket ortaya çıkarabiliyorsa harekete yardımcı olmalı ve hareketin son noktasında kendi kendine germe yapmalıdır.
- ✓ Germe tek bir kas grubuna değil patern halinde pozisyon tercih edilmelidir.
- ✓ Proksimale uygulanan kuvvet daha fazla olup distale doğru azaltılmalıdır.

BOTOX enjeksiyonu ile kombine edilen fizyoterapi ve rehabilitasyonun spastisiteyi azaltmadaki ilgili rolü önemlidir. Özellikle germe egzersizleri enjeksiyon yapılan kasta BOTOX'un nüfuz etmesini arttırabilir, bu da toksinin daha etkili alınımını sağlar, ki bu terminal sinir sonlanması aktivitesi ve toksin alınımı arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Bunun yanı sıra, tekrarlı germe egzersizlerinde BOTOX uygulaması ile eş hareket edilmesi kas kontraktürlerini azaltabilir, etkilenmiş ekstremitedeki spastik kasın yeniden eğitilmesini ve fonksiyonel iyileşmeyi geliştirebilir. Hastalar hareketlerini daha yapabilir hale geldiğinde ise daha az zorluk yaşarlar. Ağrılarının da azalması ile birlikte ruh halleri üzerine olumlu etkisi vardır. MS'li bireylerde spastisiteyi azaltmak için BOTOX enjeksiyonuna ilave uygulanan erken dönem fizyoterapi ve rehabilitasyonun etkili olduğunu belirten randomize kontrollü bir çalışmada MS'li bireyler BOTOX uygulamasını takiben 15 gün boyunca kontraktürleri ve kalıcı kas kısalıklar önlemek amacıyla özel bir programa alınmışlardır. Resiprokal hareketleri ve son noktada kısa aralar ile yumuşak hareketleri içerecek şekilde, enjeksiyon yapılan alanda germe (her bir seans için 40dk) rejimi ve aktif veya pasif egzersizlerin yanı sıra kas uzunluğunu korumak için özel ve düzenli aktivite içerikli fizyoterapi ve rehabilitasyon programı şeklinde erken dönemden itibaren uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyonun BOTOX uygulmasına verilen tüm cevapları arttırabildiği saptanmıştır.

Son yıllarda, fokal spastisitesinin tedavisi için segmental kas vibrasyonu inme sonrası hastaların yanı sıra MS'li bireyler için de tercih edilen yeni bir tedavi seçeneğidir. Mekanik bir cihaz kullanılarak ilgili kasa verilen düşük amplitüd/yüksek frekans vibratör stimülus, kas iğciği primer sonlanmalarını aktive ederek Ia girdilerinin oluşturulmasını arttırır. Segmental kas vibrasyonu ile aktive edilen Ia girdileri, primer motor kortekse

giden intra-kortikal inhibitör ve fasilitatör girdileri modüle ederek kortikospinal yolun uyarılabilirliğini değiştirebilir. Böylelikle monosinaptik refleks uyarılabilirliğini azaltır. Vibrasyon ayrıca, "meşgul hat" fenomenisi ile germe ilişkili afferent girdisini azaltır, Ia deşarjı vibrasyona kitlenir ve sonuç olarak yüksek vibrasyon frekansı (>90Hz) ve Ia liflerdeki yüklenmiş aksiyon potansiyelleri nedeniyle germe indüklü yayılımın iletimini tam olarak gerçekleştiremez. Kas tonusu hem anlık ve hem de uzun süreli olarak azaltılmış olur. Kalıcı olan azalmalar ise vibrasyonun motor kortikal reorganizasyonu sağladığı nörolojik hastalıklarda yürüyüş gibi fonksiyonel aktivitelerdeki iyileşmeyi olumlu etkilediği şeklinde sunulan hipotezleri desteklemektedir. MS'li bireyler ile gerçekleştirilen randomize kontrollü çalışmada BOTOX enjeksiyonu ve segmental kas vibrasyonunun birlikte uygulanmasının kas tonusunu azaltmada çok daha avantajlı olduğu ve kas tonusu azalmasının daha uzun süreli olduğu saptanmıştır. A grubu vibrasyon, B grubu BOTOX uygulaması ve vibrasyon ve C grubu da sadece BOTOX tedavisi alırken, vibrasyon ve/veya BOTOX uygulamalarının yanı sıra tüm gruplara 60dk.lık fizyoterapi ve rehabilitasyon seansı haftada 3 gün 4 hafta boyunca uygulanmış. A ve B grubuna her 6sn'de bir 1sn aralar şeklinde 30dk boyunca 10μm amplitüdlü ve 120Hz'lik frekansta sabitlenen düşük amplitüdlü segmental kas vibrasyonu hedef kasların (rectus femoris, medial ve lateral gastrocnemius) şişkin noktasına tatbik edilmiştir.

Germe tedavisinin hipertonus üzerine etkisini inceleyen çok sayıda çalışma olmasına karşın mevcut çalışmaların metodolojik olarak farklı olması, yeterli güçlere sahip ve randomize kontrollü çalışmalar yapılmaması nedeni ile pasif germenin, aktif germenin ya da terapatik pozisyonlamanın eklem aralığı üzerindeki etkilerine dair güçlü sonuçlara ulaşılamamıştır. Ancak tek başına BOTOX tedavisine göre BOTOX enjeksiyonu ile birlikte kullanılan germenin daha etkin olduğu tespit edilmiştir.

BOTOX enjeksiyonunu takiben yaygın olarak kullanılan yardımcı tedavilerin etkinliğini desteklemek veya reddetmek için yeterli kanıt olmamakla birlikte aşağıda BOTOX uygulaması ile birlikte elde edilen sonuçlar verilmiştir.

- ✓ Enjeksiyonu takiben bir germe programı hipertonusu azaltmak için etkilidir: **Seviye 3 kanıt**.
- ✓ Enjeksiyonla birlikte bantlama veya alçılama pasif hareket aralığını artırmak için etkilidir: **Seviye 3 kanıt**.
- ✓ MAS, NEH ve yürümeyi içeren sonuçlara göre, seri alçılama ve dinamik splintleme etkilidir: **Seviye 2 kanıt (MAS skorunda 1 puan azaltıyor)**.
- ✓ Seri alçılama etkilidir: **Seviye 1. Kanıt**.
- ✓ Bantlama, elektriksel stimülasyon ve germeden daha etkilidir: **Kanıt mevcut değil**.
- ✓ BOTOX enjeksiyonu öncesi veya sonrası alçılama uygulaması NEH'de fark göstermiyor: **Seviye 3 kanıt**.

- ✓ Kısa süreli alçılamanın pasif hareket açıklığı ve ayak bileği kinetiğini geliştirir: **Seviye 3 kanıt**.
- ✓ Yaygın kullanılmasına rağmen splintleme NEH'ni artırmak için kullanılır: **Kanıt yetersizidir**.

Ortezler

Ortezler genel olarak vücut segmentini desteklemek, fonksiyonu geliştirmek, hareketi kısıtlamak veya artırmak, vücut ağırlığının dengeli aktarılması ve kontraktürleri engellemek amacı ile kullanılır. Ortez seçiminde hastanın yaşı, duysal problemleri, kas kuvveti ve fonksiyonelliği önemlidir. Spastisitenin inhibisyonunda çoğunlukla statik ortezler tercih edilir. Statik ortezler ekstremiteyi antispastik pozisyonda tutarak tonusu azaltmaktadır.

Statik splintler; kas kısalmasını veya kontraktürü önlemek için kullanılır. Kademeli olarak NEH artırılır. Dinamik splintleme (DS), bilateral yay yüklü gergi sistemiyle sabit bir kuvvet uygulayan ve böylece eklemi son aralıkta tutan pozisyonlama amacı ile kullanılan bir yöntemdir. DS ile oluşan gerilim, eklemin esnemesine veya uzamasına olanak verir ve böylece cilt bozulmalarının oluşumu ve spazm azaltılır. DS'de sabit bir kuvvet varken statik progresif germede (SPS) sabit bir pozisyon vardır. SPS'de, kontraktürü azalmak için ekstremite belirlenen pozisyonda sabit tutulur bu da deride bozulmalara neden olabilir. DS'de kalibre edilmiş, tekrarlanabilir, çift taraflı gerginlik sistemi kullanılarak düşük yükte, uzun süreli germe ve konnektif dokuda kalıcı uzama sağlanır. Kontraktür kademeli olarak azaldıkça, eklemin son açıda kalması için gerekli kuvvet artar. Bu modalitenin 16 kg/cm'den 125 kg/cm'ye kadar değişebilir tork ayarları vardır, bu da bireyin ekstremitesinin büyüklüğüne ve spastisitenin derecesine göre ayarlama olanağı sağlar. Dirsek fleksör kontraktürün azaltılmasında ve NEH'nin korunmasında dinamik splintlemenin önemini gösteren randomize kontrollü bir çalışmada; yaş ortalaması 52 olan 30 bireye BOTOX uygulaması sonrası dirsek ekstansiyonu DS kullanılmış ve gerilim her 2 haftada bir artırılmıştır. 14 haftalık uygulama sonrasında dirsek ekstansiyonundaki aktif hareket değişimi kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur (%33.5'e karşılık %8.7). MAS skorları ise çalışma grubunda %9.3'lük iyileşme göstermiştir.

BOTOX enjeksiyonunun spastisite, eklem hareket açıklığı ve üst ekstremite fonksiyonlarına olan etkisini 3 aylık süre için inceleyen bir çalışmada; 39 inmeli bireye splint ya da BOTOX enjeksiyonu ile volar-dorsal el bileği splinti ve BOTOX enjeksiyonu kombine olarak uygulanmış, her iki grupta da NEH, MAS ve Fugul Meyer değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel fark olmamasına rağmen kombine uygulama yapılan grubun dirsek ve bilek spastisitesinde ve üst ekstremite fonksiyonunda belirgin değişiklikler olduğu gösterilmiştir.

Spastisitede terapatik prensipler için standart olarak uzun süreli progresif germe önerilmektedir. Bu tedavi bazen termoplastik ortezin "segmentte fonksiyonel pozisyon" olarak adlandırılmasıyla desteklenir. Bununla birlikte, termoplastik ortezler bazen istenmeyen komplikasyonlara dekübit, ekstremiteyi kullanmada ve doğru açılamada zorluk, yüksek fiyat vb. Tartışmalı sorulardan biri splintin spastik parezi tedavisinde etkili olup olmadığıdır. Termoplastik ortezin yenilikçi modern kavramı, spastisiteyi azaltmak için şişirilebilir splintler kullanmaktır. Şişirilebilir splintler, splintlerin baskısıyla fizyolojik (nötral) pozisyonda ekstremiteyi koruyan ve aynı zamanda pozitif olarak destekleyen özel rehabilitasyon yardımcılarıdır. Etkilenen dokularda mikro dolaşımı etkiler. Aynı zamanda, dokuların kas gerginliğini ve plastisitesini düzeltir ve merkezi sinir sisteminin patolojik bulgularını (germe refleksi, tremor, klonus, hiperirritabilite vb). Şişirilebilir splintler şeffaftır ve özel yumuşak polivinilklorür malzemeden yapılmıştır. En fazla 40 mmHg şişirilirler. Atelin içindeki hava, ekstremitede eşit olarak dağıtılır ve splintin ekstremitenin tüm çevresi boyunca en uygun şekilde yapışmasına yardımcı olur. Spastik kasların sürekli gerilmesi, kas iğciğinin gerilme refleksine uyum sağlamasına ve böylece motor nöron deşarjının azalmasına ve böylelikle kas gerginliğinin azalmasına neden olur. Splintin uygulama süresi, iskemiye neden olabilecek dolaşım bozukluğunu önlemek için 60dk'yı geçmemelidir. İnme sonrasında BOTOX uygulaması ve hava splintinin kombine etkisini inceleyen bir çalışmada eldeki spastisiteyi azaltmada BOTOX uygulaması sonrası 6 haftalık hava splint kullanımının konvansiyonel rehabilitasyon uygulamalarına göre daha etkili olduğu gösterilmiştir.

Pozisyonlama ve Seri Alçılama

Pozisyonlama, kas boyunun ve NEH'nin korunmasında önemli bir yere sahiptir. Uygun pozisyonlama ile golgi tendon organının uyarılıp otojenik inhibisyon yoluyla kas tonusunda azalma elde edilir. Hastalar baş ve boyunları nötral pozisyonda olacak şekilde, alt ekstremiteleri tonus artışının yönüne göre dizler tam ekstansiyonda ya da hafif fleksiyonda, üst ekstremite omuz kapsülü destekli ve dirsekler hafif fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlanmalıdır. Gün boyu uygulanması gerektiği için pozisyonlama konusunda kas tonusu bozukluğu olan bireyin ve bakım verenlerin eğitilmesi önemlidir.

Seri alçılama ise, günümüzde güvenli ve basit bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Seri alçılma, bir kişinin artan kas tonusu veya spastisiteye bağlı olarak birey sınırlı bir hareket aralığına sahip olduğu zaman kullanılan klinik girişimdir. Yumuşak dokuları germek için periyodik olarak bir dizi döküm kullanılır. Örneğin lastik bant veya balonu uzatmak için uzun süreli germe ve bu pozisyonda tutmak gerekir. Kaslar da benzer şekilde çalışır. Düşük etkide uzatılmış bir pozisyonda uzun süreli germe, daha iyi sonuçların elde edilmesini ve fonksiyonel NEH kazanımlarının yanı sıra spastisitede bir azalma sağlayacaktır. Bu uygulamanın, etkisini elde edebilmek içinse en az altı saatlik germenin gerekli olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. İnme sonrasındaki

ilk altı ay içinde ve nörolojik olarak iyileşmenin olduğu dönemler seri alçılama için en etkili dönemlerdir. Spastisiteyi azaltmak için hem üst ekstremite hem de alt ekstremitede seri alçılama yapılabilir. Tonusun azaltılması, statik ve dinamik gerilimin ve pasif germeye karşı direncin azaltılması, hareket sırasında fonksiyonel yetenek ve beceriyi geliştirme gibi pek çok avantajı vardır. Seri açılamanın kontraendike olduğu durumlar; uygulanacak ekstremitede duyu bozukluğu, kaynamayan kırık hikâyesi, zayıf cilt bütünlüğü, ödem, yetersiz kemik yoğunluğu (osteoporoz), dolaşım bozukluğu ya da derin ven trombozu ve sert sonlanma hissidir (heterotopik ossifikasyon).

Seri alçılamanın fonksiyonel etkilere neden olan mekanizmaları ile ilgili bir dizi hipotez ileri sürülmüştür. Birincisi, seri alçılama bireyin etkilenen ayağının, en şiddetli spastisitesi olan kaslarda (triceps surae, ekstrinsik parmak fleksörleri) uzun süreli germe sağlayacak şekilde pozisyonlamasını sağlar. Bu uzun süreli germenin spastisiteyi inhibe ettiği bilinmektedir. Kısa süreli germe yöntemleri (örn. gece ateli) sadece kısa süreli etkiler oluşturur. İkinci olarak, seri alçılama kas ve diğer yumuşak doku yapılarının mekanik özelliklerini değiştirerek uzamalarını sağlar. Ancak alçılama uzman kişiler tarafından yapılmalı ve birçok kez alçının yenilenerek tekrarlanması gerekir. Ayrıca, bireyin günlük kişisel bakımını önemli bir süre için sınırlayacağı da unutulmamalıdır.

Baldır kaslarında MAS'a göre en az 3 şiddetinde spastisitesi olan, ekinovarus deformitesi olan ve yürümede zorluk çeken 13 inmeli birey üzerinde yapılan çalışmada; bireyler randomize olarak sadece BOTOX uygulaması ve BOTOX enjeksiyonu sonrası 4 ay gece giyilecek şekilde ayak-ayak bileği seri alçılama yöntemi uygulanmıştır. İki ay sonra her iki grupta da barodopometri, MAS ve 10MWT'de olumlu etkiler gözlenmiş ancak 4 ay sonra çalışma grubunda daha fazla klinik iyileşmenin olduğu, kontrol grubunun ise başlangıç performansına döndüğü tespit edilmiştir. Çalışmacılar BOTOX enjeksiyonundan sonra spastik kasların uzun süreli gerilmesinin, uzun süreli terapatik fayda sağladığını ve enjeksiyonun tek başına olan etkilerini artırdığını belirtmişlerdir.

Özellikle alt ekstremiteye yapılan seri alçılama ile MAS skoru ve yürüme üzerine olumlu etkileri bulunduğu gösterilmesine rağmen alçı çıkarılmasından sonra kazanılan bu iyileşmenin sürdürülmesinin güç olduğu da belirtilmektedir. Pek çok çalışma, BOTOX enjeksiyonları ile seri alçılamanın birlikte kullanılması gerektiğini vurgulanmasına rağmen enjeksiyon sonrası uzamış immobilizasyonun rehabilitasyon programlarını uygulamayı geciktirdiğine yönelik kaygılarda da vardır.

Bantlama

Bantlama, spor yaralanmaları ve rehabilitasyonunda popüler kullanımıyla tanınmıştır. Terapatik bir modalite olarak kullanımının amacı; ağrıyı azaltma, NEH'i, kuvveti arttırma ve değişik zaman aralıklarında aktiviteyi iyileştirmektir. Cilde sert veya elastik

yapışkan bant uygulanır. Bantlamada yapışkan bant şeritleri ile hipertonik kaslar üzerinde bir çekiş sağlanır. Bantlamayı ilk kez uygulamak için gereken süre yaklaşık 30dk. dır. Daha sonra günlük kontrol ve yeniden düzenleme için gereken süre ise yaklaşık 15dk.'dır. Son 20 yılda yapılmış olan çok sayıda klinik çalışma, inme sonrası bireylerde, bantlamanın terapatik bir modalite olarak kullanımını incelemiş ancak farklı sonuçlar sunmuştur.

İnme sonrası spastik ekinovaruslu olgularda düşük doz BOTOX ve 3 haftalık ayak-ayak bileği bantlaması ile kombine kullanımının kıyaslandığı çalışmada; kombine tedavi yönteminin istirahat ve pasif ayak bileği NEH'de ayak pozisyonunu iyileştirdiği ve yürüyüş parametreleri üzerinde olumlu etkiler sağladığı gösterilmiştir. Ancak, bu fayda 90 günde kaybedilmiştir. BOTOX enjeksiyonu sonrası ayak bileğine elastik bant uygulamasında ise kas tonusunda azalma sağlamamıştır. Ayak bileği NEH'ni iyileştirmek için BOTOX enjeksiyonu sonrası spastik baldır kas bantlanmasının, pasif NEH'de germe ve sham gibi tedavi yöntemlerine göre istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler bildirmiştir. Ancak, etkiler 2 ile 8 haftadan sonra kaybedilmiştir. Üst ekstremiteye bantlama uygulamasını içeren diğer bir çalışmada, plasebo ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, kas tonusunda istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşme olmamıştır. BOTOX uygulaması sonrası el bileği bantlaması, elektrik stimulasyonu ile karşılaştırıldığında, kas tonusunda istatistiksel olarak anlamlı bir azalma olduğu bildirilmiştir. Genel olarak inme sonrası bireylerde BOTOX uygulaması sonrası ayak bileği bantlaması MAS, NEH üzerinde iyileşme sağlasa da kazanılan bu sonuçlar uzun sürmemektedir. BOTOX uygulamasının geçici etkileri ise bu azalmayı daha da olumsuz etkileyeceği için bantlamanın faydası yetersizdir.

Bantlamanın kas gücü üzerine ise etkisinin olmadığı saptanmıştır. BOTOX enjeksiyonu sonrası bantlama seri alçılama ve germe yöntemleri ile kıyaslanmış. 20 gün sonra bantlama ve seri alçılama uygulamaları ile MAS, 6dk yürüme ve pasif NEH'de iyileşme olduğu ve 3 aylık takipte ise elde edilen sonuçların seri alçılama grubunda korunduğu, bantlama grubunda ise sadece yürüme testi ve MAS skorunda iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak ayak bileği plantar fleksörlerine BOTOX uygulamasının alçılama veya bantlama ile birleştirilmesinin, tek başına germe yönteminden daha iyi ve daha uzun süreli sonuçlar sunduğu vurgulanmıştır.

Kinesio bantlama (KT) 1970'li yıllarda Kenzo Kase tarafından geliştirilmiştir. Kas-iskelet sistemi bozukluklarının tedavisinde klinik bir yöntem olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ürün, cilde uygulanan, orijinal uzunluğunun %140'ına kadar uzayabilen ince, elastik pamuklu bir banttır. Terapatik etkileri arasında ağrıyı azaltmak, kas gücünü arttırmak, kan ve lenf dolaşımını iyileştirmek ve anormal kas gerginliğini hafifleterek subluksasyonlu eklemleri yeniden konumlandırmak yer alır. KT şu anda ağrı ve yürüme paterni üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle bir adjuvan tedavi yöntemi olarak rehabilitasyonda kullanılmaktadır. Tam etki mekanizması net olma-

makla birlikte, altta yatan mekanizmalar, nörofasilitasyon ve mekanik kısıtlamadır. Deriye uyumlu olma, harekete olanak verme, eklemi ve kasları destekleme özelliğine sahiptir. Spastik kas üzerine yapılan inhibitör bantlamalar sayesinde proprioseptif ve duyusal bilgi sağlanarak duyu-motor integrasyona katkı sağlanır. Ayrıca spastisi olan kasın antagonistine uygulanan bantlamalar ile zayıf antagonist kas desteklenir ve resiprokal inhibisyon yoluyla kas tonusunun düzenlenmesine katkıda bulunur.

Spastik equinovarusu olan yirmi inmeli bireyde BOTOX uygulması sonrası KT ve sham uygulaması karşılaştırılmış; MAS, pasif NEH, yürüme hızı ve adım uzunluğu her iki grupta da iyileşmiş sonuçta spastik ekinovarusun düzeltilmesi için BOTOX uygulaması ile adjuvan kinesiotaping uygulamasının net bir yararı olmadığı belirtilmiştir.

Literatürde ne yazık ki, teknikler ve bant uygulamasının sıklığı konusunda fikir birliği yoktur. Sistematik literatür taraması ise, inme sonrası bireylerin rehabilitasyonunda KT kullanımı hakkında hala bir kanıt olmadığını vurgulamaktadır. Meta-analize göre yürüyüş hızında anlamlı bir kazanç sağlasa da hastalar için klinik olarak anlamlı kabul edilmemektedir.

SONUÇ

Tüm farmakolojik müdahaleler ve fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları tonus bozuklukları ile mücadele programına yardımcıdır. BOTOX tedavisi ile birlikte uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları için iyi bir kanıt temeli vardır. Germe, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının köşe taşlarından birisidir ancak günde birkaç saat uygulanması gerekmektedir. Elbette bunu bir fizyoterapist ile bire bir olarak yapmak imkansızdır, bu zorluğun üstesinden gelmede ekstremite alçılamasının yararı vardır. Böylece uzvun uzun süreli germesi sağlanır. Kuvvetlendirme egzersizleri ve elektrik stimülasyonu yöntemleri ile 3-4 ay içinde BOTOX enjeksiyonunun agonist kas üzerindeki denervasyon etkisi azalıncaya kadar antagonist kasın kuvvetlenmesi ve fonksiyonelliğini yeniden kazanması sağlanmalıdır. Kortikal reorganizasyonu, motor yeniden öğrenmeyi, bireyin günlük yaşama aktif katılımını ve bağımsızlığını sağlamak veya arttırmak için ise nörofizyolojik yaklaşımı temel alan uygulamalar tercih edilmelidir. Göz önünde bulundurulması gereken en önemli husus ise fizyoterapi ve rehabilitasyon uyglamalarının BOTOX enjeksiyonu öncesinde, sırasında ve sonrasında ihtiyaca ve döneme göre modifiye edilerek ancak kesintisiz olarak devam etmesidir. Sonuçta BOTOX uygulamaları, büyük oranda tedavinin hedefinin özellikli olmasına bağlıdır. Hasta/bakım vereni de içeren rehabilitasyon takımının tamamı, neyin elde edilmeye çalışılacağı konusunda net olmalıdırlar. Bunun yanı sıra elde edilecek sonuçlar ile ilgili olarak rehabilitasyon ekibinin beklentilerinin aynı olması önemlidir, böylece hastaya ve bakım verenine tutarlı bir mesaj verilir. Bunu başarmak için kabul edilen tedavi ilkelerini gösteren bir yönetim stratejisi benimsenmelidir çünkü başarılı tonus bozukluğu yönetimi çoklu profesyonel aktivitedir.

BOTOX tredavisi ile birlikte uygulanabilecek fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının çeşitliliği karar verme aşamasında hem avantajlı hem de dezavantajlıdır. Avantajlı olması hastaya göre yaklaşım felsefesine hizmet ederken, kanıta dayalı çalışmaların yapılmasını güçleştirmesi dezavantaj konumuna sokmaktadır. Bu dezavantajı ortadan kaldırmak için ise randomize kontrollü, çoklu vaka serili ve objektif, geçerli ve güvenilir değerlendirme yöntemlerini içeren ileriki çalışmaların gerçekleştirilmesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Albanese A, Abbruzzese G et al. (2015). Practical Guidance for CD Management Involving Treatment of Botulinum Toxin: A Consensus Statement. *J Neurol*; 262:2201–2213. doi: 10.1007/s00415-015-7703-x
2. Álvaro MLN, Junyent J et al. (2010). Botulinum Toxin and Facial Palsy. Our Experience. *Acta Otorrinolaringol Esp*; 61(4):277-281. doi: 10.1016/j.otorri.2010.02.009
3. Amatya B, La Mantia L et al. (2012). Non Pharmacological Interventions for Spasticity in Multiple Sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev.*; 7(Art. No.: CD009974):1-15. doi: 10.1002/14651858.CD009974
4. Amini M, Shamili A et al. (2016). Combined Effect of Botulinum Toxin and Splinting on Motor Components and Function of People Suffering A Stroke. *Med J Islam Repub Iran*. 30:373-381. doi: 10.7575/aiac.abcmed.ca1.18
5. Ayhan Ç, Kırdı N ve ark (2016). Alçak frekanslı akımlar. Elektroterapide Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar. Editörler: Şimşek N, Kırdı N. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:35-44.
6. Baker JA, Pereira G. (2013). The Efficacy of Botulinum Toxin A for Spasticity and Pain in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis Using The Grades of Recommendation, Assessment, Development and Evaluation Approach. *Clin Rehabil.*, 27(12):1084-96. doi: 10.1177/0269215513491274
7. Baricich A, Carda S et al. (2008). A Singleblinded Randomized Pilot Study of Botulinum Toxin Type A Combined with Non-Pharmacological Treatment for Spastic Foot. *J Rehabil Med*; 40(10):870-872. doi: 10.2340/16501977-0251
8. Baylor CR, Yorkston KM et al. (2007). The Psychosocial Consequences of Botox Injections for Spasmodic Dysphonia: A Qualitative Study of Patients' Experiences. *Journal of Voice*; 21(2):231-247. doi: 10.1016/j.jvoice.2006.01.007
9. Bayram S, Sivrioglu K et al. (2006). Low-dose Botulinum Toxin with Shortterm Electrical Stimulation in Poststroke Spastic Drop Foot: A Preliminary Study. *Am J Phys Med Rehabil*; 85:75-81. doi: 10.1097/01.phm.0000193505.85874.61
10. Beaudreau SA, Spira AP et al. (2008). The Relationship Between Objectively Measured Sleep Disturbance and Dementia Family Caregiver Distress and Burden. *J Geriatr Psychiatry Neurol.*; 21(3):159-165. doi: 10.1177/0891988708316857
11. Bergfeldt U, Jonsson T et al. (2015). Cortical Activation Changes and Improved Motor Function in Stroke Patients After Focal Spasticity Therapy– An Interventional Study Applying Repeated fMRI. *BMC Neurology*; 15:52. doi:10.1186/s12883-015-0306-4
12. Bhakta BB, Cozens JA et al. (2000). Impact of Botulinum Toxin Type A on Disability and Carer Burden due to Arm Spasticity After Stroke: A Randomised Double Blind Placebo Controlled Trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 69:217-221. doi: 10.1136/jnnp.69.2.217

13. Biering-Sørensen B, Iversen HK et al. (2017). Treatment Diary for Botulinum Toxin Spasticity Treatment: A Pilot Study. *Int J Rehabil Res.*; 40(2):175-184. doi:10.1097/MRR.0000000000000221
14. Cabin JA, Massry GG et al. (2015). Botulinum Toxin in The Management of Facial Paralysis. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*; 23(4):272-280. doi:10.1097/MOO.0000000000000176
15. Carda S, Invernizzi M et al. (2011). Casting, Taping or Stretching After Botulinum Toxin Type A For Spastic Equinus Foot: A Single-Blind Randomized Trial on Adult Stroke Patients. *Clin Rehabil*; 25(12):1119-1127. doi: 10.1177/0269215511405080
16. Carda S, Molteni F. (2005). Taping Versus Electrical Stimulation After Botulinum Toxin Type A Injection for Wrist and Finger Spasticity. A Case–Control Study. *Clin Rehabil*; 19(6):621-626. doi: 10.1191/0269215505cr879oa
17. Chantraine F, Schreiber C et al. (2016). Control of Stroke-Related Genu Recurvatum With Prolonged Timing of Dorsiflexor Functional Electrical Stimulation: A Case Study. *JNPT*; 40:209-215. doi: 10.1097/NPT.0000000000000137
18. Chen HM, Chen CC et al. (2009). Test-retest Reproducibility and Smallest Real Difference of 5 Hand Function Tests in Patients with Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*; 23(5):435-40. doi: 10.1177/1545968308331146
19. Clapis PA, Davis SM et al. (2008). Reliability of Inclinometer and Goniometric Measurements of Hip Extension Flexibility Using The Modified Thomas Test. *Physiother Theory Pract*; 24:135-141. doi: 10.1080/09593980701378256
20. Clark PC, Shields CG et al. (2003). Preliminary Reliability and Validity of A Family Caregiver Conflict Scale For Stroke. *Prog Cardiovasc Nurs.*; 18(2):77-82. doi: 10.1111/j.0889-7204.2006.01887.x
21. Çetişli Korkmaz N (2016). İnme sonrası teknoloji yardımlı farklı öğrenme metodları. Fizyoterapi ve rehabilitasyon-Nörolojik Rehabilitasyon/Kardiyopulmoner Rehabilitasyon. Editörler: Karaduman AA, Tunca Yımaz Ö. Hipokrat Kitabevi, Ankara. s:215-236.
22. Çetişli Korkmaz N, Kırdı N ve ark. (2016). Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu. Elektroterapide temel prensipler ve klinik uygulamalar. Editörler: Şimşek N, Kırdı N. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:145-164.
23. Demetrios M, Khan F et al. (2013). Multidisciplinary Rehabilitation Following Botulinum Toxin and Other Focal İntramuscular Treatment For Post-Stroke Spasticity. *Cochrane Database Syst Rev;* 5(6): CD009689. doi: 10.1002/14651858.CD009689
24. Dengler R, Neyer U et al. (1992). Local Botulinum Toxin in The Treatment of Spastic Drop Foot. *J Neurol*; 239:375-378.
25. Denver (CO): Colorado Division of Workers' Compensation. (2012). Traumatic brain injury medical treatment guidelines. Nov 26:1-119. https://www.colorado.gov/pacific/sites/default/files/MTG_Ex10_TBI.pdf.
26. Dowding CH, Shenton CL et al. (2006). A Review of the Health-Related Quality of Life and Economic Impact of Parkinson's Disease. *Drugs Aging*; 23(9):693-721. doi: 10.2165/00002512-200623090-00001.
27. Dressler D, Bhidayasiri R et al. (2017). Botulinum Toxin Therapy For Treatment of Spasticity in Multiple Sclerosis: Review and Recommendations of The IAB-Interdisciplinary Working Group for Movement Disorders Task Force. *J Neurol*; 264:112-120. doi:10.1007/s00415-016-8304-z
28. Dressler D, Kanovsky P. (2015). Botulinum Toxin Therapy of Dystonia. Dystonia and Dystonic Syndromes, Eds: P. Kanovsky et al, Springer-Verlag Wien, 127-149.
29. Bensmail D, Hanschmann A et al. (2014). Satisfaction with Botulinum Toxin Treatment in Post-Stroke Spasticity: Results From Two Cross-Sectional Surveys (Patients and Physicians). *J Med Econ*; 17(9):618-625. doi: 10.3111/13696998.2014.925462
30. Fırat T, Kırdı N ve ark. (2016). Biofeedback. Elektroterapide Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar. Editörler: Şimşek N, Kırdı N. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:231-242.

31. Fil A, Salcı Y vd. (2016). Spastisite ve Yönetimi. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Cilt 3, Editör: A.A Karaduman, Ö.Tunca Yılmaz. Ankara, ss:195-214.
32. Foley N, Pereira S et al. (2013). Treatment with Botulinum Toxin Improves Upper-Extremity Function Post Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.*; 94:977-89. doi: 10.1016/j.apmr.2012.12.006
33. Foley N, Murie-Fernandez M et al. (2010). Does The Treatment of Spastic Equinovarus Deformity Following Stroke with Botulinum Toxin İncrease Gait Velocity? A Systematic Review and Meta-analysis. *Eur J Neurol.*; 17(12):1419-1427. doi: 10.1111/j.1468-1331.2010.03084.x.
34. Fortuna R, Vaz M et al. (2011). Changes in Contractile Properties of Muscles Receiving Repeat Injections of Botulinum Toxin (Botox). *J Biomech.*; 44:39-44. doi: 10.1016/j.jbiomech.2010.08.020
35. Giovannelli M, Borriello G et al. (2007). Early Physiotherapy After Injection of Botulinum Toxin Increases The Beneficial Effects on Spasticity in Patients with Multiple Sclerosis. *Clin Rehabil.*; 21:331-337. doi:10.1177/0269215507072772
36. Girlanda P, Quartarone A et al. (1997). Botulinum Toxin in Upper Limb Spasticity: Study of Reciprocal Inhibition Between Forearm Muscles. *NeuroReport;* 8(14):3039-3044. doi: 10.1097/00001756-199709290-00008.
37. Gracies JM, Esquenazi A et al. (2017). Efficacy and Safety of a Botulinumtoxin A in Spastic Lower Limb-Randomized Trial and Extension. *Neurology;* 89:2245-2253. doi:10.1212/WNL.0000000000004687
38. Grant JS, Elliott TR et al. (2001). Social Problem Solving Telephone Partnerships with Family Caregivers of Persons with Stroke*. Int J Rehabil Res*; 24(3):181-189. doi: 10.1097/00004356-200109000-00003.
39. Griffin A, Bernhardt J. (2006). Strapping The Hemiplegic Shoulder Prevents Development of Pain During Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. *Clin Rehabil;* 20(4):287-295. doi: 10.1191/0269215505cr941oa
40. Guidubaldi A, Bentivoglio AR et al. (2014). Clinical Use of Botulinum Neurotoxin: Neuromuscular Disorders. Clinical Applications of Botulinum Neurotoxin, Current Topics in Neurotoxicity 5, Ed: Foster KA, Springer Science+Business Media New York, 51-93. doi: 10.1007/978-1-4939-0261-3_3
41. Gupta AD, Chu WH et al. (2018). A Systematic Review: Efficacy of Botulinum Toxin in Walking And Quality of Life in Poststroke Lower Limb Spasticity. *Syst Rev.*; 7:1. doi: 10.1186/s13643-017-0670-9
42. Hayes J, Chapman P et al. (2009). The Prevalence of Injury For Stroke Caregivers and Associated Risk Factors. *Top Stroke Rehabil.*; 16(4):300-307. doi: 10.1310/tsr1604-300
43. Hesse S, Reiter F et al. (1998). Botulinum Toxin Type A and Short-Term Electrical Stimulation in The Treatment of Upper Limb Flexor Spasticity After Stroke: A Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Clin Rehabil*; 12:381-388. doi: 10.1191/026921598668275996.
44. Hesse S, Werner C. (2003). Poststroke Motor Dysfunction and Spasticity Novel Pharmacological and Physical Treatment Strategies. *CNS Drugs*; 17(15):1093-1107. doi: 1172-7047/03/0015-1093/$30.00/0
45. Ishikawa H, Mitsui Y et al. (2000). Presynaptic Effects of Botulinum Toxin Type A on The Neuronally Evoked Response of Albino and Pigmented Rabbit Iris Sphincter and Dilator Muscles. *Jpn J Ophthalmol*; 44(2):106-109. doi: 10.1016/s0021-5155(99)00197-5.
46. Kanovský P, Slawek J et al. (2009). Efficacy and Safety of Botulinum Neurotoxin NT 201 in Poststroke Upper Limb Spasticity. *Clin Neuropharmacol*. 32(5):259-265. doi: 10.1097/WNF.0b013e3181b13308

47. Karadag-Saygi E, Cubukcu-Aydoseli K et al. (2010). The Role of Kinesiotaping Combined with Botulinum Toxin to Reduce Plantar Flexors Spasticity After Stroke. *Top Stroke Rehabil*; 17(4):318-322. doi: 10.1310/tsr1704-318
48. Kasuya RT, Polgar-Bailey P. (2000). Caregiver Burden and Burnout. A Guide For Primary Care Physicians. *Postgrad. Med*; 108(7):119-123. doi: 10.3810/pgm.2000.12.1324.
49. Khan F, McPhail T, et al. (2006). Multiple Sclerosis: Disability Profile and Quality of Life in An Australian Community Cohort. *Int J Rehabil Res*; 29(2):87-96. doi: 10.1097/01.mrr.0000194393.56772.62
50. Kırdı N. (2016). Sağlıklı Kasın Elektrik Stimülasyonu. Elektroterapide Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar. Editörler: Şimşek N, Kırdı N. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:127-130.
51. Kırdı N, Şimşek N. (2016). Yüksek Voltaj Kesikli Galvanik Stimülasyon. Elektroterapide Temel Prensipler ve Klinik Uygulamalar. Editörler: Şimşek N, Kırdı N. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:109-118.
52. Kinnear BZ, Lannin NA et al. (2014). Rehabilitation Therapies After Botulinum Toxin-A Injection to Manage Limb Spasticity: A Systematic Review. *Phys Ther.*; 94(11):1569-1581. doi: 10.2522/ptj.20130408
53. Kone ný P, Sedlá ek P et al. (2017). The Influence of Combinations Air-Splinting and Botulinum Toxin-A therapy to Changes in Spasticity of The Hand. *Profese online.*; (10)1:22-27. doi: 10.5507/pol.2017.004
54. Koog YH, Jin SS et al. (2010). Interventions for Hemiplegic Shoulder Pain: Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Disabil Rehabil*; 32(4):282-291. doi: 10.3109/09638280903127685
55. Lai JM, Francisco GE et al. (2009). Dynamic Splinting After Treatment with Botulinum Toxin Type-A: A Randomized Controlled Pilot Study. *Adv Ther;* 26(2):241-248. doi: 10.1007/s12325-008-0139-2
56. Levy CE, Giuffrida C et al. (2007). Richards L, et al. Botulinum Toxin A, Evidence-Based Exercise Therapy, and Constraint-İnduced Movement Therapy for Upper-Limb Hemiparesis Attributable to Stroke: A Preliminary Study. *Am J Phys Med Rehabil*; 86:696-706. doi: 10.1097/PHM.0b013e31813e2b4d.
57. Lin JH, Hsu MJ et al. (2009). Psychometric Comparisons of 4 Measures for Assessing Upper-Extremity Function in People with Stroke. *Phys Ther*; 89(8):840-850. doi: 10.2522/ptj.20080285
58. Magalhães HCG, Menezes KKP et al. (2017). Effects of The Kinesio Taping on The Gait of Stroke Subjects: A Systematic Review with Meta-analysis. *Fisioter Pesqui*; (24);2:218-228. doi: 10.1590/1809-2950/17387024022017
59. Mense S. (1993). Nociception from Skeletal Muscle in Relation to Clinical Muscle Pain. *Pain*; 54:241-289. doi: 10.1016/0304-3959(93)90027-M
60. Mills PB, Finlayson H et al. (2016). Systematic Review of Adjunct Therapies to Improve Outcomes Following Botulinum Toxin Injection for Treatment of Limb Spasticity. *Clin Rehabil*; 30(6):537-548. doi: 10.1177/0269215515593783
61. Olver J, Esquenazi A et al. (2010). Botulinum Toxin Assessment, Intervention and Aftercare for Lower Limb Disorders of Movement and Muscle Tone in Adults: International Consensus Statement. *Eur J Neurol.*; 17:57-73. doi: 10.1177/0269215515593783
62. Otman AA, Karaduman A, Linanelioglu A. (2010). Hemipleji Rehabilitasyonunda Nörofizyolojik Yaklaşımlar, İnme Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Editör: Karaduman A, Yıldırım SA, Yılmaz OT. Hipokrat yayınevi, Ankara, ss:125-154
63. Paoloni M, Giovannelli M et al. (2013). Does Giving Segmental Muscle Vibration Alter The Response to Botulinum Toxin Injections in The Treatment of Spasticity in People with Multiple Sclerosis? A Single-Blind Randomized Controlled Trial. *Clin Rehabil.*; 27(9):803-812. doi: 10.1177/0269215513480956

64. Reiter F, Danni M et al. (1998). Low-dose Botulinum Toxin with Ankle Taping for The Treatment of Spastic Equinovarus Foot After Stroke. *Arch Phys Med Rehabil*; 79(5):532-535. doi: 10.1016/S0003-9993(98)90068-5
65. Rosales RL, Efendy F et al. (2016). Botulinum Toxin as Early Intervention for Spasticity After Stroke or Non-Progressive Brain Lesion: A Meta-Analysis. *J Neurol Sci;* 371:6-14. doi: 10.1016/j.jns.2016.10.005
66. Santisteban L, Térémetz M et al. (2016). Upper Limb Outcome Measures Used in Stroke Rehabilitation Studies: A Systematic Literature Review. *PLoS One*; 11(5):53-57. doi: 10.1371/journal.pone.0154792
67. Sheean G, Lannin NA et al. (2010). Botulinum Toxin Assessment, Intervention and After-Care for Upper Limb Hypertonicity in Adults: International Consensus Statement. *Eur J Neurol*; 17(2):74-93. doi: 10.1111/j.1468-1331.2010.03129.x
68. Sun SF, Hsu CW et al. (2010). Combined Botulinum Toxin Type A with Modi ed Constraint-induced Movement Therapy for Chronic Stroke Patients with Upper Extremity Spasticity: A Randomized Controlled Study. *Neurorehabil Neural Repair*; 24(1):34-41. doi: 10.1177/1545968309341060
69. Şimşek N, Kırdı N. (2016). Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Kullanılan Elektrik Akımları. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon-Genel Fizyoterapi. Editörler: Karaduman AA, Tunca Yımaz Ö. Hipokrat Kitabevi, Ankara. ss:135-158.
70. Thompson-Butel AG, Lin G et al. (2015). Comparison of Three Tools to Measure Improvements in Upper-Limb Function with Poststroke Therapy. *Neurorehabil Neural Repair*; 29(4):341-348. doi: 10.1177/1545968314547766
71. Toseland RW, Smith G et al (2001). Family Caregivers of The Frail Elderly, Handbook of Social Work Practice with Vulnerable and Resilient Populations, Ed: Gitterman A. Columbia University Press., p:11-18.
72. Twist DJ. (1985). Effects of a Wrapping Technique on Passive Range of Motion in A Spastic Extremity. *Phys Ther.*; 65:299-304. doi: 10.1093/ptj/65.3.299.
73. Underland V, Holte HH et al. (2016). Stretching After Treatment with Botulinum Toxin for Adult Patients with Spasticity: A Systematic Mapping Review. *NIPH Systematic Reviews: Executive Summaries.*; 25:21-29.
74. Van Exel NJ, Koopmanschap MA et al. (2005). Burden of Informal Caregiving for Stroke Patients. Identification of Caregivers at Risk of Adverse Health Effects. *Cerebrovasc Dis.*; 19(1):11-17. doi: 10.1159/000081906
75. Velstra IM, Ballert CS et al. (2011). A Systematic Literature Review of Outcome Measures for Upper Extremity Function Using The İnternational Classification of Functioning, Disability, and Health As Reference. *PMR*; 3(9):846-860. doi: 10.1016/j.pmrj.2011.03.014
76. Ward AB. (2008). Spasticity Treatment With Botulinum Toxins. *J Neural Transm*; 115: 607-616. doi: 10.1007/s00702-007-0833-2
77. Welch MJ, Purkiss JR et al. (2000). Sensitivity of Embryonic Rat Dorsal Root Ganglia Neurons to Clostridium Botulinum Neurotoxins. *Toxicon*; 38(2):245-258. doi:10.1016/S0041-0101(99)00153-

Çocuklarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Botulinum Toksin Uygulamaları

28

Uzm. Dr. Tuğçe İnce, Prof. Dr. Hasan Tekgül

GİRİŞ

Botulinum toksini (BoNT) uygulamaları son 20 yıldır nörolojik tedaviler arasında yerini almıştır. Kas tonusu bozuklukları ve ekzokrin bez hiperaktivitesine dayalı çok sayıda bozukluğun ve ayrıca ağrı sendromlarının tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Günümüzde BoNT-A enjeksiyonları kas tonusu bozukluklarında fizyoterapi, ortez, ve ergoterapi dahil olmak üzere geleneksel tedavilere yardımcı bir tedavi olarak uygulanmaktadır.

Bu yazıda santral ve periferik sinir sisteminin herhangi bir etkenle hasarlanması sonucu ortaya çıkan kalıcı ve ilerleyici olmayan hareket veya postür bozukluklarının giderilmesinde son dönemde önemli bir tedavi alternatifi olan pediatrik botulinum toksini uygulamalarının sunulması amaçlanmıştır.

Tanımlamalar

Kas tonusu, bir eklemin pasif gerilmesine karşı direnci ifade eder. Kas tonusu, bu tür uygulamalara karşı artmış (hipertoni) veya azalmış (hipotoni, atoni) direnç göstermesi nedeniyle anormal olarak tanımlanabilir. Tonustaki bu yaygın anormallikler; güçsüzlük, distoni, parkinsonizm ve nöromüsküler hastalıklar gibi diğer motor bozukluklarla birlikte ortaya çıkabilir. Ayrıca kasların veya eklemlerin mekanik özelliklerini değiştiren diğer çeşitli patolojik durumlar nedeniyle gelişebilir. Hipertonik belirtiler spastisite, rijidite, paratoni, miyotoni, sertlik ve bazı distoni biçimleridir.

"*Spastisite*", aşağıdaki işaretlerden biri veya her ikisinin de bulunduğu hipertoni olarak tanımlanır: 1) yapılan harekete karşı direnç, artan esneme hızı ile artar ve eklem

hareketinin yönüne göre değişir ve/veya 2) yaptırılan harekete karşı direnç, bir eşik hızının veya eklem açısının üzerine hızla yükselir. Spastisite varlığında agonist ve/veya antagonist kas gruplarından bir grubun egemen bir kas tonusu artışı vardır.

"*Distoni*" ise, istemsiz sürdürülen veya aralıklı kas kasılmalarının, bükülmeye ve tekrarlayan hareketlere, anormal duruşlara veya her ikisine de neden olduğu bir hareket bozukluğu olarak tanımlanır. Distonik kasta agonist ve antagonist kasların birlikte artmış kas tonusu vardır. Ekstrapiramidal sistem tutumlarında sıklıkla saptanabilir.

Kas Tonus Bozuklukları Muayenesi

Ekstremite muayenesi, kas tonusu değişikliklerinin tanınmasına yönelik ilk ipucunu sağlar. Etkilenen üst ekstremitede, omuzun adduksiyonu ve internal rotasyonu, dirsek ve el bileğinin fleksiyonu, ön kolun pronasyonu, parmakların fleksiyonu ve başparmağın adduksiyonu görülür. Etkilenen alt ekstremitede ise, kalça fleksiyonu ve adduksiyonu, diz fleksiyonu görülebilir; bu da sırasıyla makaslama veya oraklama yürüyüşüne ve ayak bileği plantar fleksiyonuna yol açabilir. Spastik kas gruplarının muayenesinde egemen kas grubunda artmış tonus yeterli güç uygulaması ile bir noktada yenilir ve muayenede sustalı çakı fenomeni denilen bulgu elde edilir. Kas tonusu artışı Modifiye Ashword Skorlaması ile derecelendirilir. Ayrıca bazı elektrofizyolojik ölçümler (H refleksi) ile de spastisitenin skorlana bilmesi mümkündür.

Yeterli eklem hareket aralığını engelleyen spastisiteye bağlı kas bozukluklarının varlığında, kas lifleri ve/veya tendonlar eklem kapsülünü kısaltabilir veya diğer eklem yapılarının etkilenmesi sonucu kontraktürler gelişebilir. Zamanla bu önemli kas bozuklukları kemik deformitelerine neden olabilir.

Serebral Felç ve Kas Tonusu Bozuklukları

Serebral felç (SF), gelişmekte olan beyinde statik (yani nonprogressive) bir lezyondan kaynaklanan motor bir bozukluktur ve çocukluk çağında yaygın bir engellilik nedenidir. Klinik özellikler; spastisite, kas güçsüzlüğü ve ataksidir. SF ilişkili en sık görülen hareket bozukluğu ise distonidir. Spastik motor tip, bildirilen tüm olguların yaklaşık % 80'ini oluşturan en yaygın SF formudur.

SF'li çocuklarda motor bozukluklar karmaşıktır. Birincil sorunlar şunlardır: pozisyon, duruş ve hareketten etkilenen kas tonusu anormallikleri; denge ve koordinasyonun bozulması; azalmış güç; seçici motor kontrolün kaybı. İkincil kas-iskelet sistemi sorunları ise kas kontraktürleri ve kemik deformitelerdir. Bunlar birincil sorunlara yanıt olarak gelişir ve daha fazla motor disfonksiyon ve ortopedik cerrahi ihtiyacı doğmasına yol açarlar.

Spastisitenin azaltılması, SF'li birçok hastanın genel fonksiyonlarını geliştirebilmesini sağlar. SF'de spastisite için oral ilaçlar, baclofen pompaları, botulinum nörotoksin tip A (BoNT-A) ile kemodenervasyon, fenol ile nöroliz, fizik ve ergoterapi, ortezler ve cerrahi tendon uzatma gibi çok sayıda tedavi seçeneği mevcuttur.

SF'li çocuklarda medikal ve cerrahi uygulamalarında 4 hedef amaçlanır:

(1) tonusu azaltarak veya normalleştirerek, kasların yeterli esnemesini kolaylaştırmak ve aktif hareket aralığını artırarak ikincil sorunların (kontraktürler ve şekil bozuklukları) gelişimini en aza indirgemek; (2) zayıf kasları güçlendirmek;

(3) hareketliliği artırmak ve fonksiyonel motor beceriler kazandırmak;

(4) evde, okulda ve toplumda işlevsel bağımsızlığı arttırmak.

BoNT Tipleri, Etki Mekanizması ve Farmakolojik Özellikler

Botulinum toksini, tetanozdan sorumlu aynı organizma olan Clostridium botulinum tarafından üretilen bir ekzotoksindir. Toksinin doğada oluşan 7 serotipi vardır, tip A, B, C1, D, E, F ve G. Bunların hepsi nöromüsküler kavşaktaki sinaptik vezikül füzyon proteinlerini hedef alan çinko proteazlarıdır. Kaslarda denervasyon, veziküllerin sinaptik membranla kaynaşamaması ve bu nedenle asetilkolin salınamaması nedeniyle oluşur. Bu 7 serotip birbirlerine göre; hedef aldıkları füzyon proteinlerinin spesifik bileşeninde, etki sürelerinde, birim güçlerinde ve immünojenik potansiyellerinde farklılık gösterir. Ticari olarak A ve B serotipleri olmak üzere iki serotip mevcuttur. BoNT-A, Botox (Allergan; Amerika Birleşik Devletleri), Dysport (Ipsen; İngiltere) ve Xeomin (Merz; Almanya) ticari adları altında pazarlanmaktadır. BoNT-B, Elan Biopharmaceuticals tarafından Amerika Birleşik Devletleri'nde Myobloc ve Avrupa'da NeuroBloc olarak pazarlanmaktadır. Etkili antispastisite dozlarında, 4 türün tümü kabaca aynı, yaklaşık 3 ay, klinik etki süresine sahiptir. Moleküler formülasyon ve diğer değişkenlerdeki farklılıklar nedeniyle, tek bir ünitenin gücü ticari tipler arasında büyük ölçüde değişmektedir. Bu farklılıklar nedeniyle, doz önerileri için birimlerden bahsedilirken ticari markasını belirtmek önemlidir.

Türkiye'de Sağlık Bakanlığı'nca ruhsatlandırılmış olan "OnabotulinumtoksinA" etken maddesi içeren Botox Liyofilize Toz İçeren Flakon ve "AbobotulinumtoksinA" etken maddelerini içeren Dysport Enjeksiyonluk Toz İçeren Flakon tedavi amaçlı kullanılmaktadır.

BoNT tip A, 100kDa 'ağır' zincir ve 50kDa 'hafif' zincirden oluşan bir 150kDa protein kompleksidir. Hedef dokuya enjekte edildiğinde, kolinerjik sinir terminalinde bulunan glikoprotein yapılarına yüksek seçicilik ile bağlanır. Daha sonra, BoNT'nin hafif zinciri, nöronun asetilkolin vezikül geri dönüşüm mekanizmasının sinaptik vezikül proteinleri ve sintagminleri kullanılarak içeri alınır. Hücre içi olarak BoNT, sinaptik aralığa asetilkolin veziküllerinin atılımından sorumlu asetilkolin transport protein

kaskadının farklı proteinlerine (çözünür N-ethylmaleimide-duyarlı faktör bağlanma protein reseptörü, SNARE protein) bağlanır. Farklı BoNT tipleri farklı SNARE proteinlerini hedefler. BoNT, sinaptik iletimi yalnızca geçici olarak keser. Yapısal nöronal değişiklikler tespit edilemez. Bu nedenle BoNT'nin nörotoksin olarak değil, geçici nöromodülatör olarak sınıflandırılması önerilmiştir.

BoNT hedef dokuya bağlı olarak, kolinerjik nöromüsküler iletimi engellerken, aynı zamanda ter bezlerinin, gözyaşı bezlerinin, tükürük bezlerinin ve düz kasların kolinerjik otonom innervasyonlarını da engelleyebilir. Kas içi enjeksiyondan sonra ilk BoNT etkileri iki ila üç gün içinde tespit edilebilir. Botulinum toksini yaklaşık iki hafta sonra maksimum etkisine ulaşır, bir süre bu seviyede kalır ve 2,5 ay sonra etki yavaş yavaş azalmaya başlar. Botulinum toksininin etkisi doza bağlı bir etkidir. Bu doz bağımlı etki korelasyonu, hasta bazlı olarak antikor gelişimi testi için kullanılabilir.

Kas Tonusu Bozukluklarında BoNT Kullanım Endikasyonları

Spastisite BoNT tedavisinde birincil hedeftir, ancak kas gücü ve seçici motor kontrol, yani hastanın her eklemde, özellikle enjeksiyonun yapılacağı ekstremitede hareketi izole etme yeteneği, gerçekçi hedef belirleme için üstünde durulması gereken temel unsurlardır; sonuç ayrıca motor planlama, motor öğrenme ve denge sorunlarından da etkilenir. BoNT tedavisi, ortozlar ve yoğun fizik tedavi ile birleştirildiğinde, 3-6 ay süren faydaları ile germe egzersizlerine ve geliştirilmiş harekete izin verir.

Seçilen hastalarda BoNT-A kullanımı için genel endikasyonlar tanımlanmaktadır. (i) dinamik deformitesi olan hastalarda fonksiyonu iyileştirmek; (ii) aşırı deformitesi ve/veya ağrılı spastisitesi olan çocuklarda yaşam kalitesini artırmak; ve (iii) diğer tedavi yöntemlerine katkı ve alternatif sunmak.

BoNT'un spesifik çok sayıda kullanım alanları tanımlanmaktadır; ekin yürüyüşü, çömelme yürüyüşü, diz fleksiyon deformitesi, makaslama, arka ayak varus deformitesi, yürüyüşün salınım fazında diz ekstansiyonu, omuz deformitesi, dirsek fleksiyon deformitesi, bilek fleksiyon deformitesi, parmak fleksiyon deformitesi, avuç içi başparmak, aşırı pronasyon, ağrılı spastisite, hareket bozuklukları (atetoz ve distoni), nöromüsküler elektriksel stimülasyonun arttırılması, belirli bakım verme işlemlerinin kolaylaştırılması ve/veya azaltılması, ameliyat sonrası ağrının azalması, ağrılı spastisitenin hafifletilmesi ve postür düzelmesine bağlı olarak benlik saygısında iyileşmedir.

BoNT Uygulama Enjeksiyon Bölgesi

Avrupa konsensus raporunun (2009) yayınlanmasından sonra motor gelişimin en doğru şekilde desteklenmesine yönelik, BoNT uygulamasının uygun kasa ve uygun dozda yapılması için anahtar kas konsepti geliştirilmiştir. Bu prosedüre göre; yüksek

doz çok seviyeli uygulamalar yerine erken dönemde başlanan BoNT tedavisi ile, çocuğun bulunduğu motor basamakta gelişimine engel olan spastik kasın tespit edilmesi ve uygulamanın bu kasa yapılması hedeflenmektedir.

Memelilerde ve insanlarda, nöromüsküler kavşaklardaki motor son plaklarının (MSP) her kas lifinin orta noktasında yer alarak bir MSP bölgesi oluşturduğu bulunmuştur. Bu bölgenin formu lif uzunluğuna ve kas yapılanmasına bağlıdır. Teorik olarak, MSP bölgesinin yakınındaki enjeksiyonlar etkinliği artıracak ve gerekli dozları, immün direnç gelişimini, yan etkileri ve maliyetleri potansiyel olarak azaltacaktır. MSP bölgelerine göre enjeksiyon mesafesinin BoNT-A tedavisinin etkisini değiştirdiğine dair hem hayvan hem de insan çalışmalarından kanıtlar vardır.

SF'li çocuklarda gastroknemius (GC) kaslarında proksimal (motor noktasına yakın) ve distal (orta bölüm, MSP'lerin yakınında) enjeksiyon noktalarını test eden pediatrik bir çalışmada; bölge başına 3 "fare ünitesi" (mu veya U)/kg onabotulinumtoxinA tek nokta enjeksiyonu uygulanmış. Hareket aralığında, dinamik kas uzunluğunda (Tardieu ölçeği ile), baldır tonusunda (Modifiye Ashworth skalası ile) veya video yürüyüş analizinde fark saptanmamış. Ancak bununla birlikte ikinci ayda, video yürüyüş analizindeki taban çizgisine göre ortanca değişiklik, distal grubu destekleyen önemli farklılıklar göstermiş ve MSP alanına yakın enjeksiyonların daha erken etkinlik gösterdiğini düşündürür bulgular elde edilmiştir.

SF'li çocuklar üzerinde yapılan diğer iki çalışmada ise, iliopsoas ve gracilis kaslarına MSP hedefli onabotulinumtoksinA enjeksiyonları kullanılmış ve MSP'lerden uzak enjeksiyonlarla karşılaştırıldığında manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile kas atrofisi üzerindeki olumsuz etkinin, daha az olduğu gösterilmiştir.

BonT-A uygulaması sırasında yüksek doz ve hacmin belirli bir kastaki istenmeyen yayılma ve olumsuz etkilerine neden olmamak için enjeksiyonlar birden fazla bölgeye bölünebilir. Enjeksiyon bölgelerinin sayısı MSP bölgesi konfigürasyonuna veya kasın büyüklüğüne göre belirlenebilir.

Kasları ve Motor Son Plak Bölgelerini Lokalize Etme Teknikleri

Pediatrik BoNT-A tedavisinin uygulanmaya başlamasından sonra, anatomik yer işaretlerinden, kasların palpasyonundan ve eklem pasif hareketlerinden yararlanarak yapılan manuel palpasyon, hem üst hem de alt ekstremitelerde en çok kullanılan teknikti. Bununla birlikte, araştırmacılar palpasyonun büyük, uzun ve yüzeysel olarak yerleşmiş kaslarda kullanılabileceğini, ancak tipik olarak derin yerleşimli, küçük ve ince kaslarda yeterli olmadığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, manuel yaklaşımlar genellikle elektromiyografi (EMG) veya elektriksel stimülasyon (ES) gibi elektrofizyolojik tekniklerle bir araya getirilmektedir.

Ultrason, çocuklarda enjeksiyonların doğruluğunu güçlü hale getirmek için görsel olarak kontrollü bir seçenek sunması ile pediatrik BoNT-A uygulamalarında çok yararlı ve yaygın olarak kullanılan bir araç haline gelmiştir. Avantajları; daha az ağrıya neden olması , anatomik varyasyonlara rağmen enjeksiyon bölgesini kontrol etme imkanı tanıması, uygulama sırasında komşu yapıların (kaslar, damarlar, sinirler ve kemikler) farkedilebilir olması, sedasyon gerektirmemesi ve enjekte edilen toksinin yerini ve hacmini belgeleme olanağı sağlamasıdır. Ultrasonun dezavantajı ise MSP'lerin bulunmasında yol gösterici olmamasıdır.

Çocuk Hastalarda BoNT-A Doz Önerileri

Tüm BoNT-A preparatları için kullanılan potansiyelin standart ifadesi "fare ünitesi" dir (mu veya U). Bir U, intraperitoneal enjekte edildiğinde farelerin% 50'sini öldüren BoNT-A miktarıdır (lethal doz 50, LD50) ve her preparat LD50 birimi başına 150 kD toksinin farklı miktarlarını içerir. BoNT-A ürünleri arasındaki farklı biyoyararlanımlar nedeniyle, önerilen üniteler eşdeğer değildir. OnabotulinumtoksinA ve abobotulinumtoksinA arasında kararlaştırılan bir dönüşüm oranı yoktur, ancak çok sayıda çalışma 1:3 oranı bildirmektedir.

Dozlar, seyreltmeler, hacimler ve difüzyon (yayılma) birbiriyle ilişkilidir. Çocuklarda dozaj vücut ağırlığı başına birimler ile (U/kg) veya toplam doz birim olarak verilir. Molekül komplekslerinin büyüklüğü, BoNT-A'nın kas içindeki sıvı bazlı yayılmasını etkileyerek (kompleks ne kadar büyükse, difüzyon o kadar sınırlıdır) yan etki profilini ve güvenlik sınırlarını şekillendirir. Biyolojik aktivite ve kas dokusuna yapışma, etkinliği değiştirmeyen non-toksin proteinler (hemagglutininler ve non-hemagglutininler) ile stabilize edilir. Hayvan ve insan modellerinde, üç BoNT-A ürününün oldukça benzer güç ve difüzyon profilleri gösterdiği saptanmıştır.

Yapılan çalışmalar yan etkilerin insidansını bildirmemektedir, ancak belirli bir kasta bölge başına dozu artırmanın nöromüsküler kavşakları doyurabileceği ve taşan toksinin kan dolaşımına yayılma ve sistemik yan etkilere neden olma riskini artırabileceği yaygın bir görüş olarak karşımıza çıkar.

İlk araştırma raporlarıdan bu yana deneyim ve araştırmalar ilerledikçe, pediatrik BoNT-A tedavisinin, tek seansta 1-2 U/kg şeklindeuygulanan toplam doz miktararı giderek artmıştır. Ancak tek kas için kullanılan miktarlar toplam dozlar kadar artmamıştır. Bu da BoNT-A uygulamalarında çoklu seviyeli tedavi rejimlerinin daha yaygın olarak benimsenmesi sonucu, seans başına daha fazla kasa enjeksiyon yapılmasına bağlanabilir. Çocukların tedavisine ilişkin yönergeler, Tablo 28.1'de özetlenmiştir.

Tablo 28.1: Belirli kaslar için önerilen botulinumtoxin pediatrik doz aralıkları		
Kas	**OnabotulinumtoxinA**	**AbobotulinumtoxinA**
	Doz aralığı (U/kg)	**Doz aralığı (U/kg)**
Gastroknemius medial	1-3	3-6
Gastroknemius lateral	1-3 toplam en fazla 4-6 U/kg	3-6 toplam en fazla 10-15 U/kg
Soleus	1-2	2-4
Tibialis posterior	1-2	-
Semitendinosus	1-3	10-15
Semi membranosus	1-3	10-15
Biseps femoris	1-3	-
Adduktor longus/magnus	1-4	20-30
Grasilis	1-2	-
Fleksör karpi radialis	0.5-1.5 (2)	5-10
Fleksör karpi ulnaris	0.5-1.5 (2)	5-10
Pronator teres	0.75-1 (2)	5-10
Brakioradialis	0.75-1 (2)	5-10
Fleksör digitorum superfisialis	(0.5) 1 -1,5 (2)	5-10
Fleksör digitorum profundus	(0.5) 1 -1,5 (2)	5-10
Biseps brakii/Brakialis	1-2 (2-3)	5-10
Adduktor pollisis*	0.3-1 toplam en fazla 10-15 U	3-5 toplam en fazla 45 (-75) U
Fleksör pollisis brevis*	0.3-1 toplam en fazla 10-15 U	3-5 toplam en fazla 45 (-75) U

* Kullanılan doz, başparmağın ya da parmakların kavramaya katkıda bulunup bulunmamasına yönelik planlanan hedefe bağlıdır.

Avrupa Konsensus'u seans başına maksimum toplam dozun, onabotulinumtoksinA için 400 (600) U veya 20 (25) U/kg ve abobotulinumtoxinA için 1000 U veya 20 (30) U/kg olarak belirlenmiştir. Ayrıca klinisyenlerin uygulama dozları konusunda dikkatli olmaları, dozun bireyselleştirilmesi için ise ürün bilgilerine başvurmaları önerilmiştir. Doz hesaplamaları için temel unsurlar ve doz modifiye edici unsurlar Tablo 2'de belirtilmiştir. Yetişkin dosing önerileri 60 kg'dan daha ağır çocuklar için ikame edilmelidir. Konsensus raporunda kas içi botulinum toksin uygulamasının, ağrılı ve birden fazla bölgeye enjeksiyon gerektiren bir işlem olması nedeniyle uygun ve etkin analjezi sağlanması gerekliliği de vurgulanmıştır.

Tablo 28.2: Botilinumtoksin doz hesaplamaları için temel unsurlar ve doz modifiye edici unsurlar
Doz hesaplamada temel unsurlar
Tedavi seansında kullanılan toplam ünite
Seans başına kullanılan toplam ünitenin vücut ağırlığına oranı (U/kg)
Kas başına kullanılan ünite miktarı
Enjeksiyon alanı başına kullanılan ünite miktarı
Kullanılan ünite/ vücüt ağırlığı/ kas oranı (U/kg/kas)
Doz modifiye edici unsurlar
Hastanın vücüt ağırlığı
Tedavi gerektiren kas sayısı
Kasın boyutu ve aktivitesi
Kas yapılanması ve MSP dağılımın bilinmesi
Spastisitenin/distoninin şiddeti
Tedavinin amacı
Komorbiditeler (Örn; disfaji, aspirasyon, ve solunum problemleri)
Dinamik veya fibrotik kas
Önceki enjeksiyon tecrübeleri

Pediatrik çalışmalarda en sık kullanılan seyreltmeler onabotulinumtoxinA için 100 U/1 mL veya 100U/2 mL (aralık 1–4 mL salin/şişe) ve abobotulinumtoxinA için 500 U/2.5 mL (aralık 1–5 mL salin/şişe) olmuştur.

Yılda üç kez (her 4 ayda bir) uygulanan enjeksiyon programını, yılda bir kez ile karşılaştıran iki ayrı çalışmada, yılda bir kez uygulanan enjeksiyon programının benzer klinik etkinliği olduğu ve daha az yan etki geliştiğini bildirilmiştir. Daha sık uygulanan enjeksiyonların; kas atrofisi, antijen gelişimi, kastaki kontraktil elemanların zayıflığı, kaybı ve fibrozis açısından kümülatif zarara neden olduğu küçük memeli modellerindeki deneysel çalışmalarda gösterilmiştir.

BoNT Yan Etkileri

BoNT-A enjeksiyonlarından kaynaklanan yan etkiler; lokal veya jeneralize olarak kategorize edilir. Lokal yan etkiler yaygındır (0-30%) ancak genellikle hafif ve kendini sınırlayıcı; ağrı, şişlik ve morarma gibi durumlardır. Alt ekstremitelerde BoNT-A'dan sonra en sık bildirilen yan etki alt esktremitelerde sakarlıklara ve düşmelere yol açan aşırı güçsüzlüktür. (Bu da beklenen bir etkidir çünkü BoNT-A'nın amaçlanan klinik

etkisi, enjekte edilen kasların hiperaktivitesini azaltmaktır). Enjeksiyonlardan sonra denge sorunları yaşayan ve düşme sayısını artıran çocukların tekrarlayan BoNT-A tedavilerine devam etmeme olasılıkları daha yüksektir. BoNT-A bitişik kaslara yayılım gösterirse, o bölgelerde de lokal reaksiyonlar da oluşabilir.

BoNT-A enjeksiyonundan sonra sistemik yan etkiler; mide bulantısı, yorgunluk, halsiz mesane idrar kaçırma veya rahatsızlık, grip benzeri semptomlar ve döküntüdür. Şiddetli motor fonksiyon bozuklukları ve önceden bilinen laringeal ve farengeal disfonksiyonu olan çocukların sistemik yan etkiler açısından daha fazla risk altında olduğu düşünülmektedir. Sistemik reaksiyonların başlama zamanı, enjeksiyonun hemen sonrası ile enjeksiyonun haftalar sonrasına kadar değişebilir. Solunum komplikasyonları hem prosedürel faktörlerle hem de medikasyon ile ilişkili olabilir. Örneğin, hedef kas tanımlaması için elektriksel stimülasyonun kullanımını içeren çoklu seviyeli enjeksiyon protokolleri sıklıkla anestezi kullanımını gerektirir. Genel anestezi kendi başına aspirasyon ve solunum yolu enfeksiyonu için bir risk faktörüdür ve işlem riskini, BoNT-A enjeksiyon riskinden ayırmak zor olabilir. Bununla birlikte, değişen BoNT-A dozlarında mesane ve bağırsak inkontinansı birçok çalışmada bildirilmiştir. İnkontinans, kuşkusuz bir sistemik farmakolojik yan etkidir ve prosedürel sorunlarla ilişkili değildir. Nadiren hastaneye yatış ve ölüm bildirilmiştir. Kontrol gruplarına göre BoNT-A'nın nöbetleri arttığına dair bir bulgu yoktur.

BoNT Antijenik Özelliği

BoNT yabancı proteinlerden oluştuğu için toksine ve diğer kompleks proteinlere karşı antikorlar oluşabilir. BoNT karşısında oluşan antikorlar (BoNT-Ab), BoNT'nin. biyolojik aktivitesini bloke eder ve böylece antikor kaynaklı tedavi başarısızlığı ortaya çıkar. Antikor kaynaklı tedavi başarısızlığı için risk faktörleri arasında kısa doz aralıkları (ve ara doz güçlendirici enjeksiyonlar), enjeksiyon döngüsü başına uygulanan yüksek dozlar ve daha yüksek miktarlarda antijenik protein yükü gösterilmektedir. BoNT'in immünojenikliğine katkıda bulunan diğer faktörler arasında ise ilacın formülasyonu, üretimi ve toksinin depolanması gibi her serotipin kendine ait özellikleri bulunur. Kümülatif doz, tedavi süresi ve hasta yaşı ise risk faktörleri arasında sayılmamaktadır. Antikor kaynaklı tedavi başarısızlığı genellikle BoNT tedavisinin ilk 2-3 yılı içinde gelişir.

Spastisitede botulinum toksin A'yı inceleyen dört çalışma içeren bir meta-analizde, sadece 1/317 hastada (%0,3) ,endikasyonlar arasında en yüksek ortalama doz kullanımına ragmen, yeni nötralize edici antikor geliştiği görülmüştür. controlled or prospective, open-label trials (durations 4 months to ≥2 years Distonili yetişkinlerde ise kabul edilen oran yaklaşık % 3'tür. İmmun direnç gelişmesi halinde, kullanılan serotipi değiştirmek mümkündür, ancak ikinci serotipe karşı immün direncin daha hızlı gelişebileceği akılda tutulmalıdır.

SONUÇ

- Botulinum toksin uygulamaları kas tonusu bozukluklarında son yıllarda giderek artan sıklıkta uygulanmaktadır. Uygun doz ve uygulama teknikleri klinik tecrübeler ışığında güncellenmekte ve geliştirilmektedir.
- Botulinum toksin preperatlarının etkisi geri dönüşlü ve doza bağımlıdır. Uygulama dozları ve tekniklerinin doğru seçimi, klinik etki süresini arttırırken, yan etki ve immun direnç gelişme riskini azaltmaktadır.
- Botulinum toksin uygulamaları her zaman yoğun fizyoterapi, ortez, ve ergoterapi dahil olmak üzere geleneksel tedavileri desteklemek için kullanılmalıdır. Amaç motor fonksiyonları iyi olan çocuklarda motor kazanımların ilerletilebilmesi, ağır olgularda ise pozisyonlama ve bakımın kolaylaştırılması ve cerrahi girişim ihtiyaçlarının ertelenmesi olmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Dressler D. Botulinum toxin for treatment of dystonia. Eur J Neurol. 2010;17(SUPPL. 1):88-96. doi:10.1111/j.1468-1331.2010.03058.x
2. Desloovere K, Molenaers G, De Cat J, et al. Motor function following multilevel botulinum toxin type A treatment in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2007;49(1):56-61. doi:10.1017/S001216220700014X.x
3. Scholtes VA, Dallmeijer AJ, Knol DL, et al. Effect of Multilevel Botulinum Toxin A and Comprehensive Rehabilitation on Gait in Cerebral Palsy. Pediatr Neurol. 2007;36(1):30-39. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2006.09.010
4. Martino D, Espay AJ, Fasano A, et al. Abnormalities of Muscle Tone.; 2016. doi:10.1007/978-3-662-48468-5_2
5. Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-spira D, Hallett M, Mink JW. Hypertonia in Childhood. Pediatrics. 2003;111(1):89-97.
6. Tekgül H, Polat M, Tosun A, Serdaroğlu G, Gökben S. Electrophysiologic assessment of spasticity in children using H-reflex. Turk J Pediatr. 2013;55(5):519-523.
7. Koman LA, Smith BP, Balkrishnan R. Spasticity Associated with Cerebral Palsy in Children Guidelines for the Use of Botulinum A Toxin.
8. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician. Eur J Paediatr Neurol. 2009;13(5):387-396. doi:10.1016/j.ejpn.2008.07.009
9. Tilton A. Management of Spasticity in Children With Cerebral Palsy. YSPEN. 2009;16:82-89. doi:10.1016/j.spen.2009.03.006
10. Dressler D, Benecke R. Pharmacology of therapeutic botulinum toxin preparations. Disabil Rehabil. 2007;29(23):1761-1768. doi:10.1080/09638280701568296
11. Hamjian JA, Walker FO. Serial neurophysiological studies of intramuscular botulinum A toxin in humans. Muscle Nerve. 1994;17(12):1385-1392. doi:10.1002/mus.880171207
12. Dressler D, Rothwell JC. Electromyographic quantification of the paralysing effect of botulinum toxin in the sternocleidomastoid muscle. Eur Neurol. 2000;43(1):13-16. doi:10.1159/000008122

13. Dressler D, Bigalke H, Rothwell JC. The sternocleidomastoid test: An in vivo assay to investigate botulinum toxin antibody formation in humans. J Neurol. 2000;247(8):630-632. doi:10.1007/s004150070132
14. Graham HK, Aoki KR, Autti-Rämö I, et al. Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. Gait Posture. 2000;11(1):67-79. doi:10.1016/S0966-6362(99)00054-5
15. Strobl W, Theologis T, Brunner R, et al. Best clinical practice in botulinum toxin treatment for children with cerebral palsy. Toxins (Basel). 2015;7(5):1629-1648. doi:10.3390/toxins7051629
16. Deshpande S, Gormley ME, Carey JR. Muscle fiber orientation in muscles commonly injected with botulinum toxin: An anatomical pilot study. Neurotox Res. 2006;9(2-3):115-120. doi:10.1007/BF03033928
17. Sätilä H, Iisalo T, Pietikäinen T, et al. Botulinum toxin treatment of spastic equinus in cerebral palsy: A randomized trial comparing two injection sites. Am J Phys Med Rehabil. 2005;84(5):355-365. doi:10.1097/01.PHM.0000160006.51859.AE
18. Van Campenhout A, Bar-On L, Desloovere K, Huenaerts C, Molenaers G. Motor endplate-targeted botulinum toxin injections of the gracilis muscle in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2015;57(5):476-483. doi:10.1111/dmcn.12667
19. Van Campenhout A, Verhaegen A, Pans S, Molenaers G. Botulinum toxin type A injections in the psoas muscle of children with cerebral palsy: Muscle atrophy after motor end plate-targeted injections. Res Dev Disabil. 2013;34(3):1052-1058. doi:10.1016/j.ridd.2012.11.016
20. Fehlings D, Novak I, Berweck S, Hoare B, Stott NS, Russo RN. Botulinum toxin assessment, intervention and follow-up for paediatric upper limb hypertonicity: International consensus statement. Eur J Neurol. 2010;17(SUPPL. 2):38-56. doi:10.1111/j.1468-1331.2010.03127.x
21. Love SC, Novak I, Kentish M, et al. Botulinum toxin assessment, intervention and after-care for lower limb spasticity in children with cerebral palsy: International consensus statement. Eur J Neurol. 2010;17(SUPPL. 2):9-37. doi:10.1111/j.1468-1331.2010.03126.x
22. Sätilä H. toxins Over 25 Years of Pediatric Botulinum Toxin Treatments: What Have We Learned from Injection Techniques, Doses, Dilutions, and Recovery of Repeated Injections? doi:10.3390/toxins12070440
23. Chin TYP, Nattrass GR, Selber P, Graham HK. Accuracy of intramuscular injection of botulinum toxin A in juvenile cerebral palsy: A comparison between manual needle placement and placement guided by electrical stimulation. J Pediatr Orthop. 2005;25(3):286-291. doi:10.1097/01.bpo.0000150819.72608.86
24. Berweck S, Schroeder AS, Fietzek UM, Heinen F. Sonography-guided injection of botulinum toxin in children with cerebral palsy [11]. Lancet. 2004;363(9404):249-250. doi:10.1016/S0140-6736(03)15351-2
25. Scaglione F. Conversion ratio between botox®, dysport®, and xeomin® in clinical practice. Toxins (Basel). 2016;8(3). doi:10.3390/toxins8030065
26. Ramirez-Castaneda J, Jankovic J, Comella C, Dashtipour K, Fernandez HH, Mari Z. Diffusion, spread, and migration of botulinum toxin. Mov Disord. 2013;28(13):1775-1783. doi:10.1002/mds.25582
27. Heinen F, Desloovere K, Schroeder AS, et al. The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. Eur J Paediatr Neurol. 2010;14(1):45-66. doi:10.1016/j.ejpn.2009.09.005

28. Russman BS, Tilton A GMJ. Cerebral palsy: a rational approach to a treatment protocol, and the role of botulinum toxin in treatment. Muscle Nerve Suppl. 1997;6:S181:193.
29. Hastings-Ison T, Blackburn C, Rawicki B, et al. Injection frequency of botulinum toxin A for spastic equinus: a randomized clinical trial. Dev Med Child Neurol. 2016;58(7):750-757. doi:10.1111/dmcn.12962
30. Ka ovský P, Bareš M, Severa S, et al. Long-term efficacy and tolerability of 4-monthly versus yearly botulinum toxin type A treatment for lower-limb spasticity in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2009;51(6):436-445. doi:10.1111/j.1469-8749.2008.03264.x
31. Multani I, Manji J, Hastings-Ison T, Khot A, Graham K. Botulinum Toxin in the Management of Children with Cerebral Palsy. Pediatr Drugs. 2019;21(4):261-281. doi:10.1007/s40272-019-00344-8
32. Naumann M, Albanese A, Heinen F, Molenaers G, Relja M. Safety and efficacy of botulinum toxin type A following long-term use. Eur J Neurol. 2006;13(SUPPL. 4):35-40. doi:10.1111/j.1468-1331.2006.01652.x
33. Dressler D, Pan L, Adib Saberi F. Antibody-induced failure of botulinum toxin therapy: re-start with low-antigenicity drugs offers a new treatment opportunity. J Neural Transm. 2018;125(10):1481-1486. doi:10.1007/s00702-018-1911-3
34. Bellows S, Jankovic J. Immunogenicity associated with botulinum toxin treatment. Toxins (Basel). 2019;11(9). doi:10.3390/toxins11090491
35. Naumann M, Carruthers A, Carruthers J, et al. Meta-analysis of neutralizin1g antibody conversion with onabotulinumtoxinA (BOTOX®) across multiple indications. Mov Disord. 2010;25(13):2211-2218. doi:10.1002/mds.2325

Çocuklarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Botulinum Toksin Uygulaması Sonrası Rehabilitasyon Yaklaşımları

29

Dr. Öğr. Üyesi Miray BUDAK, Doç. Dr. Devrim TARAKCI

GİRİŞ

Kas tonus bozuklukları, nörogelişimsel bozukluğu olan çocuklarda gözlenen en yaygın klinik özelliklerden biridir. Birçok durumda, örneğin erken beyin hasarında veya Serebral Palsi'li (SP'li) olgularda (1000'de 2.1) karakteristiktir. Bu popülasyonlar göz önünde bulundurulduğunda, atipik kas tonusunun kolektif prevalansının, genel popülasyonun yaklaşık % 5 ila 8'ini etkilediği tahmin edilmektedir. Kalıcı hipotoni, zayıf eklem stabilitesi, kötü postüral hizalama, azalan aktivite toleransı ve gecikmiş motor beceri kazanımı gibi diğer sorunları ortaya çıkarmaktadır.

Hem nöral hem de nöral olmayan faktörler, tonusa etki ederek, atipik kas tonusu açığa çıkarabilmektedir. Kas tonusunun nöral bileşeni, bir kasın kortikal ve subkortikal merkezlerden, omurga devresinden, gerilme refleksinden veya diğer çevresel girdilerden gelen nöral komutlarla kolaylaştırılması ve ortaya çıkan tonik germe refleksini temsil etmektedir. Bu nedenle beyin işlev bozukluğu kas tonusunun düzenlenmesini etkileyebilmektedir. Kas tonusunun nöral bileşeni, kişinin uyarılma durumu gibi iç faktörlerden ve duyusal uyaranlar gibi dış faktörlerden çok etkilenmektedir. Örneğin, inen motor komutları inhibe edici etki ile organize etmekten sorumlu bazal ganglionlara verilen hasar, daha yüksek kas tonusuna neden olabiliyor iken; motor komutları kolaylaştırmakla görevli serebellumdaki hasar, düşük kas tonusuna neden olmaktadır.

Çocuklarda spastisite ve distoni karışımı sıklıkla görülmektedir ve tonus bozukluklarının tedavisinde dikkate alınması önemlidir. Spastisite, distoni veya bir kombinasyon, tedavi seçeneklerini zorlaştıran ekstremite sertliğine yol açabilir. Serebral palsi, edinilmiş beyin hasarı, metabolik bozukluklar, lökodistrofiler, hidrosefali veya omurilik yaralanması gibi birçok pediatrik durum hipertonisiteye yol açmaktadır. SP

hipertonisite ile ilişkili olan en yaygın durumdur. Spastisite en sık SP'li bireylerde görülmekte ve yaklaşık % 80-90'ında baskın motor bozukluk olarak ortaya çıkmaktadır. SP altta yatan beyin hasarı açısından ilerleyici olmayan bir bozukluk olarak kabul edilmesine rağmen, spastisitenin gelişimi sıklıkla gelişimsel engellere neden olmaktadır.

Hipertonisite, Merkezi Sinir Sistemi lezyonları olan çocuklarda sıklıkla normal hareket paternlerini inhibe etemektedir. Zaman zaman, hipertonisite, kas grubu ateşlemesini güçlendirerek, çocuğun stand pivot transferleri sırasında alt ekstremiteleri stabilize etmek gibi fonksiyonları için yararlı olabilmektedir. Hipertonisite spastisite, distoni veya rijidite ve sıklıkla kombinasyonları şeklinde kendini göstermektedir.

Spastisite en yaygın ve kolay tanınabilen hipertonisite biçimidir. Spastisitenin temel özelliği, gerilme reflekslerinin aşırılığı sonucu, pasif olarak gerilmiş bir kas veya kas grubunun direncinde hıza bağlı artış olmasıdır. Spastisite, "gerilme refleksinin hipereksitabilitesinden kaynaklanan, abartılı tendon gerginlikleri ile tonik gerilmeli reflekslerde (kas tonusunda) hıza bağlı bir artışla karakterize bir motor bozukluk" olarak tanımlanmaktadır. Kas gerilme refleksi aktivite sırasında yanlışlıkla tetiklenir, kasta "yakalama", postural stabilite problemi açığa çıkarır.

Distoni ise daha karmaşık bir tonus biçimidir. Kas gruplarında anormal istemsiz ko-kontraksiyonlara bağlı olarak artmış kas tonusu olarak karakterize edilmekte ve boyun, gövde veya bacaklarda tekrarlayan anormal postüre neden olmaktadır. Distoni tipik olarak talamus veya bazal gangliyondaki altta yatan kortikal lezyondan kaynaklanmaktadır. Fonksiyonel olarak, çocuk yeni veya zor bir görevi yerine getirmeye çalıştığında distoni veya distonik hareketler artmaktadır. Çocuk rahat olduğunda tonus artışı yoktur ve tüm uzuvlar serbestçe harekete geçirilebilir. Distoni aktif olduğunda ya da etkilenmemiş ekstremiteler ile bir görev yaparken etkilenen vücut bölgeleri çocuk değişik duruşlara dönüşür.

Uluslararası İşlevsellik, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırması spastisiteyi vücut yapısında ve işlev seviyesinde bir bozukluk olarak tanımlamaktadır. Spastisite, motor fonksiyon bozukluğundan ve özellikle hareketlilik ve öz bakımın fonksiyonel alanlarındaki değişken derecelere konumlandırılmasından dolayı, aktivite veya katılım kısıtlamasına yol açmaktadır. SP'li bireylerde görülen kas tendon kontraktürleri, kemik torsiyonları ve kalça displazisi gibi kas-iskelet sistemi sorunlarının ortaya çıkmasında da rol oynamaktadır. Çocuğun konforu ve bakım verme süreci de spastisiteden olumsuz etkilenebilmektedir.

Botulinum toksini tip-A (BoNT-A) Ugulamaları

BoNT-A enjeksiyonları ilk olarak 1980'lerin başlarında şaşılık için terapötik olarak verilmiştir. Tedavi, blefarospazm, servikal distoni ve hemifasiyal spazm gibi diğer nörolojik durumlar için kabul edilmiştir. 1993 yılında Koman ve ark., SP hastalarında spastisite

için BoNT-A kullanan ilk klinik çalışmaların ön sonuçlarını vermiştir. Şu anda mevcut olan üç ticari formülasyon bulunmaktadır: onabotulinum toksin A (Botox®), abobotulinum toksin A (Dysport®) ve incobotulinum toksin A (Xeomin®). Bu formülasyonlar farklı üretim işlemlerine, ayrıca farklı eksipiyanlara ve tavsiye edilen dozajlara sahiptir.

BoNT-A, anaerobik bakteri "Clostridium Botulinum" tarafından üretilen botulinum toksininin (A'dan G'ye) yedi farklı serotipinden biridir. BoNT-A, kolinerjik sinir terminalindeki asetilkolin salınımını seçici olarak bloke ederek, enjekte edilen kaslarda kas aktivitesinde geçici bir azalma sağlamaktadır. Nöromüsküler sinaptik blokaj geri dönüşümsüz olmasına rağmen, sinapsis ortalama 90 gün içinde yeniden oluşturulduğundan dolayı denervasyon geçicidir. Kas zayıflığının başlangıcı, tedaviden sonraki 14 gün içinde ortaya çıkmasına rağmen, genellikle birkaç gün sonra, enjekte edilen kasların zayıfladığı görülmektedir. Enjeksiyonun çocuklarda eylem süresi 3-6 aydır.

BoNT-A'nın klinik etkinliğinin en üst düzeye çıkarılması için, istenmeyen yayılma minimize edilirken; toksin, kasın fasya bölmesi içinde, nöromüsküler bileşke aktivitesinin nötralize edilmesine uygun bir dozda ve uç plak alanında kavşaklara difüzyonun gerçekleşmesi için yeterli bir hacimde enjekte edilmelidir. Etkilenen kas için en etkili dozaj net değildir, ancak herhangi bir kasta nöromüsküler kavşak yoğunluğu ile değişim göstermektedir. Nöromüsküler bileşke, motor nöron ve kas lifleri arasında bir sinaptik arayüzdür. Nöromüsküler bileşke; pre-sinaptik (motor sinir terminali), intrasinaptik (sinaptik bazal lamina) ve post-sinaptik (kas lifi ve kas zarı) olmak üzere üç elementten oluşmaktadır.

Bu kapsamda gerçekleştirilecek müdahale ve terapötik uygulamalar Uluslararası İşlevsellik Engellilik ve Sağlık Sınıflandırması' nın tüm boyutlarını dikkate almalıdır.

- Vücut yapısı
- Vücut fonksiyonu
- Aktivite
- Katılım
- Çevresel faktörler

Enjeksiyon sonrası spastisitenin azalması, hem motor ve fonksiyonel becerilerin geliştirilmesi, hem de kontraktür oluşumunu önleyen müdahaleler için bir "terapötik pencere" açması BoNT-A'nın SP' li bireylerde kullanım gerekçeleri arasında sayılabilir. BoNT-A'nın SP'li çocuklarda spastisite yönetimindeki etkinliği yakın zamanda onaylanmıştır. BoNT-A, spastisite veya 12 yaşından küçük çocuklarda tedavi için onaylanmamıştır, ancak SP'li çocuklarda BoNT-A gibi off-label ilaçların kullanımı yaygındır. Bu nedenle, güvenlik nedenlerinden dolayı, gerekli olan en düşük dozun enjekte edilmesi ve her zaman çocuğun ağırlığı temelinde belirlenmesi gerekmektedir.

Serebral Palsi

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan fetüs veya bebek beyninde meydana gelen progresif olmayan rahatsızlıklara atfedilen, hareket kısıtlılığına neden olan, hareket ve postür gelişimindeki kalıcı bozukluklar ve hareket kısıtlılığı gibi probemler ile karşımıza çıkan tanı grubudur. Serebral palsinin motor bozuklukları genellikle epilepsi ve ikincil kas-iskelet sistemi problemleri ile duyu, algı, biliş, iletişim ve davranış bozukluklar ile bir arada görülmektedir. SP, beyindeki ilerleyici olmayan lezyondan kaynaklanmaktadır, ancak eşlik eden spastisite, azalmış kas gücü, kas boyu değişiklikleri, eklem hareketlerindeki anormallikler, fonksiyonel kapasite yetersizlikleri ve bunun gibi pek çok durum durağan değildir ve büyüme ile değişebilmektedir.

SP'li hastaların çoğunda hipertonisite (artmış kas tonusu) mevcut olup çoğunluğu hıza bağlı artmış tonus veya spastisite olarak kendini göstermektedir. Hareket hızına bağlı olmayan tonustaki sabit artış gibi distoninin unsurları da olabilmektedir. Diğer tonus anormallikleri arasında atetoz, ataksi, hipotoni ve karışık tip ve birkaç farklı ton anormalliklerinin bileşenleri bulunmaktadır. Bu formların tümü seçici kas kontrolü, güçsüzlük ve kas dengesizliği ile karakterizedir.Beyin lezyonunun anatomisi ve yeri, yaralanma paternini belirlemektedir. Bir infarkttan kaynaklanan motor kortekteki fokal, tek taraflı bir lezyon, hemiplejik SP'ye neden olan tek taraflı tutuluma yol açabiliyor iken; erken doğmuş bebeklerde periventriküler bölgedeki bir yaralanma, her iki alt ekstremitedeki motor yolları üst ekstremitelerden daha fazla etkileyerek diplejik SP'ye neden olabilir. Küresel bir anoksik olay beyin sapındaki çok hassas bölgelere zarar verebilmekte, bu da ekstrapiramidal hareket bozukluklarına ve toplam vücut tutulumuna (kuadripleji) yol açmaktadır.

Nörolojik düşüşün birincil belirtileri, kas dengesinde ve motor tonus anormalliklerinde seçici motor kontrol değişiminin kaybını içermekte, anormal büyüme ve kas-iskelet sistemi gelişiminin sekonder bulguları ile sonuçlanmakta, çocuğun yürüme ve ambulasyondaki anormallikleri içeren fonksiyonlarını önemli ölçüde etkilenmektedir.

SP, altta yatan beyin hasarı açısından ilerleyici olmayan bir bozukluk olarak kabul edilmesine rağmen, spastisitenin ve üst motor nöron sendromunun diğer özelliklerinin gelişimi sıklıkla gelişimsel engellere neden olmaktadır. Büyüyen bir çocukta uygun yönetim olmaksızın, zamanla kötüleşen ve yetişkinliğe iyi bir şekilde devam edebilen fiziksel deformiteler, aktivite kısıtlaması ve katılım kısıtlaması ile sonuçlanabilmektedir.

SP'li çocuklarda özellikle kalça, diz ve ayak gibi bölgelerdeki deformiteler öne çıkmaktadır. Serebral palsili çocuklarda kalçalar doğumda normaldir. Deformite, selektif motor kontrol kaybı ile kas tonusu ve dengesindeki anormalliklerden kaynaklanır. Bu

gibi deformiteler arasında koksa valga, femoral anteversiyon ve asetabular displazi bulunur. Kas dengesizliği tipik olarak kalça ekstansörleri ve abdüktörlerinin güçsüzlüğü ile kalça fleksörleri ve addüktörlerinde tonusa bağlı değişime bağlıdır. Ayak ve ayak bileği deformiteleri, SP'li çocuklarda %93 gibi yüksek bir oranda bildirilmiştir. Bu, kas dengesizliğine, motor kontrol bozukluğuna ve anormal tonusa atfedilmektedir. Spastik bir kas grubu, normal veya zayıf bir kas grubunun üstesinden gelebilir ve anormal ayak pozisyonu oluşturabilir. Zamanla, bu esnek, dinamik deformite yumuşak doku kontraktürüne ve sonuç olarak kemik deformitesine yol açabilir. Genel olarak, ayak deformiteleri; ayak bileği pozisyonu (ekin, kalkaneus), arka ayak veya topuk pozisyonu (varus, valgus), orta ayağın pozisyonu (kavus, planus) ve bazen de ön ayak pozisyonu (adductus, abductus) ile karakterizedir. SP'li hastalarda en sık görülen ayak deformiteleri ekinus, planovalgus ve ekinovarus'dur. Bununla birlikte, ekinovalgus, kalkaneovalgus, ekinokavovarus ve diğerleri gibi hemen hemen her türlü deformite kombinasyonu mümkündür. Ayaklar, ayakta durmak ve ayakta kalmak için sağlam bir destek tabanı sağlayan yürüyüşün önemli bir parçasıdır. Altta yatan deformiteyi düzeltmek için ayağın tüm anatomik bölümlerinin değerlendirilmesi önemlidir. SP'de altta yatan kas dengesizliği deformitenin gelişmesinde ve ilerlemesinde büyük rol oynamaktadır. Planovalgus ve equinovarus SP'de en yaygın görülen deformitelerdir.

Ortopedik açıdan bu problemlerin düzeltilmesi, özellikle kas-tendon uzatma ameliyatlarının çok erken dönemlerde yapılması tekrarlamalara yol açmaktadır.Cerrahi dışı konservatif tedavi yöntemlerinden BoNT-A'nın tedavide kullanılması tendon uzatma cerrahisini daha ileri yaşlara erteleme olanağını bize tanımaktadır ki bu da işimizi oldukça kolaylaştırmaktadır.

Kaba Motor Fonksiyonu Sınıflandırma Sistemi (KMFSS) I-II seviyesinde SP'li çocukların motor fonksiyonlarında daha iyi gelişme gösterdiğini bilinmektedir. Bu seviyede BoNT-A uygulamaları daha çok motor ve fonksiyonu düzeltmek için uygulanırken; KMFSS III-IV düzeyindeki çocuklarda ise günlük yaşam ve kendine bakım becerilerinde bakım verene destek olmak için tercih edilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü'nün Uluslararası İşlevsellik, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırması (ICF), vücut yapıları ve işlevlerindeki eksikliklerin giderilmesi, görevlerin yerine getirilmesi veya yürütülmesi, evde ya da okul gibi çevre ve sosyal topluluklarda aktivite katılımının sağlanmasını anlamak ve ölçmek için yararlı bir çerçeve sağlamaktadır. Ayrıca bağlamsal faktörlerin (kişisel ve çevresel faktörler) fonksiyon ve engellilik üzerindeki etkisini de ele almaktadır. SP'yi değerlendirme yöntemleri ICF'e göre bozuklular, aktivite ve katılım parametreleri altında listelenmiş olup bu değerlendirme yöntemleri hekimler, fizyoterapistler ve ergoterapistler tarafından literatürde sıklıkla tercih edilen yöntemleri de içermektedir.

1. *Bozulmalar*
   - Aktif ve Pasif Eklem Hareket Açıklığı
   - Modifiye Ashworth Skalası
   - Modified Tardieu Scale
   - Selective Motor Control Test
   - Goal Attainment Scale
   - Physician's Rating Scale
   - Upper Limb Physician's Rating Scale
2. *Aktivite*
   - Gross Motor Function Measure
   - Pediatrik Özürlülük Değerlendirme Envanteri
   - The Functional Independence Measure for Children
   - Kanada Aktivite Performans Ölçümü
   - Goal Attainment Scale
   - Observational Gait Scale
   - Physician's Rating Scale
   - Upper Limb Physician's Rating Scale
   - Quality of Upper Extremities Test
   - Melbourne Assessment
   - House Classification System
   - Assistive Hand Assessment
3. *Katılım*
   - Goal Attainment Scale
   - Pediatrik Özürlülük Değerlendirme Envanteri
   - The Functional Independence Measure for Children
   - Kanada Aktivite Performans Ölçümü
   - Children's Assessment of Participation and Enjoyment-Preferences for Activities of Children

SP Tedavisi ve Tonus Kontrolü

Tonus kontrolü, pediatri kliniğinde çalışan uzmanlar ve çocuğun aktivite katılımı için dikkat edilmesi gerekenler arasında birincil maddelerdendir ve sıklıkla zorlayıcı bir görevdir. Tonus yönetimi, fokal veya global yöntemlerle sağlanabilmektedir. Global tonus yönetimi tipik olarak, baklofen içeriğine sahip olan ilaçların kullanımı ile oral yolla ya da doğrudan merkezi sinir sistemine uygulanan intratekal kateter yoluyla gerçekleşmekte-

dir. Fokal tonus yönetimi, belirli kaslardaki tonusu azaltarak gerçekleştirilmektedir. Bu, botulinum toksininin kas içi enjeksiyonları ve lomber omurgadaki aferent sinir köklerinin seçici olarak kesilmesini gerektiren rizotomi adı verilen bir nöroşirurji yöntemiyle gerçekleştirilebilir. Enjekte edilen nörotoksin, nöromüsküler bileşkede asetilkolin salınımını bloke eder ve spastik kası kısmen ve geçici olarak engeller.

Tedavinin amacı, çocukların fonksiyonlarını, katılımlarını ve yaşam kalitelerini iyileştirmek için spastisiteyi azaltmak, fonksiyonların en iyi şekilde yerine getirilmesini sağlamak, ikincil komplikasyonları veya telafi edici mekanizmaları önlemek veya geciktirmek ve sağlıklı yaşamı ve yaşam memnuniyetini desteklemektir. SP'li çocuklarda spastisite için farklı tedavi seçenekleri Tablo 29.1'de verilmiştir. Her tedavi modalitesi, disfonksiyonun amaçlarına ve şiddetine bağlı olarak tek başına veya çeşitli kombinasyonlarda kullanılabilir.

Tablo 29.1. Tonus yönetiminde kullanılabilecek tedavi seçenekleri

Genel Bakım Beslenme Pozisyonlar ve oturma Uyku düzeni (melatonin) Ağrı tedavisi (gastro-özofageal reflü, kırık, eklem ağrısı, dental abse, bası yaraları, kalça çıkığı vb.) Psikolojik memnuniyet (hayal kırıklığı)
Fizyoterapi
Ortez ve protez uygulamaları
Elektrik stimülasyonu
Oral İlaçlar Diazepam, Nitrazepam Baklofen Dantrolen Tizanidan
Lokal Enjeksiyonlar **BoNT-A** Alkol veya fenol Lidokain
İntratekal Baklofen
Cerrahi Dorsal rizotomi Tendon uzatma, gevşetme ve transfer Osteotomi ve derotasyon Artrodezis

Yakın zamanda BoNT-A enjeksiyonlarının kas hacminin azalmasına ve enjekte kasın mimari değişikliklerine yol açabileceği, muhtemelen kuvvet üretme kapasitesindeki azalmaya ve işlev bozukluğuna neden olabileceği ileri sürülmüştür. Ancak, uygun bir rehabilitasyon programı bu etkiyi önleyebileceği belirtilmektedir. Bu nedenle BoNT-A sonrası rehabilitasyon çalışmaları oldukça önemlidir.

SP'de BoNT-A kullanımının amaçları

1. Fonksiyon ve hareketin arttırılması (yürümede daha az makaslama ve daha büyük adımlama)
2. Postürün iyileştirilmesi;
   a. Orteze daha iyi uyum,
   b. Hijyenin sağlanması (el ve perine),
   c. Kişisel bakımın iyileştirilmesi (giyinme, oturma),
   d. Kozmetik görüntünün düzenlenmesi (dirsek, el-bilek hiperfleksiyonunun düzelmesi)
3. Hipertoniye eşlik eden ağrının giderilmesi ve cerrahi operasyonlar sonrası ağrıda azalma sağlama

BoNT-A'nın klinik uygulamada iyi bir şekilde kullanılıyor olmasına rağmen, tekrarlı tedavinin uzun süreli etkinliğinin literatürde bilinmediği sıklıkla belirtilmektedir. BoNT-A'nın üst ve alt ekstremite kaslarındaki kullanımı uygulama gerektiren kasa göre değişiklik göstermektedir.

Üst ekstremite kasları

BoNT-A enjeksiyonu için hedef kasları seçerken, fonksiyonel defisitleri ve postural deformiteyi değerlendirmek ve kas tonusu ile bireysel beceri ve engeller arasındaki ilişkiyi analiz etmek yararlıdır. En sık uygulanan kaslar biceps brachii, pronator teres, flexor carpi radialis ve flexor carpi ulnaris, flexor digitorum superfacialis, flexor digitorum profundus, flexor pollicis longus ve adductor pollicis'tir. Triceps brachii, pektoralis kasları, teres major ve deltoid, omuz deformitesi için enjekte edilmiştir. Bu üst ekstremite kasları için birkaç enjeksiyon tekniği vardır. En büyük kasları tanımlamak için, anatomik bilgi ve palpasyon yeterlidir. Kasın en büyük kütlesi bulunarak BoNT-A orta bölgeye enjekte edilir.

Alt ekstremite kasları

Çeşitli çalışmalarda, BoNT-A'nın, alt ekstremite kaslarında spastisite yönetimi, deformite ve yürüyüşte iyileşme ile kısa dönemli etkinliği gösterilmiştir. Gastrosoleus içine

enjeksiyon, spastik hemiplejik ya da dinamik yürüyüş ve karmaşık yürüyüş paternleri de dahil olmak üzere diplejik çocuklarının tedavisi için tipiktir. Ekinovarus deformitesi tibialis posterior veya tibialis anterior bölgesinde enjeksiyon ile düzeltilmektedir. Hamstringte enjeksiyon, bu kasların aşırı aktivitesinin neden olduğu dinamik fleksiyonu tedavi etmek için kullanılır. Enjeksiyona iyi tepki, hamstring uzamasına veya addüktör tenotomisine bağlıdır. Kalça fleksörlerinin enjeksiyonu teknik olarak daha zorludur ve doğruluk için ultrason rehberliği gerektirebilir. Adductor veya hamstring grubunda enjekte edilecek kaslar ve uygun teknikler tartışılmaktadır. Özellikle, geniş katılımı olan çocukların pozisyonunda gelişmeler olabilir. Kalça progresif subluksasyonu olan hastalar, özellikle de abdüksiyonda kalçanın desteklenmesi ile birlikte kullanıldığında, addüktör ve iliopsoasların enjekte edilmesinden sonra ağrı ve sertliğe sahip olabilirler. En sık uygulanan kaslar iliopsoas, quadriceps, medial hamstring, lateral hamstring, adductors, gastrocnemius, soleus ve tibialis anterior'dur.

BoNT-A'nın Yan Etkileri

SP'li çocuklarda % 23,2'lik bir sıklıkta BoNT-A'nın kullanımı ile birlikte yan etkiler bildirilmiştir. Yan etkiler lokal ve genel olarak iki genel kategoride gruplandırılabilir. Enjeksiyon bölgesinde ağrı, klinik bir problem değildir ve genellikle orta düzeydedir. En sık görülen yan etki komşu kaslarda kas sınırlarında BoNT-A difüzyonunun neden olduğu zayıflıktır. Uygulama yerinde BoNT-A'ya lokal reaksiyonlar arasında, genellikle, ağrı, ödem, eritem, ekimoz, kısa süreli hiperalestezi ve enjekte edilen kasın aşırı zayıflığı yer almaktadır. Enjeksiyon bölgesinden uzak yan etkiler sıra dışıdır ve genellikle halsizlik, grip benzeri sendrom, idrar kaçırma, kabızlık ve disfajiden oluşur. En ciddi yan etki aspirasyon pnömonisidir. Bu, genel tutulumu olan ve önceden var olan psödobulbar felci olan SP'li hastalarda kritiktir, çünkü bu hastalarda BoNT-A'nın küçük miktarları bile farengeal fonksiyonu kötüleştirebilir.

Doğumsal Brakiyal Pleksus Hasarı ve BoNT-A

BoNT-A, Doğumsal Brakiyal Pleksus Yaralanması (DBPY) için gerçekleştirilen cerrahi girişimlere yardımcı olması ve motor öğrenme temelli gerçekleştirilen rehabilitasyon uygulamaları ile hedef kas gruplarında performansın arttırılması hedefleriyle gerçekleştirilen bir tedavi yöntemidir. DBPY olan çocuklarda sinir hasarı olan bölgenin cerrahi ya da konservatif herhangi bir müdahale almış olması önemli olmaksızın etkili eklem hareketinin gerçekleşmemesi ve artan kas dengesizlikleri ile kas ko-kontraksiyon mekanizması bozulabilir. Bu nedenle kas dengesinin yeniden sağlanması için ikincil bir müdahaleye ihtiyaç olduğu savunulmaktadır. Karşılıklı kas aktiviteleri kolaylaştırılarak gerçekleştirilen rehabilitasyon uygulamaları ile motor öğrenme ve fonksiyonun iyileştirilmesi sağlanabilir. BoNT-A, DBPY' li çocuklarda yaralanma-

nın bulunduğu sinir ve denerve kas iyileşme sırasında antoganistik kaslarda sinerjistik gevşemenin öğrenilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Antagonistik kasların yapısal anormallikleri bulunmadığı düşünüldüğünde sınırlı terapötik paralizinin sinerjik motor paternlerinin yoğun uygulamasını kolaylaştırabileceği varsayılmaktadır. Geliştirilmiş motor öğrenme ve sonuçta iyileşme sağlanmalıdır. "Öğrenme" terimi, çocuğun yetenek düzeyinin iyileştiğini ifade etmektedir. Bu gelişmenin gerçekleşmesi için çocuğun sürekli bir performansta çalışması veya pratikte kalıcı bir değişiklik geçirmesi gerekmektedir. Motor öğrenme, zaman içinde motor performansında bir değişiklik olarak tanımlanmaktadır. Bu değişimin gösterdiği süreklilik ve asimilasyon, öğrenmenin gerçekleştiğini göstermektedir.

BoNT-A Sonrası Rehabilitasyon

Etkin bir tedavi programı için, fizyoterapi, ergoterapi, davranışsal yaklaşımlar, farmakolojik ve cerrahi tedavi, uyarlanabilir ekipman desteği ve ilgili sağlık sorunlarının tedavisi dahil olmak üzere takım yaklaşımı gereklidir. BoNT-A sonrası tedavi elektroterapi, nörogelişimsel tedavi, motor öğrenme temelli uygulamalar, dinamik ve periferal splintleme yöntemleri, ortez kullanımı gibi bir çok farklı tedavi yaklaşımı kullanılarak fizyoterapi ve ergoterapi müdahaleleri ile gerçekleştirilir. Tüm tedavi yöntemlerinin temel amacı çocuğun bağımsızlığını iyileştirmektir. Enjeksiyon sonrası terapinin amacı, motivasyon ve yeni deneyimleri sağlamak, çocukların ekstremitelerini fonksiyonel kullanabilecekleri bir ortam oluşturmaktır.

Fizyoterapi ve ergoterapi uygulamaları doğumda başlar ve duyusal veya motor bozuklukları en aza indirgemek, çocukların normal motor gelişimini desteklemek, aktiviteyi performansı ve katılımı iyileştirmek, günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırmak ve aile ve bakıcıların yükünü azaltmak için ömür boyunca devam etmektedir. Bununla birlikte artmış kas tonusu, fizyoterapiyi ve ergoterapi uygulamalarını zorlaştırmakta ve SP'li çocuklarda sadece fizyoterapiye yanıt vermeme nedenlerinden biri olarak gösterilmektedir. Bu nedenle, fizyoterapi ve ergoterapi yaklaşımları, BoNT-A enjeksiyonları gibi tonus kontrolüne yardımcı olan uygulamalarla birleştirilmelidir.

Aktif bir fizyoterapi programı, tedavinin merkezinde kalmaya devam etmektedir ve hedeflenen motor eğitimi, enjeksiyonların etkilerinin ötesinde devam eden ilerletme geliştirmelerini hedeflemektedir. Fizyoterapistler, çocuklara bakım verenlerin rehberliği altında uygulamaya yönelik özel motor görevlerinin seçilmesinde ve öğretilmesinde önemli bir role sahiptir. Fizyoterapist, kasların uzunluğunun ve esnekliğinin korunmasının yanı sıra, motor becerilerin tutulmasını ve taşınmasını sağlamak için uygun bir ortamda uygulamayı teşvik eder. Fizyoterapistler, BoNT-A tedavisinden en fazla faydayı sağlayabilecek hastaları seçmek için gerekli olan birçok beceriye sahiptir.

Fizyoterapistin hareket analizindeki deneyimi, hedefe uygun kas grubunu seçmek için biyomekanik bir yaklaşımı benimsemek amacıyla kullanılmalıdır. SP'li çocuklarda BoNT-A sonrası en sık kullanılan yaklaşımlar şunlardır:

- Çocukların normal motor gelişimine dayalı olarak gerçekleştirilmekte olan nörogelişimsel tedavi yaklaşımları (Bobath),
- Refleks uyarıcı noktaları kullanarak gerçekleştirilen Vojta,
- Nörolojik adaptasyon süreci olarak bilinen duyusal motor entegrasyon becerisinin geliştirilmesi amacıyla gerçekleştirilen Ayres,
- Psikomotor gelişimin ve iletken eğitimin temelini oluşturduğunu ileri sürerek gerçekleştirilen Peto'dur.

Bu yaklaşımlarla birlikte elektroterapi uygulamaları, kas güçlendirme ve germe egzersizleri, ortotik ve adaptif ekipman gibi çok sayıda farklı tedavi yöntemi de kullanılabilir. BoNT-A enjeksiyonlarından sonra fizyoterapinin etkileri, spastisitede azalma, dinamik ve pasif hareket açıklığında artış, selektif motor kontrolünde düzelme, güçte iyileşme, fonksiyon ve iş performansında iyileşme ve ağrıda azalma olarak bildirilmiştir.

BoNT-A'nın uzun süreli ve fizyoterapi olmadan etkinliğini araştırmayı amaçlayan bir çalışmada gruplardan biri düzenli fizyoterapi (haftada iki kez) alırken, diğer grup yoğun fizyoterapi aldı. Kaba motor fonksiyonun 1 yıl sonunda yoğun fizyoterapi grubunda daha fazla iyileşme gösterdiği ve bir süre sonra tonus artmasına rağmen, kaba motor fonksiyon skorları korunduğu bildirilmiştir. İki farklı fizyoterapi yönteminin etkisini karşılaştıran başka bir çalışmada, bir gruba nörogelişimsel tedaviden (NGT) oluşan yoğun bir fizyoterapi programı (motor gelişimine ve işlevine odaklanarak), diğer gruba ise konvansiyonel yoğun fizyoterapi programı (kas uzunluğu ve kuvvetine odaklanarak) uygulanmıştır. Çocukların her iki müdahaleden de yararlandığı ancak NGT grubunun belirlenen hedeflere ulaşma açısından daha yüksek olduğu bildirilmiştir.

Alt ekstremiteye BoNT-A uygulaması sonrası tedavinin etkisini araştıran bir çalışmada; BoNT-A uygulamasından sonra ayak bileği ortezinin (AFO) kullanımı dahil olmak üzere yoğun fizyoterapi alan bireylerde kalça abdüksiyon açısı, popliteal açı ve pasif dorsal fleksiyonun düzelmesi bildirilmiştir. BoNT-A uygulamasının yoğun fizyoterapi ile kombine edilmesinden sonra yüzey elektromiyografisi (sEMG) ile kas aktivasyon paternlerini ölçen bir çalışmada, bu kombinasyonun yürüme kinematiği üzerinde olumlu etkileri olduğu ancak kas aktivasyon paternleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığı bildirilmiştir. Alt ekstremite kasları için BoNT-A enjeksiyonlarını takiben 12 hafta boyunca fizyoterapi uygulanmış (fleksör kasların gerilmesi, ekstansör kasların güçlendirilmesi, fonksiyonel mobilite eğitimi) 47 spastik SP'li çocuk ile yapılan bir

çalışmada ise kaba motor fonksiyonun iyileştiği ve bu iyileşmenin 1 yıla kadar korunduğu bununla birlikte, enerji tüketiminde bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir.

Nöromüsküler elektriksel stimülasyon (NMES) terapötik olarak kullanıldığında kas tonusunu azaltabilir. En yaygın NMES uygulaması, antagonist (nonspastik) kaslar üzerindedir, burada afferent sinir yolu stimülasyonu, agonist (spastik) kasları inhibe eder ve tonuslarını azaltır. NMES'in yararları,kasın yeniden eğitim ve güçlendirilme, duyusal farkındalığın artması ve motor becerilerin ve üst ekstremitenin fonksiyonunun iyileştirilmesi olarak gösterilmiştir.

Ortezler, özellikle alt ekstremitede BoNT-A enjeksiyonunu takiben geliştirilmiş motor kontrolünün sağlanmasını kolaylaştırmak için fizyoterapi ile birlikte kullanılmaktadır. Addüktör ve hamstringler gibi tek başına ağırlık taşıyan ve çevre kaslar tarafından yeterince gerilmelerine izin verilmeyen kasları gerdirmede etkilidirler. Ortezler pediatrik fizyoterapist tarafından yürütülen hedefe yönelik müdahale programının klinik müdahale dışında devam ettirlmesi, evde ve günlük yaşamda da aynı hedeflerin korunmasını sağlamak için uygun biyomekanik hizalamayı sağlar.

Üst ekstremitenin SP'deki yaygın rahatsızlıkları arasında, zayıflık ve duyusal bozukluk, spastisite, distoni ve azalmış kas uzunluğu yer almaktadır. Bu bozulmaların çeşitli kombinasyonları, nesnelere ulaşma, işaret etme, kavrama, serbest bırakma ve manipüle etme konusunda zorluklara sebep olmaktadır. Ayrıca postürel instabilite, çocuğun üst ekstremite görevlerini yerine getirme yeteneğini, yazma, giyinme, saç yıkam gibi aktivitelerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli gerekli güçlü proksimal destek eksikliği nedeniyle de tehlikeye sokabilir.

Hemiplejik SP'li çocuklarda karşılaşılan en büyük problem, paralizi üst ekstreminin rehabilitasyonudur. Bu çocuklar genel olarak daha kolay ayağa kalkmayı ve kendiliğinden yürümeyi başarırlar. Spastisite, üst ekstremite kaslarında güçsüzlük ve zayıflık, sınırlı eklem hareketi, önkol ve el bileği kemiklerinde rotasyonel deformiteler, tek taraflı becerilerin azalması, yetersiz motor kontrol ve duyusal problemler hemiplejik SP'li çocuklarda etkilenen ekstremitenin fonksiyonel gelişimini etkilemektedir. Etkilenen ekstremitenin yoğun kullanımını kolaylaştırmayı ve sağlıklı ekstremite kullanımını sınırlamayı amaçlayan Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT); her iki ekstremitenin kombine kullanımını kolaylaştıran Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT) ve Hedefe Yönelik Terapi, son yıllarda BoNT-A enjeksiyonlarını takiben üst ekstremite aktivitelerini iyileştiren kanıta dayalı uygulamalar olarak bildirilmiştir.

Tek taraflı etkilenimi olan çocuklarda etkilenen üst ekstremitenin kullanımının, BoNT-A enjeksiyonlarının tedavi ile kombine edilmeksizin ayrı ayrı yapıldığında gelişmediğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. BoNT-A enjeksiyonundan sonra er-

goterapi ve sadece ergoterapi uygulamasını karşılaştırıldığı randomize kontrollü bir çalışmada; BoNT-A sonrası ergoterapi uygulamasında bimanuel performans açısından daha başarılı sonuçların elde edildiği, her iki grupta da hareket açıklığı ve hedef performans açısından iyileşme olduğu, bununla birlikte ICF çerçevesinde, tüm alanlardaki iyileşmenin sadece botoks enjeksiyonundan sonra ergoterapi uygulanan grupta gözlemlendiği bildirilmiştir.

SONUÇ

SP ile ilişkili üst ve alt ekstremite spastisitesi olan çocuklarda, BoNT-A'nın kas tonusunun azaltılmasında zamanla sınırlı olmasına rağmen faydaları için artan ikna edici kanıtlar mevcuttur. BoNT-A spastisiteyi azaltmada etkili bir yöntemdir ve SP'li çocuklar için üst ve alt ekstremitelerde fonksiyonda zamanla sınırlı bir iyileşme sağlar. SP'nin yönetimi multidisiplinerdir, çünkü SP'deki merkezi sinir sistemi disfonksiyonu çeşitli engellere yol açmaktadır. BoNT-A, spastisitenin tedavisinde büyük bir atılımdır. Disiplinler arası bir ekip tarafından yapılan cerrahilerle birlikte farmakolojik olmayan müdahaleler, SP'li çocuklar için en iyi tedavi yaklaşımıdır. Tonus bozukluklarında BoNT-A tedavisinin hedefleri, ağrıyı azaltmaya, kontraktürlerin önlenmesine ve son olarak fonksiyonel düzelmeye yol açan kas tonusunun azalmasının ötesine geçmekte olup psikososyal entegrasyon sağlamaktadır. Etkin bir tedavi programı için fizyoterapi, ergoterapi, farmakolojik ve cerrahi tedavi, ortez yaklaşımları dahil olmak üzere takım yaklaşımı gereklidir. BoNT-A sonrası tonus bozukluğunun etkisi bilimsel çalışmalarla kanıtlanmış olsa bile, spektrumun genişletilerek daha fazla sayıda çalışma yapılmasına ve BoNT-A sonrası tedavinin uzun dönem sonuçlarının araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Akbaş AN. (2016). How Does Botulinum Toxin Injection and Physiotherapy Complement Each Other in Cerebral Palsy? Botulinum Toxin Therapy Manual for Dystonia and Spasticity: InTech.
2. Albright AL, Cervi A et al. (1991). Intrathecal baclofen for spasticity in cerebral palsy. Jama; 265(11):1418-22.
3. Bear MF, Connors BW et al. (2007). Neuroscience: Lippincott Williams & Wilkins; ss:165-168.
4. Bodensteiner JB, editor. (2008). The evaluation of the hypotonic infant. Seminars in pediatric neurology. Elsevier, ss:49-52
5. Bohannon RW, Smith MB. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. Physical therapy; 67(2):206-7.
6. Boyd R, Morris M et al. (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. European Journal of Neurology; 8:150-66.
7. Boyd RN, Graham HK. (1999). Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. European Journal of Neurology; 6:s23-s35.

8. Brazelton TB, Nugent JK. (1995). Neonatal behavioral assessment scale: Cambridge University Press. ss:485.
9. Carraro E, Trevisi E et al. (2016). Safety profile of incobotulinum toxin A [Xeomin®] in gastrocnemious muscles injections in children with cerebral palsy: Randomized double-blind clinical trial. European journal of paediatric neurology; 20(4):532-7.
10. Chan G, Miller F. (2014). Assessment and treatment of children with cerebral palsy. Orthopedic Clinics; 45(3):313-25.
11. Dabrowski E, Bonikowski M et al. (2018). AbobotulinumtoxinA Efficacy and Safety in Children With Equinus Foot Previously Treated With Botulinum Toxin. Pediatric neurology; 82:44-9.
12. DeMatteo C, Bain et al. (2006). Botulinum toxin as an adjunct to motor learning therapy and surgery for obstetrical brachial plexus injury. Developmental medicine and child neurology; 48(4):245-52.
13. Ferrari A, Maoret AR et al. (2014). A randomized trial of upper limb botulimun toxin versus placebo injection, combined with physiotherapy, in children with hemiplegia. Research in developmental disabilities; 35(10):2505-13.
14. Goo M, Tucker K et al. (2018). Muscle tone assessments for children aged 0 to 12 years: a systematic review. Developmental Medicine and Child Neurology; 60(7), 660–671.
15. Graham HK, Aoki KR et al. (2000). Recommendations for the use of botulinum toxin type A in the management of cerebral palsy. Gait & posture; 11(1):67-79.
16. Graham HK, Selber P. (2003). Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. The Journal of bone and joint surgery British volume; 85(2):157-66.
17. Heinen F, Desloovere K et al. (2010). The updated European Consensus 2009 on the use of Botulinum toxin for children with cerebral palsy. European journal of paediatric neurology; 14(1):45-66.
18. Howard J, Soo B et al. (2005). Cerebral palsy in Victoria: motor types, topography and gross motor function. Journal of paediatrics and child health; 41(9 10):479-83.
19. Jelsma LD, Geuze R et al. (2013). The relationship between joint mobility and motor performance in children with and without the diagnosis of developmental coordination disorder. BMC Pediatrics;13:1, 13(1), 1–8.
20. Katz RT, Rymer WZ. (1989). Spastic hypertonia: mechanisms and measurement. Archives of physical medicine and rehabilitation; 70(2):144-55.
21. Koman LA, Smith B et al. (1993). Management of cerebral palsy with botulinum-A toxin: preliminary investigation. Journal of pediatric orthopedics; 13(4):489-95.
22. Lidman G, Nachemson A et al. (2015). Botulinum toxin A injections and occupational therapy in children with unilateral spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. Developmental Medicine & Child Neurology; 57(8):754-61.
23. Lukban MB, Rosales RL et al. (2009). Effectiveness of botulinum toxin A for upper and lower limb spasticity in children with cerebral palsy: a summary of evidence. Journal of neural transmission; 116(3):319-31.
24. Maloney F, Mirrett P et al. (1978). Use of the Goal Attainment Scale in the treatment and ongoing evaluation of neurologically handicapped children. The American journal of occupational therapy: official publication of the American Occupational Therapy Association; 32(8):505-10.
25. Martin K, Kaltenmark T et al. (2007). Clinical characteristics of hypotonia: a survey of pediatric physical and occupational therapists. Pediatric Physical Therapy; 19(3):217-26.
26. Novak I, Mcintyre S et al. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. Developmental Medicine & Child Neurology; 55(10):885-910.

27. O'connell PA, D'souza L et al. (1998). Foot deformities in children with cerebral palsy. Journal of Pediatric Orthopaedics;18(6):743-7.
28. Pavone V, Testa G et al. (2016). Botulinum toxin treatment for limb spasticity in childhood cerebral palsy. Frontiers in pharmacology; 7:29.
29. Rodríguez-Reyes G, Alessi-Montero A et al. (2010). Botulinum toxin, physical and occupational therapy, and neuromuscular electrical stimulation to treat spastic upper limb of children with cerebral palsy: a pilot study. Artificial organs; 34(3):230-4.
30. Sakzewski L, Ziviani J et al. (2013). Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. Pediatrics; 2013-0675.
31. Sand-Jecklin K, Emerson H. (2010). The impact of a live therapeutic music intervention on patients' experience of pain, anxiety, and muscle tension. Holistic nursing practice; 24(1):7-15.
32. Sanger TD, Delgado MR. et al. (2003) Classification and definiti on of disorders causing hypertonia in childhood. Pediatrics; 111(1):e89-e97.
33. Sätilä H, Iisalo T et al. (2005). Botulinum toxin treatment of spastic equinus in cerebral palsy: a randomized trial comparing two injection sites. American journal of physical medicine & rehabilitation; 84(5):355-65.
34. Sätilä H. (2007). Botulinum toxin A Treatment in children with spastic cerebral palsy. Studies on Injection Techniques and Doses Väitöskirja Tampereen yliopisto Lääketieteellinen tiedekunta.
35. Sherwood L. (2012). Fundamentals of human physiology: Cengage Learning.ss:90.
36. Speth L, Janssen-Potten Y et al. (2015). Effects of botulinum toxin A and/or bimanual task-oriented therapy on upper extremity activities in unilateral Cerebral Palsy: a clinical trial. BMC neurology; 15(1):143.
37. Şirzai H, Erkin G et al. (2008). Measuring Functional Change in Turkish Children with Cerebral Palsy Using the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). Turkish Journal of Medical Sciences; 38(6):555-60.
38. Takakusaki K, Oohinata-Sugimoto J et al. (2004). Role of basal ganglia–brainstem systems in the control of postural muscle tone and locomotion. Progress in brain research. Elsevier, ss: 231-7.
39. Tan X, Yowler CJ et al. (2010). The efficacy of music therapy protocols for decreasing pain, anxiety, and muscle tension levels during burn dressing changes: a prospective randomized crossover trial. Journal of Burn Care & Research; 31(4):590-7.
40. Trompetto C, Marinelli L et al. (2014). Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. BioMed research international; 2014:354906.
41. Vadivelu S, Stratton A, et al. (2015). Pediatric tone management. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics; 26(1):69-78.
42. Yıldız C, Kılınçoğlu V ve ark. (2009), Yurttaş Y, Başbozkurt M. Serebral Paralizide Ortopedik Tedavi Prensipleri: Genel Bakış; 8(1):2.

Kas Tonusu Bozukluklarında Ortopedik Cerrahi Uygulamaları

30

Prof. Dr. Murat OTO

GİRİŞ

Serebral Palsi, Little tarafından 1862'de tariflenmiş olup, temel olarak zor doğumla ilişkilendirilmiştir. Bu durum beyin lezyonu sonucu ortaya çıkan bir semptomlar grubu olup; spinal kord ve kaslar, yapısal ve biokimyasal olarak normaldir. Hastalığın tanımı gereği beyin lezyonunun statik olması gerekir. Olası problemler prenatal, perinatal, veya çocukluk döneminde karşımıza çıkabilir. Problemler beynin etkilenen lokalizasyonuna bağlı olarak; Spastik, Ataksik ve Atetoid/Distonik olabilir. Tanıyı koymak spastik çocuklarda 1 yaş civarında mümkün iken, Ataksik ve Atetoid tutulumu olan çocuklarda 2 yaş civarında ancak mümkün olacaktır.

Ortopedik Cerrahlar, bu hasta grubunda tedaviye etki eden takımın önemli bir oyuncusu olup; yapılan cerrahi, yeterli rehabilitasyon ile kombine edilmezse, başarı oranı düşecektir. Başarı oranını yükseltmek için temel olarak uyulması gereken kuralların başında aileye detaylı bilgi vermek ve gerçekçi hedefler koymak olmalıdır.

Ameliyat öncesi muayene, anestezi altında hastanın tekrar muayenesini yapmak, Tek seansta çok seviyeli cerrahi yapacak donanıma bilgi ve birikime sahip olmak, ameliyat sonrası etkin ağrı kontrolü sağlayabilmek ve hastaya özel erken rehabilitasyon programı düzenleyebilmek altın standartlar olmalıdır.

Serebral Palsi (SP) anne karnında, doğum anında veya sonrasında gelişebilen, ilerleyici olmayan (statik) bir ensefalopatidir. Mevcut beyin hasarı; hareket ve duruş bozukluğuna yol açan, aktiviteyi sınırlayan bir grup hastalığa sebep olabilir. 1843'te ilk kez İngiliz Ortopedist Sir Francis William Little tarafından tariflenmiş olup halen bazı ülkelerde 'Little Hastalığı' olarak anılmaktadır. SP, kas tonusunda bozukluk, anormal

postür ve bozuk hareket gibi motor sorunlar ile karşımıza çıkabileceği gibi duysal ve davranışsal problemlerde hastalığa eşlik edebilir.

Serebral Palsi, literatüre bakıldığında şemsiye bir tanı olsa da, aslında bu durum bir tanı değil yüzlerce hastalıkta görülebilen bir bulgudur. Epidemiolojisine bakıldığında, çocukluk çağı en sık nörolojik özürlülük nedeni olup görülme sıklığı 1000 canlı doğumda 2-2,5 oranındadır. Prematürelerin ve çok düşük doğum ağırlıklı bebeklerin yaşatılması, çoklu doğumların artması hastalığın görülme sıklığını arttırmaktadır. Ülkemizde 1000 canlı doğumda 4,4 oranında karşılaştığımız bu hastalık 1500 gr'ın altında doğan bebeklerde insidansın daha da yüksek olduğunu görmekteyiz.

Etioloji ve Patofizyoloji:

Etiolojisine bakıldığında; prenatal, perinatal, ve postnatal döneme ait (özellikle ilk 2 yaş) pek çok farklı faktör yer almaktadır.

Prenatal sebepler (%70-80)

- Kalıtımsal hastalık
- Enfeksiyonlar (rubella,herpes.toxo.)
- Annenin metabolik hastalıkları (diabetes mellitus, hipo/hipertiroidi)
- İU anoksi veya fetus kan akımı azalması
- Rh uyumsuzluğu
- 1.trimestrda radyasyon
- Alkol, sigara
- Prenatal beyin kanaması

Neonatal Sebepler

- Prematürite
- DDA (<2500g)
- Büyüme geriliği
- Anormal geliş, zor doğum
- Konvülsiyonlar
- İntrakraniyal kanama
- Travma, enfeksiyon
- Bradikardi, hipoksi

Postnatal Sebepler

- Travma
- Enfeksiyon
- İntrakraniyal kanama
- Koagulopatiler

Eşlik eden Sorunlar

- Mental sorunlar (en ciddi)
- Epileptik nöbetler
- Oromotor sorunlar
- Üriner disfonksiyon
- Görme, işitme sorunları
- Solunum sorunları

Ortopedik Bakış Açısı:

Ortopedik açıdan SP sınıflamasına bakacak olursak 3 ana ve pek çok alt başlık altında sınıflama yapmak ve tedavi algoritmasını düzenlemek mümkündür.

- Hareket Bozukluklarına göre sınıflama:
- Spastik (%70-80)
  - Gergin, kontrakte kaslar (serebral palsinin sık görülen tip)
- Atetoid (%10-15)
  - El ayak, baş ve gözlerin istemdışı devamlı hareketi
- Ataksik (<%5)
- Karışık (>%10) ve hipotonik tip vardır.
- Topografik Dağılıma göre sınıflama:
  Monoplejik,
  Hemiplejik,
  Diplejik,
  Triplejik
- Hastanın fonksiyonelliğini ortaya koyan ve gerek tanı, gerek tedavi'ye yön veren sınıflandırma ise 'Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi'dir' (Tablo 30.1). Serebral paralizi için geliştirilen kaba motor fonksiyonu sınıflandırma sistemi (KMFSS), çocuklardan ne beklememiz gerektiğini ortaya koyan en önemli araçlardan birisidir. Ayrıca uygun ortopedik tedavinin seçiminde de yol gösterir.

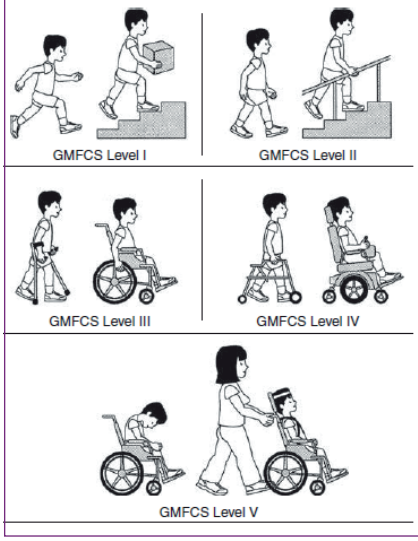
SP'de Kas iskelet sisteminde görülen patolojiler;

- Kas-tendon kısalıkları/kontraktürleri
- Eklem kontraktürleri (ROM-hareket kısıtlılığı)
- Eklem instabiliteleri
- Kemiğe ait açısal ve torsiyonel şekil bozuklukları şeklinde sıralanabilir.

SP'li çocuğu muayene ederken amaçlarımız;

- SP'yi çocukluk çağı ilerleyici(progresif) nörolojik hastalıklardan ayırmak,
- Tutulum tipini belirlemek,
- Fonksiyonel durumu ve ikincil deformiteleri değerlendirmek olmalıdır.

Tablo 30.1. Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (GMFCS); şematik ve didaktik olarak gösterilmiştir.



KMFSS	Tanım	Spastisite Derecesi / Ekstremite Tutulumu
I	Bağımsız olarak yürür ve koşar	Hafif spastisite.
II	Bağımsız yürür, ancak koşamaz.	Daha ciddi spastisite. Ciddi hemipleji veya diplejikler.
III	Yardımcı cihazlarla yürür.	Çok ciddi spastisite veya distoni vardır. Ciddi diplejikler veya hafif quadriplejikler.
IV	Ancak taşınma için ayakta durabilir. Kısıtlı çok az hareketi vardır.	Ciddi diplejik veya Orta derecedeki quadriplejik.
V	Baş kontrolü ve oturma dengesi yoktur. Tekerlekli iskemleye bağımıdırlar.	Ciddi spastik quadriplejik, Ciddi spastik distoni.

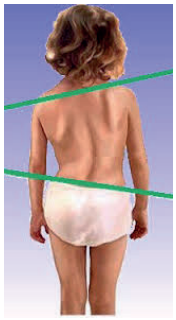
Tedavide Amaç Ve Ortopedinin Rolü

SP hastalığının tedavisinin multidisipliner bir takım işi olduğu, hastalığın bir beyin hastalığı olduğu, elimizde sihirli bir değnek olmadığını unutmamak, ortopedik tedavinin amacının hastalığın değil buna ikincil ortaya çıkan kas-iskelet sistemi problemlerini çözmek olduğunu aileye detaylı şekilde anlatmak gereklidir. Detaya girildiğinde aşağıdaki parametrelerin hepsinin altını çizmek gerekir;

- Hastalığın doğal öyküsü aileye anlatılmalı
- Duyusal bozukluklar dikkate alınmalı
- Kıyaslamalar yapılmamalı
- Uygun öncelikler saptanmalı
- Bireyin gereksinimleri ve işlevleri önemsenmeli
- İşlevsel hareketlilik sağlanmalı
- Sosyalizasyon / Okul katılımı
- Ağrıların azaltılması
- Mobilite ve fonksiyonun arttırılması
- Eklem çıkıklarının önlenmesi
- Oturma ve yeterli yürümenin sağlanması
- Ağır kuadriplejiklerde;
  - Bacaklarını açabilmesi
  - Perine hijyeni
  - Kolay giydirilebilmesi

Kalça Muayenesi

En sık fleksör, adduktör, iç rotator kaslarda spastisiteler görülür.Tedavi edilmeyen olgularda spastisite kontraktürlere dönebilir. Bunun dışında Pelvik oblikite'yi (Resim 30.1) gözden kaçırmamak tedaviyi doğru planlamak açısından ekstra önemlidir. Kalça muayenesinde addüktör kontraktürler kalça çıkığının ilk bulgusu olabileceği için özenli olmak, açının en az 45 derece olduğundan emin olmak gerekir (Resim 30.2.a-b.).



Resim 30.1.



Resim 30.2a.

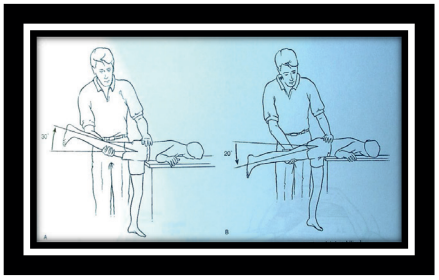


Resim 30.2b.

Kalça Fleksiyon kontraktürü tespitinde sık kullandığımız iki test Thomas (Resim 30.3) ve Staheli testleridir (Resim 30.4). Kalçanın anteversiyonunu doğru şekilde ölçmek rotasyonel osteotomi ihtiyacını ortaya koymak açısından önem arz eder (Resim 30.5).



Resim 30.3.

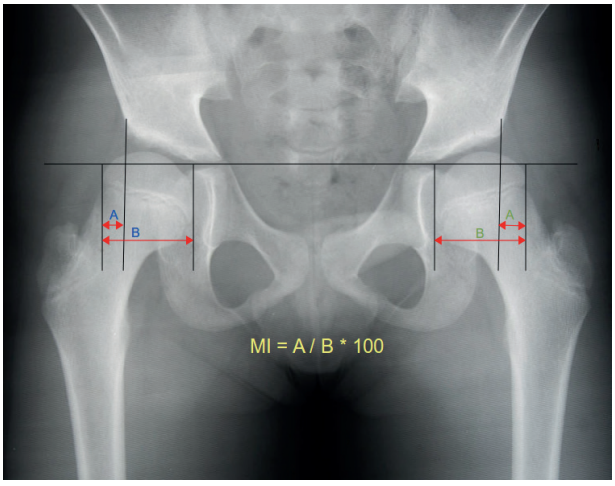


Resim 30.4.



Resim 30.5.

Radyolojik olarak kalça eklemi değerlendirilirken, pelvis ön-arka grafisinde ölçülen 'Reimer İndeksi' (kayma yüzdesi) ameliyat kararı vermekte ve ameliyat tekniğini seçmekte yol göstericidir (Resim 30.6) (Tablo 30.2).



Resim 30.6. Reimer İndeksi (Kayma Yüzdesi).

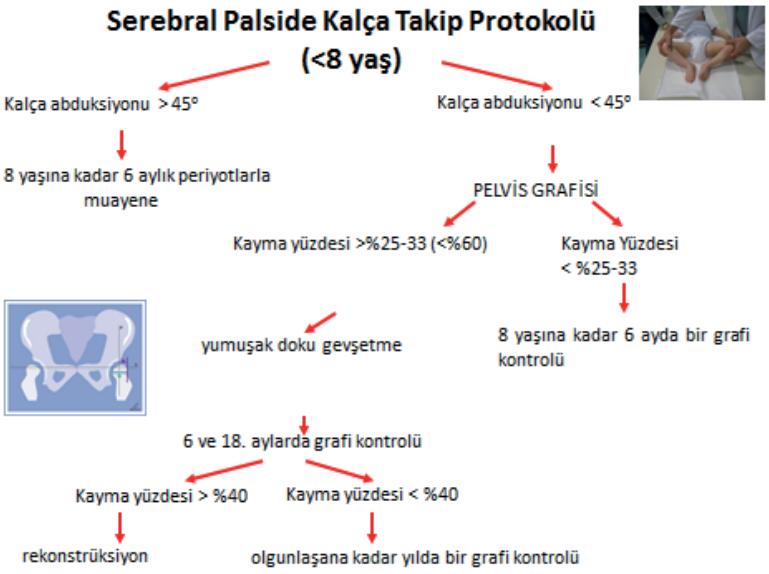
Serebral Palside Kalça Takip Protokolü (<2 yaş)

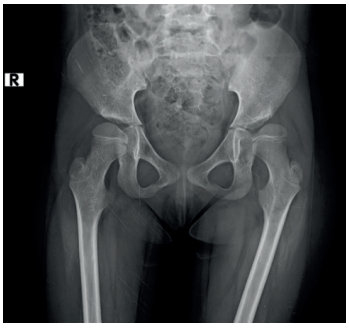
Germe egzersizleri
Botulinum toksin uygulaması
Adduktor kas gevşetme (açık veya perkütan yapılabilir).

Kliniğimizde iliopsoas gevşetmesi dışında tüm yumuşak doku gevşetmeleri 2010 yılından bu yana perkütan olarak yapılmaktadır. Tenotomiler her zaman bilateral yapılmalıdır. Ulaşmak istediğimiz açı maksimum 60-70 derece abduksiyondur. Bu sebeple addüktor longus kası ile gevşetmeye başlayıp yetersiz kalındığında diğer addüktörleri gevşetmek gerekir. Ameliyat sonrası alçı yerine breys tercih edilmelidir.

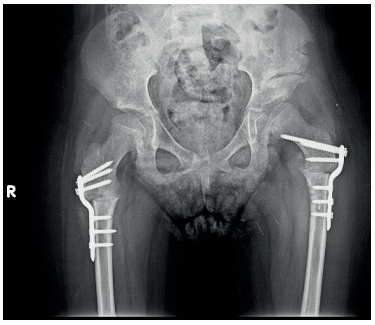
Literatüre bakıldığında serebral palsi'de kalça takip protokolü, diz ve ayak bileği kadar yaş'a bağımlı bir tedavi şeması içermez. Kalça tedavisinde günümüz literatürü, konservatif tedaviden daha çok cerrahi tedaviyi önermektedir.

Tablo 30.2. 8 yaşından küçük çocuklarda tedavi protokolü.

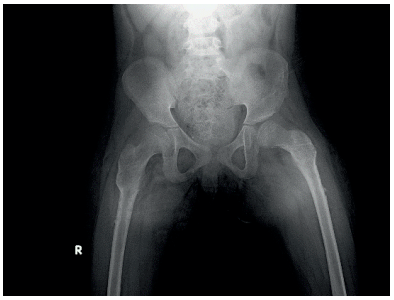




Resim 30.7a.



Resim 30.7b.

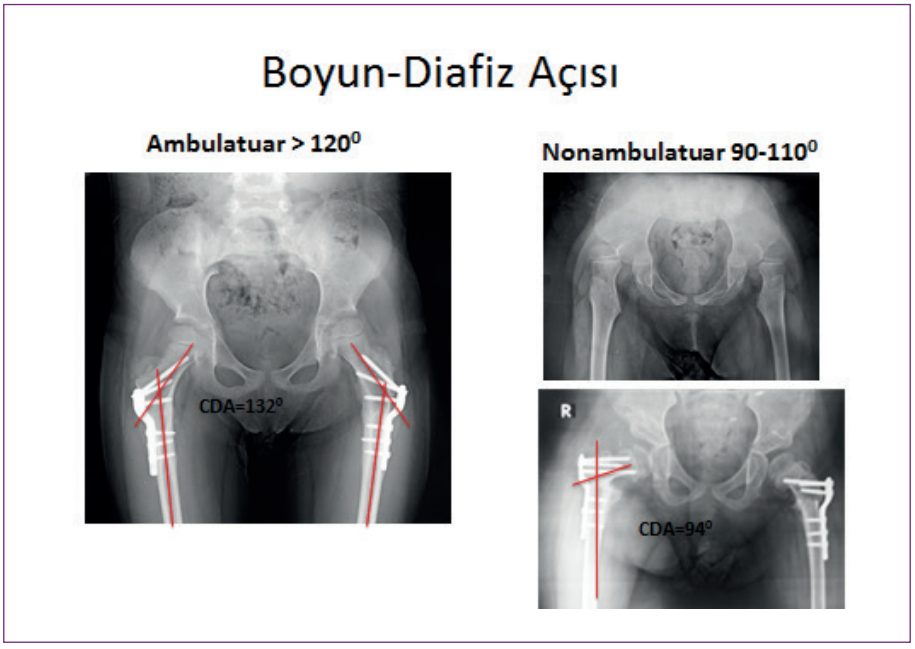


Resim 30.7c.

Resim 30.7.a-b-c. Reimer Indeksi >50 % olan hastanın bilateral kalça rekonstrüksiyonu ve takip grafileri.

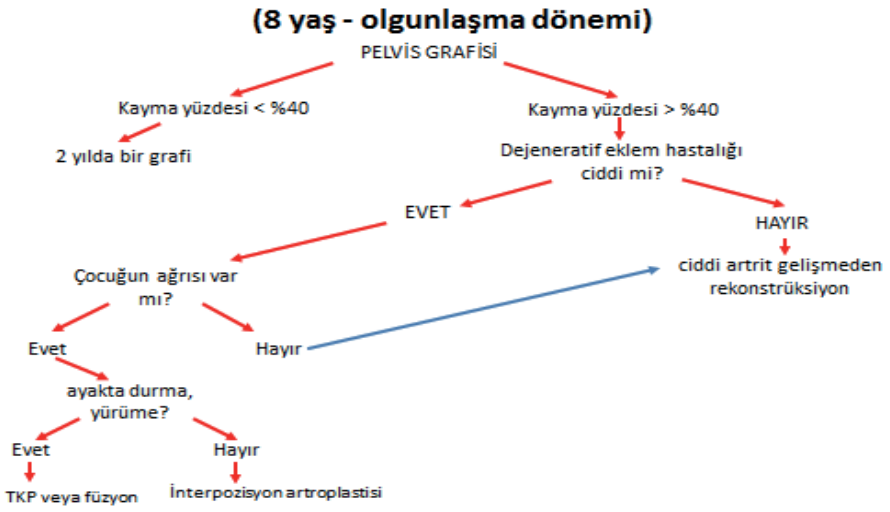


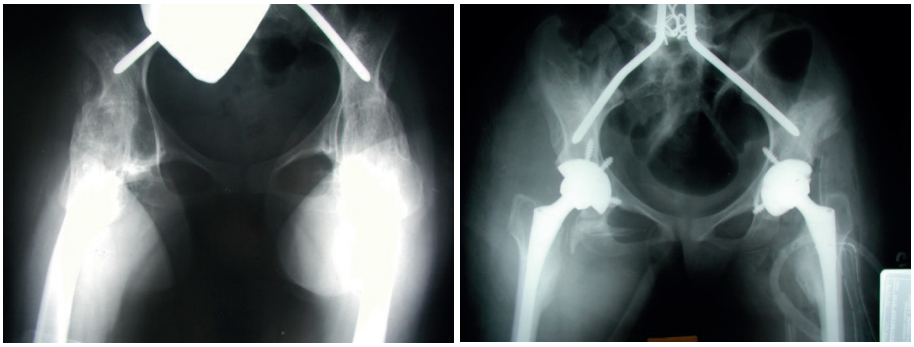
Resim 30.8. 7 yaşında anteversiyon açısı 90 derece olan hastanın yürürken dizlerinin birbirine çarpması sebebiyle yapılan bilateral derotasyon osteotomisi. Ameliyat sonunda anteversiyon'un 50-60 derece'ye indirildiğini görüyoruz.



Resim 30.9. Boyun-Diafiz açısını düzeltme cerrahisinde, ambulatuar ve non-ambulatuar hastada hedeflenen açılar farklıdır. Yürüyebilen hastada kalça açısı 120-130 derece hedeflenirken, yürüyemeyen hastalarda 90-110 derece açı hedeflenmelidir.

Tablo 30.3. 8 yaşından büyük çocuklarda tedavi protokolü.



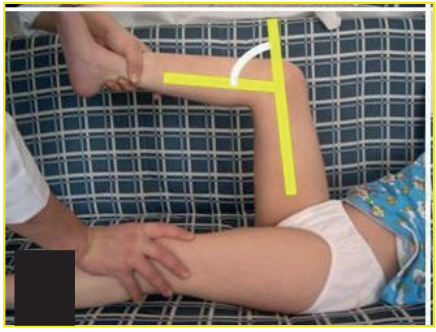


Resim 30.10. 18 y erkek hastaya, kalça eklemindeki füzyon sonrası, ağrıyı azaltmak, eklem hareket açıklığını sağlayabilmek için yapılmış bilateral total kalça protezi ameliyatını görüyoruz.

Diz Muayenesi

Serebral Palsi hastalarında en çok karşımıza çıkan problem diz fleksiyon kontraktürü olup hem ameliyat öncesi hem de anestezi altında popliteal açı (Resim 30.11) ölçülmelidir. Hastalarda diz fleksiyon kontraktürü varlığı sorgulanırken kalça fleksiyon kontraktürü açısından da muayene yapılmalı Thomas testi (Resim 30.12) ile kalçadaki olası kontraktür ekarte edilmelidir. Diz fleksiyon kontraktürlerine ait tedavi algoritması literatürde çok tartışılan bir durum olup günümüzde genel kabul görmüş yaklaşım aşağıda şematize edilmiştir.

Politeal açı >50º 'nin üstünde ise cerrahi planlanmalı ancak cerrahi esnasında bu açının 30º'nin altına düşürülmemesi gerekliliği unutulmamalıdır. Cerrahi tedavi 'de elimizdeki silahlar Kas gevşetmesi ve Kemik prosedürleri'dir. Hamstring gevşetmesi açık veya perkütan olarak yapılabilir. Ameliyat sonrası önce kısa süre sirküler alçı ile sonrasında dizlik ile rehabilitasyona başlanır. Diz takip protokolü detaylı olarak Tablo 6'de verilmiştir. Bu tabloda yer alan matür hastalarda yaptığımız femoral ekstensiyon osteotomisi cerrahın elinde son koz olarak tutacağı bir cerrahi yöntemdir.



Resim 30.11. Popliteal Açı.



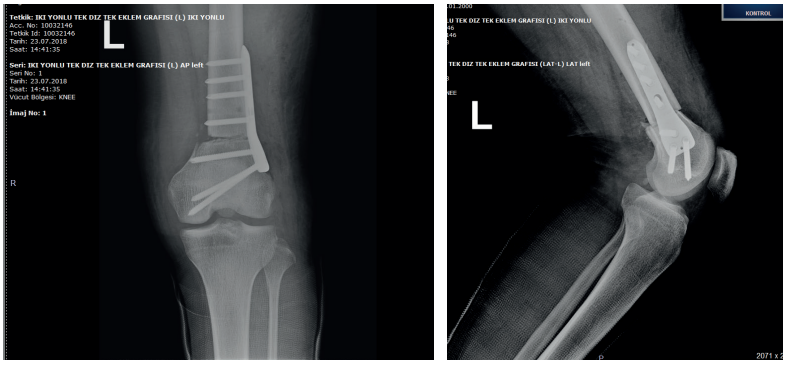
Resim 30.12. Thomas Testi.

Tablo 30.4. Serebral Palside Diz Takip protokolü.



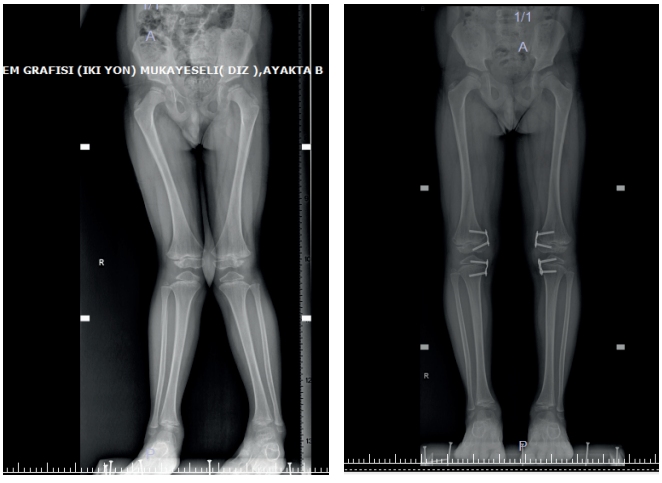
SP 'de Sık Görülen Diğer Diz Sorunlarına baktığımızda;

Dizde ekstansiyon deformitesi (rektus kontraktürü),
Dizde rekurvatum,
Dizde valgus deformitesi,
Patella alta, Patella çıkığı görülebilir.



Resim 30.13. Tablo 6'da sözü geçen, 18 yaşında erkek hastaya fleksiyon kontraktürü sebebiyle yapılan 'Ekstensiyon osteotomisi' ve ameliyat sonrası görüntüler.

İmmatür hastalarda uyguladığımız epifizyodez yöntemi, çocuğun açısal bozukluklarını çocuğun büyüme potansiyelinden faydalanarak, büyüme plağına müdahale edilerek yapılır. Resim 30.14'te bu cerrahinin preop ve postoperatif 1.yıl grafilerini görmekteyiz.



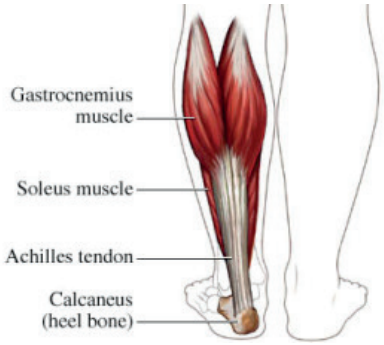
Resim 30.14. Büyüme plakları açık 'Bilateral genu valgum' tanısı almış hastanın hemi-epifizyodez'den 1 yıl sonraki x-ray görüntüsü.

Ayak ve Ayak Bileği Muayenesi

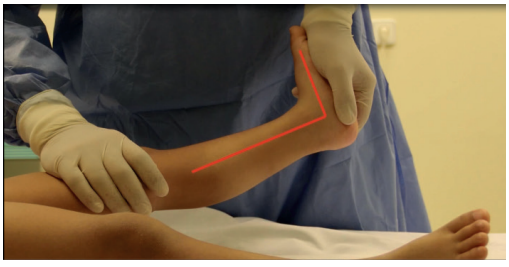
Ayak ve ayak bileği problemleri SP hastalarında en sık karşılaştığımız problemlerdir. SP'nin her tipinde karşımıza çıkan bu problemlerde tanıyı koymak ancak dikkatli bir muayene ile mümkündür. Muayene esnasında kontrol edilmesi gereken parametreler;

- Dorsifleksiyon
- Plantar fleksiyon
- Subtalar eklemde varus-valgus
- Parmak deformiteleri şeklinde sıralanabilir.

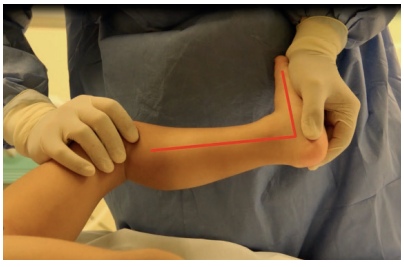
Aşil tendonu kontraktürü SP de en sık karşılaşılan deformitedir. Ayağın ekinusta kalmasına ve parmak ucu yürüyüşüne neden olur. Spastik diplejili hastalarda gastrosoleus grubunun aşırı çekişi ile ekinusun yanı sıra ayakta valgus deformitesi de ortaya çıkar, hemiplejiklerde ise tibialis post.un aşırı çekmesi ile ekinusa varus da eklenir. (Şekil 30.1.) En kıymetli test Silfverskiöld testi olup (Resim 30.15.a-b.) tutulumun gastrocnemius'ta veya gastrosoleus ta olup olmadığını ayırmak için kullanılır.



Şekil 30.1. Gastrokinemius ve soleus kas kompleksinin görüntüsü.



Resim 30.15a.

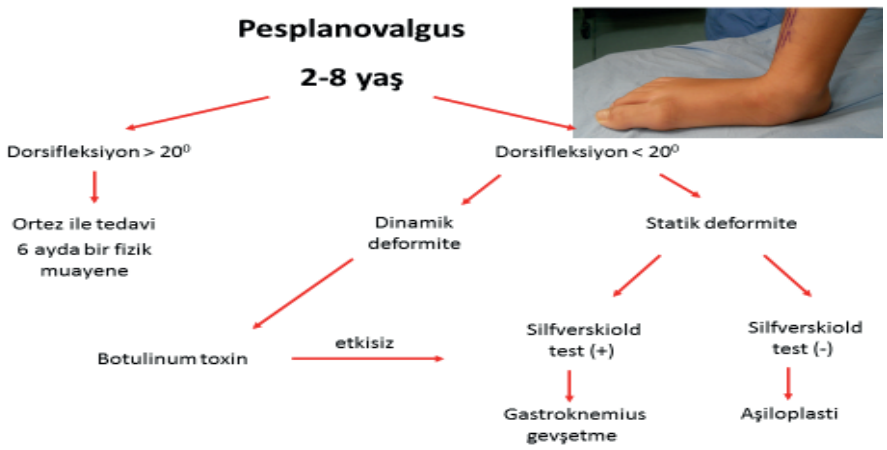


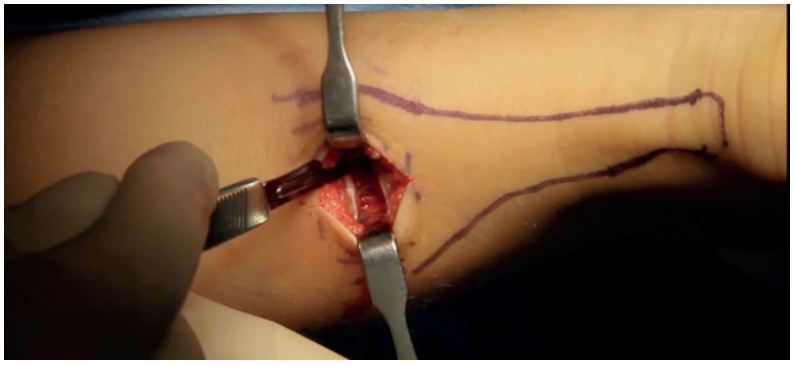
Resim 30.15b.

Resim 30.15.a-b. Silfverskiöld testi diz ekstensiyonda ve fleksiyonda iken ayak bileği dorsifleksiyona zorlanarak yapılır.

Aşil tendon kontraktürü konservatif yöntemlerle (FTR, myorelaksan ,alçılama, botoks vs), çözülemezse cerrahi tedavilere başvurulur. Cerrahi tedavilerde rekürrens olasılığını azaltmak için önce botox ve rehabilitasyon kombinasyonunun usulüne uygun şekilde uygulanması ve mümkünse 5 yaşına kadar beklenmesi önerilir. Cerrahide amaç, ayak bileği yürüyüş için gerekli olan 5-10º dorsifleksiyon, 20-25º plantarfleksiyon elde etmektir. En sık uyguladığımız cerrahiler gastroknemius gevşetme/uzatma (Resim 30.16) ve aşil tendonuna gevşetme/uzatma ameliyatlarıdır.

Tablo 30.5. Pes planovalgus tedavi protokolü (2-8 yaş arası).

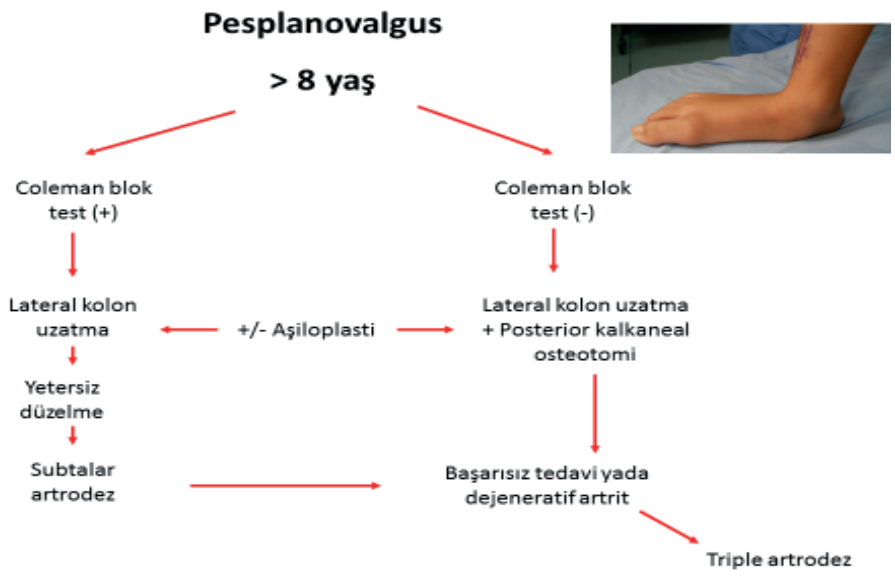


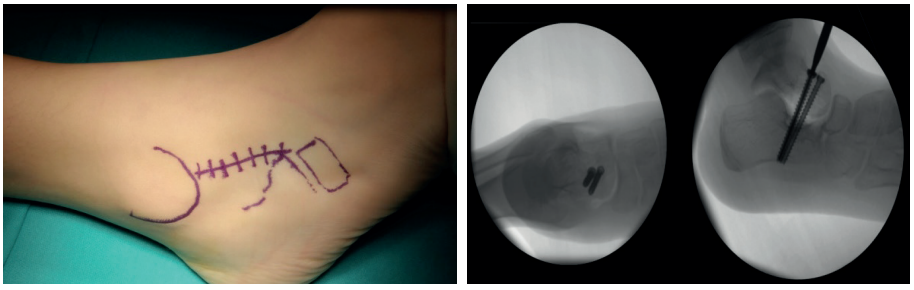


Resim 30.16. Tablo 30.5'te bahsedilen gastroknemius uzatma cerrahisi.

İkinci sıklıkla gözüken ve daha komplike bir tedavi algoritması içeren pes plano valgus ayaklarda tedavi 8 yaşından öncesi ve sonrası olarak kategorize edilmiş olup Tablo 30.5 ve 6'da detaylandırılmıştır.

Tablo 30.6. Pes planovalgus tedavi protokolü (8 yaş sonrası).





Resim 30.17. Tablo 6'da yer alan Subtalar Artrodez cerrahisi; insizyon ve ameliyat sonu skopi görüntüsü.

SP'li hastalarda üst ekstremite sorunlarına bakıldığında sık görülen problemler;

- Omuzda adduksiyon ve iç rotasyon deformitesi
- Dirsekte fleksiyon kontraktürü
- Ön kolda pronasyon deformitesi
- El bileği ve elde fleksiyon deformitesi ve ulnar deviasyon,
- Özellikle spastik hemiplejiklerde başparmak avuç içinde deformitesidir (thumb in palm).

Fizik muayenede; Volkman Açısı (Resim 30.18), Fleksör gerginlik, Thumb-in Palm (Resim 30.19) görüntüsü dikkatlice değerlendirilmelidir.



Resim 30.18.



Resim 30.19.

Cerrahi açıdan hastaları değerlendirdiğimizde, spastisitenin şiddetine göre; tenotomiler, tendon transferleri, kontraktür varlığında artrodezler ve zaman zaman karpektomi gibi geniş bir yelpazede cerrahi seçeneklerden oluşur.

SP hastalarında sık ihtiyaç duyulan tendon transferlerinden bir tanesi FCU'nun ECRB veya ECRL'ye transferi olup bu cerrahide amaç el bileğini 20 derece dorsifleksiyona getirebilmektir.

Sonuç olarak; pek çok klinik muayene bulgusuna, radyolojik değerlendirmeye, dikkatli cerrahi girişimlere rağmen, bu hastalığın tedavisinde ortopedik cerrahinin takımın sadece bir parçası olduğunu unutmamak, hastanın rehabilitasyonunun en az cerrahi kadar önemli olduğunu unutmamak gerekir. Ailelerin doğru bilgilendirilmesi, beklentilerin gerçekçi düzeyde tutulması, tedavinin meşakkatli ve uzun soluklu olduğunu detaylandırmanın hekim-aile ilişkisinde önemi unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Cornell MS, Hatrick NC et al. (1997). The Hip in Children with Cerebral Palsy. Predicting the Outcome of Soft Tissue Surgery. *Clin Orthop Relat Res;* 7(340): 165-171.
2. Cottalorda J, Gautheron V et al. (1998). Predicting the Outcome of Adductor Tenotomy. *Int Orthop;* 22(6): 374-379.
3. Flynn JM, Miller F. (2002). Management of Hip Disorders in Patients with Cerebral Palsy. *J Am Orthop Surg*; 10(3): 198-209.
4. Gabos PG, Miller F et al. (1999). Prosthetic Interposition Arthroplasty for the Palliative Treatment of End-stage Spastic Hip Disease in Nonambulatory Patients with Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop;* 19(6): 796-804.
5. Katz K, Rosenthal A et al. (1992). Normal Ranges of Popliteal Angle in Children. *J Pediatr Orthop;* 12(2): 229-231.
6. Koman LA, Mooney JF et al. (1993). Management of Cerebral Palsy with Botulinum-A Toxin: Preliminary Investigation. *J Pediatr Orthop;* 13(4): 489-495.
7. Koman LA, Smith BP et al. (2004). Cerebral Palsy. *Lancet;* 363: 1619–1631.
8. Miller F. (2005). Cerebral Palsy, *Springer Science Business Media Inc.*, New York, ss:1055.
9. Mooney JF, Koman LA et al. (2003). Pharmacologic Mnagement of Spasticity in Cerebral Palsy. *J Pediatr Orthop;* 23(5): 679-686.
10. Morrisy R. (2007). Cerebral Palsy. Lowell and Winter's Pediatric Orthopaedics, Editör: R.T. Morrissey, S.L. Weinstein, Lippincott, Philadelphia, ss:484-555.
11. Platt MJ, Cans C et al. (2007). Trends in Cerebral Palsy among Infants of Very Low Birthweight (<1500 g) or Born Prematurely (<32 Weeks) in 16 European C
12. entres: A Database Study. *Lancet;* 369(9555): 43-50.
13. Presedo A, Oh CW et al. (2005). Soft-Tissue Releases to Treat Spastic Hip Subluxation in Children with Cerebral Palsy. *J Bone Joint Surg Am;* 87(4): 832-841.
14. Reimers J. (1980). The Stability of the Hip in Children. A Radiological Study of the Results of Muscle Surgery in Cerebral Palsy. *Acta Orthop Scand Suppl;* 184: 1-100.
15. Shore BJ, Yu X et al. (2012). Adductor Surgery to Prevent Hip Displacement in Children with Cerebral Palsy: The Predictive Role of the Gross Motor Function Classification System. *J Bone Joint Surg Am;* 94(4): 326-334.
16. Spiegel DA, Flynn JM. (2006). Evaluation and Treatment of Hip Dysplasia in Cerebral Palsy. *Orthop Clin North Am;* 37(2): 185-196.
17. Stott NS, Piedrahita L et al. (2004). Effects of Surgical Adductor Releases for Hip Subluxation in Cerebral Palsy: An AACPDM Evidence Report. *Dev Med Child Neurol;* 46(9): 628-645.
18. Thompson NS, Baker RJ et al. (1998). Musculoskeletal Modelling in Determining the Effect of Botulinum Toxin on the Hamstrings of Patients with Crouch Gait. *Dev Med Child Neurol;* 40(9): 622-625.
19. Valencia FG. (2010). Management of Hip Deformities in Cerebral Palsy. *Orthop Clin North Am;* 41(4): 549-559.

Çocuklarda Görülen Alt Ekstremite Kas Tonusu Bozukluklarına Yönelik Ortopedik Cerrahi Uygulamaları Sonrası Rehabilitasyon Yaklaşımları

31

Dr. Fzt. Özden Canbay Gökçek, Dr. Fzt. Serkan Davut,
Prof. Dr. Hasan Hallaçeli

GİRİŞ

Tonus problemleri gerçekte çok iyi tanımlanmış bir kavram değildir. Tonus kelimesi yorumlanması ve ölçülmesi zor olan bir kavramdır. Çoğunlukla kas dokusunun "gevşekliğini korumaya" çalışırken pasif gerilmeye karşı direnci de vurgulanmaya çalışır. Burada kas dokusunun tam olarak gerilmeye karşı direnç ile kastedilen nedir? Sorusunun yanıtı yetersiz gelebilir. Tonus gibi kavramlar hakkında psikometrik özellikleri taşıyan değerleri ölçmeye çalıştığımızda sorunlar ortaya çıkar. Çok gevşek anlamı taşıyacağı gibi gözlem, palpasyon, pasif hareket aralığına veya germe hareketine olan direnci de anlatmaya çalışır. Bu nedenle şu söylenebilir:"tonus" nörolojik gelişimin grafiğinde ve dolayısıyla gelişimsel sorunların öngörülmesinde sınırlı bir değere sahiptir.

Çocukluk çağı motor becerilerin yetersizliğinin en önemli nedenlerinden biri düzensiz kas tonusu problemi olarak bilinmektedir. Kas tonusundaki düzensizlik çocuklarda ayakta durma, yürüme, koşma, tek ayak üzerinde durma gibi genel motor becerilerinde zorlukların oluşmasına ya da normal motor gelişme eğrisinde bozulmaya neden olur. Yürüme patolojilerine yol açan birincil nedenler, sinir sisteminden kaynaklı olup çocukta gevşeklik, spastisite, pozisyon algısında ve kas tonusu ile ilgili bozukluk olarak karşımıza çıkar.

Kas tonusunu bozan etmenler arasında birçok neden olabilmektedir. Başlıca Kas bozuklukları sebepleri

- Merkezi veya perierik sinir hastalıkları
- Kas distrofisi gibi genetik bir bozukluk durumları
- Miyozit gibi iltihabi durumlar

- Burkulma, kramplar veya tendinit gibi yaralanma veya overuse rahatsızlıkları
- Bazı kanserler
- Bulaşıcı hastalıklar
- Bazı ilaçlar
- İdiopatik nedenler ve diğerleri

KAS TONUSU BOZUKLUKLARI

Hipertonus-Spastisite

Spastisite, beyin veya spinal kordun hasarı sonucu oluşan bir üst motor nöron lezyonunun klinik bir sonucudur. Tonik germe reflekslerinin aşırı uyarılabilirliği sonucu tendon gerginliğine karşı hıza bağlı olarak kas tonusu artışı ile kendini gösterir. Pasif eklem hareketlerine karşı kaslarda direnç artışı oluşur. Mevcut santral sinir sistemi hasarı sonucu oluşan bu mekanizma kusuru kasların hareket koordinasyonunun bozulmasına yol açar. Bu nedenle eklem hareket biyomekaniği için gerekli olan agonist kasların kasılması-antagonist kasların gevşemesi gibi temel hareket koordinasyonu sağlanamaz. Spastisitede kas tonusu çoğunlukla fleksor bazen de ekstansör kas gruplarında ağırlıklı olmak üzere istem dışı belirgin şekilde artar. Sadece agonist veya antagonist kas grubu kasılır. Eğer bu ikisi birlikte tonus artışı gösterirse o zaman tablo spastisite değil rijidite olarak adlandırılır.

Spastisite etyolojisinde rol alan en çok bilinen hastalıklar:

- Serebral palsi
- Serebrovasküler olaylar
- Kafa travmaları
- Spinal kord hasarları
- Merkezi Sinir Sistemi ile ilişkili konjenital durumlar vb

Spastisite gelişimi sonrasında kronik dönemde işlevsel olamayan ekstremite kas ve tendonların kısalması sonucu kas tendon kısalması ve eklem kontraktürleri gibi adaptif değişiklikler meydana gelir.

Kas tonusu bozukluğu problemlerinden biri olan Serebral Palsi (SP) klinikleri oldukça sıkça meşgul eden patolojilerden biridir. Başlıca problemler spastisite, kas zayıflıkları ve selektif motor kontrol kaybı olabilir. Spastisite nedeniyle eklem biyomekaniğinde problemler oluşabilir. Eklem mekaniğinde meydana gelen bozulma fonksiyonel yetersizliklerle ilişilidir. Kas tonusundaki bozukluk eklem çevresindeki kaslarda imbalansa; eklem biyomekaniğindeki ilglili proprioseptif ve kinestetik duyuların bozulmasına ayrıca sebep olur. Bu sebeplerden dolayı yürüme ve denge becerisinde kayıplar sıkça görülür.

Kas tonus bozukluğu nedeniyle meydana gelen bir diğer önemli husus kas imbalansı postüral deformitelerin oluşumudur. Çocuklarda kas tonusundaki artış; nöromotor kontrol sorunlarla birlikte çok ciddi sorunlara yol açabilir. Bu sorunlar arasında eklem kontraktürleri, kalça dislokasyonu, skolyoz, plantar ekin başlıcalarıdır.

Hipotonus çocuklarda görülen önemli bir diğer kas tonus problemidir. Hipotoni; santral sinir sistemi anormallikleri, nöropatiler, nöromuskuler hastalıklar ve miyopatilerde görülebilmektedir.

- Hipotonus görülen pediatrik hastalık grupları;
- Spina bifida
- Poliomyelit
- Brachial plexus lezyonu
- Duchenne muskuler distrofi
- Walker-Warburg sendromu
- Spinal muskuler distrofi
- Konjenital myasteni.

Çocuklarda kas tonusu dikkatlice muayene edilmelidir. Tonus muayenesi sırası ile istirahatte, yatış pozisyonunda hatta vücut pozisyon değişiminde ve yürüyüş fonksiyonunda (bastonlu ve bastonsuz) en önemlisi ayakta dik duruş ve yürüyüşte değerlendirilmelidir.

Serebral palsi kas tonusuna göre; spastik, diskinetik, hipotonik ve miks tip olarak sınıflandırılır. Hipotoni SP en nadir görülen tiptir. Hipotonik SP'de kas tonusunda azalma ve motor iletimde gecikme olur. Ortopedik bakım, kas tonusu anormalliklerinin tanınmasına ve tanımlanmasına ve çocuğun büyümesini ve gelişimini nasıl etkilediğine bağlıdır. Anormal kas tonusu, serebral palsinin ortak bir teşhis özelliğidir; hipotoni veya hipertoniyi içerebilir. Ancak, hipertoni serebral palsili çocuklarda en sık görülen tonus bozukluğu şeklidir.

William John Little adlı ortopedi cerrahı tarafından SP nin tanımlandığı 1843'ten beri, pediatrik ortopedi cerrahları serebral palsili popülasyonda prognozuna, tedavisine, uzun süreli klinik yönetimine ve gelişimine katkıda bulunurlar.

Hipertoni, uygulayıcı tarafından algılanan bir eklem etrafında dışarıdan uygulanan harekete karşı anormal şekilde artan direnç olarak tanımlanır. Hipertoniye tek başına veya kombinasyon halinde spastisite, distoni ve rijidite neden olabilir. Bu sendromlar arasında ayrım yapabilmek önemlidir, çünkü her biri kendi varlığıdır ve farklı tedavi türleri gerektirebilir.

Hipertonus: Spastisite, SP li çocuklarda en sık görülen tonus anomalisidir. Bununla birlikte, rijidite ya da hipertonik kasların hepsi spastik değildir. "Spastisite, iskelet

kasının gerilim hızına bağlı bir direnç durumudur. Aşağıda ifade edilen işaretlerden birine veya her ikisine birden sahip olduğu durum spastisite için tanımlanmaktadır:

- Dışarıdan uygulanan harekete karşı eklemde oluşan gerilim hızı artar ve ortaya çıkan abnormal tonus eklem hareketinin yönüne göre değişir ve / veya
- Dışarıdan uygulanan harekete karşı kasın direnci hızla artar.

"Spastisite, hastanın aktivite seviyesi, uyanıklık seviyesi, duygusal durum ve başka bir rahatsızlık gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilir. Muayenede, hiperrefleksi, klonus ve Babinski tepkisi gibi üst motor nöron işaretleri sıkça bulunur.

Distoni

İstemsiz kas kasılmaları sonucu oluşan patolojik bir hareket bozukluğudur. Anormal, sıklıkla tekrarlayıcı hareketler, postür veya her ikisine neden olan sürekli veya aralıklı kas kasılmalarıyla karakterize bu durum bazen istirahat halinde ortaya çıkarken bazen de istemli hareketler sonucu ortaya çıkabilir. Yine distoniler yapılan belirli bir hareket sonucu ortaya çıkabilirken bazen bu belirli bir hareketle ortaya çıkan distoni aynı ekstremitenin farklı hareketiyle azalabilir veya yok olabilir. Bazı hastalarda tam ters olarak istirahatte gelişen bir distoni hareket ile azalabilir veya yok olabilir. Günün belirli saatlerinde görülebildiği gibi zamanla ilerleyici karakterde de olabilir.

Etyolojisi tam olarak bilinmemekle birlikte önceleri beyinde bazal ganglionlarda hasara bağlı olabileceği düşünülse de tüm hastalarda bunu kanıtlayacak veri tam olarak elde edilememiştir. Yine beynin değişik alanlarındaki, beyincikteki veya beyin sapındaki hasarlara bağlı da gelişebileceği bildirilmiştir. Yapılan tüm testlere rağmen pek çok hastada etyoloji tespit edilememektedir.

Distonilerin sınıflandırılması

Yerleşimine veya etyolojisi göre sınıflandırılabilir.

Fokal distoni: Servikal distoni gibi sadece tek bir bölge tutulumu görülür.

Segmental distoni: Oromandibuler ve spazmodik disfoni gibi iki veya daha fazla komşu bölgenin tutulumu görülür.

Multifokal distoni: Kol ve bacakların birlikte tutulduğu durumlar gibi birbirinden uzak birkaç bölgenin tulumu görülür.

Hemidistoni: Aynı taraf kol ve bacak tutulumu görülür.

Jeneralize distoni: Gövde ile birlikte vücudun diğer bölgelerinin tulumu görülür.

Primer distoni: İzole olarak hastanın tek bulgusunun distoni olduğu ve idiopatik olan formdur.

Klinik bulguları:

Klinik standart olarak istemsiz kasılma şeklindedir. Başlıca bulgular olarak istem dışı hareketler, anormal postür görülebilir. Bu hareketler klasik olarak hep aynı paterndedir. Kasılmalar sıçrama, sallanma, titreme, eğilme veya bükülme şeklinde olabilir. Bulgular tutulduğu bölgeye göre değişmekle birlikte örnek olarak servikal distonide boyun kaslarındaki kasılmalar başın dönmesi ve boynun eğilmesine neden olarak tortikollis benzeri görüntü oluşur. Göz çevresi kaslarının aşırı kasılmaları sonucu genelde bilateral göz kırpma ve göz kapağı kapanması yapan spazmlara (blefarospazm) yol açabilir. Bu durumda görme fonksiyonu etkilenebilir. Çene ve/veya dil kaslarının da etkilenmesi ile oromandibular distoni görülebilir. Bu nedenle ağız ve yutma gibi fonksiyonlar yerine getirilmekte zorlanılır. Spazmodik disfoni *(*laringeal distoni) durumunda vokal kord kaslarının etkilenmesi ile ses kalitesi bozulur ve bazen kısık bazen de kesik ses çıkarabilirler. Spesifik bir aktiviteye bağımlı distonilere örnek olarak müzisyen distonisinde tekrarlayan el hareketleri sonucu aktivite esnasında distoni gelişerek kramp şeklinde distoniler gelişir. Bazı hastalarda ekstremite krampları şeklinde olabilir.

Muayene sırasında, standart anti-spastisite tedavileri ile düzelmeyen tonus artışı olan bir çocuk altta yatan bir distoniden de muzdarip olabilir. Çocukluk Çağı Motor Bozuklukları Çalışma Grubu tarafından formüle edilen fikir birliğine dayalı tanım aşağıdaki gibidir.

"Çocukluktaki distoni, istemsiz sürekli veya aralıklı kas kasılmalarının tekrarlayan hareketlere, anormal duruşlara veya her ikisine neden olduğu bir hareket bozukluğudur." Distoni, ekstremite tarafından incelenen pasif harekete karşı çıkan distonik kas kasılması varsa hipertoniye neden olabilir, distonik hipertoni olarak adlandırılır. Distoni ayrıca etkilenen vücut bölgesiyle ilgili olarak da sınıflandırılabilir. Fokal distoniler tek bir vücut parçasını etkiler, segmental distoniler bitişik vücut parçalarını etkiler ve multifokal distoniler iki veya daha fazla bitişik olmayan vücut parçasını etkiler. Muayenede, hasta dinlenirken veya bazen muayene esnasında distoni görülebilir.

Distoninin ardındaki fizyoloji, antagonist kasların toparlanmasını, istemli hareket sırasında istenmeyen kasların üzerine elektromiyografik aktivitenin taşmasını ve bazal gangliya da dahil olmak üzere beynin daha derin yapılarının hasar görmesinin neden olabileceği pasif kısalma sırasında kasların istemsiz aktivasyonunu içerir. Kortikal aktivite için bir geri bildirim döngüsü gibi davranır.

RİJİDİTE

Kısaca herhangi bir eklemin hareket edemediği veya zorlukla sınırlı hareketli bir durum olarak tanımlanır. Ayrıca, artmış kas tonusu ile sertlik; kasların sertliği veya ciddi azalmış esnekliği anlamına da gelir. Sertlikte, etkilenen bir uzvun kas tonusu her

zaman serttir ve gevşemez, bazen azalmış hareket aralığına neden olur. Rijidite, kas hızla gerildiğinde mevcut olan kas tonusunda bir artış olan spastisiteden ayırt edilir. Süperpoze veya ardışık titreme ile rijidite, bir eklem hareket ettirildiğinde uzuv cılız kalite hareket nedeniyle rijit olarak adlandırılır.

Bununla birlikte, aşağıda sunulu maddelerin varlığı olduğu durumlarda "rijidite" tanımlamaktadır:

(1) harici olarak ekleme çok düşük direnç uygulandığında oluşabilir, eklemde sağlanan hareketin hızına bağlı değildir. Değişken bir eklem hızına veya eklem açı eşiğine bağlı değilidir.
(2) agonistlerin ve antagonistlerin eşzamanlı birlikte kasılması ile kokontraksiyon meydana gelebilir ve bu durum eklemde oluşan hareket yönünün tersine bir harekete karşı doğrudan bir direnç ile karşılık verir;
(3) alt ekstremitede eklemleri ile birlikte sabit; hareketsiz bir şekilde artmış tonus ile belirli bir ayakta dik duruş sergileyebilir. Bu durumda ekstremitede, gövdenin ambulasyon için gerekli fleksiyon hareketleri gözlenmez ve
(4) uzak kas gruplarındaki istemli aktivite, rijit eklemlerde istemsiz hareketlere yol açmaz. Ancak, zamanla rijidite kötüleşebilir.

ATAKSİ

Hareket kontrol ve koordinasyonu yapılamadan ortaya çıkan dengesiz ve başarısız hareketlerdir. Bu durum genelde düzensiz ve sakar hareketler şeklinde belirir, denge güçlüğüne veya istemli hareketlerde beceriksizliklere yol açabilir.

Etyolojisinde beyin vestibüler çekirdeklerin patolojisi, beyincik veya posterior spinal kord hastalıkları sonucu ortaya çıkabildiği gibi etyolojisinde herediter veya edinsel pek çok sebep vardır.

Sınıflandırması şu şekildedir:

Herediter ataksi: Genetik geçişli olup yavaş seyirli ve ilerleyici çeşitli alt tipleri vardır.

Edinsel Ataksi: Toksik, ilaca bağlı, alkole bağlı, serebellar enfarkt veya kanamaya bağlı veya enfeksiyöz sebeplerle ilgili kontrol ve koordinasyon merkezindeki hasara bağlı oluşabilir.

İdiopatik-sporadik ataksi: Sebebi bilinmemektedir.

Klinik

Ataksi tipine bağlıdır. Genelde Hareket bozuklukları (yürüme ataksisi vb), denge ve koordinasyon kaybı görülür. Buna ek olarak spesifik hastalıklara özgü bulgular, örneğin spino serebellar ataksıde hareket bozukluklarına ek olarak dizartri, disfaji, okulomotor bulgular, vs görülür.

İstemli alt ve üst ekstremite hareketleri beceriksizdir. Kavrama yapmakta zorlanabilir, titreme ve beceriksizlik nedeniyle hareket amacına uygun gerçekleşemeyebilir. Ayakta dikduruş pozsiyonunda dengeyi sağlamakta güçlük çeken hastalarda sallanma, düşme ve tekrar gövdenin erekt pozisyonuna gelememe gözlenebilir. Ağız ve dil kaslarının koordinasyon bozukluğu sonucu konuşmanın peltekleşmesi ve göz kaslarında koordinasyon kaybı ile çift görme, bulanıp görme vs olabilir.

Diğer Hiperkinetik Hareket Bozuklukları

Diğer bazı hiperkinetik hareket bozuklukları arasında kore, miyoklonus, huzursuz bacak sendromu, tikler ve titreme sayılabilir. Hiperkinetik bozukluklar genellikle istemsizdir, ancak bazen bir zorunluluğun parçası olarak istemli olarak ortaya çıkarlar. Kore, bir vücut parçasından diğerine akıyor gibi görünen istemsiz, düzensiz, maksatsız, ritmik olmayan, ani, hızlı, işlenmemiş hareketleri ifade eder. Miyoklonus, kas kasılması veya gevşemesinin neden olduğu ani, kısa, şok benzeri bir fenomendir. Huzursuz bacak sendromu, istirahat halindeyken bacaklarda hoş olmayan sürünme hissi tanımlayan olguyu ifade eder. Tikler anormal hareketler (motorlu tikler) veya seslerdir (fonik tikler). Tremor, bir veya daha fazla vücut bölümünü etkileyen salınımlı, genellikle ritmik ve düzenli bir harekettir.

SPASTİSİTE TEDAVİSİ

Spastisiteyi tedavisi multipolar ve multidisiplinerdir. Tedavinin amacını dikkatlice tanımlamak, tedavinin kendisi kadar önemlidir. Hedefler, çocuğun aile ve ekiple olan işlevi bağlamında araştırılmalı ve tartışılmalıdır. Spastisite veya hipertoninin yönetimi, 1 ekstremite 1 eklem seviyesini etkileyebilecek global veya tüm vücut tutulumu - fokal problemlere bölünmüştür. Daha karmaşık bir cerrahi işlem için ilaç seçimi, fonksiyonları en üst düzeye çıkarmalı veya çocuğun genel bakımını ve yaşam kalitesi iyileştirmeli ve yan etkileri veya komplikasyonları en aza indirmelidir. Bunun yanında, planlanan tedavi hastanın ihtiyaçlarına, ailenin beklentilerine ve mevcut toplum kaynakları ile yeteneklerine de uygun olmalıdır. Öncelikli olarak; pasif germe, artmış tonus tedavi etmek için yaygın olarak kullanılır. Pasif germe hareket aralığını arttırdığına ve serebral palsili çocuklarda spastisiteyi azalttığına dair bazı sınırlı kanıtlar vardır; bu, özellikle sürekli gerdirmenin kullanıldığı durumlarda geçerlidir. Sürekli germe, ortez veya seri alçılama başlıca diğer tedavi metotlarıdır.

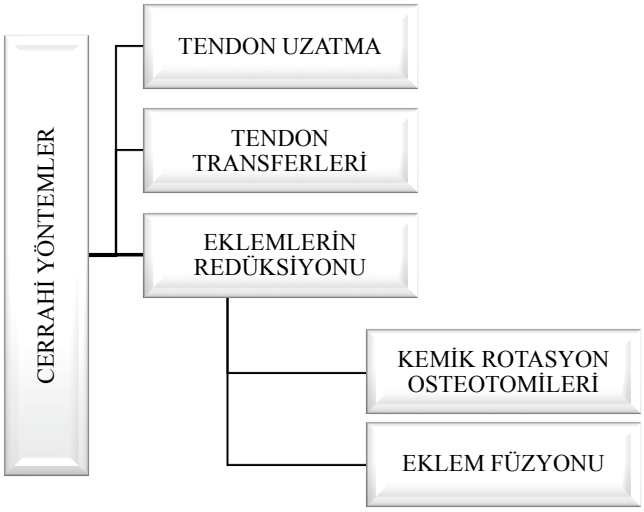
Pediatrik Ortopedi cerrahi disiplini, serebral palsili çocukların tedavi programlarında sürekli bir katılımcıdır. Pediatrik ortopedi cerrahları, deformite riskini azaltmak ve genel fonksiyonu iyileştirmek için program planlar ve düzenler. Çocuğun büyüme yıllarında hem spastisite hem de distoniyi tedavi etmek, fonksiyonel sonuçlarını iyileştirebilir.

Ortopedi departmanında spastik bir kasın tedavisinde öncelikli olarak minumum ama etkili tedavi yöntemleri akla gelmelidir. Yumuşak dokuya yönelik uygulamalar, kemik ameliyatlarından önce düşünülmelidir. Bu kapsamda botulinum toksin uygulaması, ortez seçimi veya alçı uygulaması sıklıkla tercih edilen metodlardır. Ancak, fizyoterapistin içinde olduğu multidisiplin üyelerinin tedavi programını seçimi ve bu programda uygulanacak yöntemlerden hangisinin önce yapılacağı kararı verilirken vakalar çok vakit alıyorsa yada yeterli fonksiyonel düzelme elde edilemiyorsa "cerrahi" seçeneği vazgeçilmez olacaktır. Pediatrik ortopedi cerrahları, serebral palsili çocuklarda botulinum toksinlerinin kullanımına cerrahi işlemlerin yanında öncülük etmişlerdir. Nörolitikler, hem spastisitede hem de distonide bulunan odak tonunu etkili bir şekilde kontrol edebilir. Bir pediatrik nörolog veya gelişimsel pediatrist, tipik olarak tonus yönetimi konusunda uzmanlık sağlayabilir. Bu profesyonellerin tonusu kontrol etme ve tedavinin olası yan etkilerini yönetme çabaları ortopedi cerrahının çalışmalarını tamamlayacaktır.

Agresif hipertoni tedavisine rağmen, deformite hala görülürse intratekal baklofen tedavisi ve selektif dorsal rizotomi gibi tedavilerin zamanlaması ile ilgili kararlar, hastanın genel fonksiyonel ve rehabilitasyon hedefleri bağlamında gerçekleşir. Bu beyin cerrahisi prosedürleri tamamlayıcıdır ve dikkatli bir ortopedik değerlendirmeyi engellemez.

KAS TONUSU BOZUKLUKLARI İÇİN YAPILAN CERRAHİ YÖNTEMLERİ

Ortopedik cerrahi endikasyonları çok geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Fonksiyonu geliştirmek, şekil bozukluğunu önlemek, eklem dislokasyon veya subluksasyondan kaynaklanan ağrıyı azaltmak, kötü biomekanik yapıyı restore etmek, cilt dokusunda gözlenen yara basıncını önlemek, mobilite durumunu geliştirmek, kozmetik ve hijyeni artırmak en sık karşılaşılan endikasyonlardır. Anormal kas tonusunun yönetimi için cerrahi müdahaleler kapsamında bir dizi tıbbi tedavi seçeneği kullanılmaktadır (Şekil 31.1). Fizyoterapist ve ortopedist, kas iskelet problemi olan çocuklarda hedefleri ortaklaşa belirlemelidir. Fizyoterapist ya da ortopedistten gelen her bir geri bildirim karar alma sürecinde kritik öneme sahiptir. Çocuğun farklı bir merkezde tedavisi yapıldığı durumda üçüncü fizyoterapistin görüşü de alınmalıdır.



Şekil 31.1: Pediatrik Yaş Grubunda Sıklıkla Yapılmakta Olunan Ortopedik Cerrahi İşlemler

SEREBRAL PALSİLİ HASTALARDA ALT EKSTREMİTE PATOLOJİLERİNE ORTOPEDİK CERRAHİ YAKLAŞIMLAR

SP li çocukların ebeveynleri Ortopedi disiplini daha çok parmak ucunda yürüyüş sorunları veya kötü postüral yakınmalar için meşgul ederler. Ebeveynlerin ilk sırada Ortopedi uzmanlarından randevu alma nedeni% 64 oranla parmak ucu yürüyüşü ile ilgili kinetik ve kinematik sorunudur. Daha sonra, sert diz yürüyüşü (% 56), metatarsus adductus ve ayağın varus pozisyonundaki yürüyüş (% 54) ve aşırı kalça fleksiyonu (% 48) yürüyüş sorunlarıdır. Bu şekilde tanımlanmış postüral hatalar yürüyüş fonksiyonunda gövdenin denge sorunlarına ve fonksiyonel uyum kaybına ciddi bir şekilde sebep verebilir. Yürüme stabilitesi kaybını etkileyen diğer faktörler arasında duyusal bozukluk, kötü denge reaksiyonları, seçici kas kontrolünün kaybı, artmış üst vücut hareketleridir.

Eklem sertlikleri, kas sertlikleri ve eklem kontraktürler gibi anormalikleri serebral palsili çocukların birçoğunu etkiler. Özel gözetim programlarının risk altındaki eklemleri ve kas gruplarını tanımlamak ve patolojik süreç gelişimini önlemek için etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Skoru / Gross Motor Function Classification System (GMFCS) I ve II olan hastalar, hareketliliği ve yürüyüşü etkileyen deformiteler yaşayabilirler. Ancak, GMFCS diğer gruplara göre daha az sıklıkta cerrahi gereksinimlere ihtiyaç duyarlar. Postoperatif ebeveyn mem-

nuniyetinin daha yüksek olduğu özel gruplar şu şekildedir: GMFCS düzeyi (seviye I), tek taraflı tutulumu olan çocuklar ve daha küçük yaşta olanlardır. Marjinal ve nonambulatuar hastaların cerrahi olma ihtimali daha yüksektir. Özellikle kalça ekleminde olduğu gibi subluksasyon veya luksasyon tespit edildikten sonra erken cerrahi müdahale endikedir. Yumuşak doku ameliyatları yeterli gelmezse kemik cerrahisinden yararlanır. Yine diz ve ayak bileği kontraktürleri gelişmesi durumunda perkütan veya açık cerrahiler ile müdahaleler gerekebilir. Postoperatif dönemde uygun ve yeterli fizyoterapi programları uygulanmaz ise deformitelerin tekrar olasılığı unutulmamalıdır. Bu nedenlerle, tanımlanan motor bozukluklar için tıbbi ve cerrahi müdahaleyi eş zamanlı takip eden düzenli fizyoterapi uygulanması kritik öneme sahiptir. Serebral palsili çocuklardan kas tonus bozukluklarından dolayı ambulasyon süreçlerinde gecikmeler sıklıkla gözlenen bir durumdur. Uygulanan terapatik yaklaşımlar ısrarlı, düzenli ve kesintisiz olmalıdır. Bu süreçte kontraktürler, antispastik kasın güçlenmesinde zorluklar veya ayak bileğinin ekin deformitesi gibi sürekli postüral hataların varlığının bir zaman çizelgesi olmalıdır. Rehabilitasyon ekibinin, özürü olan çocuğun motor gelişimine engel gördüğü durumlarda (örneğin parmak ucunda yürüyüşün devamı gibi) kapsamlı değerlendirme ile cerrahi işlem düşünülmelidir. Bazı durumlarda birden fazla eklem veya dokular için bu durum söz konusu olabilir. Örneğin, Gastrosoleus ve diz fleksör kaslarının konraktürlerinin oluşturduğu olumsuz klinik tablo durumu gibi. Yapılacak cerrahiler öncesinde tüm ekstremite ayrıntılı olarak incelenip etkilenen eklemler aynı seansta düzeltilmelidir. Rekürrens olasılığının yüksek olması nedeniyle kalça çıkığı olmayan hastalarda cerrahi tedavi 7-9 yaştan sonraya bırakılmalıdır. Ancak en iyi fonksiyonel sonuçların 4-6 yaş aralığında cerrahi yapılanlarda olduğu göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, cerrahi sonrası rehabilitasyonun kalça çıkığı rekürrens durumuna karşı önemi tartışılmazdır.

KALÇA SORUNLARI

Kalçanın Addüksiyon Deformitesi

Serebral palsili çocuklarda en sık görülen deformitedir. Tedavisi birincil olarak cerrahi metodlarla yapılmalıdır. Hafif kontraktürlerde addüktör (Addüktor Longus kası) tenotomi genelde yeterlidir. Şiddetli olgularda gracilisin ve addüktör brevisin kaslarının serbestleştirilmesi gerekebilir. Bu işlemler mini insizyonlar ile yapılabildiği gibi perkütan olarak da yapılabilir. Yumuşak doku girişimleri dört yaş öncesinde ve kalça çıkığı ve asetabulumda şekil bozukluğu gelişmeden yapılmalıdır.

Adduktör tenotomi genellikle pelvisin frontal düzlemdeki artmış lateral tilti gibi postüral hataları önlemek için iki taraflı olarak yapılır. Ameliyattan hemen sonra, fizik tedavi ve kalça abdüksiyonu pozsiyonu sağlayan ortez desteği düşünülmelidir.

Postoperatif dönemde genelde 1 ay süresince addüksiyon barı ile desteklenmiş bilateral uzun bacak alçısı ile immobilize edilir. Ayrıca abdüksiyon cihazları, ortezler veya yastıklar da kullanılarak erken dönemde fizyoterapi de başlanılabilir.

Kalçanın Fleksiyon Deformitesi

Serebral palsili yürüyebilen çocuklarda progresif kalça fleksiyon deformitesi statik ve dinamik deformiteye neden olan ve birincil sık görülen bir sorundur. Artmış anterior pelvik tilt, bükük diz /crouch yürüyüşü, kalça instabilitesi ve lomber lordoz ile ilişkili olduğu ayrıca unutulmamalıdır. Kalça fleksör kasının disfazik aktivitesi serebral palsi hastalarında kalça ekstansiyonunun antogonistidir ve bu hareketi önemli oranda sınırlar; bu sorun da yürüyüşün adım uzunluğunu ve yürüme etkinliğini azaltır. Söz konusu bu kasın patolojik yürüyüşteki olumsuz rolüne rağmen, psoas kasının uzatması ile ilişkili cerrahi endikasyonları biraz belirsizdir. Etyolojide Iliopsoas kasının esas deforme edici kuvvet olduğu kabul edilmektedir. Birçok klinisyen iliopsoas kasını uzatarak bu sorunu gidermeye çalışırken bazıları da trokanter seviyesinden tenotomi yaparak gevşetmeyi tercih etmektedir. Yürüme potansiyeli olan veya yürüme fonksiyonuna sahip çocuklarda 15-30 derece kalça fleksiyon kontraktürleri genellikle iliopsoas uzatma girişimi ile tedavi edilebilir. İliopsoasın sadece tendonu kasık seviyesinde kesilir. Tendon kısmının kesilmesiyle iliopsoas kası uzar ve bu sayede hem kalçadaki fleksiyon kontraktürü düzelir hem de kas gücü de korunur. 30 derece üzerindeki kontraktürlerde iliopsoasa ek olarak tensor fascia latae, gluteal kaslar, rectus femoris ve sartorius kaslarının gevşetilmesi gibi daha kapsamlı cerrahilere ihtiyaç duyulması söz konusudur. Ancak diz sabit fleksiyon kontraktürüne sekonder gelişen kalça fleksiyon deformitesinde dize yönelik cerrahi gevşetme sonrasında iliopsoas gevşetmesi olmadan kalça fleksiyon deformitesi de düzeltilme olasılığı unutulmamalıdır.

Kalçadaki fleksiyon-iç rotasyon deformitesini veya "psödoaddüksiyon" u izole adduksiyon deformitesinden ayırılmalıdır. Ancak, her ikisi de aynı hastada bir arada bulunabilir. Fleksiyonin iç rotasyon deformitesi olan çocuklar "W" konumunda geniş bir destek tabanına oturmayı tercih ederler. Çocuğun "W" pozisyonunda oturuşu; kalçalar 90 derece fleksiyon ve maksimum iç rotasyonda iken, dizler maksimum fleksiyonda ve ayaklar oturma pozisyonunda gövdenin dışarıda pozisyondur. Fleksiyon-iç rotasyon deformitesi ile femoral anteversiyon ve dış tibial torsiyon artar. Bu duruma pes planovalgus eşlik edebilir. Gerçek bir adduksiyon kontraktürü ile femur boynu, tibia ve ayaklardaki bu sekonder deformiteler gözlenmez. Kalça ameliyatı sırasında, özellikle yürüyüşün sallanma fazında kalça fleksiyon yetersizliğine bağlı olarak ayağın zemin ile teması güçlü olabilir. Yürüyüşün salınım fazı 30 dereceden fazla kontraktürler, iliopsoalara ek olarak, rektus femoris, sartorius ve tensör fasya lataları ve gluteus minimus ve medius'un ön liflerinin daha kapsamlı salımlarını gerektirebilir ki bu kas-

ların bir kısmına gevşetme cerrahisi gerekebilir. İki eklem içerdikleri için tensör fasya lata, rektus femoris ve gluteus medius - minimusun ön lifleri fleksiyon deformitesine katkıda bulunabilir. Bu kasların gevşetme cerrahisi, geniş doğası nedeniyle, sadece büyük deformiteler için kullanılır ve izole iliopsoas uzaması daha küçük çocuklar için daha uygundur.

İç Rotasyon Deformitesi

CP hastaların muayenesinde kalça fleksiyonu 90 derecede sabit; sınırlı fleksiyon hareketi var bunun yanında yürüyüş sırasında kalçanın ekstansiyon hareketinin limitasyonu ile kalçada artmış iç rotasyon hareketinin varlığı iliopsuas kasının gevşetilmesi gerekebilir. Burada vurgulanan; yürüme sırasında kalça iç rotasyonu yürüme biyomekaniğini bozmasıdır. Bu durumda ilopsoas gevşetmesi yapılır. Yine pasif olarak kalça dış rotasyonu mümkün olmayan hastalarda da iliopsoas kası gevşetmesi tercih edilebilir. Yumuşak doku prosedürleri yeterli gelmediği durumlarda femoral derotasyon osteotomileri distal veya proksimal seviyeli olarak yapılabilir.

Postoperatif dönemde, hastaya yüz üstü yatma önerilir. Bunun yanında fizyoterapi programında kalça ekstansiyon ve dış rotasyonuna yönelik normal eklem hareketi açıklığı egzersizleri başlanılır.

Kalça Çıkığı

Tespit edilen kalçanın kısmi veya tam çıkığına yönelik yaş, mevcut kalça patolojisi, kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi düzeyi, CP tipi gibi özelliklere göre çeşitli ve gerektiğinde kombine cerrahi girişimler uygulanmaktadır. Hastalara subluksasyon varlığında erken dönemde açık adduktor longus, proksimal gracilis ve proksimal rektus femoris miyotomi ve iliopsoas uzatma gibi yumuşak doku prosedürleri uygulanarak başarılı sonuç alınabilir. Ancak subluksasyon veya luksasyon olan olgularda yumuşak doku prosedürlerinden yeterli stabilizör etkisi olmaması nedeniyle kemik girişimleri tercih edilmektedir.

Kalça çıkığına yönelik adduktör-iliopsoas tenotomi veya femoral osteotomi prosedürlerinin koruyucu amaçla yapılması önerilmekte ancak uzun dönem takiplerde tekrar cerrahi ihtiyaç oranının yüksek olması nedeniyle düzenli takibin yapılması önerilmektedir.

Femoral Derotasyon Osteotomisi

Spastik diplejik çocuklarda genel olarak; kalça adduksiyon, internal rotasyon, tutuk (stiff) diz ve ayakta ekin deformitesi gözlenir. Bu şekilde tanımlanan problemler statik ve dinamik denge problemlerinin bir sonucu da ortaya çıkabilmektedir. Serebral palsi çocuklarda internal femoral rotasyon yaygınlığı % 27-49 arasında değişmektedir.

İnternal femoral rotasyonnun başlıca nedenlerinden biri makaslama yürüyüşü ya da postürüdür. Makaslama yürüyüş paterni femurun artmış iç rotasyonel gelişimi sonucudur. Ayrıca, denge, düşme problemleri ve yürüyüşte dizlerin birbirine çarpması durumu kas tonusu bozukluğunun bir sonucu da olabilir. Pelvik dış rotasyon ve femoral iç rotasyon spesifik kas grubu zayıflığına, kompasatuar fonksiyonel ve yürüme değişikliklerine yol açar. Bu durum ancak femurun eksternal rotasyona mekanik olarak dizaynı "femoral derotasyon cerrahisi" ile düzeltilebilir. Femurun osteotomisi ile ilgili olumlu yayınlar kısa vadeli sonuçları göstermektedir. Uzun takip süreli sonuçların yayınlandığı yayınlarda, rekürrens sıklığından bahsedilmektedir.

Varus Derotasyon Osteotomisi

Spastik kalça problemleri, equinus patolojisinden sonra serebral palsi olan çocuklarda ikinci en yaygın kas-iskelet deformitesidir. SP çocuklarda kalça subluksasyonu ve çıkığı, kas dengesizliği ve spastisiteye bir yanıt olarak gelişir. Kalıcı adduktör ve iliopsoas spastisitesi hem femur boynu şaftı açısını hem de femoral anteversiyonu artırmaya yönelik olumsuz katkıda bulunur. Özellikle Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS) III-V olan çocuklarda zamanında tedavi edilmezse kalça displazisine, subluksasyona ve nihayetinde yüksek oranda çıkığına yol açar. Progresif subluksasyon veya kalça çıkığı spastisitenin şiddeti ile ilişkilidir. Söz konusu bu çocuklarda kas iskelete sisteme ait tonus sorunları, eklem limitasyonlarına, gövdenin veya eklemin istenilen pozisyona alma zorluğuna ve hatta ağrıya neden olabilir. "İnstabilite riski" olan bir kalçada % 30 dan fazla femoral başın uyumsuzluğu söz konusudur. Femur başı ile acetabulum arasında % 50'den fazla eklem uyumsuzluluğu söz konusu ise kalça çıkığı riskinin artması anlamındadır. Nüfus temelli çalışmalar, kalça çıkığı serebral palsili çocukların yaklaşık üçte birini etkilediğini ve GMFCS 7,8 ile ölçülen çocuklarda motor fonksiyonuyla doğrudan ilişkili olduğunu belirtmiştir. Yürüyebilen hastalarda çıkık kalçalarda femur proksimalinde anteversiyonun aşırı artmış olması ve proksimal femur valgus deformitesi varlığında yapılır. Beraberinde iliopsoas, gracilis, adduktor kaslara yumuşak doku serbestleştirmeleri yapılması söz konusudur. Kalça eklemi, postoperatif ilk 6 hafta pelvipedal alçıya alınır. Alçı çıkarılmasını takibin rehabilitasyon programı önerilir. Kontrollerde kemik doku ile ilgili kaynama gerçekleşene kadar yürüyüşte ekstremite üzerine yük verdirilmez. Bu süre ortalama 3 aydır. Bunun yanında Postoperatif 12 ay süresince ekleme yönelik fizyoterapi uygulamaları kapsamında agresif manipülasyon işlemlerinden kaçınılması gereklidir.

Femur Valgus Osteotomisi

Yürüyemeyen hastalarda rezeksiyon artroplastisine alternatif olarak perineal hijyeni ve oturmayı düzeltmek için yapılabilir.

Postoperatif pelvipedal alçı ile 6 hafta takip edilir. Kemik doku ile ilgili kaynama gerçekleşene kadar yürüyüşte ekstremite üzerine yük verdirilmez. Postoperatif 12 ay süresince ekleme yönelik fizyoterapi uygulamaları kapsamında agresif manipülasyon işlemlerinden kaçınılması gereklidir. Bu döneme dikkatli ve yavaş bir şekilde eklem egzersiz yöntemleri tercih edilir.

Kalça Artrodezi

Yürüyen ve spinal etkilenmesi olmayan hastalarda tercih edilen bu ameliyatta tek taraflı etkilenmiş kalça yük taşımaya daha elverişli hale getirilir. Ancak yürüyemeyen hastalarda ağrı kontrolü diğer yöntemlere göre düşük ve komplikasyon oranları yüksektir.

Postoperatif 2 ay kadar pelvipedal alçıda takip edilir.

DİZ

Serebral palsili hastalarda çok sık görülen bir patoloji olmakla birlikte izole olarak problemi nadir görülür. Rectus femoris, biceps femoris, gracilis, semitendinosus ve semi memranosus kasları hem kalça hem de diz eklemini ilgilendirmektedir. Bu kasları ilgilendiren tonus sorunlarında (spastisite ve kontraktür gibi) fonksiyonel kayıp veya yetersiz fonksiyonel yapı her iki eklemi de etkiler. Dolayısı ile planlanan cerrahi girişimler her iki eklemin fonksiyonlarını da etkilemektedir. Diz ekleminin fleksiyon deformitesi, yürüyebilen serebral palsili çocuklarda yürüme paternini bozan, SP de en sık görülen diz deformitesidir. Genelde yumuşak dokuya yönelik cerrahi işlem gerektirir. Sabit diz fleksiyon kontraktürü olan bazı hastalarda deformitenin düzeltilmesi sonucu kalçadaki fleksiyon deformitesinin de yumuşak doku girişimleri gerekmeden düzeldiği görülebilir.

Diz fleksiyon deformiteleri, yürüyüşün sallanma evresinin sonunda diz ekleminin ekstansiyon hareketini engeller. Bu sorun yürüyüşün adım uzunluğunun azalmasına ve enerji tüketiminin artmasına neden olur. Spastik hamstringler, zayıf kuadriseps veya her ikisinin bir kombinasyonu izole diz fleksiyonuna neden olabilir. Ayrıca, bu tür sorunu olan çocukların ipsilateral kalça ve ayak bileği detaylı analiz edilmelidir. Diz fleksiyon deformiteleri kalça veya ayak bileği patolojisinden de kaynaklanabilir. Spastik kalça fleksörleri ve /veya zayıf kalça ekstansörleri olan hastalarda, kalçaların, dizlerin ve ayak bileklerinin kapsayan "bükük diz yürüyüşü" gelişir. Serebral palsi veya daha yaygın olarak Aşil tendonu aşırı gerilmelerinden zayıflatılmış gastrocnemius-soleus kasları olan hastalar, ayak bileği dorsi fleksörlerinin göreceli uzunluğuna uyum sağlamak için diz fleksiyonu ile ayakta dururlar. Uzun süreli spastisitenin varlığı ve bükük diz yürüyüşü dizin gerçek kontraktürlerine yol açabilir. Bu başa çıkılması zor

bir sorundur ve aşamalı cerrahi prosedürlerden ziyade tek seansta çok düzeyli cerrahinin kullanımının tercih edilmesine neden olmuştur. Söz konusu bu deformite için patellar tendon uzatma cerrahisi, femoral kısaltma osteotomisi ve/ veya distal femoral ekstansiyon osteotomi prosedürleri önerilmiştir.

Hamstring Tendonlarının Uzatılması

Fleksiyon deformitesi serebral palsi hastalarında en sık görülen diz deformitesidir ve sıklıkla yürüme fonksiyonunda sorun olan çocuklarda görülür. Popliteal açısı dar hastalarda veya diz fleksör kaslarının konraktür durumunda yapılabilir. Önerilen cerrahi yöntemler arasında açık cerrahi yöntemler yanında perkütan olarak da uzatma işlemi bulunmaktadır. Bu işlemler de popliteal bölgede derin fasya açıldıktan sonra semimembranöz kılıfı açılır, derinde kas hariç tendinöz liflere transvers şekilde iki veya üç seviyeli olarak tenotomi yapılır. Kas doku sağlam kaldığı için diz ekstansiyona getirilerek yapılan uzatma manevrası ile uzama sağlanır. Diz ekleminin ekstansiyonu için bu işlem yeterli gelmez ise biceps femoris kasının tendinöz kısmına aynı işlem uygulanabilir. **Kombine girişimler,** Eğer hamstring tendon uzatmaları yeterli gelmezse diz posterior kapsül gevşetmesi ve gerekirse quadriceps kısaltması da cerrahiye eklenir. Hastalar, postoperatif 4 hafta uzun bacak alçısında immobilizasyona alınır. immobilizasyon sonrası sadece "gece ateli" veya kilitli dizlikler 3 ay süreyle kullanılması önerilir. Cerrahi işlem sonrası postoperatif erken dönemde alçı ile tolere edebildiği kadar ekstremite üzerine yük vererek bastırılabilir.

Rectus femoris kasının hemstringlere transferi & Sert diz yürüyüşü

Sert diz yürüyüşü spastik diplejik serebral palsi olan hastalarda sık görülen bir yürüyüş bozukluğudur. Yürüyüşün sallanma fazında diz fleksiyonunun azalması, yürüyüş hızının azalmasına ve adım uzunluğunun azalmasına neden olur. Sert diz yürüyüşü, diz ekleminin yürüyüş döngüsü boyunca 30 ° fleksiyon altında kinematik özelliğine sahip olmasıdır. Diğer bir değiş ile azalan toplam diz hareketi ile yürüyüşüm sallanma fazında gecikmiş ve azalmış diz fleksiyonu olarak tanımlanır.

Bununla birlikte, serebral palsili çocuklarda, özellikle rektus femoris kası için kasların proksimal ve distal kısımları arasındaki sinerjizm ve bağlantı hakkında bilgi sınırlıdır. Sert diz yürüyüşü birincil nedeni rektus femoris kasının spastisitesidir. Bu durum yürüyüş fonksiyonunda adım uzunluğu ciddi dizüeyde bozar. Sert diz yürüyüşünün tedavisi için standart cerrahi prosedür; medial veya lateral hamstringlerin tendonlarına veya distal rektus femoris transferidir. Böylece, aktif diz fleksiyonun yanında sallanma fazında yeterli diz fleksiyonu da fasilite edilmiş olunur. Bununla birlikte, literatürde distal rektus femoris transferinin ne zaman yapılması gerektiğine fikir

birliği bulunmamaktadır. Diz kinematiği için distal rektus femoris transferi sonrası faydalı sonuçlar belgelenmiştir; ancak, bunun yanında az sayıda tutarsız yayınlar da söz konusudur.

AYAK BİLEĞİ VE AYAK EKİN DEFORMİTESİ

Serebral palsili çocukların çoğunda yürüyüşünü etkileyen çeşitli ayak deformiteleri görülmektedir. Kas tonus dengesizliği sebebiyle ekinovarus veya ekinovalgus gelişir. Bunların başında, ekinus deformitesinden söz edilir.

Ekin deformitesi konservatif yöntemlerle tedavi edilemezse yürüyen çocuğun ayak bileğinin nötrale getirilmesi için cerrahi gereklidir. Silfverskiöld testi ile Triseps surae kasındaki tonus artışı ve kısalma değerlendirilir. Değerlendirme ile, patolojinin gastrosoleus kompleksinden mi yoksa isole gastrokinemius kasından mı olduğu belirlenerek gevşetme ve uzatma planlanır. Uygulanan birçok cerrahi yöntem olmakla birlikte 4 yaşından önce yüksek olasılıkla tekrarlama ihtimali olduğundan; 6 yaşından sonra cerrahi işlemin planlanması tercih edilir.

Gastroknemius Soleus Kasları Uzatılması

Gastrokinemius kasının soleus kası ile birleştiği yer seviyesinde aponevrotik tendonunun kesilerek bu kompleksin boyu uzatılır. Postoperatif 4 hafta süresince kısa bacak alçıya alınır. Hemen alçı ile tolere edebildiği kadar bastırılabilir. Alçı çıkarılması sonrası en az 6 ay gece ortez kullanılır.

Aşil Tendonu Uzatma Ameliyatları

Yürüyemeyen veya gastrosoleus gevşetme ameliyatı yeterli gelmeyen yürüyen hastalarda uygulanır. Subkutan uzatma, z plasti, basamaklı şekilde uzatma gibi prosedürler uygulanabilir.

Elde edilen aşil uzunluğunu korumak amacıyla tendon iyileşene kadar 6 hafta kısa bacak alçıya veya orteze alınır. Fizyoterapisine hemen başlanabilir. Cerrahi işlem sonrası postoperatif erken dönemde alçı ile tolere edebildiği kadar ekstremite üzerine tolere edebildiği kadar bastırılabilir. Alçı çıkarılması sonrası en az 6 ay gece ortez kullanılır.

EKİNOVARUS DEFORMİTESİ

Equinus deformitesi, serebral palsi hastalarında en yaygın ayak deformitesidir. M.Tibialis posteriorun anormal aktivitesi ile oluşan bu deformite aynı zamanda M.Tibialis anteriorun da disfonksiyonuyla ilişkilidir. Cerrahi öncesinde hangi kasın deformite-

den esas sorumlu olduğu tespit edilmelidir. Bu deformite çocukların% 70'ini etkiler. Germe, ortez ve botulinum toksin A (BTX-A) den oluşan konservatif tedavi önceliklidir. Operatif müdahaleyi geciktirme aracı olarak da bilinir. Konservatif yöntemler serebral palsi olan çocuklarda yürüyüş işlevini geliştirir. Equinus deformitesi, çocuklarda tibianın aşırı büyümesi nedeniyle hızlı büyüme dönemlerinde sıklıkla kötüleşen gastrocnemius-soleus kasının spastisitesinden kaynaklanır.

M.Tibialis Posterior Tendonun Uzatılması

Muskulotendinöz bölgeden gevşeterek veya Z-plasti ile istenen uzatma miktarı rahatlıkla sağlanabilir. Postoperatif 6 hafta alçıda veya uygun ortez ile takip edilir. Cerrahi işlem sonrası postoperatif erken dönemde alçı ile tolere edebildiği kadar ekstremite üzerine bastırılabilir. Fizyoterapi uygulamalarına alçı sonlandırıldıktan sonra başlanmaktadır.

Tibial Tendonların Split Transferi

Esnek ekinovarus deformitesinin düzeltilmesinde sıklıkla yapılan M.Tibialis posterior tendonunun split transferi ameliyatı yürüyüş biyomekaniği ve ayak kas balansını sağlamaktadır. Yürütüş biyomekaniği ve ayak kas balansını sağladığından dolayı tibialis posterior tendonu uzatma ameliyatlarına göre daha çok tercih edilmektedir.

M. Tibialis anterior tendonu split transferi; diğer yumuşak doku ameliyatlarıyla birlikte yapılabilmektedir.

Posterior tendon split transferinde hastalar genellikle postoperatif 8 hafta alçıda takip edilmektedir. Cerrahi işlem sonrası postoperatif erken dönemde alçı ile tolere edebildiği kadar ekstremite üzerine bastırılabilir. Eğer M.Tibialis anterior tendonu zayıfsa AFO / ayak bileği statik ortezi önerilir.

Kalkaneal Osteotomi

Rijit ayak ve topuk ekinovarus deformitesinde yumuşak doku ameliyatlarına kalkaneus osteotomi cerrahileri eklenir. İdeal olarak cerrahi uygulamalar 3 yaşından sonraki hastalara önerilmektedir.

Postoperatif olarak kemik kaynaması gelişinceye kadar en az 6 hafta alçıda takip edilmektedir. Kemik dokuda kaynama gelişimi radyolojik bulgularda tespit edilinceye kadar yük verme kısıtlanır (4-6 hafta). Fizyoterapi uygulamaları alçı sonlandırıldıktan sonra başlanabilir.

Yürüyemeyen ve diğer yöntemlerle düzeltilemeyen ciddi rijit ekinovarus deformiteleri olan hastalarda talus rezeksiyonu gibi kemik girişimleri yapılarak da deformite düzeltilmeye çalışılmaktadır.

EKİNOVALGUS DEFORMİTESİ

Gastroknemius, soleus kas spastisinin ana etken olduğu ve beraberinde peroneal kaslar ve invertör kasların disfonksiyonuyla deformiteninin geliştiği düşünülmektedir. Ekinovalgus deformiteli hastalar genelde konservatif yöntemlerle tedavi edilebilirken konservatif yöntemlerin yetersiz kaldığı hastalarda gastroknemius ve soleus uzatma girişimlerine ek olarak kemik cerrahileri de yapılabilmektedir.

Kalkaneal Osteotomi

Konservatif tedavi ile yeterli düzelme sağlanamayan yürüyen hastalarda düz basan bir ayak elde edebilmek için yumuşak doku cerrahileriyle birlikte kalkaneal osteotomi de yapılır.

Postoperatif olarak kemik kaynaması gelişinceye kadar 6-8 hafta alçıda takip edilir. Kaynama dokusu geliştiği görülünceye kadar yük verme kısıtlanır (4-6 hafta). Fizyoterapisine alçı sonlandırıldıktan sonra başlanabilir.

Ekinus Deformitelerinde Ayak Bilek Osteotomisi

Özellikle valgus deformitesi eğer ayak bileği seviyesinde ve tibial rotasyona bağlı ise supramalleolar osteotomi açık veya perkutan olarak yapılmaktadır.

Postoperatif olarak kemik kaynaması gelişinceye kadar 6-8 hafta alçıda takip edilir. Kemikteki kaynama radyolojik bulgularla desteklenene kadar yük verme kısıtlanır (6 hafta). Fizyoterapi yöntemleri alçı sonlandırıldıktan sonra tercih edilmektedir.

Ekinus Deformitelerinde Artrodez

Fikse ve ağrılı deformitelerde plantigrade ayak basma ve yürümeye destek amacıyla 9 yaşından sonraki hastalara uygulanmaktadır. Seçilmiş vakalarda subtalar artrodez veya tripl artrodez uygulamaları tercih edilir.

Postoperatif olarak artrodez gelişinceye kadar 8-10 hafta alçıda takip edilir. Kaynama dokusu geliştiği ve artrodezin sağlamlaştığı görülünceye kadar yük verme kısıtlanır. Bu süre genellikle 6-8 haftayı kapsamaktadır. Fizyoterapi programına alçı ile immobilizasyon işlemi sonlandırıldıktan sonra başlanabilir.

Önayağın Addüksiyon Deformitesi

Ön ayağın adduksiyon deformitesi izole abdüktor hallucis longus kası spastisitesine veya kontraktürüne bağlı olabilmektedir. Eğer deformasyon esnek ise tendon distali rezeksiyonu yapılabilir. Büyük çocuklarda fikse deformite mevcut ise kemik girişimleri uygulanmalıdır.

Postoperatif olarak yumuşak doku ameliyatlarından sonra 6 hafta alçıya alınır. Postoperatif erken dönemde alçı ile ağrı duyusunu hastalar tolere edebildiği kadar bastırılabilir. Alçı sonrası bantlama veya koruyucu ortez uygulamaları ile deformitenin tekrar etmesi önlenmeye çalışılır. Osteotomi ameliyatı söz konusu ise kemik kaynaması gelişinceye kadar (4-8 hafta) alçıda takip edilir. Kalus oluşumu tespit edilinceye kadar yük verme kısıtlanır (6-8 hafta). Fizyoterapi programları alçı sonlandırıldıktan sonra başlanabilir.

CERRAHİ YÖNTEM UYGULAMA SONRASI FİZYOTERAPİ UYGULAMALARI

AMAÇ

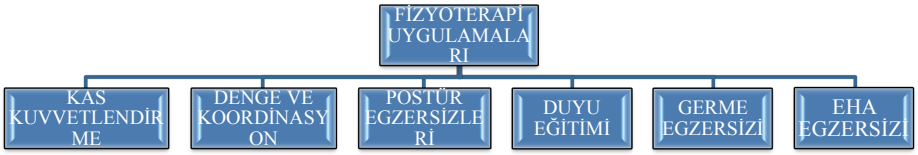
Kas tonus bozukluklarında cerrahi yöntem uygulamaları sonrasında fizyoterapi uygulamalarının amacı semptomun iyileştirilmesi ile birlikte hastanın fonksiyonlarının düzeltilmesi amaçlanmaktadır.

Cerrahinin amacı kas dengesini sağlamak ve ekstremitelerdeki dizilim bozukluğunu önlemek veya düzeltmektir. Bu kazanım için cerrahi sonrası hastaların yoğun fizyoterapi programlarına dahil edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

FİZYOTERAPİ UYGULAMALARI

Kas tonusu problemleri sonrası gelişen kontraktür veya kemik deformitesinin düzeltilmesi ortopedik cerrahi gerektirir. Yapılan cerrahi türüne ve hastanın özelliklerine göre fizyoterapinin amaçları ve tedavi şeklinde farklılıklar içermektedir. Örneğin tendon-kas uzatma ameliyatları ile eklem hareket açıklığının arttırılması amaçlanırken, tendon transferlerinde ise çalışan kas grubunun yönünü değiştirerek kas dengesini sağlamaya çalışılır. Planlanan ortopedik cerrahi ile hareket sorunlarını azaltmaya yönelik fizyoterapi uygulaması eşzamanlı olmalıdır. Ortopedik cerrahi sonrası yoğun fizyoterapi gerekmektedir. Çünkü ortopedik cerrahi işlemleri motor kontrolün fasilitasyonunu, gövdenin veya ilgili ekstremitenin denge mekanizmasını etkilemeyebilir ve kas gücünü arttırmayabilir.

Bireye özgü, klinik bulgular ve yapılan cerrahi işlemlere göre özenle planlanılan fizyoterapi uygulamaları kas kuvveti ve aerobik kondisyonlama üzerinde, potansiyel olarak alt ekstremite koordinasyonunu ve hızını arttırmada benzersiz önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Fizyoterapi programları birçok farklı yöntemi uygulamalarını gerektirebilir. Genel tedavi yöntemleri olarak kas kuvvetlendirme, germe egzersizleri, denge eğitimi vb. başlıca tercih edilmektedir. (Şekil 31.2)



Şekil 31.2: Cerrahi İşlemler Sonrası Uygulanabilecek Genel Fizyoterapi Uygulamaları

CERRAHİ İŞLEM SONRASI FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

KAS KUVVETLENDİRME EGZERSİZİ

Pediatrik rehabilitasyonda kas kuvvetlendirme ve diğer yoğun aktivite temelli programlar son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Antagonist kaslar için kuvvetlendirme egzersizleri tercih edilir. Cerrahi sonrası kuvvetlendirme egzersizleri cerrahi işleme tabbi tutulan yumuşak dokuları koruyucu özellik sağlar aynı zamanda ekstremitenin işlevselliğini arttırır. Ortopedik cerrahide tendon uzatma ile germe refleksinin hassasiyeti azaltılarak kas tonusu azaltır. Tendon uzatma cerrahi uyglamaları sonrası kaslar güçsüzleşir ve ilkel refleksler cerrahi sonrası dönemde patolojik özelliğini göstermez.

Cerrahi öncesi ve sonrası fonksiyonel durumu geliştirmek ve bağımsızlık düzeyini arttırmak için nörogelişimsel tedavi teknikleri sıklıkla uygulanır.

Pediatrik hastalarda sıklıkla görülen problemlerden birisi yürüyüş sırasında "topuk temasının olmaması" ya da parmak ucu yürüyüş problemidir. Söz konusu bu durumda post-operatif dönemde kas kuvvetlendirme programları önem arz eder. Her iki taraf alt ekstremitede gastroknemius kas tonus kontrolünü sağlamaya yönelik egzersizler ilave edilmelidir. Bu amaçla, parmak ucunda yükselme ve inme; ayakta durma pozisyonunda mini squat, merdiven inip çıkma aktiviterinin eğitimi verilmektedir. Parmak ucu yürüyüşü olanlarda tibialis anterior kasının kuvvetlendirilmesi bu örneklemde kritik öneme sahiptir.

Fiziksel aktivitelere katılım da kas kuvveti ve enduransı arttırmak için önemli bir yere sahiptir. Çocuklarda kas kuvvetini arttırmak için serbest ağırlıklar, vücut ağırlığı ya da aerobik egzersizler yapılabilir. Kas kuvvetlendirme programı çerçevesinde ağırlıklar kullanılacak ise; çocuklarda yorgunluk oluşturmadan serbest ağırlıkla egzersiz yoğunluğu 8-10 tekrar ve 3 set şeklinde uygulanması literatürde belirtilmektedir. Egzersiz sıklığı haftada en az 2-3 kez tercih edilmektedir.

Çocuklarda kas kuvvetlendirme için güvenli ve faydalı bir diğer yöntemde akuaterapi yöntemidir. Ayrıca aktivite temelli terapi yöntemleri de kas kuvvetlendirme için kullanılabilir.

DENGE VE KOORDİNASYON EGZERSİZİ

Kas iskelet sistem fonksiyonları kapsamında sensorimotor kontrolün kalitesi duyusal girdiler ile motor komutlar arasındaki uyum ile ilişkilidir.

Koordinasyon santral sinir sisteminde, içsel ve dışsal geribildirim mekanizmalarını içerir. Belirli bir görevde kas içi ve kaslar arasında uyum gerektirir.

Denge eğitimi rehabilitasyon sürecinde fonksiyonellik düzeyinin arttırılması için oldukça gereklidir. Günlük yaşamda yürüme aktivitesi için denge durumu çok yüksek öneme sahiptir ve bu sebepten dolayı denge ve koordinasyon problemi yaşayan bireylerde rehabilitasyon programlarında denge ve koordinasyon eğitimine yer verilmektedir.

Çocukların fizyoterapi programında denge eğitimi için farklı metodlar uygulanabilir. Bunlar; tek ayak üzerinde durma eğitimi, denge tahtasında tek veya her iki alt ekstremite üzerinde eğitim, ayrıca trambolin kullanılmaktadır. Denge eğitimi sırasında hastanın gözleri açık ve kapalı oluşu önemlidir. Denge eğitimi sırasında eğitim platformuna ait yüzeyin sabit veya hareketli olması şekli ile farklı zamanlarda tekrarı yapılır. Amerikan Pediatri Akademisi ve Amerikan Ortopedi Cerrahları Akademisi, denge eğitimi için evde trambolin kullanımına karşı çıkılmaktadır. Ortopedik cerrahlar çocuklarda trambolin kullanımından kaynaklı kırıkların varlığını rapor etmişlerdir. Bu tür olumsuz riskleri azaltmak ve denge kabiliyetlerini arttırmak için içi hava dolu lastik diskler gibi hareketli yüzeyler eğitim aparatı olarak sık kullanılmakta ve önerilmektedir. Bu tür klasik yöntemlerin yanında denge eğitimi için yenilikçi ve alternatif araçlar kullanılmasına fizyoterapi uygulamalarında ilgi artmaktadır. Bunlara örnek olarak Biodex balance sistemi, Hippoterapi ve sanal gerçekliktir.

Sanal Gerçeklik

Bilgisayar yazılımlarının ve donanımlarının kombine edilmesi ile duyusal uyaranlar oluşan uygulamaya sanal gerçeklik denir. Sanal gerçekliğin motivasyon, fonksiyonel durum ve motor performans üzerine olumlu sonuçları olmaktadır.

Sanal gerçeklikte tekrar sayısı nöroplastisite için gerekli ortam sağlar. Literatürde post operasyon sonrası denge eğitimi için sanal gerçekliğin tedavi programında uygun olduğu bildirilmektedir. Tonus bozukluklarında bireysel egzersiz olarak kas re-edükasyonu, motor öğrenme, olumlu görsel ve duyusal geri bildirim sağlaması yönünden bu tedavi tekniği kullanılmaktadır.

Hippoterapi

Hippoterapi son birkaç yüzyıldır insanlara yardımcı ve terapötik özelliği olarak at ile tedaviyi ifade etmektedir. 19. yüzyılda bilimsel at biniciliğinin nörolojik problemlerde bozukluklar ve diğer sakatlıkların tedavisi için terapötik yararlılığı üzerine araştırmalar yapılmıştır. Terapi olarak "At" 1958'de engelliler için Pony tipi binek at İngiltere›de ve Kuzey Amerika'da kullanılmaya başlanmıştır. Hippoterapi uygulamasının duygusal ve davranışsal engeller için önemli olumlu sonuçları olduğu belirtilmektedir.

At ile terapi son zamanlarda pediatrik problemlerde oldukça sık kullanılmaktadır. Hippoterapi yöntemi oturmak, koşmak gibi motor fonksiyonların gelişiminde, denge ve kas gücü Hippoterapi uygulamasındaki amaç; eğitimli atın benzersiz alternatif ve üç boyutlu hareket biçimleri, sağlıklı bir kişinin pelvisinin yürüyüş sırasındaki hareketine benzerliğinden dolayıdır. Hippoterapi hastada duruş ve denge simülasyonu sağlayarak düzgün duruşu kazandırır ve dengeyi arttırır. Söz konusu bu yöntem, ancak cerrahi dönemin geç dönemlerinde yeterli iyileşme elde ettikten sonra destekleyici amaçla tercih edilebilir.

POSTÜR EGZERSİZLERİ

Postüral kontrol uzayda vücut pozisyonunun stabilizasyon ve oryantasyonun kontrolüdür. Kas tonus bozukluklarından dolayı eklem hareket açıklığındaki azalma ve kontraktürler kas iskelet problemleri ile agonist ve antagonist kasların aşırı koaktivasyonuna bağlı olarak postüral kas aktivitesinin bozulmasına neden olur. Cerrahi sonrası dönemde, postüral değişikliklere yeniden uyum sağlayabilmek için gövde fleksör ve ekstansör kasları olumsuz yönde etkilenir. Postüral bozukluklar fonksiyonel becerinin azalmasına neden olmaktadır.

Postür egzersizleri olarak; başın anterior tiltini engelleyen ve omuz protraksiyonunun önüne geçerek, torakal bölge hareketliliğini kazandıran skapula retraksiyonuna yönelik egzersizler, skapular stabilizasyon egzersizleri, pektorallere yönelik germe egzersizleri ve spinal ekstansörleri kuvvetlendirme egzersizleri uygulanmaktadır.

PROPRİOSEPTİF VE KİNESTETİK DUYU EĞİTİMİ

SP 'de motor problemler propriyosepsiyon, taktil, vestibüler gibi sistem problemleri ile birlikte duyusal-motor bozukluk olduğu belirtilmektedir. Dinamik hareketlerin performansını içeren ısınma hareketi vücut sıcaklığını yükseltip, motor ünitesini arttırdığı için eksitabilite, kinestetik farkındalığı ve aktif hareket açıklığını arttırdığı belirtilmektedir.

EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI EGZERSİZİ

Cerrahi sonrası eklem hareket açıklığı egzersizi yapılmasının önemli nedenlerinden biri eklem hareket açıklığını korumaktır.

Cerrahi sonrası hastalarda ağrı şikayeti ameliyat öncesi fonksiyonel geri dönüş için önemli sorun oluşturur. Fonksiyonel geri dönüşü ve ağrının azaltılması için fizyoterapi yöntemleri tercih edilir.

Cerrahi sonrası fizyoterapi uygulamaları olarak pasif, yardımlı ve aktif normal eklem hareketleri uygulanır. Bu uygulamalar kas gücünü arttırmanın yanı sıra cerrahi

sonrası ağrı şikayetinin azalmasına ve bazı fonksiyonel parametreleri iyileştirmesi için önerilir.

Cerrahi işlemler sonrası özellikle alt ekstremitede ortez kullanımında yeterli pozisyonun sağlanmasını takiben eklem hareket açıklığı egzersizleri oldukça önem taşır. Birincil hedef sabit kontraktürleri önlemek olduğundan iyileşmenin erken evrelerinde başlanır. Erken aşamada genellikle kassal kontrol zayıf olduğundan dolayı deformiteler tekrar edebilir. Pasif eklem hareket egzersizleri, genellikle iyileşme aşamasında meydana gelen istenmeyen hareket paternlerini önlemeye yardımcı olur. Örneğin, ayağın equinus deformitesi için yapılan cerrahi uygulama sonrasında uygun splintleme ve yoğun eklem hareket egzersizleri ile deformitenin geri dönüşümü engellenmelidir (Tablo 31.1).

Tablo 31.1: Farklı Ortopedik Cerrahi İşlemler ve Tedavi Protokolleri

Cerrahi Uygulama	Süre	Tedavi Yönetimi
İliopsoas Uzatma ameliyatı	Post-op ilk 10 gün Post-op 10-21 gün Post-op 3 -6. Hafta sonrası Hedef	Yara bakımı Erken dönemde prone yatış teşvik edilir PROM, AAROM ilgili kalça, diz izometrik hareketleri Ayak bileği pompalama egzersizleri Anterior pelvik tilti azaltmaya yönelik egzersizler Abdominal kuvvetlendirme (alt ekstremiteye dikkat edilmeli) 10 derece kalça ekstansiyonu Yürüme eğitimi Kalça ekstansiyonunu kuvvetlendirme Merdiven inip-çıkma, top egzersileri denenebilir Köprü Kurma egzersizi 3-4 ay sonra ameliyat öncesi aktivite seviyesine dönüş
Proksimal femoral Varus derotasyonel osteotomi	Post-op 1-7 gün Post-op 8-21 gün Post-op 3/6 hafta-6 ay Hedef	Splintleme Ağrı için buz uygulama Distal pivotlara PROM, AAROM Bağımsız transfer ve günlük yaşam aktiviteleri Kalça ağrısı / düşme riski için takip Ağırlık aktarma toleransa göre /splint ile veya splintsiz Kaynama kontrolü takiben aktivitelerde kontrollü artış
Peronus brevise tibialis posterior tendon transferi	Post-op 1-7 gün Post-op 8-21 gün Post-op 22 gün ve 6 hafta Hedef	Yara bakımı Düz bacak kaldırma Ayak bileği ROM Denge aktiviteleri Ayak bileği dorsi fleksiyon, inversiyon, eversiyon (6 hafta sonrası dirençli) Kapalı zincir propriyosepsiyon egzersizleri normal yürüyüş paterni eğitimi

Tablo 31.1: Farklı Ortopedik Cerrahi İşlemler ve Tedavi Protokolleri (devamı).

Adduktör Tendon Uzatma Ameliyatı	Post-op ilk 3 hafta	Yara bakımı Kalça abdüksiyon barı / ekstremite ve ayakları kaplayan bilateral alçı ile kalça abduksiyonunun sağlanması. kalça abduksiyonu pozisyonunun aileye öğretlmesi.
	Post-op 3.hafta ve sonrası	Alt ekstremite abduksiyonu ile yürüme eğitimi (adduksiyon ve makaslama yürüyüşten kaçınılmalı) ambulatuar destekli yan basamak eğitimi önceleri yavaş hızda yürüme eğitimi . Yara kapandıktan sonra skar doku mobilizasyonu Kalça abduktör kaslarını kuvvetlendirme
	Hedef	Post–op 3 ayda ameliyat öncesi faaliyet seviyesine geri dönme
Perkutan Aşil Tendon Uzatma	Post-op ilk 3 hafta	Yara bakımı. Gluteal kaslar, quadriceps femoris ve hamstring izometrik egzersiz Alçı /ortez ile ağırlık aktarma eğitimi Alçı terkinden sonra aktif yardımlı ve aktif ayak dorsi fleksiyonu Ayak bileği dorsi fleksörlerine fasiliatasyon eğitimi
	Post-op 3.hafta sonrası	Ayak bileği tam ROM hedeflenmeli Topuk yürüyüşü eğitimi Gastocnemius ve soleus germe Ameliyat sonrası ~ 6 haftada ayak bileği güçlenmesi için; propriyosepsiyon egzersizleri, denge aktiviteleri
Proksimal Femoral Rotasyonel Osteotomi	Post-op 1-7 gün	Yara bakımı Ağrı için buz uygulaması Distal eklemlere ROM egzersizi Gluteal, quadriceps ve hamstring izometrik egzersiz Ağrı yönetimi
	Post-op 8-21 gün	Brace ve yardımcı cihaz ihtiyacı değerlendirilir: karar ver.
	Post-op 22 gün ve sonrası	Cerrahi skara transvers friksiyon masajı (Yaklaşık 4-6 hafta) Hekimin tavsiyesine göre ağırlık aktarımı çalışılır Alt ekstremite kaslarına kuvvetlendirme
	Hedef	Ameliyat öncesi fonksiyon kazanımı ve seçilmiş aktivitelerin kazanımı
Üçlü Artrodezis	Post-op 0-3 hafta	Yara bakımı İlk 3 hafta ağırlık aktarılmaz Ağrı yönetimi Kalça ve dizlerin pasif, aktif yardımcı ve aktif ROM Gluteal kaslar, quadriceps, hamstringlerin izometrik egzersizi
	Post-op 3.hafta ve sonrası	Hekimin önerisine göre ağırlık aktarmaya başlanır Yardımcı cihaz ihtiyacı: değerlendir Bilateral alt ekstremiteler tam ROM Gluteal kaslara kuvvetlendirme egzersizi
	Hedef	Ameliyat öncesi fonksiyon ve aktiviteye dönüş

Postoperatif erken dönemde, hastalar önemli ölçüde kassal zayıflığa sahiptir, ancak rehabilitasyon tamamlandığında, çoğu hasta ayak bileği dorsi fleksölerindeki spastisitenin azalması, diz fleksörlerinde / ekstansörlerde ve ayak dorsiflekslerinde ve plantarfleksörlerde artan güç dahil olmak üzere alt ekstremite fonksiyonunda önemli iyileşme gösterir ve daha verimli ambulasyon sağlanması mümkün olur. Bu başarının sağlanması uygun cerrahi işlem sonrası geç kalmamış ve etkili bir fizyoterapi programı ile gerçekleşebilir.

SP' li hastalarda sıklıkla yapılan kalça cerrahisi sonrası hastaların alt ekstremiteleri abduksiyon pozisyona yerleştirilir. Hasta bilateral olarak hareketsiz hale getirilebilmektedir. İmmobilizasyon döneminde abdüksiyon barı veya abdüksiyonu sağlayan uzun bacak cihazı veya bacak arası yastık 4-6 hafta sonu çıkarılabilir. Bu süreçte kas zayıflığının önlenmesi ve normal eklem hareket açıklığındaki devamlılığın sağlanması için egzersiz programlarına dahil edilmelidir.

Kalçanın iç rotasyonu probleminde iliopsuas tenotomisi yapılmış ise fizyoterapi programı ameliyattan hemen ilk günlerde, eklem hareket açıklığı egzersizleri nazikçe yapılmalıdır. Bu dönemde kalça ve diz eklemlerinde olası kontraktürleri engellemek amacı ile bacak-diz immobilizerleri / alt ekstremiteyi ekstansiyon ve semiabduksiyonunda (kalçanın human nötral pozisyonu) pozisyonlayan cihazlar tercih edilir. Ortez kullanımı özellikle cerrahi işleme uğrayan kasların tonusunu korumada önemi büyüktür. Ortez 1 ay boyunca günde 8 ila 12 saat kullanımı tercih edilir. Ortez kullanımı sürecinde de ortez çıkarılıp kas zayıflığını ve normal eklem hareket açıklığını korumak için egzersizler yaptırılır. Bu dönemde ortez kullanımı yanında egzersiz uygulanması çok önemlidir. Ayrıca, ebeveynler çocuklarını gövdenin prone pozsiyonunda uyutmaları konusunda teşvik edilir. Gövdenin prone pozisyonu kalça fleksör kas tonusunu korumada kolay ve etkin bir metottur.

Bu dönemde, eklem hareket aralığını korumak ve kas gücünü arttırmaya yönelik progresif eğitim için terapötik yaklaşımlar ve direnç verme veya ekstremite üzerine ağırlık denenmesi tavsiye edilmez. Cerrahi bölgesine direnç veya fiziksel yükler ameliyattan 10.haftası sonrası uygulanabilir.

Proksimal femur rezeksiyonu çok nadiren de olsa tercih edilen bir cerrahi yöntemdir. Bu hastalarda kısaca rehabilitasyon şu şekildedir: İskelet traksiyonu ameliyattan hemen sonra uygulanabilir ve hafif egzersizler yapılabilir. Maksimal fleksiyon ve ekstansiyon, abdüksiyon ve kalçanın dış ve iç rotasyonunu sağlayan eklem hareket açıklığı egzersizleri ameliyattan sonra ki ikinci gün nazikçe başlar. Alt ekstremiteye iskelet traksiyonu kullanımı söz konusu ise postoperatif ilk 6 hafta sonrasında, hipotansiyonu önlemek için yatağın başı kademeli olarak yükseltilir. Hastaların tolerasyonuna göre tekerlekli sandalyeye geri dönmelerine izin verilir.

SOLUNUM EGZERSİZİ

Kas tonus bozuklukları postür bozukluğuna, hareket azlığı ile kas iskelet sisteminde zayıflıklara ve ikincil deformitelere neden olur. Buna bağlı olarak gövde kontrolünün etkilenmesi sonucunda sıklıkla spinal deformitelerden en çok görülen skolyoz görülür.

Skolyoz hastalarında eğrinin konveks tarafında, kaburgaların arkaya doğru yer değiştirmesi ile göğüs boşluğu daralır. Konkav tarafta ise kostalar yana doğru itilir. Göğüs kafesindeki bu değişim ile akciğer hacminde azalma ve fonksiyonunda kısıtlanma meydana gelir.

Skolyoz cerrahisinden sonra vital kapasite ve total akciğer kapasitesinin azaldığı belirtilmiştir. Cerrahi sonrası solunum komplikasyonları ve genellikle atelektazi görülür.

Pekçok patofizyoloji anestezi altında veya ameliyat sonrasında ortaya çıkar. İnhaler veya intravenöz olarak verilen anestezik maddeler solunum kas tonusunda azalmaya yol açarlar. Anestezi ajanlarının dezavantajlarından birisi mukosiliyer hareketlilik ve bozulmaya neden olur. Cerrahi sonrası mukosiliyer aktivite 4-6 gün boyunca azalır ve pulmoner komplikasyon riskini arttırır.

Solunum fizyoterapisinde derin solunum egzersizleri, öksürme, postural drenaj, perküsyon ve vibrasyon) ve akciğer ekspansiyon teknikleri, insentif spirometri vb. genellikle postoperatif pulmoner komplikasyonları önlemek ve tedavi etmek için kullanılır. Solunum egzersizleri ile biriken sekresyonların hava yollarından temizlenmesi amaçlanır ve böylece akciğer enfeksiyon riski azalır. Pulmoner rehabilitasyon ve solunum fizyoterapi uygulamaları göğüs ekspansiyonu ve vital kapasiteyi olumlu geliştirir. Özellikle solunumda görevli iskelet kaslarınının fasilitasyonunu sağlayarak yaşam kalitesini arttırmaktadır.

ORTEZ

Ortopedi ve Travmatoloji disiplini içerisinde atel veya ortez sıkça başvurulan uygulamalardır.

Ameliyattan hemen sonraki ilk saatlerde bazen ameliyat masasında kişiye özel bir atel yapımı gerçekleştirilir. Atelin amacı yumuşak doku gerginliğinin dengesini sağlamak ve postoperatif ödemi önlemeye yöneliktir. Özellikle tendon uzatma ameliyatları sonrasında atel, ameliyattan sonraki ilk 3 hafta boyunca egzersiz seansları hariç her zaman kullanılması önerilir. Preoperatif dönemde kas tonusu çok şiddetli hastalarda başta olmak üzere, postoperatif dönemde eklemin immobilizasyon pozisyonunu terk etmeden intervalli eklem hareketi istendiğinde "ortez" seçimi yapılmaktadır. Pediatrik ortopedik alanında, özellikle SP'li vakalarda aşil ameliyatları sonrası atel veya AFO ortez uygulamasına sıklıkla başvurulur. Ortez kullanımı ile gerek yürüyüş aktivitesinin sağlanması gerek ise cerrahi işleme uğramış kas dokusunun tonusunun korunması sağlanılır (Tablo 31.1).

Serebral palsi (SP) çocuklarda ortez reçetesinin ilk hedefleri arasında yürüyüş paternini iyileştirilmesi yer almaktadır. SP hastalarında yapılan ortopedik cerrahi sonrası ortezin planlanmasında bir kaç amaç vardır.

- Yürüyüşün kalitesi ve enerji tüketimi parametrelerinde pozisyonel patolojileri düzeltir
- Spastik kasların oluşturduğu kontraktürlerin önlenmesi
- Ayak ve ayak bileğini fonksiyonu başta ayakta dik duruş ve normal yürüyüş fonksiyonlarına uygun hale getirmektir. Bu amaçla ayak bölgesi moment – kuvvet kollarını kontrol edilmeye çalışılır.

SP'li çocuklar için Ortak ortez tasarımları ayak bileği-ayak ortezi (AFO), os calcaneusu kaplayan tabanlıklar (UCBL gibi), posterior yaprak AFO, menteşeli AFO veya supra-malleolar ortez (SMO) tercih edilebilmektedir. Ayak bileğini kavrayan ortezler /AFO'ların çoğunun pediatrik grupta olumlu iyileştirmeler sağladığı sonucuna varılmıştır. Ancak, her bir hasta için düşünülen tek bir AFO tasarımının optimal olmadığını unutmamak gerekir. Özelleştirilmiş ortez reçeteleri bir tahmin olmadan öte ortezin yürüyüşü nasıl etkileyeceği konusunda hastanın test edilmesi gerekir.

Postoperatif dönemde erken mobilizasyon en önemli unsurlardandır. Postoperatif erken dönemde çocuğun mobilizasyonu cerrahi işlem prosedürüne göre desteklenmelidir. (Tablo 31.3) Çocuğun yaşına ve cerrahi uygulamaya göre (yumuşak doku cerrahisinden sonra dördüncü güne kadar, yumuşak doku ve kemik ameliyatlarında kemiklerin iç fiksasyon kalitesine bağlı olarak) AFO'lar veya diz ayak bileği ayağı ortezi (KAFO) kullanılabilir.

Cerrahi sonrası kazanılan fonksiyonları korumak, zayıflamış yapıları desteklemek ve ağrıyı azaltmak amacıyla ortezleme tercih edilir. Seçilen ortezleme yöntemi ile eklem stabilize edilir. Ortez yöntemi ile iskelet sistemi dizilimi düzeni korunması birincil önceliktir. Eklem yapılarının fonksiyonel pozisyonda veya yumuşak- kemik doku cerrahi işlem prosedürüne uygun olarak ayarlanmış pozisyonlar tercih edilir (Tablo 31.1). Bu strateji "post operatif zaman prtotokolüne" uyma şartı ile kontraktür ve deformiteleri önlemede çok güçlü bir yöntemdir. Ayrıca, motor disfonksiyon kaynaklı olan istenmeyen hareketleri önler, statik germe etkiside söz konusudur. Nihayetinde fizyoterapiste hastasının kaybedilen kas fonksiyonlarını kazandırılmasına yönelik kuvvetlendirme egzersizlerinin etkili uygulamasına olanak verir.

SP çocuklarda orteze karar verilirken kriterler:

Çocuğun tıbbi öz geçmişi bilgileri, fizik muayene, kas iskelet sistem analizleri ve nihayetinde üç boyutlu bir yürüyüş analizinden elde edilen kinematik veriler analizi sonuçları klinisyene çocuğun yürüyüş karakteristikleri hakkında bilgi vermektedir. Uygun orteze karar verirken yalınayak yürüme aktiviteleri veya denemeleri somut olarak kaydedilmeli, daha sonra bir yürüyüş AFO'su ile yürüyüş periyotları kaydedilme-

lidir. Diplejik SP'li çocuklarda her iki ayak için de ortez unutulmamalıdır. Literatürde yer alan çalışmalarda, ortezin performansı olumsuz yönde etkilemediği sonucuna ulaşılmıştır.

Ortezlerin ayakkabı tasarımının etkisinin randomize olması muhtemeldir. Bir yürüyüş ortezinin ayakkabı kısmının yürüyüşe etkilerini anlamada kafa karıştırıcıdır. Bu nedenle ayakkabının yararlarını anlamak için tonus problemi olan çocuklar önce yalınayak yürütülmelidir. Yürüyüşte eklemlerin simetrik veya asimetrik fonksiyonları anlaşılmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Abel MF, Damiano DL, Pannunzio M, Bush J. (1999) Muscle-tendon surgery in diplegic cerebral palsy: functional and mechanical changes. J Pediatr Orthop 19:366. [PubMed: 10344322]
2. Albanese A, Bhatia K, Bressman SB, et al. (2013) Phenomenology and classification of dystonia: a consensus update. Mov Disord 28: 863–873
3. Algun, Z.C, Karaduman A.A, Yakut Y. (1991) El ve Elbileği Splintleri. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları: 5. Volkan Matbaacılık. Ankara
4. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Trampolines and trampoline safety: position statement. Available at: http://www.aaos. org/about/papers/position/1135.asp. Accessed September 8, (2013)
5. Apeldoorn AT, Kamper SJ, Kalter J, Knol DL, van Tulder MW, Ostelo RW. (2017) Rigid shoulder taping with physiotherapy in patients with subacromial pain syndrome: A randomized controlled trial. J Rehabil Med. 6;49(4):347-353. doi: 10.2340/16501977-2214. PubMed PMID: 28352939
6. Arnold AS, Komattu AV, Delp SL. Internal rotation gait: a compensa-tory mechanism to restore abduction capacity decreased by bone deformity. Dev Med Child Neurol 1997;39:40-4
7. Bailes AF, Gannotti M, Bellows DM, Shusterman M, Lyman J, Horn SD. (2018). Caregiver knowledge and preferences for gross motor function information in cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology
8. Balmer GA, MacEwen GD. (1970) The incidence and treatment of scoliosis in cerebral palsy. J Bone Joint Surg Br. 52(1):134-7
9. Bayram E, Yiş U, Hız Kurul S. (2012) Hipotonik İnfant: Klinik Ve Etiyolojik Değerlendirme DEÜ Tıp Fakültesi Dergisi Cilt 26, Sayı 3, 219 – 228
10. Beals RK. (2001) Treatment of knee contracture in cerebral palsy by hamstring lengthening, posterior capsulotomy, and quadriceps mechanism shortening. Dev Med Child Neurol. Dec;43(12):802-5.
11. Bleck EE. (1984) Forefoot problems in cerebral palsy: diagnosis and management. Foot Ankle Jan-Feb;4(4):188-94.
12. Bialik GM, Pierce R, Dorociak R, Lee TS, Aiona MD, Sussman MD. (2009) Iliopsoas tenotomy at the lesser trochanter versus at the pelvic brim in ambulatory children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop. Apr-May; 29 (3) :251-5. doi: 10.1097/ BPO.0b013e31819c4041
13. Bourgleh S, Nemeş RN, Hetaimish B, Burileanu AH, Fallatah S, Chiu u LC. (2019) Cerebral Palsy. Considerations Upon 249 Consecutive Patients and Review of Literature. Curr Health Sci J. Oct-Dec;45(4):405-411. doi: 10.12865/CHSJ.45.04.09. Epub 2019 Dec 30. PubMed PMID: 32110443
14. Bouwhuis B. C, van der Heijden-Maessen C. H, Boldingh J. K. E, Bos F. A. C, Lankhorst J. G. (2014) Effectiveness of preventive and corrective surgical intervention on hip disorders in severe cerebral

palsy: a systematic review. Pages 97-105
15. Canavese F, Emara K, Sembrano JN, Bialik V, Aiona MD, Sussman MD. (2010) Varus derotation osteotomy for the treatment of hip subluxation and dislocation in GMFCS level III to V patients with unilateral hip involvement. Follow-up at skeletal maturity. J Pediatr Orthop. 30(4):357-64. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181d8fbc1.
16. Casady LR, Nicholas-Larsen DS. (2004) The effect of hippotherapy on ten children with cerebral palsy. Pediatr Phys Ther 16(3):165-172
17. Chang CH, Albarracin JP, Lipton GE, Miller F. (2002) Long-term follow-up of surgery for equinovarus foot deformity in children with cerebral palsy. J Pediatr Orthop. Nov-Dec;22(6):792-9
18. Choi SJ, Chung CY, Lee KM, Kwon DG, Lee SH, Park MS. (2011) Validity of gait parameters for hip flexor contracture in patients with cerebral palsy. J Neuroeng Rehabil. Jan 23;8:4. doi: 10.1186/1743-0003-8-4. PubMed PMID: 21255458; PubMed Central PMCID: PMC3038906.
19. Cressey E.M, West C.A, Tiberio D.P, Kraemer W.J, Maresh C.M. (2007). The effects of ten weeks of lower-body unstable surface training on markers of athletic performance. Journal of Strength and Conditioning Research, 21(2), 561
20. Center for Gait and Movement Analysis Physical Therapy Guidelines for Orthopedic Procedures Revised 10/07
21. Cole A, Becker B., editors. (2004) Comprehensive aquatic therapy. 2nd ed. Philadelphia: Elsevier;
22. Council on Sports Medicine and Fitness. American Academy of Pediatrics. Trampoline safety in childhood and adolescence. Pediatrics. (2012);130:774–779.
23. Damiano DL, Alter K E, Chambers H. (2009) New Clinical and ResearchTrends in Lower Extremity Management for Ambulatory Children with Cerebral Palsy Phys Med Rehabil Clin N Am 20: 469–491
24. Damiano DL. (2006) Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. Phys Ther;86:1534–40. [PubMed: 17094192]
25. Danielsson AJ, Romberg K, Nachemson AL. (2006) Spinal range of motion, muscle endurance, and back pain and function at least 20 years after fusion or brace treatment for adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. Spine. 31(3):275-283. [CrossRef]
26. Dean E, Perlsteinj MF, Mathews M. (1996) Acute surgical conditions. In: Frownfelter D, Dean E, editors. Principles and practice of cardiopulmonary physical therapy. 3rd ed. St. Louis: Mosby, Inc.p. 495- 509
27. Deon LL, Gaebler-Spira D. (2010) Assessment and treatment of movement disorders in children with cerebral palsy. Orthop Clin North Am. Oct;41(4):507-17. doi: 10.1016/j.ocl.2010.06.001. Review. PubMed PMID: 20868881
28. Dimick JB, Chen SL, Taheri PA, Henderson WG, Khuri SF, Campbell DA Jr. (2004) Hospital costs associated with surgical complications: a report from the private-sector National Surgical Quality Improvement Program. J Am Coll Surg. Oct;199(4):531-7
29. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. (2003) A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 45:652– 657
30. Dormans JP, Copley LA. (1998) Orthopaedic approaches to treatment. In: Dormans JP, Pellegrino L, Paul H, editors. Caring for children with cerebral palsy: a team approach. Baltimore (MD): Brookes Co; p. 143–68
31. Dreher T, Wolf SI, Maier M, Hagmann S, Vegvari D, Gantz S, Heitzmann D, Wenz W, Braatz F. (2012) Long-term results after distal rectus femoris transfer as a part of multilevel surgery for the correction of stiff-knee gait in spastic diplegic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. Oct 3;94(19):e142(1-10). doi: 10.2106/JBJS.K.01300. PubMed PMID: 23032593.

32. El Hage S, Rachkidi R, Noun Z, Haidar R, Dagher F, Kharrat K, Ghanem I (2010) Is percutaneous adductor tenotomy as effective and safe as the open procedure? J Pediatr Orthop. Jul-Aug; 30(5):485-8.
33. El-Shamy SM, Abd El Kafy EM. (2013) Effect of balance training on postural balance control and risk of fall in children with diplegic cerebral palsy. Disabil. Rehabil 36:1–8
34. El-Sherbini MH, Omran AA. (2015) Midterm Follow-Up of Talectomy for Severe Rigid Equinovarus Feet. J Foot Ankle Surg. Nov-Dec;54(6):1093-8. doi: 10.1053/j.jfas. 2015.07.004. Epub 2015 Sep 7
35. Enön S, Özdemir N. (2001) Postoperatif pulmoner komplikasyonlar. Tüberküloz ve Toraks Dergisi 49:514-7
36. Ergen E, Ulkar B. (2008) Proprioception and ankle injuries in soccer, Clin Sports Med 27:195–217,
37. Ergen E, Ülkar B, Eraslan A. (2007) Propriyosepsiyon Ve Koordinasyon DERLEME Spor Hekimliği Dergisi Cilt: 42, S. 57-83,
38. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, et al. (2009) Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. J Strength Cond Res. 23(5 suppl):S60 –S79
39. Fahn S, Eldridge R. (1976) Definition of dystonia and classification of the dystonic states. Adv Neurol. 14: 1–5.
40. Fearon C, Doherty L, Lynch T. (2015) How Do I Examine Rigidity and Spasticity? Mov Disord Clin Pract. 28;2(2):204. doi: 10.1002/mdc3.12147.
41. Ferreyra G, Long Y, Ranieri VM. (2009) Respiratory complications after major surgery Curr Opin Crit Care. Aug;15(4):342-8
42. Flynn J, Miller F. (2002) Management of Hip Disorders in Patients With Cerebral Palsy Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. 10(3):198–209, MAY-JUNE 34.
43. Gage JR, DeLuca PA, Renshaw TS. (1996) Gait analysis: principle and appli-cations with emphasis on its use in cerebral palsy. Instr Course Lect. 45:491-507
44. Green NE, Griffin PP, Shiavi R. Split posterior tibial-tendon transfer in spastic cerebral palsy. J Bone Joint Surg Am. 1983 Jul;65(6):748-54
45. Gaebler-Spira D. (2002) Rehabilitation principles in cerebral palsy: the physiatrists' approach. J Phys Med Rehabil 48(2):9–10
46. Günel Kerem M. (2009) Rehabilitation of children with cerebral palsy from a physiotherapist's perspective Acta Orthop Traumatol Turc 43(2):173-180 doi:10.3944/AOTT.2009.173
47. Gunel MK, Kara OK, Ozal C, Turker D. (2014) Cerebral Palsy— Challenges for the Future (ed. S˘vraka, E.). InTech;. DOI:10.5772/57486
48. Gracies JM. (2005) Pathophysiology of spastic paresis I: paresis and soft tissue changes. Muscle Nerve. 31: 535– 51
49. Hagberg B, Hagberg G, Beckung E, Uvebrant P. (2001) Changing panorama of cerebral palsy in Sweden. VIII. Prevalence and origin in the birth year period 1991-94. Acta Paediatr. 90:271–277. [PubMed] [Google Scholar]
50. Herring JA. (2002) Disorders of the brain. In: Tachdjians pediatric orthopaedics. Vol. 2, 3rd ed. Philadelphia: W. B. Saunders; p. 1121-1242
51. Holden MK. (2005) Virtual environments for motor rehabilitation: Review. Cyberpsychol Behav 8:187–211; discussion 212–219
52. Horsch A, Götze M, Geisbüsch A, Beckmann N, Tsitlakidis S, Berrsche G, Klotz M. (2019). Prevalence and classification of equinus foot in bilateral spastic cerebral palsy. World J Pediatr. Jun;15(3):276-280. doi: 10.1007/s12519-019-00238-2. Epub 2019 Mar 4
53. Horstmann T, Listringhaus R, Haase GB, Grau S, Mündermann A. (2013) Changes in gait patterns

and muscle activity following total hip arthroplasty: A six-month follow-up. Clin Biomech (Bristol, Avon);28(7):762–9).
54. Hurson C, Browne K, Callender O, et al. (2007) Pediatric trampoline injuries. J Pediatr Orthop. 27:729–732
55. Hurvitz EA, Ayyangar RN, Aisen M, Cerebral Palsy: Diagnosis And O'young BJ, Young MA, Stiens SA (eds): (2008) Physical Medicine And Secrets, Third Edition, Philadelphia, Mosby Elsevier, 668- 75
56. Inan M, Ferri-de Baros F, Chan G, Dabney K, Miller F. (2005) Correction of rotational deformity of the tibia in cerebral palsy by percutaneous supramalleolar osteotomy. J Bone Joint Surg Br. Oct;87(10):1411-5.)
57. Ito J, Araki A, Tanaka H, et al: (1996) Muscle histopathology in spastic cerebral palsy. Brain Dev. 18: pp. 299-303
58. Jeanson E, Damiano D, Mullan B, Rush AJ, Balton M. (2007) Rehabilitation techniques. In: Miller F. editor, Physical therapy of cerebral palsy. New York: Springer; p. 805-61.
59. Kerem Günel M, Livanelioğlu A. (2009) "Serebral Palsi", Serebral Palside Fizyoterapi, Yeni Özbek Matbaası, Ankara, 19-29
60. Kiapekos N, Broström E, Hägglund G, Åstrand P. (2019) Primary surgery to prevent hip dislocation in children with cerebral palsy in Sweden: a minimum 5-year follow-up by the national surveillance program (CPUP).Acta Orthop. Oct;90(5):495-500.
61. Kim K, et al. (2011) Immediate effects of a postural correction garment designed for postural kyphosis on adolescents with thoracic hyperkyphosis: A pilot study. Physical Therapy Korea. 18(4): p. 43-50.
62. Kolman SE, Ruzbarsky JJ, Spiegel DA, Baldwin KD. (2016) Salvage Options in the Cerebral Palsy Hip: A Systematic Review. J Pediatr Orthop. Sep;36(6):645-50.
63. Lance WW. (1980) The control of muscle tone, reflexes and movement: Robert Wartenberg lecture. Neurology 30: 1303– 13
64. Lenke LG, Bridwell KH, Blanke K, Balduk C. (1995) Analysis of pulmonary function and chest cage dimension changes aCter thoracoplasty in idiopathic scoliosis. Spine 20: 1343-1 350,
65. Lenke LG, White DK, Kemp JS, Bridwell KH, Blanke KM, Engsberg JR. (2002) Evaluation of ventilatory efficiency during exercise in patients with IS undergoing spinal fusion. Spine 27:2041-2042
66. Li Z, Zhang N, Wang Y, Cao S, Huang Z, Hu Y.(2019) Stair-shaped Achilles tendon lengthening in continuity - A new method to treat equinus deformity in patients with spastic cerebral palsy. Foot Ankle Surg. Apr;25(2):165-168. doi: 10.1016/j.fas.2017.10.012. Epub 2017 Oct 27
67. MacPhail AHE, Edwards J, Golding J, Miller K, Mosier C, Zwiers T. (1998) Trunk postural reactions in children with and without cerebral palsy during therapeutic horsback riding. Pediatr Phys Ther 10:143-147
68. Maxey L, Magnusso J. (2007) Rehabilitation for the Postsurgical Orthopedic Patient Third Edition Previous editions copyrighted
69. Matsuo T, Hara H, Tada S. (1987) Selective lengthening of the psoas and rectus femoris and preservation of the iliacus for flexion deformity of the hip in cerebral palsy patients. J Pediatr Orthop. Nov-Dec;7(6):690-8.
70. Marsden CD. (1976) Dystonia: the spectrum of the disease. Res Publ Assoc Res Nerv Ment Dis. 55: 351–367.
71. Mayston M. (2002). 10 Physiotherapy Management In Cerebral Palsy: An Update On Treatment Approaches. Clinics in Developmental Medicine(161), 147-160

72. Multani I, Manji J, Hastings-Ison T, Khot A, Graham K. (2019) Botulinum Toxin in the Management of Children with Cerebral Palsy. Paediatr Drugs. 21(4):261-281. doi: 10.1007/s40272-019-00344-8. Review. PubMed PMID: 31257556; PubMed Central PMCID: PMC6682585
73. Myers M A, Beam W N, Fakhoury D J. (2017) Resistance training for children and adolescents Transl Pediatr 6(3):137-143
74. Myer G, Paterno M, Ford K, et al. (2008) Neuromuscular training techniques to target deficits before return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction, J Strength Cond Res 22(3):987–1014,
75. Morrisy R. (2007) Cerebral Palsy. Lowell and Winter's Pediatric orthopaedics, Lippincott, Philadelphia
76. Majewski med. M, Schaeren S, Kohlhaas U, Ochsner P. E. (2008) Postoperative rehabilitation after percutaneous Achilles tendon repair: Early functional therapy versus cast immobilization. Journal Disability and Rehabilitation, Volume 30, Issue 20-22
77. Miller F, Bolton M, Capone C, Chambers H, Damiano D, FernandoPalazzi F, and et. al. (2005). Cerebral Palsy. New York: Springer Science + Business Media, Inc.
78. Mayston MJ. (2004) Physiotherapy management in cerebral palsy: an update on treatment approaches. In: Scrutton D, Damiano DL, Mayston M, editors. Management of the motor disorders of children with cerebral palsy. 2nd edition. Cambridge: Cambridge University Press; p. 147-60
79. Meregillano G. (2004) Hippotherapy. Phys Med Rehabil Clin N Am. Nov;15(4):843-54, Review. PubMed PMID: 15458756
80. Nazareth A, Rethlefsen S, Sousa TC, Mueske NM, Wren TAL, Kay RM. (2019) Percutaneous Hamstring Lengthening Surgery is as Effective as Open Lengthening in Children With Cerebral Palsy. J Pediatr Orthop. Aug;39(7):366-371. doi: 10.1097/BPO.0000000000000924
81. Nelson Mink W. J. Movement Disorders. Textbook of Pediatrics, Volume 21. Book Chapter 615, 3150-3167.E1
82. Niklasch M, Boyer R. E, Novacheck T, Dreher T, Schwartz M. (2018) Proximal versus distal femoral derotation osteotomy in bilateral cerebral palsy. Developmental medicine and child neurology. Volume60, Issue10 October Pages 1033-1037
83. Oğuz H, Dursun E, Dursun N. (2004) Tıbbi Rehabilitasyon, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul,; 67-82, 957-972
84. Oleszek L. J, Davidson T.L. (2020) Book Chapter "Spasticity". Nelson Textbook of Pediatrics, Volume21.730, 3760-3762.e1.
85. Oppenheim H. (1911) Über eine eigenartige Krampfkrankheit des kindlichen und jugendlichen Alters (Dysbasia lordotica progressiva, Dystonia musculorum deformans). Neurologische Centralblatt 30: 1090–1107.
86. Oefflinger D, Bagley A, Rogers S, Gorton G, Kryscio R, Abel M, Damiano D, Barnes D, Tylkowski C. (2008) Outcome tools used for ambulatory children with cerebral palsy: responsiveness and minimum clinically important differences. Dev Med Child Neurol 50:918–25. [PubMed: 19046185]
87. https://physio-pedia.com/Muscle_Disorders
88. Pap K, Kiss S, Vízkelety T, Szoke G. (2004) Open adductor tenotomy in the prevention of hip subluxation in cerebral palsy. Int Orthop. 2005 Feb;29(1):18-20. Epub Dec 21
89. Patikas D, Wolf SI, Armbrust P, Mund K, Schuster W, Dreher T, Döderlein L. (2006) Effects of a postoperative resistive exercise program on the knee extension and flexion torque in children with cerebral palsy: a randomized clinical trial. Arch Phys Med Rehabil. Sep;87(9):1161-9. PubMed PMID: 16935049

90. Papavasilou AS. (2008) Management of the motor problems in cerebral palsy : A critical update for the clinician. Eur J Paediatri Neurol. Sept 6; (epub – in press).
91. Patikas D, Wolf SI, Armbrust P, Mund K, Schuster W, Dreher T, Döderlein L. (2006) Effects of a postoperative resistive exercise program on the knee extension and flexion torque in children with cerebral palsy: a randomized clinical trial. Arch Phys Med Rehabil. Sep;87(9):1161-9. PubMed PMID: 16935049
92. Perotti L, Church C, Dina R Jr, Lennon N, Henley J, Sees J, Miller F. (2019) The long-term outcome of pelvic asymmetry during gait in children with cerebral palsy following unilateral femoral derotation osteotomy. J Pediatr Orthop B. Jul;28(4):320-326.
93. Piasek R, Snela S, Rydzak B. (2011) Effectiveness of two methods of treatment of the spastic hip in CP children. Ortop Traumatol Rehabil. Mar-Apr;13(2):185-9.
94. Putz C, Mertens EM, Wolf SI, Geisbüsch A, Niklasch M, Gantz S, Döderlein L, Dreher T, Klotz MC.(2018) Equinus Correction During Multilevel Surgery in Adults With Cerebral Palsy. Foot Ankle Int. Jul;39(7):812-820. doi: 10.1177/1071100718765161
95. Quinbya J.M, Abrahamb A. (2005). Musculoskeletal problems in cerebral palsy. Current Paediatrics, 15, 9-14.
96. Raff GW, Gardner B. (1999) The pulmonary consequences of abdominal surgery. In: Cherniack NS, Altose MD, Homma I, editors. Rehabilitation of the patient with respiratory disease. 1st ed. McGraw-Hill Companies; p. 623-9
97. Rasooli AH, Birgani PM, Azizi S, Shahrokhi A, Mirbagheri MM. (2017) Therapeutic effects of an antigravity locomotor training (AlterG) on postural balance and cerebellum structure in children with Cerebral Palsy. IEEE Int Conf Rehabil Robot. 2017:101-105
98. Renshaw TS, Green NE, Griffin PP, et al. (1996) Cerebral palsy: orthopaedic management. Instr Course Lect 45:475. [PubMed: 8727764]
99. Ries AJ, Novacheck TF, Schwartz MH. (2014) A data driven model for optimal orthosis selection in children with cerebral palsy. Gait Posture. Sep;40(4):539-44. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.06.011. Epub 2014 Jul 3. PubMed PMID: 25065629
100. Romkes J, Freslier M, Rutz E, Bracht-Schweizer K. (2020) Walking on uneven ground: How do patients with unilateral cerebral palsy adapt? Clin Biomech (Bristol, Avon). Feb 8;74:8-13. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2020.02.001. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 32086046.
101. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. (2007) A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006 Dev. Med. Child Neurol. Suppl. 109, pp. 8-14
102. Rutz E, Gaston MS, Tirosh O, Brunner R. (2012) Hip flexion deformity improves without psoas-lengthening after surgical correction of fixed knee flexion deformity in spastic diplegia.. Hip Int. Jul-Aug;22(4):379-86. doi: 10.5301/HIP.2012.9453.
103. Stasikelis P. J, Davids J. R, Johnson B. H, Jacobs J. M. (2003) Rehabilitation after femoral osteotomy in cerebral palsy.Journal of Pediatric Orthopaedics B: September Volume 12 - Issue 5 - p 311-314
104. Sharan D. et al. (2012) Virtual reality based therapy for post operative rehabilitation of children with cerebral palsy. Work 41:3612–3615
105. Shadmehr R, Wise S. P. (2005). The computational neurobiology of reaching and pointing: A foundation for motor learning. Cambridge, MA: The MIT Press

106. Salem MR, Klowden AJ. (2002) Anaesthesia for orthopedic surgery. In: Gregory GA (ed). Pediatric Anesthesia. 4th edition. Philadelphia: Churchill Livingstone; 617-61
107. Staheli T L. (2008) Fundamentals Of Pedıatrıc Orthopedıcs Fourth Edıtıon Lippincott Williams & Wilkins; syf 25
108. Seniorou M, Thompson N, Harrington M, Theologis T. (2007) Recovery of muscle strength following multi-level orthopaedic surgery in diplegic cerebral palsy. Gait Posture. Oct;26(4):475-81. Epub 2007 Sep 12. PubMed PMID: 17855096
109. Shumway- Cook, Woollacott, M.H. (2001) Motor Control:Theory and Practical Applications (2 ed), Lippincott Williams & Wilkins, Pennsylvania
110. Schwartz MH, Rozumalski A. (2008) The Gait Deviation Index: a new comprehensive index of gait pathology. Gait Posture 28:351–7
111. Sözbilen M. C, Çullu E. (2018) Serebral palside spastisitenin ortopedik tedavisi TOTBİD Dergisi 17:427–436
112. Sawyer R. J, Spence D. D.(2017) "Cerebral Palsy" Chapter 33, 1249-1303.E9 .Thirteenth Edition. (ed) Frederick M. Azar , James H. Beaty and S. Terry Canale - Campbell's Operative Orthopaedics. Elsevier.
113. Shortland AP. (2018) Muscle tone is not a well-defined term. Dev Med Child Neurol . Jul;60(7):637. doi: 10.1111/dmcn.13707. Epub 2018 Mar 8. PubMed PMID:29517113
114. Sharan D. (2017) Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lecture. Indian J Orthop. May-Jun; 51(3): 240–255. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho 197_16
115. Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, et al: (2003) Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. Pediatrics. 111: pp. e89-e97
116. Sanger TD. (2004) Toward a definition of childhood dystonia. Curr Opin Pediatr 16: pp. 623-627
117. Scholtes VA, Becher JG, Comuth A, Dekkers H, Van Dijk L, Dallmeijer AJ. (2010) Effectiveness of functional progressive resistance exercise strength training on muscle strength and mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. Dev Med Child Neurol. Jun;52(6):e107-13. doi: 10.1111/j.1469-8749.2009.03604.x. Epub 2010 Feb 12. PubMed PMID: 20132136
118. Steinbok P. (2006) Selection of treatment modalities in children with spastic cerebral palsy. Neurosurg Focus Aug 15;21(2):e4. [PubMed: 16918225]
119. Soo B, Howard JJ, Boyd RN, et al. (2006) Hip displacement in cerebral palsy. J Bone Joint Surg [Am].;88:121–129.
120. Shaw KA, Hire JM, Cearley DM. (2019) Salvage Treatment Options for Painful Hip Dislocations in Nonambulatory Cerebral Palsy Patients. J Am Acad Orthop Surg. Oct 28. doi: 10.5435/JAAOS-D-19-00349
121. Shore BJ, Zurakowski D, Dufreny C, Powell D, Matheney TH, Snyder BD. (2015) Proximal Femoral Varus Derotation Osteotomy in Children with Cerebral Palsy: The Effect of Age, Gross Motor Function Classification System Level, and Surgeon Volume on Surgical Success. J Bone Joint Surg Am. Dec 16;97(24):2024-31. doi: 10.2106/JBJS.O.00505. PubMed PMID: 26677236.
122. Taylor N, Dodd KJ, Damiano DL. (2005) Progressive Resistance Exercise in Physical Therapy: A Summary of Systematic Reviews. Physical Therapy 85:1208–23. [PubMed: 16253049]
123. Tekin F, Kavlak E, Cavlak U, Altug F. (2017) Effectiveness of Neuro-Developmental Treatment (bobath concept) on postural control and balance in Cerebral Palsied Children. J Back Musculoskelet Rehabil.1-7

124. Thamkunanon V, Kamisan N. (2018) Approach to bone procedure in fixed equinovarus deformity in cerebral palsy. J Orthop. Dec; 15(4): 1008–1012. Published online 2018 Sep 26. doi: 10.1016/j.jor.2018.09.001
125. Trehan SK, Ihekweazu UN, Root L. (2015) Long-term Outcomes of Triple Arthrodesis in Cerebral Palsy Patients. J Pediatr Orthop. Oct-Nov;35(7):751-5. doi: 10.1097/BPO.0000000000000361
126. US Dept of Health and Human Services. Physical Activity and Health: A Report from the Surgeon General. Atlanta, GA: US Dept of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion; 1996
127. van den Akker-Scheek I, Stevens M, Bulstra SK, Groothoff JW, van Horn JR, Zijlstra W. (2007) Recovery of gait after short-stay total hip arthroplasty. Arch Phys Med Rehabil 88(3):361–7
128. Végvári D, Wolf SI, Heitzmann D, Klotz MC, Dreher T. (2013) Does proximal rectus femoris release influence kinematics in patients with cerebral palsy and stiff knee gait? Clin Orthop Relat Res. Oct;471(10):3293-300.
129. Vlachou M, Beris A, Dimitriadis D. (2010) Split tibialis posterior tendon transfer for correction of spastic equinovarus hindfoot deformity. Acta Orthop Belg. Oct;76(5):651-7
130. Wangdell J, Fridén J. (2016) Rehabilitation After Spasticity-Correcting Upper Limb Surgery in Tetraplegia Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 97(6 Suppl 2):S136-43
131. Weiss HR. (1991) The effect of an exercise program on vital capacity and rib mobility in patients with IS. Spine 16:88-93
132. Winchester P, Kendall K, Peters H, Sears N, Winkley T. (2002) The effect of therapeutic horseback riding on gross motor function and gait speed in children who are developmentally delayed. Phys Occup Ther Pediatr 22:37-50
133. Yıldız C, Kılınçoğlu V, Yurttaş Y, Başbozkurt M. (2009) Serebral Paralizide Ortopedik Tedavi Prensipleri: Genel BakışTOTBİD (Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği) Dergisi Cilt: 8 Sayı: 1-2
134. Young JL, Rodda J, Selber P, Rutz E, Graham HK. (2010) Management of the knee inspastic diplegia: what is the dose? Orthop Clin North Am. Oct;41(4):561-77. doi: 10.1016/j.ocl.2010.06.006. Review. PubMed PMID: 20868885
135. You SH, Jang SH, Kim YH, Kwon YH, Barrow I, Hallett M. (2005) Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 47:628-35
136. Yoo W.G. (2013) Effect of thoracic stretching, thoracic extension exercise and exercises for cervical and scapular posture on thoracic kyphosis angle and upper thoracic pain. Journal of Physical Therapy Science. 25(11): p. 1509-1510
137. Young RR. (1994) Spasticity: a review. Neurology 44: 512– 520
138. Zadnikar M, Kastrin A. (2011) Effects of hippotherapy and therapeutic horseback riding on postural control or balance in children with cerebral palsy: A meta-analysis. Dev Med Child Neurol 53:684–691.
139. Zhang Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. MultiMedia, IEEE,19(2), 4-10

Erişkin Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Nöroşirürjikal Cerrahi Uygulamaları

32

Prof. Dr. Selçuk GÖÇMEN, Uzm. Dr. Murat Kocaoğlu

GİRİŞ

Bu bölümde, nöroşirurjinin ilgi alanı içerisinde bulunan kas tonusu bozukluğu ile seyreden hareket bozuklukları ve spastisite iki ayrı başlık altında incelenecektir.

Parkinson hastalığı, distoni, esansiyel tremor gibi hareket bozukluğu ile ilişkili hastalıkların tedavisinde uygulanan yöntemler tarihsel süreç içerisinde ele alınarak ayrıntısıyla anlatılmıştır. Bu yöntemler; ablazyon cerrahisi, derin beyin stimülasyonu ve nörorestoratif cerrahi yöntemlerdir.

Spastisitenin güncel cerrahi tedavisinde uygulanan yöntemler ayrıntılarıyla açıklanmıştır. Ablatif yöntemler olarak; selektif dorsal rizotomi, selektif periferal nörotomi, longitidunal miyelotomi ve perkütan radyofrekans rizotomidir. Nonablatif yöntem olarak ise intratekal baklofen pompası uygulanmaktadır.

Sonuç olarak; güncel literatürler ışığında, bu konuyla ilgili ayrıntılı bilgi birikimi içeren bir bölüm hazırladık.

Bu bölümde nöroşirurjinin ilgi alanı içerisinde bulunan kas tonusu bozukluğu ile seyreden hareket bozuklukları (Parkinson Hastalığı, Distoni, Esansiyel Tremor) ve spastisite 2 ayrı başlık altında incelenecektir.

HAREKET BOZUKLUKLARINDA NÖROŞİRÜRJİKAL CERRAHİ TEDAVİ

Hareket bozukluğuna yol açan hastalıkların fizyopatolojisi karışıktır. Ekstrapiramidal sistem hastalığı veya bazal gangliyon hastalığı olarak da isimlendirilen hareket bozuklukları; tremor, rijidite, distoni, kore, ballismus, atetoz ve bradikinezi gibi semptomlarla ortaya çıkmaktadır. Bu hastalıklar da ilk tedavi seçeneği tıbbi tedavidir. Ancak tıbbi tedavinin yetersiz kaldığı veya yan etkilerinden dolayı kullanılamadığı hastalarda cer-

rahi tedavi düşünülmelidir. Günümüzde, hareket bozukluklarında nöroşirürjikal olarak 3 farklı cerrahi seçenek bulunur. Lezyon cerrahisi (Ablazyon) (geri dönüşümsüz), derin beyin stimülasyonu (DBS) (geri dönüşümlü) ve restoratif tedavi (hücre nakli; nöron, hücre veya trofik faktörlerin nakli) minimal invazif yaklaşımla yapılmaktadır.

Tarihsel Süreç

Geçmişte hareket bozukluklarında, motor korteks ve serebral pedinkül rezeksiyonu, subkortikal yapıların ablatif (yakma) prosedürleri için kraniyotomiler yapılmıştır.

Hareket bozukluklarında cerrahi, ilk 1951 yılında Irving Cooper'ın koroidal arter ligasyonu sonucunda, Parkinson Hastalığında tremor, rijidite ve dişli çark bulgularının gerilemesini fark etmesiyle başlamıştır. Bu cerrahinin komplikasyonları ve mortalitenin fazla olması ve L-dopa (dopamin) tedavisinin keşfi ile bu ameliyatlardan vazgeçilmiştir. Yine bu dönemde, 1947'de Spiegel'in, daha sonra 1949'da da Leksell'in stereotaksiyi (Yunanca kökenli stereo ve tactos kelimelerinden oluşur. Üç boyutlu dokunma anlamına gelir) geliştirmeleri, çeşitli subkortikal yapılara daha az invazif, doğru ve tutarlı bir şekilde ulaşma imkanı sağlanmasıyla en büyük adım atılmış oldu.

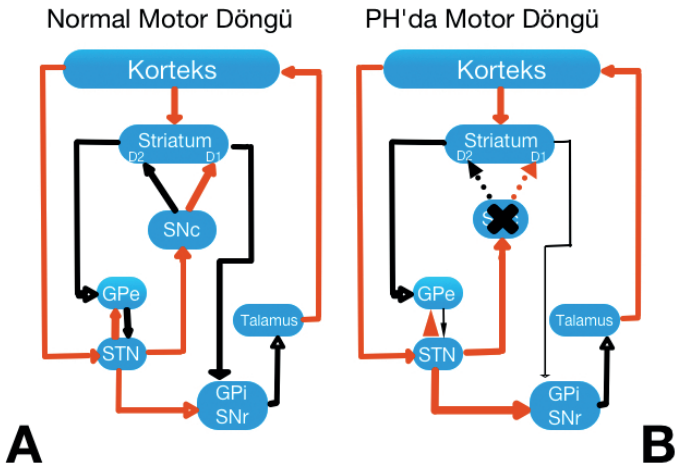
Stereotaksinin gelişmesi ile 1950-60'lı yıllarda talamus ve bazal gangliyonun ablazyon tedavilerinde farklı teknikler ve farklı lokalizasyonlar denenmiştir. Motor talamus ve globus pallidus interna (GPi) en etkili hedefler olarak belirlenmiş, sonraki 20 yıl dominant olarak bu bölgelere ablatif yöntemler uygulanmıştır. Bu yıllarda Parkinson hastalığı cerrahisi az yapılmış, 1980'lerin sonuna doğru L-dopa yan etkilerinin ortaya çıkması ve medikasyonun sınırlanması ile stereotaktik elektrofizyolojik çalışmaların da hızlanması ile cerrahi tedavi tekrar popüler olmuştur. 1809 Rolando ile başlayan beyin çeşitli bölgelerinin elektrik uyarımı ile beyin haritalama çalışmaları, Hassler'in pallidumun düşük frekans elektrik uyarımı ile tremoru artırıp, 25-100 Hz gibi yüksek frekanslarda zıt etki ile tremoru azaltmasını keşfi, hareket bozuklukları cerrahisinde kronik elektrik stimülasyonu tedavilerinin kapısını aralamıştır. İlk derin beyin stimülasyonu (DBS) 1967'de Bechtereva'ya atfedilse de, 1980'lerde Brice ve McLellan, Blond ve Siegfried, Siegfried ve Shulman, Benabid ve arkadaşlarının kronik elektriksel stimülasyon ya da hareket bozuklukları için DBS uygulamalarının sonuçlarını yayınlamaları üzerine, fonksiyonel nöroşirurji adına yeni bir çağ başlamış oldu.

DBS uygulamasının ablazyon yöntemleriyle aynı etkiyi oluşturması, geri döndürülebilir ve ayarlanabilir özelliklere sahip olması geçtiğimiz 30 yılda, Parkinson hastalığı, distoni ve esansiyel tremor gibi hareket bozukluklarında standart tedavi yöntemi haline gelmesini sağladı. DBS uygulamalarının yaygın kullanımı ve güvenirliği sonucu, hareket bozukluklarının yanı sıra; Tourette sendromu, kronik ağrı, obsesif kompulsif bozukluk ve depresyon gibi psikiyatrik bozukluklarda da uygulanabilmektedir.

Hareket bozukluklarının cerrahi tedavisinde ablazyon ve DBS gibi aktif uygulanan tedavilerin yanı sıra, nörobiyolojide 1990'larda kaydedilen önemli gelişmeler sonucunda, nöronal greftleme, kök hücre ve gen terapisi uygulamaları gibi yöntemler, tüm hareket bozukluklarında olmasa da Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif süreçle ortaya çıkan hastalıklarda restoratif yöntemler olarak geliştirilmeye çalışılmaktadır.

Hareket Bozukluklarının Nöronal Bağlantıları

Özellikle, son 20 yılda teknolojik gelişmelerle birlikte fonksiyonel ve fizyolojik beyin haritalama yöntemlerinin kullanılması ve hayvan çalışmalarının sonuçları, hareket bozukluklarının altında yatan nöral bağlantıları anlamamıza ve cerrahi hedefleri belirlememize yardımcı oldu. Bu bilgiler ışığında kortiko-striatal-pallidal-talamik-kortikal (KSPTK) döngü konsepti geliştirildi. Bu konsepte göre, kaudat nükleus ve putamen gibi striatal yapılar, giriş yapıları olarak hizmet ederken, globus pallidus interna (GPi) ve substansiya nigra pars retikulata (SNr) birincil çıkış yapıları olarak görev yapar. Motor döngü presantral motor korteksten başlar. Bazal gangliyonlara geçen bilgi KSPTK döngüsü içinde anatomik olarak "direkt" ve "indirekt" olarak organize olur. Direkt yoldaki bilgi monosinaptik olarak putamende çıkış yapılar olan GPi ve SNr'a iletilir. İndirekt yoldaki bilgi multisinaptik olarak globus pallidus eksterna (GPe) ve subtalamik nükleus (STN)'den geçerek GPi/SNr'da sonlanır. Daha sonra hem direkt hem de indirekt yoldaki bilgiler çeşitli talamik çekirdeklere uğrayıp tekrar başladığı frontal bölgeye geri döner, böylece döngü tamamlanmış olur (Şekil 32.1A-B).



Şekil 32.1.sA-B. A, Kortiko-striato-pallido-talamo-kortikal (KSPTK) normal nöral döngü. **B,** Parkinson hastalığında (PH) KSPTK. SNc, substansya nigra pars kompakta; GPe, globus pallidus eksternus; STN subtalamik nükleus; GPi, globus pallidus internus; SNr, substansya nigra retikulata. (Kırmızı oklar eksitatör, siyah oklar inhibitör yollardır).

İnhibitör GABAerjik uyarılar, bu yollara daha fazla hakim olmaktadır. Eksitatör glutamaterjik uyarılar korteksten bazal gangliyonlara ve geri dönüş olan talamokortikal uyarılardır. Derin subkortikal yapılarda eksitatör olarak STN'den GPi/SNr'a giden liflerdir. En yaygın cerrahi hedef noktaları STN, GPi ve bunların ilişkisini sağlayan beyaz maddede yer alan giriş-çıkış noktalarıdır.

Dopamin, motor KSPTK döngüyü etkileyen en güçlü nörotransmitterlerden bir tanesidir. Dopaminin striatal nöronlar üzerinde reseptör alt tipine göre hem eksitatör hem de inhibitör etkisi vardır; D1 reseptörleri eksitatör, D2 reseptörleri inhibitör etki gösterir. Genel olarak striatuam dopaminerjik girdiler, bazal gangliyonların çıktısını ve dolaylı olarak talamokortikal aktivitenin inhibisyonunu azaltır.

PH, primer olarak substansya nigra pars kompakta da dopamin kaybına bağlı olarak ortaya çıkan tremor, rijidite, bradikinezi, yürüme bozuklukları ve postural değişikliklerle seyreden bir hastalıktır. Azalmış dopaminerjik girdi sonucunda indirekt yolda direkt yola nazaran artmış bir aktivite olur. Bunun sonucunda GPi/SNr aktivite artışı ve dolaylı olarak talamokortikal inhibisyonun azalması ortaya çıkar. GPi/SNr aktivite artışının arkasındaki en büyük rolü STN oynar.

Distonide ise patofizyoloji KSPTK döngü aktivitesinin kesintiye uğramasıyla ilgili olabileceği düşünülmekle birlikte asıl mekanizma anlaşılamamıştır. Distoniye neden olabilecek bir nörotransmitter anormalliği ya da KSPTK döngüsünde major bir değişikliğe rastlanılmamıştır. Elektrofizyolojik çalışmalar ile motor KSPTK döngüsündeki komponentler arasında iletişim artışı ya da azalmasının olduğunu göstermek kolay olmasa da iki yapı arasında iletişimin bozulduğu gösterilmiştir. Dolayısı ile distonide hedef olarak GPi, ventral oralis anterior (Voa) ve ventral oralis posterior (Vop) talamus çekirdekleri seçilmektedir.

Esansiyel tremor patofizyolojisinde ise serebellum, motor talamus ve frontal kortikal bölgeler rol alır. Burada PH ve distoninin aksine KSPTK değil de frontoserebellar döngü denilen serebellumdan talamusta sinaps yapıp, kortekse ulaşan nöron lifleri rol oynamaktadır. Dolayısıyla talamusun ventralis intermediate (VIM) çekirdeği DBS veya ablazyon için hedef olarak seçilmektedir.

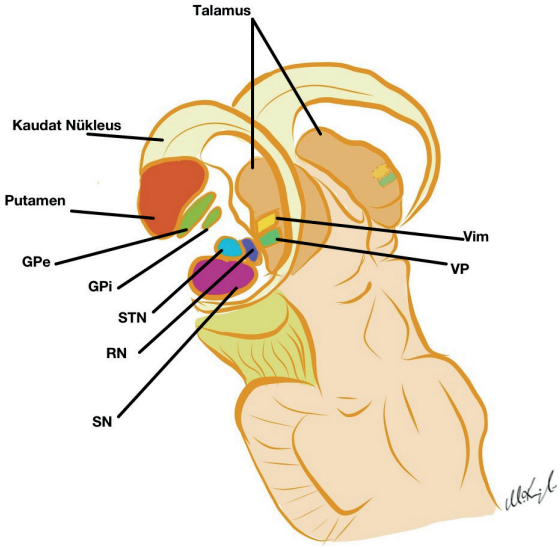
Hareket Bozukluklarının Tedavisinde Uygulanan Cerrahi Yöntemler

KSPTK döngüsündeki cerrahi olarak ulaşılabilen noktalara potansiyel hedef olarak; ablazyon, DBS veya gen terapisi, kök hücre/somatik hücre nakli gibi nörorestoratif yöntemler uygulanmaktadır

Lezyon Cerrahisi (Ablazyon)

Radyo dalgaları oluşturan özel cihazlarla hedef dokuda ısı artışı (yakma) ile doku yapısını bozup skar oluşmasını sağlayan ablazyon yöntemi KSPTK döngüsünde farklı

hedef noktalarına uygulanabilmektedir. Ablazyon yapılan anatomik çekirdeğe göre talamotomi ve pallidotomi olarak ikiye ayrılır (Şekil 32.2).



Şekil 32.2. Cerrahide kullanılan hedef çekirdeklerin 3 boyutlu tasviri, STN'nin red nükleus (RN), serebral pedinkül ve substansiya nigra'ya (SN) yakınlığına dikkat ediniz. SN, substantia nigra; GPe, globus pallidus eksternus; STN, subtalamik nükleus; GPi, globus pallidus internus; SN, substantia nigra; RN, red nükleus.

Talamotomi

Bu ablazyon yönteminde Parkinson hastalığında subtalamik çekirdek (STN), tremorda ise Vim çekirdek hedef olarak seçilir. Hastanın başına lokal anestezi ile stereotaktik çerçeve yerleştirildikten sonra, MRG yapılır. Hedef koordinatlar hesaplandıktan sonra hasta ameliyathaneye alınır. Parkinson hastası ise, ameliyat sırasında "off" durumda olmalı, 24 saat öncesinde antiparkinson ilaç tedavisi kesilmelidir. Lokal anestezi yapıldıktan sonra kafatasına delik açılarak, seçilen elektrot hedef koordinata yerleştirilir. Elektrot olarak genellikle 2-3 mm aktif ucu olan ve 1,1 mm kalınlığında elektrotlar kullanılmaktadır. Radyofrekans (RF) cihazına elektrot ucu bağlanır ve oluşması istenen ısı ve bu ısının süresi ayarlanır. Oluşacak lezyonun büyüklüğü; ısı, elektrot ucunun çapı ve süreye bağlı olarak değişir. Beyinde 45°C'nin üzerindeki ısı, dokuda kalıcı tahribata yol açmaktadır. Bu uygulama ile merkezde bir koagülasyon nekrozu ve etrafta ödem ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar da 1,1x3 mm'lik bir elektrot ile uygulanan 60-80°C'lik bir ısının, yaklaşık 1-4 mm'lik çapa sahip bir doku nekrozu oluşturduğu gösterilmiştir.

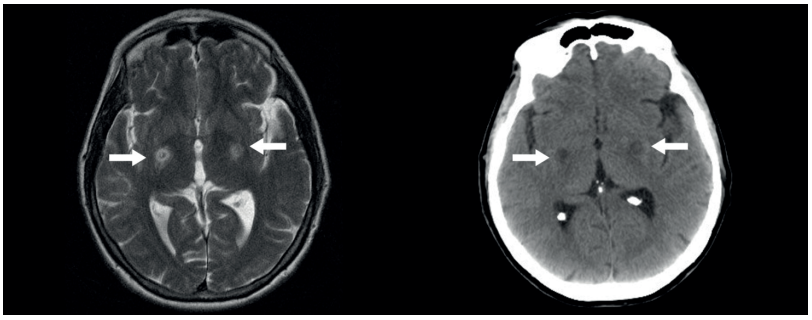
Mikroelektrot kayıtlama talamik girişimlerde genellikle gerekli olmamaktadır. Bu nedenle elektrot hedefe ulaştığında 42-44°C'lik bir ısı 60 sn süre ile uygulanarak dokuda geçici fonksiyon kaybı yaratılmaktadır. Parkinson hastasında talamotomi de tremor, rijidite ve bradikinezide düzelmeler izlenerek, 1 ms pulse, 100 Hz, 0.75 ± 2

V şeklinde uyarı verilir. Lezyon tipik olarak 80°C'de 60 saniye boyunca yapılır. STN lezyonlarında, stroke ve uzun süreli hemiballismusa neden olabileceği bilinmelidir. Tremor'lu hastalarda ise titremenin kaybolup kaybolmadığı, hemiparezi, hemi-hipoestezi, gözde hareket bozukluğu gibi yan etkiler olup olmadığı gözlenmelidir. Eğer yan etki olmadan tremor kayboluyorsa bu noktaya kalıcı lezyon oluşturulmaktadır. Tremor için VİM'e genellikle 2 mm aralıklarla yukarı doğru iki lezyon daha oluşturulmalıdır. Bir lezyon tipik olarak 80°C'de 60 saniye boyunca yapılır. İşlemden sonra bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) ile bir komplikasyon olup olmadığı ve lezyon yerleri kontrol edilmelidir. RF talamotomiye bağlı kanama komplikasyonu görülme oranı farklı serilerde %1'in altındadır.

Pallidotomi

Yukarıda yapılan işlemler pallidotomi içinde geçerlidir. Hedef çekirdek olarak GPi seçilir ve koordinatları hesaplanmalıdır. İnternal kapsül ve optik traktusa dikkat edilmelidir. Stimülasyon sırasında, hastanın uyanıklık, oryantasyonuna, hafıza, konuşma, ses, yüz ifadesi, ekstremite güç, hareket ve koordinasyonu, yüzde, dilde ve dudaklarda uyuşukluk ve görme kontrol edilmelidir. Lezyon işlemleri sırasında mikroelektrot kayıtlama da yapılabilir. 2 mm aralıklarla yukarı doğru 80°C'de 60 saniye boyunca 3 adet lezyon yapılır. Bilateral pallidotomide komplikasyon oranı yüksektir.

Ablazyon yöntemi hedef yakıldıktan sonra geri dönüşümsüzdür. DBS'in ise geri dönüşümlü olması en büyük avantajıdır. Fakat DBS için periyodik gözlemlere ihtiyaç vardır. Pil jeneratörlerin 3-5 yılda bir değişmesi gerekmektedir. DBS komplikasyonları arasında elektrot migrasyonu, elektrot kırılması, pil jeneratörde elektrik ve mekanik problemler, dış ortamda elektromanyetik etkilenmeler ve özellikle enfeksiyon riski bulunmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, ayrıca ekonomik ve coğrafi nedenlerden dolayı lezyon cerrahisi dünyanın pek çok yerinde kullanılmaya devam etmektedir. Bu yöntemlerin en önemli özelliği, doğru endikasyon ve durumda, eğitim almış beyin cerrahları tarafından her yerde uygulanabilir, düşük maliyetinin olması ve sonuçlarının DBS kadar etkili olmasıdır (Resim 32.1).



Resim 32.1. Bilateral pallidotomi (GPi lezyonlama) yapılan hastanın A, ameliyat sonrası MRG'si B,ameliyat sonrası BT'si. Oklar lezyonları göstermektedir.

Derin Beyin Stimülasyonu (DBS)

DBS, stereotaktik yöntemle beyin yapılarında noktasal hedeflere elektrotlarla ulaşmayı hedefler. Nöromodülasyonun ablatif yöntemlerine nazaran DBS'in en büyük avantajı geri dönebilir olmasıdır. Ablazyonda bir miktar sinir dokusu yıkıma uğrar ancak DBS sinir dokusu hücrelerine ve çevresine elektriksel uyarı gönderir. DBS etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, nöron inhibisyonu, anormal aktivite paternlerinin modülasyonu ve akson aktivasyonu gibi etkilerin kombinasyonu sonucu ortaya çıkar. Yüksek frekanslı (YF) uyarılar hücresel aktiviteyi inhibe ederek, ablazyon benzeri etkiyi geçici olarak göstermektedir.

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, STN'in YF'lı uyarımı sonucunda, STN ve striatumda glutamat ve dopamin sekresyonunda artış olduğu gösterilmiştir. Ayrıca GPi'nın uyarımı sonucunda GABA salgılanmasında artış gözlemlenmiştir.

DBS, en çok medikal tedavi ile yeterli düzelmenin sağlanamadığı Parkinson hastalarında, esansiyel, postravmatik ve inmeye bağlı tremorda, idiyopatik jeneralize distonide, travmaya, enfeksiyona ve serebral palsiye bağlı distonide, kore ve atetozda uygulanır.

PH'da dopaminerjik nöronların ilerleyici dejenerasyonu vardır. Dolayısı ile medikal tedavinin temelini L-dopa ve sentetik dopamin agonistleri oluşturur. Ancak zamanla medikal tedavinin etkisi azalır ve diskinezi, motor dalgalanma gibi ilaç yan etkileri ortaya çıkar. Bu hastalar artık cerrahi için aday hastalardır. Cerrahi kararı verilen hastanın nörolojik tablosunu değerlendirmede, Hoehn & Yahr skalası ve Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS) ölçeği kullanılır. Bu ölçümler hastanın ilaçla stabil olduğu durumda ve ilaç etkisi ortadan kalktığı durumlarda tekrarlanır. Daha sonra L-dopa testi, hastanın ilaçları 12 saat süreyle kesilerek yapılan muayenesinin sonucunun L-dopa verildikten 1.5 saat sonra yapılan muayenenin sonucu karşılaştırılarak yapılır. İkinci muayenede UPDRS motor skorunun %50 düzelmesi müspet kabul edilir. Mental ve nöropsikolojik testlerle mental durum belirlenir. Ayrıca ameliyat öncesi hastanın durumunu gösteren video kaydı yapılmalıdır.

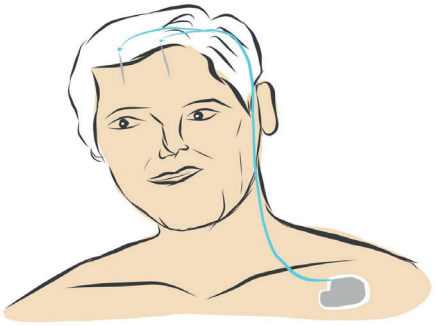
Primer distonilerde hasta DBS'den ciddi anlamda fayda görürken, sekonder distonilerin ancak bir kısmı DBS için uygundur. Medikal tedaviye (baklofen, antikolinerjikler, benzodiazepin ve diğer kas gevşeticiler), konservatif yöntemlere (botulinum toxin enjeksiyonu) dirençli hastalar cerrahi için potansiyel aday hastalardır. Distoni hastalarının nörolojik tablosu değerlendirilirken Fahn & Marsden derecelendirmesi ve Günlük Aktivite Ölçeği kullanılmaktadır.

Esansiyel tremor uzun yıllar medikal tedavi ile stabil seyreden bir durumdur. Böyle hastalarda optimum medikal tedavi yeterli gelmediğinde hastalar cerrahiye yönlendirilir. İstirihat tremoru ve distal postural tremoru olan hastalar cerrahi için en uygun hastalardır. Proksimal postural ve aksiyon tremoru cerrahiye daha dirençli tremorlardır.

Hareket bozuklukları cerrahisinde, kanama bozuklukları, immün yetmezlik, ağır demans ve terminal hastalıklar kontrendikasyon kabul edilir. MRG'de ileri derece atrofi ve T2 hiperintensiteleri olan hastalarda da cerrahi işlemden kaçınılır.

Cerrahi İşlem

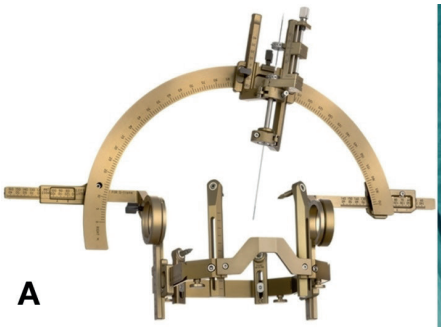
Stereotaktik yöntemle beyinde istenilen noktaya milimetrenin altında bir kesinlik ile ulaşmak mümkündür. Stereotaktik DBS işlemi 4 aşamada gerçekleştirilir: Stereotaktik anatomik hedefleme, hedefin elektrofizyolojik doğrulanması, DBS elektrot implantasyonu ve pilin yerleştirilmesi (Şekil 32.3).



Şekil 32.3. DBS elektrot, uzatma kabloları ve pilin yerleştirilmesi gösterilmektedir.

A. Stereotaktik Anatomik Hedefleme

Stereotaksi için günümüzde çerçevesiz sistemlerde kullanılmaktadır, ancak biz burada altın standart sayılan, uzun yıllardır kullanımı ile tutarlılığı kanıtlanmış çerçeve temelli sistemlerin kullanımını anlatacağız. Ticari marka olarak bir çok stereotaksi sistemi bulunmaktadır. Biz de kliniğimizde tüm dünyada en çok kullanılan Leksell (Elekta, Stockholm, İsveç) ve Cosman-Roberts-Wells (Radionics, Burlington, MA) stereotaksi sistemlerini kullanmaktayız (Resim 32.2).

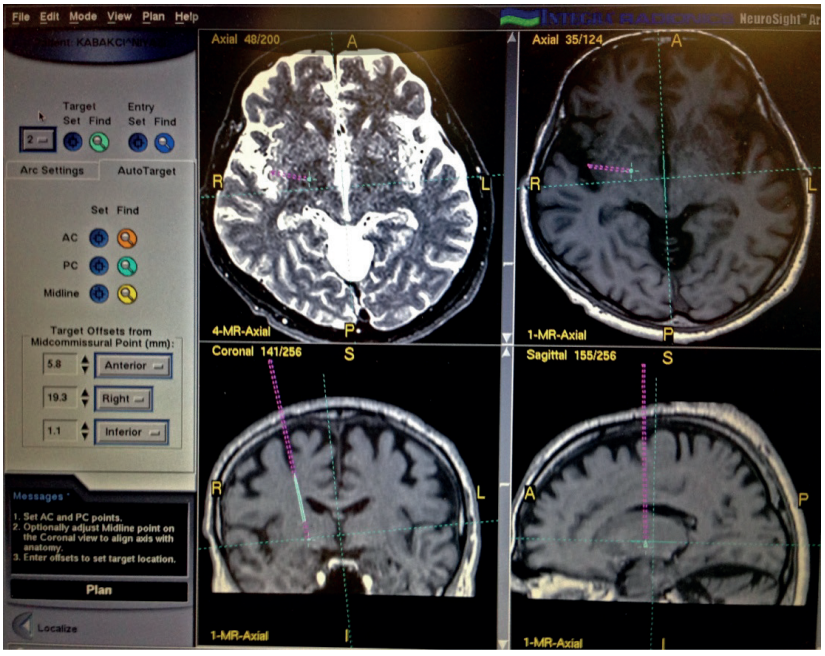




Resim 32.2. A, Leksell stereotaksi sistemi çerçeve ve yaydan oluşur. B,Cosman-Roberts-Wells stereotaksi sisteminin hastaya takılması.

Bir gün önceden hareket bozukluğu için aldığı ilaçları kesilen hastanın başına, hafif sedasyon ile lokal anestezi altında stereotaksi sistemi çerçevesi vida ile tespit edilir. Sagittal planda çerçevenin lateral kantus ile tragus arasındaki hayali çizgiye paralel olmasına dikkat edilir. Böylece Schaltenbrandt-Bailey stereotaksik atlasına uyum sağlanır.

Stereotaktik çerçeve sabitlendikten sonra üzerine hastaya BT veya MRG çekilir. Çekilen ince kesit (2mm) BT, hastanın daha önceden çekilmiş ince kesit MRG'si ile "FrameLink" (Medtronic, Minnesota, U.S.A) gibi bilgisayar programlarında birleştirilerek, MRG'de belirlenen hedefin (GPi, STN gibi) koordinatları hesaplanır. BT veya MRG'de net görünmeyen hedeflerin koordinatları dolaylı yoldan stereotaksi atlası kullanılarak hesaplanır. Burada öncelikle anterior komissur (AC), posterior komissur (PC) ve midcomissural point (MCP) noktaları belirlenerek stereotaktik veri tabanı elde edilir, daha sonra da GPi, STN gibi ulaşmak istediğimiz hedefleri Schaltenbrandt-Bailey atlasında bulup, MCP'ye uzaklığını atlastan her üç boyutta öğrenip, bu rakamları MCP'nin koordinatları üzerine koyduğumuzda hedefimizin koordinatlarını bulmuş oluruz (Resim 32.3).



Resim 32.3. Neurosight Arc (Integra Radionics, Burlington, MA) anatomik planlama programında, AC, PC noktaları belirlenip MCP elde edildikten sonra GPi hedefinin koordinatlarının hesaplanması.

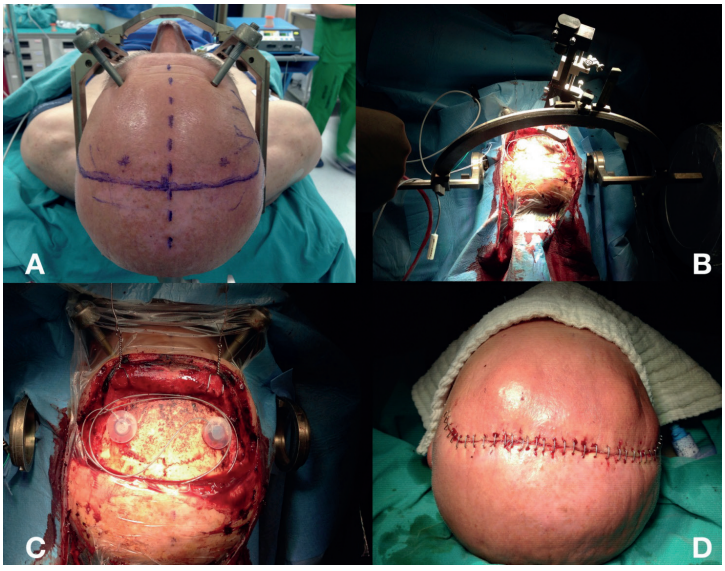
Vim nükleusu tremorun tedavisi için hedeflediğimiz noktadır. Kapsula internanın hemen mediyalinde bulunan bu nokta için genellikle MCP'nin 3 mm üstünde, 4-5 mm arkasında ve 14-15 mm laterali hedeflenir. Vim'in önünde Vop, arkasında ventral caudal (VC) çekirdek vardır.

GPi için MCP'nin 2 mm önü, 19-21 mm laterali ve 4 mm altı hedeflenir. Altında traktus optikus, mediyalinde kapsula interna vardır.

STN genellikle MCP'nin 11-12 mm lateralinde, 2-3 mm posteriorunda ve 3-5 mm inferiorunda bulunur. Bu çekirdeğin medialinde okülomotor çekirdekler, lateralinde kapsula interna ve inferiorunde substansiya nigra pars retikülata bulunmaktadır.

B. Hedefin Elektrofizyolojik Doğrulanması ve Elektrot implatasyonu

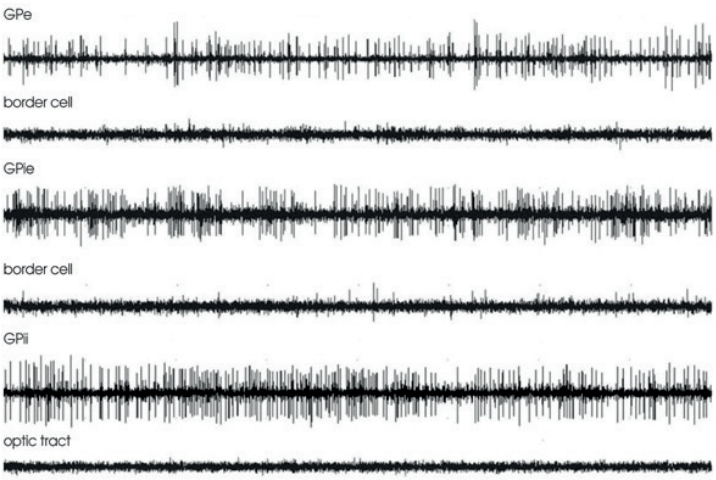
Anatomik hesaplamalar tamamlandıktan sonra, Resim 32.4'te ayrıntılı gösterildiği şekilde hasta uyanık olarak operasyon masasına alınır ve stereotaktik çerçeve masaya tespit edilir. Koroner sütüre paralel açıklığı öne bakan yay şeklinde bir kesinin ardından, 14 mm çapında 2 adet delik bilateral frontal kemiklere açılır. Daha sonra dura isimli beyinin en dışındaki zara kesi yapılır ve stereotaksi cihazının yayı hedef koordinatlar ayarlanarak çerçeveye takılır. Cihazdan gönderilen elektrot yayın yarı çapı olan 19 cm'de hedefe ulaşmış olur. Bu aşamadan sonra ulaştığımız hedefi teyit etmek amacıyla bazı elektrofizyolojik yöntemler kullanırız. Bunlar; makrostimülasyon ve mikroelektrot kayıtlama yöntemleridir.



Resim 32.4. A, DBS uygulanacak hastanın Leksell frame ile tespit edilmesi, insizyon hattının ve burr hole noktalarının belirlenmesi.B, DBS elektrotlarının mikrodrive ile hedefe gönderilmesi. C,DBS elektrotlarının burr hole'de sabitlenmesi. D, Cildin sütüre edilmesi.

Makrostimülasyon, hedefe gönderilen elektrot üzerinden (1 mm çapında ve 3 mm çıplak uçlu unipolar ya da 1.5 mm çapında 5 mm'lik bipolar elektrotlar) akım jeneratör cihazı ile yüksek frekanslı akım verilmesi ile yapılır. Akım frekansı sabitlenir ve voltaj yavaş yavaş artırılır. 100 Hz, 1mA büyüklüğünde bir akımın istenilen sonucu vermesi beklenir. Bu akım hedefi baskılar, eğer semptomlar o bölgenin anormal faaliyetinden kaynaklanıyorsa kaybolurlar. Vim'de tremorun, STN'de akinezi ve rijiditenin, GPi'da diskinezinin ortadan kalkması beklenir. Eğer semptomlar ortadan kalkmıyor ya da istenmeyen etkiler ortaya çıkıyorsa elektrot yanlış yerdedir ve yerinin düzeltilmesi gerekir. Elektrot yanlış yere ulaştığında; VC'nin uyarılması ile elde pareziler ortaya çıkar, ağız çevresinde parestezi, vertigo elektrotun hedefin medialinde kaldığını gösterir. Ayrıca hedefin lateralinde ise kapsula interna uyarılacak ve ekstremitelerde tonik kasılmalara yol açacaktır.

Mikroelektrot kayıtlama, hedef bölgede hücrersel düzeyde elektriksel faaliyetlerin kaydını sağlayan bir yöntemdir. Nükleusların elektriksel faaliyet paternlerinin tesbitini sağlar, böylelikle hücre grupları ya da traktusların sınırları belirlenir ve elektrot en ideal yere bırakılır. 1000 Hz'de impedansları 0,1-1 Mohm, 15 mm kalınlığında tungsten veya platin-iridyum uçlu mikroelektrotlarla tek ünite aksiyon potansiyelleri ve genellikle yakın birkaç nöronun elektriksel aktivitesi eşzamanlı kaydedilir. Bu kayıtlar özel ekipmanlar ile filtrelenir, amplifiye edilir ve görsel çıktı haline dönüştürülür. Örneğin şekil 8'de gösterildiği gibi GPi hedeflenen bir olguda, mikrolelektrot sırasıyla GPe ve beyaz cevherden geçerek GPi'a ulaşır. GPe elektriksel faaliyeti düzensiz patlamalar şeklinde, 50-70 Hz ve üstü yüksek frekanslı tonik karakterdedir, GPi ise 70-80 Hz ve üzeri frekanslarda, daha stabil tonik karakterlidir. Yani, GPe daha düşük frekanslı ve düşük genlikli iken, GPi daha yüksek frekanslı ve yüksek genlikli bir patern göstermektedir (Şekil 32.4).

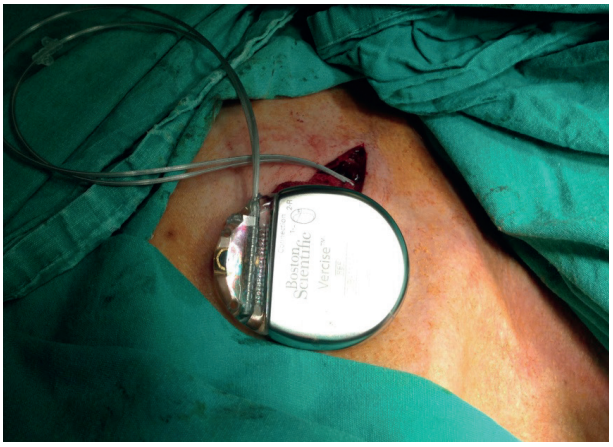


Şekil 32.4. GPi hedeflenen bir olguda tipik nöronal mikroelektrot kayıtlama paterni.

C. Pulse Jeneratör İmplantasyonu

Ameliyatın ilk seansını kısaca özetlersek, lokal anestezi altında hastanın cilt insizyonu yapıldı, bilateral burr hole açıldı, stereotaksi cihazının yayı takılı ve elektrot hedefe gönderildi, elektrot üzerinden makro stimülasyon yapılarak yan etkilerin ortaya çıkmadığı gözlemlendi, mikroelektrot kayıtlama ile de hedefin kesin yeri belirlendikten sonra elektrotlar kapakları ile burr hole tespit edildi ve cilt geçici olarak sütüre edildi.

İkinci seansta hasta genel anestezi ile uyutuluyor ve klavikula altına insizyon yapılarak nörostimülatör veya pil de denilen IPG (Implantable pulse generator) için bir cep oluşturulur. Daha sonra uzatma kabloları cilt altında ilerletilerek bir tarafı elektrotlara, diğer tarafı IPG'ye bağlanır ve IPG hazırlanan cebe yerleştirilir ve cilt sütüre edilerek işlem son bulur (Resim 32.5).



Resim 32.5. Sol klavikula altına implante edilen pulse jeneratör (pil) ve uzatma kablosu.

Ameliyat sonrası stimülasyon uzaktan kumanda ile programlanabilir ve akımın parametreleri değiştirilerek semptomları ortadan kaldıran en küçük akım bulunmaya çalışılır. Kullanılan nörostimülatörün ürettiği akımın voltajı 0-10,5 V, frekansı 2-185 Hz, pulse genişliği 60-450 mikrosaniye arasında değişebilmektedir.

Yüksek frekanslı akımın çevredeki nöronların faaliyetlerini geçici olarak durdurmasının keşfinden sonra uygulanmaya başlanan DBS'in lezyon cerrahisinden tek farkı lezyon yaparak geri dönüşümsüz bir süreç ortaya çıkarmak yerine elektrot ile stimüle ederek geri dönülebilir olmasıdır. Lezyon cerrahileri özellikle de bilateral uygulandıklarında kalıcı nörolojik defisitlere neden olabilmektedir.

PH'da hem STN hem de GPi'a yönelik DBS uygulamasının hastalığın kardinal bulgularını gerilettiği uzun zamandır bilinmektedir. Ancak 20 yılı aşkın klinik tecrübeler sonucunda güncel literatürlerde; GPi, diskinezi baskılanmasında daha başarılı, prog-

ramlanabilirliği daha kolay ve ilaç kullanımının daha esnek olduğunu, STN ise, rijidite ve bradikinezi de daha üstün, ilaç ihtiyacını daha fazla azaltması ve daha uzun pil ömrü sunması gibi karşılıklı üstünlükler rapor edilmiştir. Dolayısı ile PH'da DBS için hastanın semptom ve özel durumuna uygun hedef seçilmektedir.

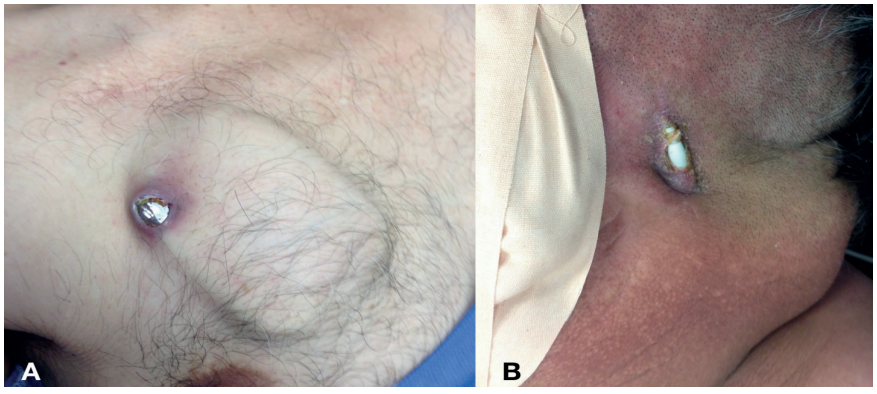
Tremorun tedavisinde Vim'e uygulanan DBS'in talamotomi ile karşılaştırıldığında tek taraflı uygulamalarda tremorun kontrolünde eşit şekilde başarılı oldukları ancak bilateral uygulamalarda DBS'in bariz üstünlüğü bildirilmiştir. Ayrıca talamotomi bilateral uygulandığında dizartri ve kognitif bozukluklar gibi yüksek nörolojik defisit riski taşımaktadır.

Yine distoni tedavisinde bilateral pallidotominin taşıdığı yüksek nörolojik defisit riski nedeniyle, bilateral GPi DBS güvenle uygulanmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar distoni de, istenen sonucun DBS uygulandıktan haftalar ya da aylar sonra ortaya çıktığını göstermiştir.

Geri döndürülebilir olması, istenmeyen etkilerinin azlığı ve modüle edilebilme gibi pozitif özellikleriyle hareket bozukluklarının tedavisinde en sık başvurulan tedavi yöntemi olan DBS'in uygulanmasında, uygulanma biçimi ve yabancı cisim etkisi ile bazı komplikasyonlar gözlenebilmektedir. Farklı merkezlerde farklı oranlarda komplikasyonlar bildirilmiştir.

Kanama, DBS uygulaması sonrası epidural, subdural ve intraparankimal kanamalar görülebilmektedir. En sık kanama elektrotun katettiği yol boyunca damar yapıların zarar görmesi sonucu oluşan intraparankimal kanamalardır.

Enfeksiyon, özellikle kullanılan pil ve kabloların cilt erozyonu sonucu görülmektedir (Resim 32.6.a-b). En sık izole edilen etmenler, Staphylococcus aureus, S. epidermidis, Serratia sp., Klebsiella sp. ve Escherichia coli'dir. Enfeksiyon sonrası genellikle enstrümanlar (pil, uzatma kabloları, elektrotlar) çıkarılmakta ve hasta uzun süre antibiyotik kullanmaktadır.



Resim 32.6. A. Pilin klavikula altından cildi erode ederek ucunun dışarı çıktığı görülmektedir. **B.** Kulak arkasında uzatma kablosunun cildi erode etmesi ve enfeksiyonu görülmektedir.

Diğer sık görülen komplikasyonlar ise, DBS elektrot kırılması, elektrot kayması, uzatma kablosu kırılması ve ayrılması, cilt erozyonları ve pilin kapladığı hacim nedeniyle bası etkisiyle ağrı oluşturmasıdır.

Ayrıca, DBS sisteminin programlanabilmesi ve elektrotun bulunduğu yere bağlı olarak, konuşma bozukluğu, oküler semptomlar, denge ve yürüyüş bozuklukları komplikasyon olarak görülebilmektedir.

Nörorestoratif Cerrahi Uygulamalar

DBS uygulaması Parkinson hastalığının güncel cerrahi tedavi yöntemleri arasında en güvenilir ve en etkin yöntem olarak kabul edilmektedir. Ancak bu yöntemle hastalığın altında yatan patolojik süreçler tedavi edilememektedir, sadece hastalığa bağlı ortaya çıkan semptomlar ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Bu anlamda nörorestoratif yöntemler hastalığı ortaya çıkaran patolojik süreçlerin tedavi edilmesi hedeflenmektedir.

Substansiya nigrada nöron kaybını önlemek ya da rejenerasyonu uyarmak için birçok cerrahi nörorestoratif yaklaşım geliştirilmiştir. Bunlar; nörotrofik faktörler, terapötik gen tedavileri ve restoratif hücre transplantasyonudur.

Terapötik Büyüme Faktörleri

PH'da translasyonel büyüme faktörleri üzerine yapılan araştırmaların merkezinde Glia hücrelerinden elde edilen nörotrofik faktörler (GDNF) ve nörturin vardır. Bu proteinlerin laboratuvar ortamında ve rat modellerinde dopaminerjik hücreler üzerine koruyucu etkisi yapılan çalışmalarla gösterilmiştir. Bu faktörlerin kan ve beyin omurilik sıvısı (BOS) aracılığı ile beyin dokusuna penetre olması çok kısıtlı olduğu için, yapılan çalışmalarda putamene yerleştirilen katater aracılığı ile GDNF infüzyonu yapılmış ve sonuçları gözlemlenmiştir. Ancak sonuçta; plasebo grubu ile tedavi alan grup arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır.

Terapötik Gen Tedavisi

Ceregene tarafından yapılan klinik çalışmada Adeno-assosiye virüs serotip 2 (AAV2) vektör aracılı nörturin (CERE-120) putamene taşınmasında faz I klinik çalışması aşamasında mükemmel bir güvenlik profili ile sonuçlanırken, faz II klinik çalışma sonucunda 12. ay UPDRS sonuçları ile birincil son noktada istatiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Substantia nigrada GDNF ekspresyonun sağlamak için ise adenovirüs, lentivirüs ve adeno-assosiye virüs kökenli vektörler kullanılarak hayvan modellerinde birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle AAV2-GDNF enjeksiyonu ile sıçanlarda elde edilen sonuç-

lar gayet umut vericidir. Ancak klinik çalışma olarak henüz tamamlanmış bir çalışma bulmamaktadır.

Hücre Transplantasyonu

Dopaminerjik hücre kaybını yerine koymak için bugüne kadar bir çok çeşitli hücre grubu çalışmalarda kullanılmıştır. İlk çalışmalar adrenal medulla ototgrefti kullanılarak yapılmış ancak tutarlı sonuçlar elde edilememiştir. Daha sonraları yapılan çalışmalarda fetal ventral mezensefalik hücreleri içeren dokular kullanılmaya başlanmış, yine başlangıçta hastalarda gözlemlenen nörolojik iyileşmeler kısa süre sonra greftlerin rejeksiyonu, nevrozu gibi sebeplerden dolayı kazanımların tekrar kaybedildiği bildirilmiştir. Güncel hücre kültürlerinde bir diğerde insan retinal pigment epitel hücreleridir (hRPE). Bu hücreler ile yapılan çalışmaların klinik sonucu olarak Parkinson hastalığının semptomlarını gerilettiği bildirilmiştir.

Kök hücre teknolojisindeki gelişmeler dopaminerjik nöron üretilmesini mümkün kılmaktadır. Henüz klinik çalışmalarda istenilen sonuçlar elde edilememiş olsa da rapor edilen gelişmeler, gelişen teknolojinin katkısı ile gelecek adına ümit vericidir.

Sonuç olarak, hareket bozuklukları cerrahisi multidisipliner bir yaklaşımla yürütülmelidir. Tedavi süreci beyin cerrahlarının yanı sıra, nörolog, psikiyatrist ve fizyoterapistlerin olduğu bir ekip tarafından yürütülmelidir. Hastanın medikal tedavisi ve hareket bozukluğunun ayırıcı tanısı nörolog tarafından, hastalığın psikiyatrik bozukluklarla ilişkisinin belirlenmesinde psikiyatrist, yapılan işlemlerden hastanın optimum motor faydayı sağlaması için fizyoterapistlerin aktif rol alması gerekmektedir.

SPASTİSİTENİN NÖROŞİRÜRJİKAL CERRAHİ TEDAVİSİ

Spastisite; artmış tonus, hiperaktif refleksler, güçsüzlük ve zayıf koordinasyon gibi birden fazla bulgunun oluşturduğu bir klinik tablodur. Spastisite; serebral palsi, travmatik beyin hasarı, serebrovasküler hastalıklar, multiple skleroz (MS), anoksi gibi serebral korteks, beyin sapı ya da spinal kordun diffüz ya da lokalize patolojileri sonucunda ortaya çıkar.

Spastisitenin mekanizması basit olarak, eksitatör ve inhibitör mekanizmalarındaki dengenin eksitatör yolaklar lehine bozulmasıyla açıklanabilir. Beyin ya da spinal kord hasarına bağlı olarak Gamma aminobütirik asit (GABA)'in rölatif olarak eksikliği inhibitör uyarıların azalmasına neden olur. Bu patofizyolojik model aslında spastisitenin nöroşirürjikal cerrahi tedavisinin temel mantığını açıklamaktadır. Bu bağlamda spastisite cerrahisi olarak; afferent eksitatör uyarıların azaltılması için rizotomi, nörotomi ya da inhibitör nörotransmitterlerin etkisinin arttırılması için baklofen pompası implantasyonu gibi yöntemler uygulanmaktadır.

Spastisite cerrahisi için uygulanan yöntemleri, ablatif ve nonablatif yöntemler olarak iki başlık altında toplayabiliriz.

A) Ablatif Yöntemler

1) Selektif Dorsal Rizotomi (SDR)

1900'lerin başında Otfried Förster tarafından tanımlanan SDR paraplejik ve ağrılı spazmları olan hastalarda en çok tercih edilen ve uygulanan cerrahi yöntemdir. Peacock ve Arens ise bu yöntemi modifiye ederek popülarite kazandırmışlardır. Lomber ve sakral sinir köklerini, çıkış foramenlerinde ortaya koymuşlar ve kökleri selektif olarak kesmişlerdir.

Cerrahi teknik; lomber bölgeye lineer insizyon ve paraspinal kas disseksiyonu sonrası L1-S2 kökleri görülecek şekilde laminotomi yapılır. Dura orta hatta lineer açılır. Dorsal ve ventral kökleri birbirinden ayırıp araya pamuk pediler yerleştirilir. Multikanal elektromiyografi (EMG) ile klinik kontrol her bir köke anot ve 1 cm distale katot yerleştirilir. 50 Hz stimülasyon verilerek oluşan cevaplar incelenir. EMG ile korele edilerek normal kökler tespit edilir; anormal cevap oluşturan kökler bipolar ile yakılarak kesilir.

2) Selektif Periferal Nörotomi

Stoffel ve ark. nörotomiyi tanımlamasından günümüze kadar geçen sürede mikrocerrahi ve elektrofizyoloji uygulamasındaki gelişmelerle birlikte çok daha güvenle uygulanabilir bir yöntem haline gelmiştir. Sınırlı sayıda kas grubunda spasitesi olan hastalarda tercih edilen bir yöntemdir. Amaç, spasitenin mevcut olduğu kası inerve eden sinirin motor dallarına nörotomi uygulamaktır. Cerrahi teknik kolay olarak görülse de komplikasyonları ağır olmaktadır. Özellikle işlem sırasında EMG ile motor sinirler tespit edilip, duyusal sinirlerin korunması gerekmektedir. Olası duyusal sinir hasarı ileri de kozalji ve istemeyen deafferantasyon ağrılarına yol açabilmektedir.

Sık uygulanan nörotomi uygulamaları; obturator nörotomi, serebral palsili hastalarda kalçanın adduktor kaslarının neden olduğu spastisite tedavisinde tercih edilmektedir. Hamstring selektif nörotomi, spastik dipleji (iki taraflı felç) ve dizde fleksiyon deformitesi olan hastalarda tercih edilmektedir. Omuz spastisitesinde, pektoralis major ve teres major'a selektif nörotomi, omuzda internal rotasyon ve adduksiyon spastisitesinde uygulanan cerrahi yöntemdir.

3) Longitudinal Miyelotomi

Bischof tarafından tanımlanan bu yöntemde, spastik ve ağrılı spazmları olan paraplejik hastalarda tercih edilir. Cerrahi teknik; lomber lineer insizyon ve paraspinal kas

diseksiyonu sonrasında laminotomi yapılır. Dura orta hatta lineer açılarak T11-S2 arasında posterior kommissüral insizyon ile santral kanala kadar lezyon yapılır.

4) Perkütan RF Rizotomi

Harz ve ark. tarafından ilk olarak uygulanmış ve paraplejik, spastik, ağrılı kalça spazmları ve hiperfleks mesane problemi olan hastalarda tercih edilebilecek bir yöntemdir. Lokal anestezi altında yapıldığı için yaşlı ve zayıf-güçsüz hastalar uygun gruptur.

Cerrahi teknik iki aşamada yapılmaktadır. Hedef L1,2,3 sinir kökleridir. İlk aşamada %1'lik 3 ml Lidocain verilerek cilt anestezisi sağlanır. Anterior-posterior (AP) pozisyonda ciltteki hedef giriş noktası transvers çıkıntının en dış kenarının 1 cm üstünde, disk mesafesinin üst kenarı ve pedikül gölgesinin kaudali hedef noktadır. İğne ile lamina hissedildikten sonra skopi laterale alınır. Transvers proçesin tabanından foramene ulaşılır. ilk önce 0,5 ml; 5 dakika sonra 2 ml Marcaine enjekte edilir. Her bir kök için foramenden bu işlem tekrarlanır. Hastanın spazm takip skalası yapılır. 10 saat sonra hasta bu işlemden fayda görürse ikinci aşamaya geçilir. Hedef AP skopi altında faset ekleminin 2 mm kenarı, 2 mm kaudalidir. Radionics Tic Tm; 1,1 mm çap, 5 mm Tip elektrot ile 1,0 volt altında stimülasyon 2/sn; pulse genişliği 0,5 msn kas uyarısı yapılır. Sonuçlar pozitif ise lezyon 70 C° 90 saniye yapılır. Bu uygulama her bir kök için tekrarlanarak işleme son verilir.

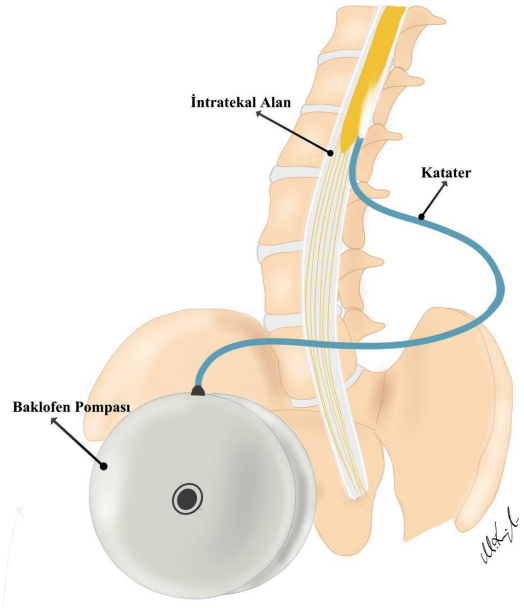
B) Nonablatif Yöntemler

İntratekal Baklofen Pompası (İBP)

Baklofen, $GABA_B$ reseptör agonisti güçlü bir spazmolitik ilaçtır. Yağdaki düşük çözünürlüğü nedeniyle santral sinir sistemine çok zor geçer. Dolayısıyla santral sinir sisteminde etkili olabilecek dozlara ulaşması için baklofeni direkt olarak subaraknoid alana ulaştırmak etkisini artıracaktır. Baklofen pompası için hasta seçimi yapılırken, özellikle ciddi jeneralize spastisitesi olan ve ambulasyonu engelleyen ciddi diplejik spastisitesi olan hastalar tercih edilmelidir. Bu tedavide amaç hasta bakımını kolaylaştırıp, hastanın oturabilmesini sağlamak ve spastisiteye bağlı oluşabilecek spinal deformitelerin azalmasına yardımcı olmaktır.

Bir hastaya baklofen pompası implante edilmesine karar vermek için öncelikle test dozunda baklofen (50-100 mcg) lomber ponksiyon ile subaraknoid alana gönderilir. Hastanın spastisitesi 4 saat boyunca her saat başı değerlendirilir ve sonuçta Ashworth skalasına göre en az 1 puanlık bir spastisite azalması implantasyon endikasyonu sayılır. Daha sonra genel anestezi altında lomber bölgeye kısa bir insizyon ile kataterin bir ucu spinal kanala gönderilir, diğer ucu ise cilt altından yürütülerek batın bölgesine ulaştı-

rılır. Batın bölgesinde cilt altına yerleştirilen pompaya kataterin bağlanması ile işlem bitirilmiş olur (Şekil 32.5).



Şekil 32.5: Batın ön duvarına yerleştirilen baklofen pompası, cilt altından yürütülen bir katater ile lomber bölgede intratekal alana ilaç gönderiyor.

IBP uygulamasının bazı yan etkileri olabilmektedir. Bunlar; baş ağrısı, aşırı gevşeme, bulantı-kusma ve şuurda etkilenme gibi durumlardır. Bu yan etkiler genelde tolere edilebilir ve ilaç doz değişimi ile kolaylıkla giderilebilmektedir. BOS fistülü, pompanın cildi erode etmesi gibi cerrahi teknik veya sistem kaynaklı komplikasyonlar yaklaşık %4 oranında görülebilse de genellikle kolay tedavi edilebilir.

Sonuç olarak; spastisite tedavisi amacıyla nonablatif yöntem olarak; spinal kord stimülasyonu, serebellar DBS, motor korteks stimülasyonu denenmişse de halen en etkili seçenek IBP olarak görülmektedir. Teknolojik ilerlemeler ile paralel hasta konforunu artırıp, sistem kaynaklı problemlerin azalmasını sağlayacak çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Airaksinen MS, Saarma M. (2002).The GDNF family: Signalling, Biological Functions And Therapeutic Value. *Nat Rev Neurosci*; 3:383–394.
2. Albright AL, Pollack IF, Adelson PD. (2008). Principles and Practice of Pediatric Neurosurgery, ikinci baskı. New York: Thieme, ss: 1121-1124.

3. Alesch F, Pinter MM, et al. (1995). Stimulation of the Ventral İntermediate Thalamic Nucleus In Tremor Domi-Nated Parkinson's Disease and Essential Tremor. *Acta Neurochir*; 136:75–81.
4. Alexander GE, DeLong MR, et al. (1986). Parallel Organization of Functionally Segregated Circuits Linking Basal Ganglia and Cortex. *Annu Rev Neurosci*; 9:357–381.
5. Alterman RL, Shils JL, et al. (2007). Lower Stimulation Frequency can Enhance Tolerability And Efficacy of Pallidal Deep Brain Stimulation for Dystonia. *Mov Disord*; 22:366–368.
6. Aydın S. (2010) Medulla Spinalis Yaralanmasında Spastisite ve Ağrıda İnvaziv Tedaviler. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg;* 56:102-104.
7. Barlas O. (2010). Hareket Bozuklukları Cerrahisi. In: Korfalı E, editor. Temel nöroşirurji. *Ankara: TND yayınları*, ss: 2069-2076.
8. Başarır M, Özek MM. (2013). Spastisite ve Tedavisi. *Türk Nöroşirürji Dergisi*; 23:158-173.
9. Benabid AL, Pollak P, et al. (1989). Treatment of Parkinson Tremor By Chronic Stimulation Of The Ventral İnter- Mediate Nucleus Of The Thalamus. *Rev Neurol (Paris);* 145:320– 323.
10. Benabid AL, Wallace B, et al. (2005). A Putative Generalized Model of The Effects and Mechanism of Action of High Frequency Electrical Stimulation of the Central Nervous System. *Acta Neurol Belg;* 105:149–157.
11. Benazzouz A, Hallett M. (2000). Mechanism of Action of Deep Brain Stimulation. *Neurology;* 55 (6):13–16.
12. Benazzouz A, Piallat B, et al. (2000). Implication of the Subthalamic Nucleus in the Pathophysiology and Pathogenesis of Parkinson's Disease. *Cell Transplant*; 9:215–221.
13. Bergman H, Deuschl G. (2002). Pathophysiology of Parkinson's Disease: From Clinical Neurology to Basic Neuroscience and Back. *Mov Disord;* 17 (3):28–40.
14. Bischof W. (1951). Die longitudinal Myelotomie, Zentrabl. *Neurachir;* 11:79-88.
15. Cooper IS. (1953). Ligation of the Anterior Choroidal Artery for İnvoluntary Movements; Parkinsonism. *Psychiatr Q*; 27:317–319.
16. Çırak B. (2013) Parkinson Hastalığının Cerrahi Tedavisi. In: Oruçkaptan H, editor. Greenberg Nöroşirürji El Kitabı, altıncı baskı. *Güneş Kitabevi, Ankara*, ss: 365-367.
17. Gill SS, Patel NK, et al. (2003). Direct Brain İnfusion of Glial Cell Line-Derived Neurotrophic Factor in Parkinson Disease. *Nat Med*; 9:589–595.
18. Gocmen S, Kocaoglu M, et al. (2014). Lesion Surgeries in the Movement Disorders. *Türk Nöroşirürji Dergisi;* 24(2):200-203.
19. Gocmen S, Celiker O, et al. (2014). Reuse of Internal Pulse Generator in Cases of İnfection After Deep Brain Stimulation Surgery. *Stereotact Funct Neurosurg*; 92(3):140-144.
20. Goldman MS, Ahlskog JE, et al.(1992).The Symptomatic and Functional Out-Come of Stereotactic Thalamotomy for Medically İntractable Essential Tremor. *J Neurosurg*;76:924–928.
21. Harz DA, Parsons KC, et al. (1983).Percutaneous Radiofrequency Foreminal Rhizotomies. *Spine;* 8:729-732.
22. Korfalı E, Doygun M, vd. (1991). Parkinson Hastalığında Fötal Ventral Mezensefalon Transplantasyonu. *Uludağ Univ. Tıp Fak. Derg*; 3:507-513.
23. Korfalı E. (2010). Santral Sinir Sistemi Rejenerasyonu ve Restoratif Nöroşiruruji. In: Korfalı E, editor. Temel nöroşirurji. Ankara: *TND yayınları*, ss. 2077-2087.
24. Krack P, Batir A, et al. (2003).Five-Year Follow-Up of Bilateral Stimulation of the Subthalamic Nucleus in Advanced Parkinson's Disease. *N Engl J Med;* 349:1925–1934.
25. Krause M, Fogel W, et al. (2001). Deep Brain Stimulation for the Treatment of Parkinson's Disease: Subthalamic Nucleus Versus Globus Pallidus İnternus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry;* 70:464–470.

26. Leksell L. (1949). A Stereotactic Apparatus for İntracerebral Surgery. *Acta Chir Scand;* 99:229–233.
27. Lipp A, Tank J, et al. (2005). Sympathetic Activation Due to Deep Brain Stimulation in the Region of the STN. *Neurology;* 65:774–775.
28. Macchi G, Jones EG. (1997). Toward an Agreement on Terminology of Nuclear and Subnuclear Divisions of the Motor Thalamus. *J Neurosurg*; 86:670–685.
29. Obeso JA, Rodriguez-Oroz MC, et al.(2000).Pathophysiology of Levodopa-İnduced Dyskinesias in Parkinson's Disease:Problems with the Current Model. *Ann Neurol;*47(1):22.
30. Obeso JA, Rodriguez-Oroz MC, et al. (2000). Pathophysiologic Basis Of Surgery For Parkinson's Disease. *Neurology;* 55(6):7–12.
31. Peacock WJ, Arens LJ. (1982). Selective Posterior Rhizotomy for the Relief Of Spasticity in Cerebral Palsy. *S Afr Med J*; 62:119–124.
32. Rezai AR, Machado AG, et al. (2008). Surgery for Movement Disorders. *Neurosurgery;* 62 (2):809-838
33. Richardson M. (2014). Lentiviral Vector-Based Gene Therapy in Parkinson Disease. *Neurosurgery;* 74(6): 11-12.
34. Rubin JE, McIntyre CC, et al. (2012). Basal Ganglia Activity Patterns in Parkinsonism and Computational Modeling of Their Downstream Effects. *Eur J Neurosci*; 36(2):2213-2228.
35. Schaltenbrand G, Wahren W. (1977). Atlas for Stereotaxy of the Human Brain. *Thieme Medical Publishers,* Stuttgart, ss: 84.
36. Spiegel EA, Wycis HT, et al. (1947). Stereotaxic Apparatus for Operations on the Human Brain. *Science;* 106:349–350.
37. Stayte S, Vissel B. (2014). Advances in Non-Dopaminergic Treatments for Parkinson's Disease. *Front Neurosci;* 8:113.
38. Stoffel A. (1912). The Treatment of Spastic Contractures. *Am j Orthop Surg*; 10:611-644.
39. Williams NR, Foote KD, et al. (2014). STN vs. GPi Deep Brain Stimulation: Translating the Rematch into Clinical Practice. *Movement Disorders Clinical Practice*; 1(1):24-35.
40. Yiğit G, Arıcıoğlu F. (2015). Günümüz ve Gelecekte Parkinson Hastalığı İçin Farmakolojik Tedavi Yaklaşımları. *MÜSBED*; 5(4):265-273.
41. Yin F, Tian ZM, et al. (2012). Transplantation of Human Retinal Pigment Epithelium Cells in the Treatment for Parkinson Disease. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 18(12):1012-1020.
42. Zhang JG, Zhang K, et al. (2006). Deep Brain Stimulation İn The Treatment Of Tardive Dystonia. *Chin Med J (Engl);* 119:789–792.

Erişkin Nörolojik Hastalarda Görülen Kas Tonusu Bozukluklarında Nöroşirurjik Cerrahi Uygulamaları Sonrası Rehabilitasyon Yaklaşımları

33

Prof. Dr. Filiz ALTUĞ, Dr. Fzt. Ayşe ÜNAL, Uzm. Fzt. Gülsüm TIKAÇ

GİRİŞ

Bu bölümde, kas tonusu bozukluğu ile seyreden Parkinson hastalığı ve distoni nedeniyle Derin beyin stimulasyonu sonrasında uygulanacak fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları ve spastisite yönetiminde uygulanan nöroşirürjikal cerrahi uygulamalar sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları incelenecektir.

Parkinson hastalığı (PH) ve distoni, dünya çapında milyonlarca hastayı etkileyen ilerleyici ve fonksiyonel özürlülüğe sebep olan nörodejeneratif bir hastalıktır. Farmakolojik tedavi, cerrahi tedaviler, botulinum toksin gibi birçok yöntem komplikasyonların tedavisinde kullanılmasına rağmen, sonuçların etkinliği acısından düşündürücü niteliktedir. Son dönemlerde seçilmiş hastalarda uygulanan, derin beyin stimulasyonu (DBS), PH ve distoni tedavisinde en önemli gelişmelerden biri olarak kabul edilmektedir.

Bazal ganglia fizyolojisi ve nöroşirürji tekniğinde yapılan DBS uygulamaları, ileri düzeyde PH'sı olan veya yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilenen distoni hastalarının yaşamını iyileştiren bir prosedürün gelişmesini sağlamıştır. Ancak tedavinin etkinlik ve sonuçları ile ilgili paylaşımlar tedavi sonrasında da etkin bir rehabilitasyonun gerekliliğini ortaya koymaktadır. Son yıllarda DBS ve rehabilitasyonu üzerine yayınlanmış makaleler olmasına rağmen, bu alan evrim geçirmeye devam etmektedir.

DBS düşük morbidite ve etkili sonuçları nedeniyle son dönemlerde Parkinson hastalığı ve distonide en çok tercih edilen yöntemdir, ancak kısa ve uzun donemde fonksiyonel durum üzerinde etkili sonuçlarına rağmen, bazı fonksiyonel parametreler (postural kontrol gb.) üzerine olan etkilerinin az olması nedeniyle fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarıyla desteklenmesini gerektirmektedir.

Kas tonusu bozukluklarından en sık karşımıza çıkan patololojilerden biri de spastisitedir. Spastisite kontrolünü sağlamada medikal tedavi, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları ile başarı sağlanamadığı durumlarda, cerrahi müdahaleler düşünülmektedir. Cerrahi müdahalenin amacı kaslardaki artmış tonusu azaltmak ve agonist-antagonist kas grupları arasında yeniden dengeyi sağlamak, fonksiyonu iyileştirmek ve deformiteleri azaltmaktır. Cerrahi sonrasında da elde edilen kazanımların korunması ve geliştirilmesi için hastaların fizyoterapi ve rehabilitasyon programına yönlendirilmesi önemlidir.

Bu bölümde erişkin nörolojik hastalarda görülen kas tonusu bozukluklarında nöroşirurjik cerrahi uygulamaları sonrası rehabilitasyon yaklaşımlarına değinmeden önce fizyoterapi ve rehabilitasyonun amaçları ve değerlendirme yöntemleriyle ile ilgili de detaylı bilgi verilecektir.

Bu bölümde kas tonusu bozukluğuyla seyreden Parkinson hastalığı (PH) ve distoni için uygulanan derin beyin stimulasyonu (DBS) sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları ve spastisitenin nöroşirürjikal cerrahi tedavisi sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları detaylı olarak açıklanacaktır.

PARKİNSON HASTALIĞINDA DBS SONRASI REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Parkinson hastalığı (PH) tremor, rijidite, akinetik sendromlar ve postüral instabiliteyle karakterize nörodejeneratif bir hastalıktır. Parkinson hastalarında optimal medikal yaklaşımlara rağmen hastalığın erken evrelerinden itibaren ortaya çıkan kas tonusu bozukluğu ve diğer motor semptomlar denge yeteneğini ve mobiliteyi olumsuz etkilemektedir. Motor semptomların artması ve non-motor semptomların da buna eşlik etmesi nedeniyle fiziksel kapasitede azalmalar ve kullanılan ilaçların yan etkileri ortaya çıkmaya başlar. Bunun sonucunda da hastada görülen bozukluklar özür oluşturma seviyesine gelebilir. Ayrıca hastalığın ileri döneminde akinetik sendromların ve rijidite şiddetinin artması ve postüral reflekslerin kaybı nedeniyle düşmeler ve düşmeye bağlı kırıklar; immobilizasyona sekonder gelişen pnömoni gibi ciddi komplikasyonlar karşımıza çıkmaktadır.

Medikal tedaviye ek olarak, semptomları azaltmak veya kontrol altına almak için nöroşirurjik cerrahi bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır. Kas tonusu bozukluklarıyla seyreden Parkinson hastalığında rijiditeyi kontrol altına almak ve/veya ortadan kaldırmak amacıyla geçmişten günümüze pek çok cerrahi yöntem uygulanmıştır. Ablatif cerrahi yöntemler Parkinson hastalığının ana semptomlarını ortadan kaldırmak veya azaltmak amacıyla 1960'lı yıllardan beri uygulanmaktadır. Ancak bu cerrahinin diskinezi, motor dalgalanmalar gibi komplikasyonları olması ve mortalitenin fazla olması nedeniyle bu ameliyatlardan vazgeçilmiştir.

Motor dalgalanmalar, diskinezinin giderilmesi ve dopaminerjik ilaç dozunun azaltılması amacıyla medikal tedaviye dirençli PH tedavi için Yüksek frekanslı DBS uygulaması daha yaygın hale gelmiştir. En belirgin etkileri genellikle dopaminerjik ajanlara (tremor, rijidite ve bradikinezi) yanıt veren izole klinik bulguları baskılamak için kullanımı sonucu ortaya çıkmaktadır. Yürüme ve postüral problemler, konuşma bozuklukları, kognitif/davranışsal problemler ve otonomik problemlerin dopaminerjik ajanlara yanıt vermediği durumlarda yeterince etkili olmadığı belirtilmektedir.

Stimulasyon için hareketin kontrolünü sağlayan nöral ağlar arasında yer alan üç subkortikal yapı hedef saha olarak seçilmektedir: Talamusun ventralis intermediate (Vim) çekirdeği, bazal gangliyonlardan globus pallidus interna (GPi) ve subtalamik nükleus (STN). Bu yapıların yüksek frekanslı stimülasyonu veya fizyolojik ablasyonu geri dönüşümlü etkiye sahip olması nedeniyle cerrahi veya anatomik ablasyon (talamotomi ve pallidotomi) yöntemlerine kıyasla son yıllarda daha fazla uygulama alanı bulmuştur.

STN-DBS'nin terapatik etkilerinin bir yıldan fazla sürdürdüğü gözlemlenirken, GPi-DBS bir yıl sonra az sayıda hastada "tedavi başarısızlığı" na yol açmıştır. STN stimülasyonu, GPi-DBS'ye göre daha fazla tercih edilen prosedür haline gelmektedir. Vim-DBS'nin tremorun ve el becerileri, GPi-DBS'nin diskinezi üzerinde etkili olduğu belirtilirken, akinezi ve rijiditenin ortadan kaldırılması veya kontrol altına alınması için STN'nin hedef stimulasyon sahası olarak tercih edildiği bilinmektedir. Ancak bu stimulasyon prosedürlerinin etkinliklerinin karşılaştırıldığı ve incelendiği çalışmalar halen devam etmektedir.

DBS uygulanan PH bireylerin rehabilitasyon sürecinde cerrahi öncesi dönemde gerçekçi beklentilerin oluşturulması, cerrahi sonuçlarının açıklanması ve uygun rehabilitasyon hizmetlerinin belirlenebilmesi açısından hasta odaklı rehabilitasyon uygulamalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Cerrahi Öncesinde Gerçekçi Beklentiler Oluşturma

Hasta Seçimi

DBS uygulaması için başvuran ve "cerrahiye aday" olarak belirlenen hastaların rehabilitasyon sürecinde hangi hastada DBS'in başarı olasılığının daha yüksek olacağı ve hastanın cerrahi sonrasında hastanede yatış sırasında rehabilitasyon programından beklentileri belirlenmelidir. DBS'nin en uygun uygulama zamanı; hastalığın başlangıç yaşı daha genç olanlarda, günlük yaşam aktivitelerinde limitasyon oluşmadan ve sosyal ve mesleki rol katılımı olumsuz etkilenmeden önce olduğu belirtilmektedir.

Yaşlı bireylerde hastalığın ileri evrelerinde levadopaya direnç oluşmasına sebep olacak pek çok faktörün bulunması nedeniyle DBS'nin başarısı daha düşüktür. Ayrıca

cerrahi açıdan risk oluşturacak komorbiditenin daha fazla olması ve PH ile ilgili olmayan özür durumlarının varlığı da yaşlı hastalarda daha fazladır. Bununla birlikte DBS için uygun bireylerin seçiminde değerlendirmenin hastalık seviyesinin belirlenmesiyle sınırlandırılması PH'nın kardinal klinik bulgularının kontrol edilmesinde yeterli değildir. Her bir birey için bu klinik belirtiler; öz bakım, mobilite, iletişim ve sosyal rol performansı alanlarında yaşam kalitesine katkıda bulunan temel günlük yaşam aktivitelerine katılımın engellenmesi ve / veya özürlülük düzeyiyle bağlantılı olması gerekir.

Çeşitli çalışmalarda DBS için hasta seçimini etkileyen prediktif faktörler belirtilmiştir. Bu faktörler; düşük yaş, Levodopa cevabının bir göstergesi olarak on-dönemi ve off-dönemi arasında cerrahi öncesi gözlenen motor bulguların kontrolünün daha iyi olması ve daha uzun hastalık süresi olarak sıralanabilir. Ayrıca, cerrahi sonrası ilk yılda levodopaya özgü iki klinik cevap pozitif sonuç göstergesidir: cerrahi öncesindeki "on" ve "off" dönemi arasında gözlenen postüral instabilitede daha fazla iyileşme ve rijiditede daha fazla azalma.

Cerrahiden Hemen Sonra Uygulanacak Tedavi Prosedürü

Tremoru dominant seyreden PH olan hastalar dışında, stimülatörler genellikle cerrahiden en az bir hafta sonra açılır. Bu nedenle cerrahiden hemen sonra hastaların çoğuna daha önce kullandıkları dopaminerjik ilaçlara başlanır ve hastalardan cerrahiden sonraki günden itibaren kendine bakım ve mobilizasyonunu sağlamaları beklenir.

Cerrahinin Kısa ve Uzun Dönem Sonuçları

Cerrahi kararı verilen hastanın nörolojik tablosunu değerlendirmede, Hoehn & Yahr Skalası ve Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği (BPHDÖ-UPDRS) kullanılır. Bu ölçümler hastanın ilaçla stabil olduğu durumda ve ilaç etkisi ortadan kalktığı durumlarda tekrarlanır.

DBS'nin motor fonksiyondaki kısa dönem etkileri cerrahiden sonraki ilk yıl içinde gözlenir. DBS'nin klinik bulgular (bozukluk seviyesi), fonksiyonel durum (özürlülük veya aktivite katılım seviyesi) ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini değerlendirmek amacıyla çeşitli ölçekler kullanılmaktadır. DBS sonrası sonuçları değerlendirmek için kullanılan ölçüm araçlarının çoğu, PH hastalar için geliştirilmiştir. Bu ölçümlerden Hoehn&Yahr Skalası ve Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeği (BPHDÖ-UPDRS) cerrahi kararı verilen hastanın nörolojik tablosunu değerlendirmede kullanılmaktadır. Schwab & England Günlük Yaşam Aktiviteleri (GYA) Ölçeği ise hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlık düzeyini belirlemede kullanılır.

Lokalizasyona göre cerrahinin kısa ve uzun dönemlerine kısaca göz atmak gerekirse, tremor baskın PH'da uygulanan Vim-DBS'nin kısa dönem sonuçlarını inceleyen

çalışmalarda tremorun kontrol edildiğini ve el becerisinde artış olduğu bulunmuştur; ancak sonuçların yürüme açısından yüz güldürücü olmadığı görülmüştür. Yaşam kalitesinin, GYA performansı ve emosyonel durum gibi çeşitli yönlerinde de anlamlı gelişmeler olmuştur. Vim-DBS'nin uzun dönem etkilerinin incelendiği çeşitli çalışmalarda da tremora yönelik ölçümlerde ve GYA skorlarında gelişmeler kaydedilmiştir.

GPi-DBS'den sonraki ilk yılda adım uzunluğunda artma, tek ve çift destek süresinde azalma gibi yürüme parametrelerinde gelişme gözlenmektedir; ancak postüral kontrol üzerinde değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. GPi-DBS'nin uzun dönem etkileri arasında stimulasyonun direkt etkisi olarak düşünülen "on" dönemi diskinezilerinde azalma da bulunmaktadır. GPi-DBS'den bir yıl sonra birçok hastada hızlı motor dalgalanmaların tekrarlandığı görülmüştür. Fonksiyonel durumdaki gelişmeler hakkında sonuçlar net bir şekilde rapor edilmemiştir.

STN-DBS'den sonra ilk yıl, motor ve fonksiyonel gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Klinik ve laboratuvar ölçümlerine göre STN-DBS'den sonraki ilk yıl yürüme parametrelerinde gözlenen gelişmeyle beraber statik postür, postüral stabilite ve denge fonksiyonlarında düzelmeler kaydedilmektedir.

STN-DBS'den sonraki ilk yıl boyunca oral motor kuvvet ve dizartri skorlarındaki düzelmeler olmaktadır; ancak fonetik artikülasyonda, konuşmanın anlaşılabilirliği ve spontan ekspresyonda gelişme olmamaktadır.

STN-DBS uygulamasının PH'lu hastalarda yaşam kalitesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla PH'a özgü olan (örn; Parkinson Hastalığı Yaşam Kalitesi Ölçeği) ve genel (örn; Nottingham Sağlık Profili) yaşam kalitesi ölçüm araçları kullanılmaktadır. Cerrahiden sonraki ilk yılda yaşam kalitesinin arttığı belirtilmektedir.

STN-DBS'nin uzun dönem klinik sonuçlarının değişken olduğu bozukluk derecesine göre fikir birliğinin oluşması ve fonksiyonel durum üzerindeki etkilerinin net bir şekilde belirlenebilmesi için yapılacak ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

PH'nın tedavisinde egzersiz programlarını içeren fizyoterapi yaklaşımları önemli bir yer tutmaktadır. Egzersiz programlarının, fonksiyonel yetersizlikleri azaltmak için oldukça etkili olduğu yönünde veriler giderek artmaktadır. Rehabilitasyon programının en önemli hedefi hastanın hareket ve fonksiyonel kapasitesini artırmak, bağımsızlık düzeyini artırarak, yaşam kalitesini arttırmak ve toplumsal hayata yeniden dönmesini sağlamaktır. Fizyoterapi rehabilitasyon programları sadece bozulan fonksiyonları tedavi etmeye yönelik değil, aynı zamanda ortaya çıkacak sorunları önlemeye yönelik olmalıdır. Hastalığın erken dönemlerinden itibaren ilaç tedavisiyle eş zamanlı olarak fizyoterapi programına başlanması GYA bağımlılık, inaktivite, sosyal izolasyon ve yaşam kalitesinde azalmaya yol açan bu tür problemlerin önüne geçilmesine yardımcı olabilir.

Cerrahi öncesinde değerlendirmenin ilk basamağını cerrahi sonrasında hastanın karşılaşabileceği durumlar, cerrahinin olası komplikasyonları konusunda hasta ve ailesinin bilgilendirilmesi oluşturur. Hastaya uygun rehabilitasyon programını belirlemeden önce yapılacak değerlendirme prosedürü; solunum, postüral deformiteler, eklem hareket açıklığı, eklem kontraktürü, denge, mobilite, tremor, rijidite, koordinasyon, konuşma, el fonksiyonlarının değerlendirilmesi, günlük yaşam aktiviteleri, çevresel değerlendirme, yardımcı cihaz seçimini kapsamaktadır.

Cerrahiden önce yapılacak değerlendirme ve uygulanacak fizyoterapi programı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 33.1. Cerrahi öncesi fizyoterapi değerlendirme ve tedavi programı

Cerrahi Öncesi Fizyoterapi Değerlendirmesi	Cerrahi Öncesi Fizyoterapi Rehabilitasyon Programı
• Postüral deformitelerin değerlendirilmesi • Mobilitenin değ (*12 m. yürüme testi*) • Dengenin değ (*TUG test, otur kalk testi, Berg denge testi*) • Rijiditenin değerlendirilmesi • Koordinasyon değerlendirilmesi	• Solunum egzersizleri • Postüral ekstansiyon egzersizleri • Esneklik egzersizleri • Denge ve yürüme eğitimi • ROM egzersizleri • Gevşeme egzersizleri • Koordinasyon egzersizleri • Gövde rotasyon egzersizleri

CERRAHİ SONRASI FİZYOTERAPİ DEĞERLENDİRMESİ

Rehabilitasyon sürecinin başında DBS sonrası rezidüel semptomların belirlenmesi gerekmektedir.

Cerrahi sonrasında oluşturacak tüm değerlendirmeler ve fizyoterapi uygulamalarında hastanın on ve off dönemi için ayrı ayrı yapılmalıdır.

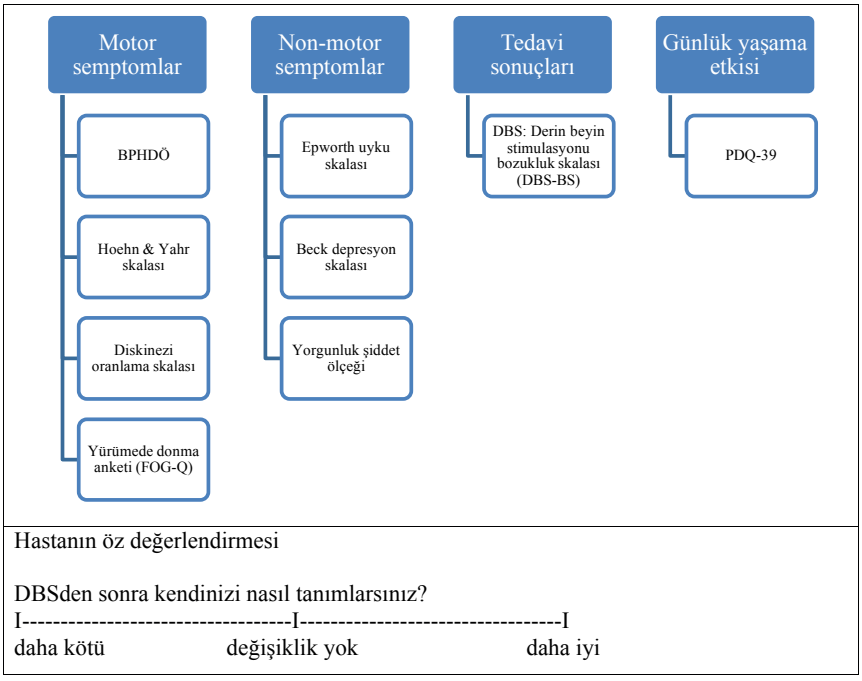
PH'da görülen motor ve non-motor semptomların değerlendirilmesi için kullanılan çeşitli ölçekler Şekil 1'de verilmiştir. Değerlendirme yaparken en az bir ölçüm de "off" döneminde yapılmalıdır. Bununla birlikte, nörorehabilitasyonda performansı değerlendirmeye yarayan Barthel indeksi ve Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü (FIM) gibi günlük yaşam aktiviteleri ölçüm yöntemleri hastalığa özgü olmasa da yaygın olarak kullanılmaktadır.

CERRAHİ SONRASI DÖNEMDE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

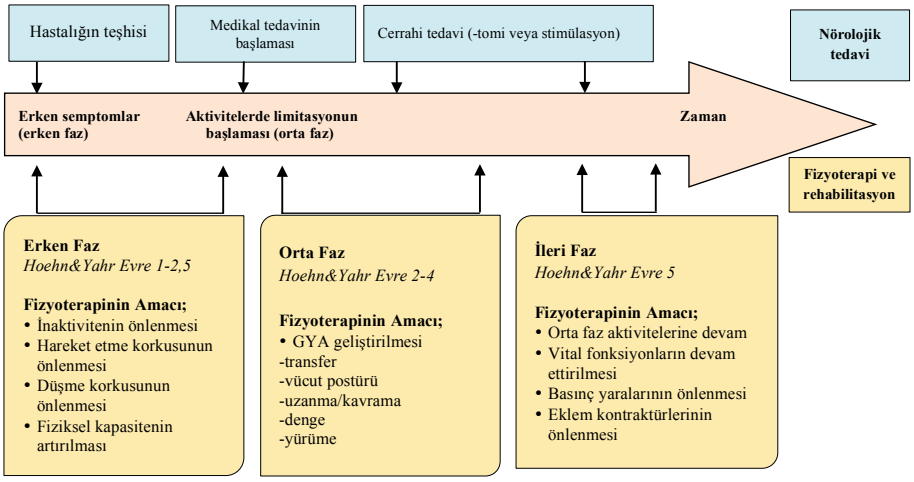
Hareket bozukluğu olan hastaların DBS sonrası rehabilitasyon programı hazırlanırken uzun dönemde tedavi planının ve hedeflerin belirlenebilmesi için bakım verenler, hasta, ailesi, arkadaşları ve sosyal çevresinin de rehabilitasyon ekibine dahil edilerek bilgilendirilmesi gerekmektedir.

Hastalar cerrahi sonrasında tekrar değerlendirildiğinde klinik evre olarak 1veya 2 evre daha iyi klinik evrede olabilir. Cerrahi sonrasında yapılan Hoehn&Yahr klinik evreleme sistemine göre hastaların sahip olduğu yeni klinik evreleme göz önüne alınarak Şekil 33.2'de anlatıldığı gibi fizyoterapi programı planlanmalıdır.

Farklı aşamalardaki hastaların tedavi süreçleriyle ilgili bilgiler Şekil 33.2'de özetlenmiştir.



Şekil 33.1. DBS sonuçlarının değerlendirilmesi.



Şekil 33.2. Parkinson hastalığında nörolojik tedavi ve fizyoterapi uygulamaları süreci.

Cerrahi sonrası uygun bir rehabilitasyon programını belirlemeden önce her hasta için bireysel ihtiyaç ve rehabilitasyon hedeflerinin belirlenmesi gerekmektedir. Eğer sadece düşük şiddette stimulasyon ve ilaca dirençli motor bozukluklar varsa, ambulasyona yönelik tedavi seansları yeterli olacaktır. Hastalık süresinin daha uzun olduğu motor ve non-motor semptomların birlikte bulunduğu hastalarda semptomlara spesifik kombine terapiler uygulanabilmektedir. Mevcut terapiler ve bu terapiler için kanıt seviyeleri Tablo 33.2'de sunulmaktadır. DBS uygulanan hastanın rehabilitasyon programının yürütülmesi için tüm sağlık personelinin hastalığın motor ve non-motor semptomları hakkında bilgi sahibi olması gerekir. Bu sayede rehabilitasyon süreci içerisinde hastayı bilgilendirme ve hastadan geri bildirim alma kolaylaşır.

PH olan hastalarda DBS'nin etkisinin stabil hale gelmesi için haftalar, hatta aylar gerekebilir. DBS programlanması ve ilaç dozu ayarlaması gibi düzenlemeler erken rehabilitasyon sürecini etkileyebilmektedir. Allert ve ark. yaptıkları retrospektif bir çalışmada cerrahiden sonra rehabilitasyona alınan hastalarda bir ay sonra günlük yaşam aktivitesi skorlarında anlamlı iyileşmeler tespit etmişlerdir. Sonuçlardan yola çıkarak yataklı serviste takip edilen hastaların en erken dönemde rehabilitasyona alınması gerektiğini vurgulamışlardır.

Tablo 33.2. Cerrahi Sonrası Uygulanacak Tedavi Yöntemleri ve Kanıt Düzeyleri

Tedavi	Seviye	PH'da kanıt düzeyi	Seviye	DBS sonrası PH'da kanıt düzeyi
Fizyoterapi	**I**	**A:** BPHDÖ'de, dengede, hareketin başlatılması ve amplitüdünde, mobilite, ve süreli kalk& yürü testinde iyileşme ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık	**I**	**B:** Robot yardımlı rehabilitasyon programından sonra BPHDÖ'de iyileşme. Koordinasyon ve propriyosepsiyon için uygulanan fizyoterapi ve egzersizlerden sonra BPHDÖ skorunda iyileşme
LSVT-BIG (Lee Silverman Ses Tedavisi)	**III**	**A:** Motor performans, BPHDÖ ve süreli kalk&yürü test sonuçlarında artış	**III**	**C**
Konuşma Terapisi	**I**	**A:** Ses kalitesinde ve seviyesinde artış	**IIa**	**C**
Ergoterapi	**I**	**B:** Günlük yaşamda, mobilitede bağımsızlık	**I**	**C**
Psikoterapi	**III**	**C**	**III**	**C**
Davranışsal Terapi	**III**	**C**	**III**	**C**
Kognitif Terapi	**IIa**	**C:** Erken ve orta dönem PHda kognisyon üzerine etkili ve güvenli bir yöntem	**III**	**C**
PH Hemşireliği	**IIb**	**B:** Düzenli iletişim, sosyal ilişkilerde güvenilir bilgi kaynağı	**III**	**C**

Seviye I: fayda >>> risk (terapi yapılmalıdır), **seviye IIa:** fayda >> risk (terapi uygulanabilir), **seviye IIb:** fayda ≥ risk (terapi düşünülebilir), **seviye III** bilinen kanıt yoktur. **A düzeyi,** örneklem büyüklüğü geniş randomize klinik çalışmalardan etkili olarak belirlenen tedavileri tanımlar. **B düzeyi,** sınırlı popülasyonlar veya tek bir çalışmadan elde edilen büyük olasılıkla etkili terapileri ve **C düzeyi,** etkili olma olasılığı düşük ve sınırlı verilerin olduğu terapileri ifade eder.

Hasta Eğitimi

Başarılı bir tedavi için optimal DBS parametrelerinin programlanması yeterli olmamaktadır. Hastanın "yeni" yaşantısına uyum sağlaması için destek sağlanması gerekmektedir. Nörorehabilitasyon sürecinde verilen sürekli eğitim sayesinde hem hasta ve yakınlarına destek sağlanır; hem de deneyim alışverişi yapılır.

Montgomery, PH olan hastalar ve özellikle DBS ile tedavi edilen hastalar için rehabilitasyon ilkeleri oluşturmuştur:

1. ***Fonksiyonu artıran çevresel veya ilişkili faktörlerin tanımlanması:*** Örneğin; daha akıcı ve hedefe yönelik hareketler için dış görsel ve işitsel ipucu stratejilerinin kullanılmasıdır.

2. ***Belirli bir motor görevi tamamlamak için kullanılabilecek bir dizi strateji arasından en uygun motor stratejinin seçilmesi:*** Örneğin, düşmeleri önlemek için "core" ve proksimal bacak (kalça) kas gruplarının birlikte çalışmasını stimule eden denge eğitimi, distal kas grubu (ayak bileği) eğitiminden daha etkilidir.
3. ***Fonksiyonel aktiviteler sırasında bireyin iç algının değiştirilmesi:*** Bunun en iyi örneği, hipokinetik dizartriyi tedavi etmek için Lee Silverman Ses Tedavi'nin uygulanmasıdır.
4. ***Rehabilitasyon sırasında prosedüral motor öğrenmenin uygulanması:*** Bu öğrenme sistemi rehabilitasyon sırasında motor öğrenmeyi / yeniden öğrenmeyi desteklemektedir. Prosedürel motor öğrenme, bilinçli ya da açık (dikkat odaklı) öğrenmeyi kontrol eden frontal-hipokampal-talamik nöral ağları yerine "bilinçsiz" ya da örtük öğrenme modelidir. Bazı araştırmacılar PH olan kişilerde prosedürel öğrenmenin zorlayıcı olabileceğini öne sürmüşlerdir; çünkü nörodejeneratif sürecin önemli bir özelliği olarak bazal ganglionları kapsayan ve motor öğrenmeyi kontrol eden nöral ağlar bozulmaktadır.

Bakımverenin Eğitimi

Nörodejeneratif bir hastalık olan PH, günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel yetersizliklere sebep olmaktadır. Rehabilitasyon süreci içerinde bireyin fonksiyonel bağımsızlık seviyesini en iyi seviyeye getirmeye çalışırken bireyin fiziksel ve sosyal çevreye katılımının artabilmesi için bakım verenlerin desteği çok önemlidir. Bakım verenlerin becerisini artırmak amaçlı eğitim verilmesi gerekmektedir. Bu eğitim hastalığın nörodeneratif süreci, görülen veya görülebilecek semptomlar ve semptomlara yönelik uygulanacak tedavi yöntemleri ve alternatif yöntemler hakkında bilgilendirilmelidir.

Lokomosyon ve Postüral Kontrol için Fizyoterapi

Egzersiz yaklaşımları "on" döneminde dopaminerjik ve DBS gibi diğer nöromodüle edici müdahalelere ek olarak uygulandığında etkisi fazla olmaktadır. Yapılan çalışmaların sonuçları, cerrahi sonrasında PH'nın motor bulgularının DBS ile azalmasıyla birlikte, cerrahiden hemen sonra medikal ilaç düzenlemesiyle eş zamanlı başlayan rehabilitasyonun fonksiyonel becerilerin artmasında daha etkin rol oynadığı belirtilmektedir.

Eksternal Duyusal İpucu

PH'da görülen yürüyüş ve denge bozukluklarını tedavi etmek için en çok görsel (mekânsal) ve işitsel (temporal) eksternal duyusal ipucu kullanılarak uygulanan egzersiz yaklaşımları kullanmaktadır. Duyusal geri bildirim gerçek ve beklenen hareketler arasındaki farkın görülmesine imkan sağlar. Uygulanan görsel ipuçları; zemin

çizgileri, zamanlama ışıkları ve aynalardan oluşurken işitsel ipuçları; müzik ve metronom olarak sayılabilir. Yapılan çalışmalar PH olan kişilerde görsel ve işitsel ipuçları kullanarak yürüme hızında ve kadansında iyileşmeler olduğunu kaydetmiştir. Görsel ipuçları, adım uzunluğunu artırırken; işitsel ipuçları daha çok kadansı artırmaktadır. Marchese ve ark. duyusal ipucu statejileri kulanarak altı hafta uygulanan fizyoterapinin fonksiyonel durumu geliştirdiğini ve ortaya çıkan etkinin fizyoterapiden üç ay sonra hala devam ettiğini belirtmişlerdir. Iansek ve Morris yürüyüşü geliştirmek için eksternal duyusal ipucu stratejileri kullandıklarında, adım uzunluğunda ve kadansta artış sağlayarak yürüme hızında gelişme elde etmişlerdir.

Geleneksel Fizyoterapi

Tedavi programına entegre edilen çok çeşitli fizyoterapi modalitesi bulunmaktadır. Seçilen egzersizler bireysel olabileceği gibi grup egzersizleri olarak da devam edilebilir. Ancak; grup egzersizlerine katılacak bireylerin hastalık evrelerinin birbirine yakın olan hastalardan seçilmesi gerekir. Bradikinetik veya kognitif bozukluğu olan bireylerin grup egzersizlerine uyum sağlayamayacağı da düşünülerek bireysel program oluşturulmalıdır. Egzersiz reçetesi planlanırken motor beceriyi artırmak amacıyla farklı aktivitelerin komponentleri (örn; proksimal alt ekstemite kuvvetlendirme, alt ekstremite ve gövde esneklik, yürüme aktiviteleri, denge ve endurans eğitimi) eğitime dahil edilmelidir. Hastanın ihtiyaçlarına ve seviyesine göre kolaylaştırılmış bir programdan başlanarak giderek egzersiz eğitimi zorlaştırılmalıdır. Çevresel faktörler değiştirilerek egzersiz programı zenginleştirilmelidir.

Parkinson hastalarında fleksiyon postürü, kifoz ve rijidite nedeniyle solunum yetmezliği görülmektedir. Cerrahi sonrasında fizyoterapi programına solunum egzersizleriyle başlanır. Solunum egzersizleri, postüral düzgünlük egzersizleri ve gövde ekstansiyon egzersizleri solunum kapasitesini arttırmak için etkili olmaktadır.

Postür bozukluğu ve denge sorunlarını azaltmaya yönelik olarak; hastaya doğru postür öğretilmelidir. Postüral egzersizler, boyun ve gövde rotasyon hareketleri uygulanmalıdır. Düşmelerin engellenmesinde; yürürken ayağın doğru pozisyonlanması, görsel ve sözel uyarıları arttırarak hastaya geniş bir ark etrafında dönme eğitimi verilmelidir. Donmayı önlemek için; ritm tutarak yürüme ve kol salınımları ile düzgün yürüyüş öğretilmelidir.

Cohen ve ark. yaptığı çalışmaya göre cerrahi sonrasında rehabilitasyon 2. günde başlamıştır. Hastalara cerrahi sonrasında haftada 5 gün ve 3 hft. boyunca ve ortalama 17,3 gün olacak şekilde fizyoterapi uygulanmıştır. Hastaların FIM skoru 62.1 den 98.5'e yükselmiştir. Sonuç olarak; Hastalarda hem cerrahi hem de medikal olarak en iyi fonksiyonel sonuçlar elde etmek için multidisipliner bir çalışmaya ihtiyaç vardır.

Cerrahi sonrası erken dönemde başlayan rehabilitasyon DBS cerrahisinin etkinliğini uzatmaktadır.

Tassorelli ve ark. DBS cerrahisi tedavi uygulanmış 34 hastayı 3 gruba ayırmıştır.

1. Grup: cerrahi sonrası ilk 1 ay içinde (13 hasta)
2. Grup: cerrahi sonrası 1 ay -1 yıl içinde (8 hasta)
3. Grup: cerrahi sonrası 1 yıl ve üstü (13 hasta)

Egzersizlerin tipi, süresi ve yoğunluğu her hastanın ihtiyaçlarına göre bireyselleştirilmiş olarak oluşturulmuş ve egzersiz programları haftalık olarak yeniden düzenlenmiş ve motor fonksiyonlarındaki değişikliklere göre yeniden adapte edilmiştir. Egzersiz programı; 10dk kardio-vasküler egzersizler,10dk germe,10 dk kuvvetlendirme, 10dk gevşeme, 10 dk gevşeme ve 10 dk yürüme egzersizlerinden oluşmaktadır. Egzersizler haftada 5 gün ve 4-8 hafta boyunca günde ortalama 108.3 dk olacak şekilde uygulanmıştır ve sonuçta fonksiyonel olarak en iyi gelişme 1 grupta elde edilmiştir.

Yapılan pek çok klinik çalışmada cerrahi sonrasında PH olan bireylere geleneksel fizyoterapi yöntemleri uygulandığında fonksiyonel durum, yürüme ve günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız oldukları vurgulanmıştır. Ancak; bu etki egzersiz programından sonra en fazla altı ay devam etmektedir. Egzersiz yaklaşımları tercih edilirken vücut ağırlığı destekli koşu bandı eğitimi, yapılandırılmış koşu bandı eğitimi gibi yeni uygulamaların rehabilitasyon programına eklenmesi etki süresini uzatmaktadır.

Postür Kontrol ve Denge Eğitimi

Klinik çalışmaların çoğunda yürüme parametreleri gözlemsel ölçüm yöntemleriyle analiz edilmiştir. Yürüme sırasında dolaylı olarak postüral kontrol de ölçülmüştür. Postural kontrol ve dengeyi geliştirmek için bu çalışmalarda kullanılan egzersiz yöntemleri; üst ve alt ekstremite koordinasyon ve kuvvetlendirme egzersizleri, spinal esneklik, postüral düzgünlük, yürüyüş eğitimi, fonksiyonel mobilite eğitimi, sabit ve hareketli zeminlerde eğitimler ve endurans eğitimlerini kapsamaktadır. Yapılan tüm araştırmalar 2-10 hafta arasında değişen süreyle eğitim verilen pek çok çalışmanın ortak sonucu, verilen eğitimlerden hemen sonra denge ve postüral kontrolde gelişme gözlendiği ve bu gelişmenin uygulamanın bitiminde iki aya kadar devam ettiğidir.

Allert ve ark. 95 DBS cerrahisi uygulanan hastaları cerrahiden ortalama 20.4 gün sonra rehabilitasyon ünitesine geri çağırıp 29 gün fizyoterapi uygulamışlardır. Sonuçta hastaların cerrahi sonrası hemen bir rehabilitasyon merkezine yönlendirilip yatarak fizyoterapi görmesi fonksiyonel hedefler ve sağlık giderleri açısından büyük kazanç sağlamaktadır.

Konuşma Terapisi

Parkinsonlu hastalarda başlangıçta solunum frekansının kontrol edilememesinden, ilerleyen dönemlerde ise yüz kaslarının etkilenmesi sonucunda konuşma problemleri görülmektedir. Konuşma terapisi ile aspirasyonun önlenmesi, konuşma düzgünlüğünün sağlanması amacıyla solunum egzersizleri, fasiyal, oral ve lingual kas egzersizleri yapılmalıdır.

Hastalarda görülen hipokinetik dizartrinin tedavisi için geliştirilen davranışsal temelli Lee Silverman Ses Tedavisi (LSVTw) en çok kabul gören yöntemdir. Bu tedavi yöntemi; solunum kaslarının kuvvetini ve enduransını artırır, vokal kord vibrasyonu ve subglotik hava basıncını artırarak vokal kordun daha fazla kapanmasını fasilite eder ve konuşma için gerekli olan eforla ilgili internal duyusal algıyı ayarlar.

Tamamlayıcı ve Alternatif Tedaviler

PH olan bireylerinin en az %40'ının hayatlarının bir döneminde tamamlayıcı ve alternatif yöntemlere başvurduğu tahmin edilmektedir. Bu yöntemleri, daha genç yaşta olan, gelir düzeyi yüksek ve iyi eğitimli kişilerin daha fazla tercih ettikleri kaydedilmiştir.

Tamamlayıcı ve alternatif tedaviler, sanat ve müzik terapisinin yanı sıra beslenme temeli tedaviler (vitaminler, besin takviyeleri, otlar, homeopati), manuel/ biyomekanik (masaj, Pilates, yoga, Alexander tekniği, kayropraksi, osteopati), "enerji akışının" manipüle edildiği varsayılan yöntemler (mıknatıslar, akupunktur/akupresür, Tai Chi, refleksoloji), manevi (dua, "iman şifa") ve psikolojik (biofeedback, hipnoz, gevşeme) yöntemler gibi pek çok uygulamayı kapsamaktadır.

Tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin PH olan kişilerde etkinliğiyle ilgili çeşitli çalışmalar bulunmakla beraber hastalık semptomları üzerine etkileri net bir şekilde açıklanamamıştır.

Cerrahi uygulanan PH hastalığın evresi ve hastanın ihtayaçlarına göre hazırlanacak rehabilitasyon programının basamakları ve amaçları detaylı olarak Tablo 33.3'de gösterilmiştir.

Tablo 33.3. Tedavi Stratejileri		
Geliştirilmesi Gereken Aktiviteler		
	Amaç	**Strateji**
Transferler	Transfer aktivitelerini bağımsız olarak yapabilmek	Tranferlerin eğitiminde hareketi başlatmak ve sürdürmek için kognitif hareket stratejileri ve uyarılar kullanılır
Vücut Postürü	Bilinçli olarak vücut duruşunun düzeltilmesi	Koordine ve uygun egzersiz için geri bildirim ve öneri verilmelidir.
Uzanma ve Kavrama Akt.	Nesnelere ulaşmayı ve yakalamayı ve nesneleri manipüle etmeyi ve hareket ettirmeyi geliştirmek	Uzanma ve kavrama ve objelerin maniplasyon ve hareketinin sağlanması
Denge	Aktiviteler esnasında dengeyi geliştirme	Denge kuvvet eğitimi kullanılır
Yürüme	Bağımsız yürümenin geliştirilmesi	Yürüyüş egzersizleri ipucu, kognitif hareket stratejileri kullanarak gövde kaslarının kuvvet ve mobilitesinin artırılması
Önlenmesi Gereken Durumlar		
	Amaç	**Strateji**
İnaktivite	Fiziksel durumun korunması veya iyileştirilmesi	Sportif aktivitelere katılım, aerobik kapasite eğitimi, gövde ve bacak kaslarının kuvvetlendirilmesi ve ROM korunması önemlidir.
Basınç Yarası	Basınç yaralarının önlenmesi	Yatakta ve tekerlekli sandalyede postürün düzeltilmesine yönelik, kardio-vasküler fonksiyonları arttırıcı ve kontraktürleri önleyici egzersizler verilmelidir.
Düşmeler	Düşmenin önlenmesi veya azaltılması	Düşmeye yol açan faktörler belirlenmelidir, düşme günlüğü tutulmalıdır.

Hastaya verilen egzersizler sırasında sık sık dinlenme araları olmalı, aşırı yorgunluk önlenmelidir. Hastanın aktif katılımını gerektiren egzersizler on dönemi içinde yapılmalı ve pasif egzersizlerde "off" döneminde yapılmalıdır. Genel olarak DBS cerrahisinden sonra birkaç ay içinde günlük yaşama geri dönülebilir.

Parkinson hastalığında rehabilitasyon uygulamaları yaşam boyu devam etmelidir. Bu konuda hastaların aerobik kapasitelerini artırmak için yüzme, yürüyüş, dans gibi aktivitelere yönlendirilmesi rehabilitasyon programının sürdürülmesini kolaylaştıra-

caktır. Konuyla ilgili hasta ve ailesi bilinçlendirilmelidir. Bu amaçla taburcu olurken hastalara evde yapması gereken egzersizler ve öneriler ev programı olarak verilmelidir ve bu egzersizler ailesine öğretilmelidir.

PH hastalar için öneriler Tablo 33.4'de gösterilmiştir.

Tablo 33.4. PH için Öneriler

Sonuç ve Öneriler
• Genç bireyler yaşlılara göre DBS'den daha fazla fayda görmektedir; yaşlı bireyler DBS sonrası rehabilitasyon hizmetleri için daha sık başvuruda bulunmaktadır. • DBS ile iyileştirilen, Levodopaya cevap veren PH'nın ana klinik bulgularıyla birlikte fonksiyonel durum ve yaşam kalitesinde iyileşme görülebilmektedir. • Vim-DBS'nin, cerrahiden sonraki beş yıl içinde tremorun azaltılmasında ve el yazısının geliştirilmesinde etkili olduğu görülmüştür; GPi-DBS'nin, ameliyat sonrası ilk yılda daha etkili olduğu ve klinik belirtilerde ve fonksiyonel durumdaki kısa dönemde elde edilen iyileşmenin bir yıldan daha uzun sürdüğü belirtilmektedir. • STN-DBS'den sonraki ilk yılda fonksiyonel durum ve yaşam kalitesinde görülen iyileşme genellikle bir yıldan fazla sürmektedir. • Duyusal ipucu stratejileri, yürüyüşü ve dengeyi iyileştirmek için umut verici sonuçlar ortaya koymuştur, ancak PH'da üst ekstremite motor kontrolü üzerine etkisi yoktur. • LSVTw ve benzer tedaviler, hipokinetik dizartriyi tedavi etmek için ümit verici sonuçlar göstermiştir. • PH'nda rehabilitasyon uygulamalarına bakımverenlerin de katılması gerekmektedir; ancak bu uygulamalar çok sık uygulanmamaktadır. • PH'da tamamlayıcı ve alternatif tedaviler de yaygın olarak kullanılır, ancak bu uygulamaların çok az bir kısmı klinik çalışmalarla desteklenmiştir.

DİSTONİ HASTALARINDA DERİN BEYİN STİMÜLASYON CERRAHİSİ SONRASI REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Distoni, agonist ve antagonist kasların istemsiz, sürekli, bükücü ve döndürücü nitelikteki kasılmalarıyla karakterize anormal hareket ve postürlere neden olan bir hareket bozukluğudur. Klinik özelliklerine, tutulum yerine ve etyolojisine bağlı olarak vücudun çeşitli kısımlarını veya tamamını etkiler ve etkilediği bölgeye ve şiddetine göre günlük yaşam aktivitelerinde çeşitli fonksiyonel sonuçlara neden olur.

Distoni şiddetinin hafif olduğu vakalarda hareketler sadece belirli eylemlerin abartılması olarak görülürken, orta dereceli durumlarda hareketler kasılı, sert ve bükülmeli, şiddetli vakalarda ise anormal kalıcı postür ve sabit deformitelere neden olur.

Distonik hareketler sıklıkla yavaş, fakat bazen hızlı düzensiz olabilir. İstemli hareketlerle başlar ve kötüleşir, stres ve yorulma ile artar; istirahat, uyku sırasında azalır, ancak bazen tam tersi durumlar da gözlenir, yani distonik hareketler istirahatte olurken istemli hareketle bastırılabilir. Distonili hastaların sınıflandırılması Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 33.5. Distonilerin Sınıflandırılması	
Başlangıç Yaşına Göre	• Erken Başlangıçlı (<26 yaş) • Geç Başlangıçlı (>26 yaş)
Tutulum Yerine Göre	• Fokal (Blefarospazm, Yazıcı Krampı) • Segmental (Meige Sendromu, Camptocormia) • Multifokal (Kraniyal ve Ekstremite Kasları) • Jeneralize (Tüm vücut)
Etyolojisine Göre	• Primer(idiyopatik: DYT1, DYT6, DYT13, DYT7) • Sekonder(semptomatik: Heredejeneratif distoniler, Enfeksiyon, İlaç, Toksin, Metabolik, Beyin ve Spinal kord Lezyonlarına Bağlı Distoniler)

Distoni Tedavisi

Distoni tedavisinde tercih edilen yöntemler; medikal tedaviler, fizyoterapi ve iş uğraşı terapisi, botulinum toksin ve cerrahi yöntemlerdir.

Tedavide ilk seçenek olan medikal yöntemlerde, oral antikolinerjikler, dopamin agonistleri ve antagonistleri, baklofen ve benzodiazepin türevi ilaçlar kullanılır, ancak sınırlı etkinliği ve yüksek dozların getirdiği yan etkileri bulunmaktadır.

Botulinum toksin enjeksiyonu distoni tedavisinde 1980'li yıllardan itibaren uygulanmaya başlanmıştır. Yoğun fizik tedavi programlarıyla birleştirilerek uygulanan bu yöntemin sadece belirli bölgelerde kullanılması ve uzun süreli otonomik yan etkileri bulunması nedeniyle kullanımı her zaman mümkün olmamaktadır.

Medikal ve kemodenervasyon tedavilerinin sınırlı etkileri distoni tedavisi için cerrahi uygulamalara yöneltmiştir. Uygulanan cerrahi yöntemler; talatomi, palidotomi gibi ablatif yöntemler, daha çok servikal distonilerde kullanılan periferik cerrahi yöntemler ve derin beyin stimülasyonudur. Ablatif cerrahi yöntemlerin konuşma ve kognitif bozukluklar dahil olmak üzere çeşitli geri dönüşümsüz yan etkileri bulunması, derin beyin stimülayonunun geri dönüşümlü ve düşük morbidite oranı sebebiyle cerrahi yöntemlerde nörostimülasyonun popülerliği giderek artmıştır.

Distoni ve Derin Beyin Stimülasyon Cerrahisi

Elektrik akımının subkortikal çekirdeklere kontrollü bir şekilde uygulandığı intraserebral stimülasyon yöntemi olan derin beyin stimülasyonunda globus pallidus inter-

nus (GPi), talamus ventrointeruat nükleus (VIM) veya subtalamik nükleus'a (STN) distoni hastalarında derin beyin stimülasyon uygulaması kullanılmaktadır. Çalışmalarda en çok tercih edilen lokalizasyon bilateral GPi lokalizasyonudur.

1.Hasta Seçimi

Çeşitli distonik hastalarda DBS'nin farklı etkileri vardır. Primer jeneralize distonilerde en iyi düzelme sağlayan DYT1 distoni (distoni geni)'dir, ancak kalıcı deformiteler ve uzun hastalık süresi tedavi sonuçlarına olumsuz etki etmektedir. Servikal distonilerde ağrıyı azaltma ve kompleks boyun grubu kas distonisi olanlarda DBS'nin diğer tedavilere göre daha üstün olduğu bulunmuştur.

Sekonder distonilerde ise daha çok tardif distoni hastalarında uygulamaların daha iyi sonuç verdiği, travma veya metabolik bozukluk sonucu ortaya çıkan distonilerde DBS'nin daha az etkili olduğu görülür. Benzer şekilde yüz hareketleri ve konuşma üzerine de daha az etkili olduğu belirtilmektedir.

Wilson hastalığı, propiyonik asidemi, glutarik ve metilmalonik asidüri, psikoz, majör depresyon, madde bağımlılığı ve demans DBS uygulamalarında kontraendike olarak görülmektedir.

Uygun hasta seçimiyle DBS uygulamalarının hem duygu durum hem yaşam kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir. Aynı zamanda distonide yarar geç dönemde ortaya çıktığından hastalar bu konuda bilgilendirilmelidir.

2.Kısa ve Uzun Dönem Sonuçları

DBS'de klinik tablo PH ve tremordan farklı olarak haftalar içinde aşamalı olarak düzelmektedir. Tam etkinlik genellikle 8-12 hafta sonra ortaya çıkmaktadır, operasyon sonrası ilk bir yıl içinde motor iyileşmeler devam etmektedir. Uzun dönemde klinik tabloda geri dönüşler olsa da ilk duruma göre iyileşme korunmaktadır. 10 yıldan uzun süren klinik sonuçlarla ilgili çalışmalar bulunmamaktadır.

DBS uygulamaları sonrasında en sık gözlenen yan etkiler; parestezi, başağrısı, dizartri, yürüme bozuklukları ve ataksidir, ancak bu etkiler hafiftir ve stimülasyon parametrelerinin ayarlanmasıyla düzeltilebilir.

DBS uygulamalarından sonra laterji, uyuşukluk, stupor, geçici istemsiz hareket bozuklukları, geçici hemiparezi, servikal ağrı, dizartri ve psikiyatrik tedavi gerektiren depresif dönem gibi komplikasyonlar görülebilir. Farklı DBS uygulamalarında (Gpi, STN) görülen komplikasyonlar ve DBS ile ilgili genel komplikasyonlar Tablo 33.6'de gösterilmiştir.

DBS'de kısa dönemde iyileşmenin henüz olmaması nedeniyle hastalar mutlaka bilgilendirilmelidir. Motor fonksiyonda sürekli iyileşme ve işlemden sonra 2-5 yıl süre ile ilaç gereksiniminde azalmalar gösterir. Rehabilitasyon ve eğitim süreci boyunca, hastalarda kontrollü olarak terapatik pencerede küçük artışlar yapmasına izin verilebilir.

Uzun süreli izlem sırasında en önemli hedef, DBS ile ilişkili bozuklukların taranması ve DBS donanımının işlevsel yönlerinin izlenmesidir. DBS-IS anketi gibi belirli bir tarama aracının dahil edilmesi, postür instabilitesinin ve yürüme zorluklarının, kognitif bozukluğun, konuşma bozukluğunun, apati ve DBS cihazı ile ilgili zorlukların tespit edilmesine yardımcı olabilir.

Tablo 33.6. DBS Komplikasyonları

DBS İmplantasyonu Sonrası Görülen Yan Etkiler		
Lokalizasyona Bağlı Yan Etkiler		**Genel Yan Etkiler**
STN	**GPi**	
- Parestezi - Tetanik kas kontraksiyonu - Konuşma Bozuklukları (hipofoni, dizartri) - Kore ve balistik hareketler - Diskinezi artışı - Yürüme akinezisi, donma, denge bozuklukları - Eyelid-opening apraksi - Distoni - Bulanık görme ve monoküler deviasyon - Sempatik aktivasyon	- Segmental ve aksiyal akinezilerin kötüleşmesi - Phosphenes - Dizestezi	**Motor Yan Etkiler** - Diskinezi - Aksiyal semptomlar - Gözkapağı kontraksiyonu - Oküler bozukluklar **Non-motor Yan Etkiler** - Davranışsal değişiklikler - Kognitif problemler

Değerlendirme

Distoni hastalarında değerlendirme mümkünse DBS cerrahisi öncesinde ve cerrahi sonrasında yapılmalı, uygun tedavi programı oluşturularak uzun süreli takibi kaydedilmelidir.

Distoni hastalarında değerlendirilmede kaydedilmesi gerekenler başlıca; tıbbi öykü, kognitif durum, genel duygu durumu, fizik muayene, nörolojik muayene, nöro-görüntüleme sonuçları, fonksiyonel değerlendirme, yaşam kalitesi, yorgunluk ve uyku kalitesidir. Aynı zamanda distoniye özgü klinik değerlendirme araçları kullanılır.

Distonide Klinik Değerlendirme Araçları

Toronto Western Spasmodic Tortikollis Derecelendirme Ölçeği (TWSTRS): Servikal distoninin farklı özelliklerini kapsayan karma bir ölçektir. Fiziksel bulgular (tor-

tikollis şiddeti), özürlülük ve ağrı skalası olmak üzere 3 alt gruba ayrılır. Güvenilirliği 2012 yılında Boyce ve ark. tarafından yapılmıştır.

Servikal Distoni Ölçeği (CDIP-58): Servikal distoni tedavisinin etkisini ve yaşam kalitesini ölçmek için kullanılan hastalığa özgü bir ankettir. Baş boyun hareketleri, boyun ve omuzlarda ağrı ve rahatsızlık ve uyku bozuklukları dahil olmak üzere semptomlar, yürüme ve psikososyal durumu ölçen 8 alt ölçekli 58 maddeli bir ölçektir. 0 ile 100 arasında puanlandırılır.

Burke-Fahn-Marsden Distoni Derecelendirme Ölçeği (BFMDRS): Distoninin şiddetini belirlemek için kullanılan bir ölçektir. Hareket ve özürlülük derecesini ölçen iki alt grubu vardır. Hareket ölçeğinde 9 vücut bölgesinde (göz, ağız, konuşma, yutma, boyun, gövde, kollar ve bacakları dahil) distoniyi 0(minimum) ile 120(maksimum) puanları arasında ölçer. Özürlülük ise anne, baba veya kendinden bildirilen günlük aktivitelerde oluşan (konuşma, yazı yazma, beslenme, yutma, hijyen, giyinme, yürüme dahil) 0 (bağımsız)'dan 30 (tamamen bağımlı)'a kadar değişen puanlarda fonksiyonel bir ölçektir. Çocuk ve yetişkinlerde kullanılır.

Barry-Albright Distoni Skalası (BAD): Özellikle sekonder distoniyi ölçmek için BFM muayenesinde koopere olamayan çocuk ve yetişkinlerde kullanılmak için geliştirilmiştir. Göz, ağız, gövde, boyun, ekstremiteler dahil 8 bölgeyi değerlendirir. Toplam 32 puandır, puan yükseldikçe distoni şiddeti artar.

Birleşik Distoni Derecelendirme Ölçeği (UDRS): 14 vücut bölgesinde (gözler, yüzün alt ve üst yarısı, çene, dil, larinks, boyun, sağ/sol proksimal ve distal ekstremiteler ve gövde) birincil distoni şiddetini ve derecesini ölçen kapsamlı bir ölçektir. 0-4 arası puanlandırılır, toplam puan 112'dir. Her bir vücut bölgesi için talimatlara göre alınan puanlar toplanır ve kişisel puan elde edilir.

Global Distoni Derecelendirme Ölçeği (GDS): UDRS'nin daha detaylı ve daha geniş halidir.

Blefarospazm Disabilite İndeksi (BDSI): Blefarospazm hastaları için özel olarak geliştirilmiştir. Blefarospazmın yol açtığı günlük yaşam aktivitelerindeki bozulmayı ölçer. 6 maddeden (araç sürme, okuma, televizyon izleme, alışveriş, yürüyüş ve günlük aktivitelerin yapılması ile ilgili) oluşur. 5'li likert tip, 0-24 puan arası yüksek puan özürlülük derecesinin artışının göstergesi olan bir ölçektir.

Distoniye özgü klinik değerlendirme araçları dışında, ayrıca ağrı ve disabilite ölçeklerinin uygulanması ve fonksiyonel kapasite değerlendirilmesinin unutulmaması gerekmektedir.

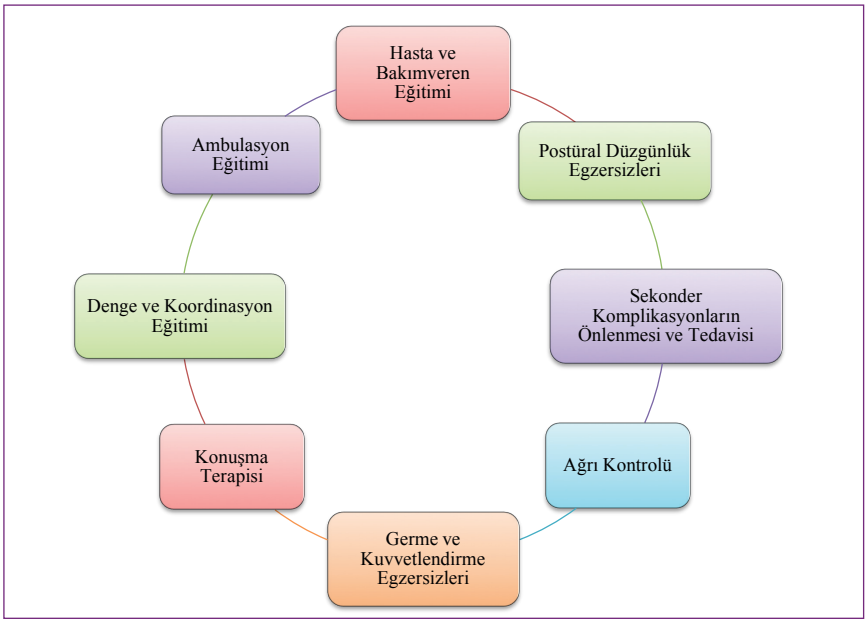
Cerrahi Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Distoni hastalarına perioperatif bakım için çok az spesifik öneri geliştirilmiş ve DBS sonrası rehabilitasyona yönelik kılavuz oluşturulmamıştır. Bununla birlikte, DBS imp-

lantasyonu sonrası ilk 3 aylık süre, hastalar ve bakım verenler için yıllar sonra da en iyi sonucu elde etmek açısından önemli bir süreçtir. Son zamanlardaki çalışmalarda, hastalığın seyri ve sağkalımda daha iyi yanıtlar olmasına rağmen revizyon gerekliliği ve elektrotun çıkarılması oranı yükselmiştir. Bu duruma neden uzun süreçteki uygun rehabilitasyon programlarının olmayışı olabilir.

Fizyoterapi programının etkisinin, DBS implantını takiben bazal gangliyon-korteks devresinin fonksiyonel yeniden organizasyonu ve pozitif etkileşim ile ilişkili olabileceği bildirilmektedir.

DBS implantasyonu sonrası her hasta için bireysel ihtiyaç ve rehabilitasyon hedefleri tanımlanmalıdır. Sadece hafif motor bozuklukları varsa, ambulasyona yönelik tedavi seansları yeterli olabilir. Daha uzun hastalık süreleri, motor ve motor dışı semptomlar ile daha karmaşık durumlarda, spesifik semptomlar için kombine tedaviler, stimülasyon ve ilaç ayarlaması birleştirilmelidir. Distonide DBS implantasyonu fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları Şekil 33.3'te verilmiştir.



Şekil 33.3. Distonide DBS İmplantasyonu Fizyoterapi ve Rehabitasyon uygulamaları.

DBS parametrelerinin optimal programlandırılması başarılı tedavi için yeterli değildir. Bu sebeple hasta eğitimi çok önemlidir. Birçok hasta yeni cihaz ile psikolojik uyum sağlamaya çalışır, ayrıca hastalar tedavi olasılıklarını, yan etkileri ve sınırlarını öğrenmeli ve hastaların korkuları ele alınmalıdır. Nörorehabilitasyon devam eden eğitim ve değişen deneyimlerle hasta ve bakım verenleri destekler. Önemli derecede motor ve kognitif problemi bulunan hastalarda bakım verenlerin eğitimi de büyük önem taşır.

Normal postürün ve fonksiyonel hareketlerin yeniden eğitimi, DBS sonrası gelişen sekonder komplikasyonların önlenmesi ve tedavisi, devam eden kronikleşmiş ağrı süreçlerinde ağrının rehabilite edilmesi rehabilitasyonun içinde yer alması gereken diğer önemli hedeflerdendir.

Distoni nedeniyle kas iskelet sistemi sorunları DBS implantasyonu sonunda ağrının devam etmesine, kas kısalıklarına ve uygun postürün sağlanamamasına neden olur. Semptomların uzun süre devam etmesi ve anormal postürü oturmuş kişilerde spinal mobiliteyi, eklem, kas ve bağların daha az hareket etmesine neden olur. Bu hastalarda cerrahi sonrasında yoğun fizyoterapi tedavisi uygulanmalıdır.

Distoninin rehabilitasyon tedavisi birçok fizik tedavi programlarının birleştirilmesini gerektiren bir görevdir. Postüral kontrol egzersizleri, güçlendirme, germe egzersizleri, kas tonusunu optimize etmek için duyusal eğitim ve lokal ağrı kontrolü gibi birçok programı içermelidir. Konuşma problemlerinin eşlik ettiği durumlarda seanslara konuşma terapisi, denge ve yürüme ile ilgili problemlerde denge, koordinasyon ve yürüme eğitimi eklenmelidir. Patolojik hareket paternlerinin analizi sonrasında günlük egzersiz programına zayıf ve koordinasyon eksikliği olan kasların eğitimi mutlaka eklenmelidir. Özellikle servikal bölgede biofeedback ve postüral reedukasyon eğitimi ağrı ve özürlülük derecesinin azalmasında etkilidir. Spinal, skapular ve glenohumeral duruşu geliştirmek için miyofasyal germeler ve yumuşak doku mobilizasyonları cerrahi sonrası dönemde etkili olurken, lokal masajların etkisiz olduğu görülmüştür. Ayrıca bu hastalarda, İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması (International Classification of Functioning, Disability and Health -ICF)'na dayalı değerlendirme ve tedavi yaklaşımları daha etkili sonuçlar alınmasını sağlamaktadır.

Distoni hastalarında çalışma yeteneğinin korunması da önemli bir rehabilitasyon hedefidir. Mesleki hedefe yönelik tedavi programıda düşünülmelidir. Uzun süre ara verdikten sonra işe geri dönmek isteyen hastalar için kognitif ve motor yeteneklerin tam bir değerlendirilmesi yapılmalı ve gerekli fizyoterapi yaklaşımları programlarına eklenmelidir.

Distonili hastaların DBS sonrasında yapmaması gerekenler Tablo 33.7'de verilmiştir.

Tablo 33.7. Distonili Hastaların DBS Sonrasında Yapmaması Gerekenler
Distonide Derin Beyin Stimulasyonu Sonrasında Hastaların Yapmaması Gereken Aktiviteler
• Boyun manipülasyonu, masaj veya boyun ile ilgili aşırı egzersizlerden kaçınılmalıdır. • Baş seviyesinin üstündeki üst ekstremite aktiviteleri yapılmamalıdır. • İlk 1ay içinde 3-4 kg fazla ağırlık kaldırmayın • MRG gibi tıbbi bazı cihazlar kullanılmamalı • Elektro Manyetik kapılardan geçmeyin • Wireless bağlantıları batarya için tehlikeli olur • Yüksek güçlü endüstriyel makinelerden uzak durulmalı • Basit düzeydeki sportif aktiviteler özellikle fiziksel olarak çarpma riski oluşturmayan, nörostimülatör veya bağlantı teli ile temas olmayan sportif faaliyetler yapılabilir. • Derin olmayan havuzda kontrollü olarak yüzülebilir

SPASTİSİTE TEDAVİSİNDE NÖROŞİRÜRJİKAL CERRAHİ UYGULAMALAR SONRASI FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Spastisite, germe refleksinin hipereksitabilitesiyle birlikte pasif harekete gösterilen direnç ve artmış kas tonusu ile karakterize bir üst motor nöron bulgusudur. Spastisitenin şiddetine göre hastaların fonksiyonel seviyeleri de farklı oranlarda olumsuz yönde etkilenmektedir, bu nedenle spastisitenin yönetiminde hasta merkezcil ve multidisipliner bir yaklaşım gerekmektedir.

Spastisite kontrolünü sağlamada farmakolojik tedavinin, fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının yetersiz kaldığı durumlarda, sonraki tedavi seçeneği cerrahi müdahalelerdir. Bu hastalarda cerrahinin amacı, kaslardaki artmış tonusu azaltmak ve agonist-antagonist kas grupları arasında yeniden dengeyi sağlamak, fonksiyonu iyileştirmek ve deformiteleri azaltmaktır.

Bir önceki bölümde de detaylı olarak bahsedildiği üzere spastisiteye yönelik uygulanan nöroşirürjik cerrahi tedavileri ablatif ve nonablatif teknikler olmak üzere iki grupta incelenebilir:

a. Ablatif teknikler: Selektif dorsal rizotomi, selektif periferal norotomi, longitudinal miyelotomi, perkütan RF rizotomi.

b. Nonablatif teknikler: İntratekal baklofen pompası (İBP).

Ablatif teknikler genellikle efferent yolağın oluşturduğu hipereksitabilite iletimini çeşitli düzeylerde önlemeye çalışırken, nonablatif teknikler santral sinir sisteminde

inhibitör γ- aminobütirik asit (GABA) etkinliğini artırarak hipereksitabilitenin oluşumunu azaltmayı hedefler. Baklofen bu amaçla kullanılan bir GABA agonistidir.

Spastisiteye yönelik uygulanan cerrahi yöntemlerde başarının ilk anahtarı, uygun hastaya uygun tekniğin seçilmesidir. Bu da ancak cerrahi endikasyonun multidisipliner olarak değerlendirilmesi ile mümkündür.

Cerrahiden alınan başarının en yüksek düzeyde olması da cerrahiden sonra hastaya özgü, bireysel fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının uygulanmasıyla mümkün olacaktır. Multidisipliner ekibin önemli bir parçasını fizyoterapistler oluşturmaktadır.

Uygulanan cerrahi müdahale sonrası izlenmesi gereken rehabilitasyon prosedürü hakkında bir fikir birliği bulunmamakla birlikte hastaların cerrahi sonrasında 3 aylık dönemde yakından takip edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca cerrahi müdahale sonucunda elde edilen kazanımların fonksiyonel iyileşmeye katkısının belirlenebilmesi için cerrahinin tipi ne olursa olsun hastaların en az 6 ay süreyle takibinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Fizyoterapistler hastaların takip ve tedavi döneminde diğer sağlık profesyonelleriyle birlikte multidisipliner bir çalışma yürütmektedirler. Rehabilitasyon sürecinin etkin bir şekilde sürdürebilmesi için öncelikle hastaya uygun, realistik tedavi hedefleri belirlenir. Detaylı bir değerlendirmeden sonra fizyoterapi ve rehabilitasyon programı oluşturulur.

Rehabilitasyon programı oluşturulurken hastanın fonksiyonel seviyesi ve kendine bakım aktivitelerindeki bağımsızlık derecesi belirlenmelidir. Mümkünse fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları cerrahi öncesi süreçte başlamalıdır.

- **Preoperatif dönemde fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları:** Hastaların bakımını kolaylaştırmak, günlük yaşam aktivitelerindeki becerilerini geliştirmek ve ambulasyonu arttırmak amacıyla uygulanmaktadır. Spastisite nedeniyle cerrahi endikasyonu olan hastalar mobilite düzeyleri farklı derecelerde etkilenmiş olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle cerrahi öncesinde gövde kontrolü ve alt ekstremitelerde eklem hareket açıklığını arttırmaya yönelik egzersizler hastanın cerrahi sonrasında bakımının, yatak içi ve yatak dışına transferlerinin daha kolay yapılmasına katkı sağlayacaktır.
- **Postoperatif dönemde fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları:** Uygulanan cerrahi yönteme göre değişmekle birlikte hastalar genellikle 2-7 gün arasında hastanede kalmaktadır. Bu süreçte uygulanacak fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarını şu şekilde sıralayabiliriz.

a. Yatak istirahati ve pozisyonlama: Kaslardaki gerilimi en aza indirmek ve eklem diziliminin düzgünlüğünü korumak amacıyla pozisyonlama yapılır. Hastanın yatak içindeki yatış pozisyonuna uygun olarak pozisyonlama yastıklarından, yatak kenarlarından destek alarak gövde ve ekstremitelerin doğru postürünün korunması

hedeflenir. Hasta yatak içinde uzun oturma pozisyonuna getirildiğinde ekstremitelerin olduğu kadar omurganın da desteklendiğinden emin olunmalıdır.

b. Eklem hareket açıklığı egzersizleri: Üst ve alt ekstremitelere yönelik eklem hareket açıklığı egzersizleri hastanın durumuna göre farklı hızlarda ve açılarda uygulanmalıdır. Egzersizler sırasında var olan ağrıyı arttırmayacak, ağrı oluşturmayacak ve dokuda aşırı gerilim oluşturmayacak şekilde uygulanması gerekir.
c. Yatak içi mobilite ve transfer aktiviteleri: Egzersizler öncesinde transfer aktivitelerinde hastanın ne kadar desteğe ihtiyacı olduğu belirlenmelidir. Gerekirse manuel desteklerden, kaldıraçlar ve kaydırma tahtaları gibi mekanik desteklerden faydalanılabilir. Bu teknikleri bakım verenlere de öğreterek uygulamaların gün içinde de devamlılığı sağlanmalıdır.
d. Yardımcı cihaz ve tekerlekli sandalye uygunluğu: Cerrahi sonrasında spastisite şiddetinde elde edilen azalmanın korunması ve günlük aktivitelerin devamlılığını sağlamak amacıyla hastalar yardımcı ortez destekleri ve yürüme yardımcıları açısından değerlendirilmelidir.
e. Ambulasyonun sağlanması: Cerrahi öncesinde ayakta durabilen ve yürüyebilen bir hasta ile hastaneden taburcu olmadan önce çoğunlukla yürüme eğitimine başlanır. Ancak alt ekstremite kaslarının zayıf olması durumunda yürüme sırasında yürüteç, koltuk değneği gibi yürüme yardımcılarına ihtiyaç duyulabilir.

Taburculuk sonrasında da hastaların verilen egzersizleri ve önerileri ev programı olarak devam ettirmesi fonksiyonel iyileşme açısından önem arz etmektedir. Bu süreçte hastaların düzenli aralıklarla fizyoterapistlerle görüşerek klinik ve fonksiyonel duruma göre rehabilitasyon programının gözden geçirilmesi hem cerrahinin başarısını devam ettirecektir hem de fonksiyonel kazanımları arttıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Agostino R, Curra A. et al. (2004). Prolonged Practice is a Scarce Benefit in Improving Motor Performance in Parkinson's Disease. *Mov Disord*; 11: 1285–1293.
2. Albanese A, Bhatia K. et al. (2013). Phenomenology and Classification of Dystonia: A Consensus Update. *Movement Disorders*; 28 (7): 863–72.
3. Allert, N, Cheeran B. et al. (2018). Postoperative Rehabilitation after Deep Brain Stimulation Surgery for Movement Disorders. *Clinical Neurophysiology*; 129(3): 592-601.
4. Allert N, Dohle C. et al. (2011). Rehabilitation of Parkinson's patients with deep brain stimulation. Experiences of the Neurological Rehabilitation Center Godeshöhe. Nervenarzt; 82(4): 462-467.
5. Anderson VC, Burchiel KJ. et al. (2005). Pallidal vs Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation in Parkinson Disease. *Arch Neurol*; 62: 533-536.
6. Andrew J, Fowler CJ. et. al. (1983). Stereotaxic Thalamotomy in 55 Cases of Dystonia. *Brain*, 106: 981-1000.
7. Andrews C, Aviles-Olmos I. et.al. (2010). Which Patients with Dystonia Benefit From Deep Brain Stimulation? A Metaregression of Individual Patient Outcomes. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry,* 81: 1383-1389.

8. Ashkan K, Wallace B. et al. (2004). Deep Brain Stimulation of the Subthalamic Nucleus in Parkinson's Disease 1993–2003: Where are we 10 Years on? *Br J Neurosurg*; 18: 19-34.
9. Barry MJ, Albright AL. et al. (2000). Intrathecal Baclofen Therapy and the Role of the Physical Therapist. Pediatr Phys Ther; 12(2): 77-86.
10. Benebid AL. (2003). Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease. *Curr Opin Neurol*; 13: 696–706.
11. Blomstedt P, Hariz MI. (2010). Deep Brain Stimulation for Movement Disorders before DBS for Movement Disorders. *Parkinsonism Relat Disord*; 16: 429–433.
12. Boelen M. (2007). The Role of Rehabilitative Modalities and Exercise in Parkinson's Disease. *Dis Mon*; 53(5): 259-264.
13. Boyar B. (2014). Spastisitenin Cerrahi Tedavisi. Türk Nöroşir Derg; 24 (2): 209-212.
14. Boyce MJ, Canning CG. et. al. (2012). The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale: Reliability in Neurologists and Physiotherapists. *Parkinson and Related Disorders*; 18(5): 635-637.
15. Bötzel K, Kraft E. (2010). Strategies for Treatment of Gait and Posture Associated Deficits in Movement Disorders: The Impact of Deep Brain Stimulation. *Restorative Neurology and Neuroscience*; 28(1): 115-122.
16. Braak H, Del Tredici K. (2008). Invited Article: Nervous System Pathology in Sporadic Parkinson Disease. *Neurology*; 70: 1916-1925.
17. Breit S, Schulz JB. et al. (2004). Deep Brain Stimulation.*Cell Tissue Research*;318:275–88.
18. Cacciola F, Farah JO. et. al. (2010). Bilateral Deep Brain Stimulation for Cervical Dystonia: Long-Term Outcome in a Series of 10 Patients. *Neurosurgery*, 67: 957-963.
19. Cano SJ, Hobart JC. et. al. (2006). CDIP-58 Can Measure The Impact of Botulinum Toxin Treatment in Cervical Dystonia. *Neurology*, 67: 2230-2232.
20. Cees JT, de Goede PT. et al. (2001). The Effects of Physical Therapy Parkinson's Disease: A Research Synthesis. *Arch Phys Med Rehab*; 82: 509–515.
21. Charles PD, Van Blercom N. et al. (2002). Predictors of Effective Bilateral Subthalamic Nucleus Stimulation for PD. *Neurology*; 59: 932–934.
22. Chevrier E, Fraix V. et al. (2006). Is There a Role for Physiotherapy during Deep Brain Stimulation Surgery in Patients with Parkinson's Disease? *European Journal of Neurology*; 13: 496–498.
23. Cloud LJ, Jinnah HA. (2010). Treatment Strategies for Dystonia. *Expert Opinion on Pharmacotherapy*; 11(1): 5-15.
24. Cohen DB, Oh MY. et al. (2007). Fast-Track Programming and Rehabilitation Model: A Novel Approach to Postoperative Deep Brain Stimulation Patient Care. *Arch Phys Med Rehabil*; 88: 1320-1324.
25. Comella C, Bhatia K. (2015). An International Survey of Patients with Cervical Dystonia. *Journal Neurology*, 262: 837-848.
26. Consky ES, Basinski A. et. al. (1990). The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS), Assessment of Validity and Inter-Rater Reliability. *Neurology*; 40(1): 445.
27. Consky ES, Lang AE. (1994). Assessment of Cervical Dystonia: The Toronto Western Spasmodic Torticollis Rating Scale (TWSTRS). *Therapy with Botulinum Toxin, Neurological Disease and Therapy Series*, 25: 224-226.
28. Creamer M, Cloud G. et al. (2018). Effect of Intrathecal Baclofen on Pain and Quality of Life in Poststroke Spasticity: A Randomized Trial (SISTERS). Stroke; 49(9): 2129-2137.
29. Crowner BE. (2007). Cervical Dystonia: Disease Profile and Clinical Management. *Physical Therapy*, 87: 1511-1526.
30. de Dreu MJ, van der Wilk AS. et al. (2012). Rehabilitation, Exercise Therapy and Music in Patients with Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of the Effects of Music-Based Movement Therapy on Walking Ability, Balance and Quality of Life. *Parkinsonism Relat Disord*; 18(suppl 1): 114-119.

31. Defebvre LJ, Krystkowiak P. et al. (2002). Influence of Pallidal Stimulation and Levodopa on Gait and Preparatory Postural Adjustments in Parkinson's Disease. *Mov Disord*; 17: 76–83.
32. Deuschl G, Wenzelburger R. et al. (2003). Deep Brain Stimulation of the Subthalamic Nucleus for Parkinson's Disease: As Therapy Approaching Evidence-Based Standards. *J Neurol*; 250(suppl 1): 43–46.
33. Dixon L, Duncan DC. et al. (2003). Occupational Therapy for Patients with Parkinson's Disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2009; 3:1-24.
34. Dostrovsky JO, Lozano AM. (2002). Mechanisms of Deep Brain Stimulation. *Movement Disorders*, 17: 63-68.
35. Duarte GS, Rodrigues FB. et. al. (2016). Deep Brain Stimulation for Dystonia. *The Cochrane Library*, 10.
36. Ebersbach G, Grust U. et al. (2015). Amplitudeoriented Exercise in Parkinson's Disease: A Randomized Study Comparing LSVTBIG and a Short Training Protocol. *J Neural Transm*; 122: 253–256.
37. Ebersbach WJG, Poewe W. (2006). Parkinson Disease and Other Movement Disorders. Neural Repair and Rehabilitation, Ed: Selzer M, Duncan P, Gage F, *Cambridge University Press*, Cambridge, 2, pp: 560578.
38. El-Hefnawy MA, Farahat HM. et al. (2015). Surgical Management of Intractable Spasticity. ZUMJ; 19(1): 70-83.
39. Eroğlu Ü. (2013). Distoninin Tedavisinde Stereotaktik Talamotomi ve Kampotomi Kombinasyonu. Uzmanlık Tezi. Ankara.
40. Fahn S. (1984).The Varied Clinical Expressions of Dystonia.*Neurologic Clinics,* 2:541-554.
41. Fahn S. (1989). Clinical Variants of Idipathic Torsion Dystonia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 52: 96-100.
42. Fernandez del Olmo M, Cudeiro J. (2005). Temporal Variability of Gait in Parkinson Disease: Effects of a Rehabilitation Programme based on Rhythmic Sound Cues. *Parkinsonism Relat Disord*; 11: 25–33.
43. Ford B, Winfield L. et al. (2004). Subthalamic Nucleus Stimulation in Advanced Parkinson's Disease: Blinded Assessments at one Year Follow Up. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 75: 1255-1259.
44. Ford B. (2004). Pallidotomy for Generalized Dystonia.*Advances in Neurology*, 94: 287-299.
45. Gocmen S, Kocaoglu M. vd. (2014). Lesion Surgeries in the Movement Disorders. *Türk Nöroşirürji Dergisi*; 24(2): 200-203.
46. Goodwin VA, Richards SH. et al. (2008). The Effectiveness of Exercise Interventions for People with Parkinson's disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Movement Disorders*; 23: 631-40.
47. Guo Q, Chen L. (2018). Long Term Result and Safety of the Subthalamic Nucleir DBS of Advanced Parkinson's Disease: An Eight Years Follow Up Study. *Parkinsonism & Related Disorders*; 46: e86.
48. Gündüz A, Aydın S. vd. (2011). Hareket Bozukluklarında Derin Beyin Uyarımı. *Parkinson Hastalığı ve Hareket Bozuklukları Dergisi*; 14(1): 26-41.
49. Hamani C, Richter E. et al.(2005).Bilateral Subthalamic Nucleus Stimulation for Parkinson's Disease:A Systematic Review of the Clinical Literature. *Neurosurgery*; 56(6):1313-1324.
50. Hariz GM, Lindberg M. et al. (2003). Does the ADL Part of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale Measure ADL? An Evaluation in Patients after Pallidotomy and Thalamic Deep Brain Stimulation. *Mov Disord*; 18: 373-381.
51. https://www.neurosurgery.pitt.edu/sites/default/files/Pdf_Files/Patient-Forms/DBS_patient_packet_2-16-16.pdf (2018)
52. Iansek R, Morris M. (1997). Rehabilitation of Gait in Parkinson's Disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 63:556.

53. Isaias IU, Alterman RL. et. al. (2008). Outcome Predictors of Pallidal Stimulation in Paients with Primary Dystonia: The Role of Disease Duration. *Brain*, 131: 1895-1902.
54. Jaggi JL, Umemura A. et al. (2004). Bilateral Stimulation of the Subthalamic Nucleus in Parkinson's Disease: Surgical Efficacy and Prediction of Outcome. *Stereotact Funct Neurosurg*; 82:104-114.
55. Jankovic J, Adler CH. et. al. (2011). Rationale and Design of a Prospective Study: Cervical Dystonia Patient Registry for Observation of on a Botulinum Toxin a Efficacy. *BMC Neurol*, 11: 140.
56. Jankovic J, Kenney C. et. al. (2009). Relationship Between Various Clinical Outcome Assessments in Patients with Blepharospasm. *Movement Disorders*, 24: 407-413.
57. Jankovic J, Vuong KD. vd. (2003). Comparison of eff icacy and immunogenicity of original versus current botulinum toxin in cervical dystonia. *Neurology*, 60: 1186-1188.
58. Jankovic J. (2006). Treatment of Dystonia. *The Lancet Neurology*, 5: 864-872.
59. Jinnah HA. (2015). Diagnosis and Treatment of Dystonia.*Neurologic Clinics*; 33(1):77–100.
60. Jobges M, Heuschkel G. et al. (2004). Repetitive Training of Compensatory Steps: A Therapeutic Approach for Postüral Instability in Parkinson's Disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 75(12): 1682-1687.
61. Johnson MD, Zhang J. et al. (2012). Neural Targets for Relieving Parkinsonian Rigidity and Bradykinesia with Pallidal Deep Brain Stimulation. *Journal of Neurophysiology*; 108(2):567-577.
62. Kalia SK, Sankar T. et. al. (2013). Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease and Other Movement Disorders. *Current Opinion in Neurology*; 26(4): 374-380.
63. Keus SH, Munneke M. et al. (2009). Physical Therapy in Parkinson's Disease: Evolution and Future Challenges. *Mov Disor*; 24(1):1-14.
64. Kılıç BB, Peker S. (2014). Deep Brain Stimülation (DBS). History, Mechanisms of Action and Indications. *Türk Nöroşirurji Dergisi*, 24: 250-256.
65. KNGF: The Royal *Dutch* Society for *Physical Therapy* (2004). KNGF Guidelines for physical therapy in patients with Parkinson's disease. Netherland. *www.appde.eu/pdfs/Dutch%20Parkinson%27s%20 Physiotherapy%20Guidelines.pdf/*.
66. Kocabıçak E, Temel Y. (2014). Distonilerin Cerrahi Tedavisi. *Türk Nöroşirurji Dergisi*; 24(2): 189-193.
67. Krack P, Fraix V. et al. (2002). Postoperative Management of Subthalamic Nucleus Stimulation for Parkinson's Disease. *Mov Disord*; 17(suppl 3): 188-197.
68. Kupsch A, Benecke R. et. al. (2006). Pallidal Deep-Brain Stimulation in Primary Generalized or Segmental Dystonia. *New England Journal of Medicine*; 355(19): 1978.
69. Kwakkel G, Goede CJ. et al. (2007). Impact of Physical Therapy for Parkinson's Disease: A Critical Review of the Literature. *Parkinsonism & Related Disorders*; 13(suppl 13): 478-487.
70. Lang AE, Widner H. (2002). Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease: Patient Selection and Evaluation. *Mov Disord*; 17(suppl 3): 94-101.
71. Lang AE. (2003). Subthalamic Stimulation for Parkinson's Disease-Living Better Electrically?. *New England Journal of Medicine*; 349(20): 1888-1890.
72. Leis AA, Dimitrijevic MR. Et al. (1992). Modification of Cervical Dystonia by Selective Sensory Stimulation. *Journal of the Neurological Sciences*, 110:79–89.
73. Leung IH, Walton CC. et al. (2015). Cognitive Training in Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Neurology*; 85: 1843-1851.
74. Lozano AM, Dostrovsky J. et al. (2002). Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease: Disrupting the Disruption. *Lancet Neurol*; 1: 225–231.
75. Lozano AM, Hamani C. (2004). The Future of Deep Brain Stimulation. *J Clin Neurophysiol*; 21: 68–69.

76. Lozano AM, Kumar R. et. al. (1997). Globus Pallidus Internus Pallidotomy for Generalized Dystonia. *Movement Disorders*, 12: 865-870.
77. Lozano AM, Mahant N. (2004). Deep Brain Stimulation Surgery for Parkinson's Disease: Mechanisms and Consequences. *Parkinsonism Relat Disord*; 10: 49-57.
78. Lun V, Pullan N. et al. (2005). Comparison of the Effects of a Self-Supervised Home Exercise Program with a Physiotherapist-Supervised Exercise Program on the Motor Symptoms of Parkinsons Disease. *Mov Disord*; 20: 971-975.
79. Madsen PJ, Chen HCI. et al. (2018). Neurosurgical Approaches. Phys Med Rehabil Clin; 29(3): 553-565.
80. Mak MKY, Wong ECY. et al. (2007). Quantitative Measurement of Trunk Rigidity in Parkinsonian Patients. *Journal of Neurology*; 254(2): 202–209.
81. Marchese R, Diverio M, et al.(2000).The Role of Sensory Cues in the Rehabilitation of Parkinsonian Patients: Comparison of Two Physical Therapy Protocols. *Mov Disord*;15: 879-883.
82. Montgomery EB. (2004). Rehabilitative Approaches to Parkinson's Disease. *Parkinsonism &Related Disorders*; 10: 43-47.
83. Moro E, Gross RE. et. al. (2013). What's New in Surgical Treatment for Dystonia?. *Movement Disorders*, 28: 1013-1020.
84. Moro E. (2016). Neurosurgery: Complications of DBS Surgery Insights From Large Databases. *Nature Reviews Neurology*; 12: 617-618.
85. Morris ME. (2000). Movement Disorders in People with Parkinson Disease: A Model for Physical Therapy. *Physical Therapy*; 80(6): 578-597.
86. Nampiaparampil DE, Kuppy JE. et. al. (2008). Inpatient Rehabilitation After Deep Brain Stimulator Placement: A Case Series. *Parkinsonism and Related Disorders*; 14(4): 356-358.
87. Nardo A, Anasetti F. et al. (2014). Quantitative Gait Analysis in Patients with Parkinson Treated with Deep Brain Stimulation: The Effects of a Robotic Gait Training. *NeuroRehabilitation*; 35: 779-788.
88. Nieuwboer A, Kwakkel G. et al. (2007). Cueing Training in the Home Improves Gait-Related Mobility in Parkinson's Disease: The RESCUE Trial. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*; 78: 134-140.
89. Okazaki M, Sasaki T. et al. (2018). Characteristics and Prognostic Factors of Parkinson's Disease Patients with Abnormal Postures Subjected to Subthalamic Nucleus Deep Brain Stimulation. *Parkinsonism & Related Disorders* (Baskıda).
90. Okun MS, Tagliati M.et al.(2005).Management of Referred Deep Brain Stimulation Failures:A Retrospective Analysis from 2 Movement Disorders Centers. *Arch Neurol*; 62:1250-55
91. Okun MS. (2009). The Dystonia Patient: A Guide to Practical Management. *Demons Medical Publishing*.
92. Ondo W, Almaguer M. et al. (2001). Thalamic Deep Brain Stimulation. *Arch Neurol*; 58: 218-222.
93. Raming LO, Fox C. et. al. (2004). Parkinson's Disease: Speech and Voice Disorders and Their Treatment with the Lee Silverman Voice Treatment. *Seminars in Speech and Language*; 25(2): 169-180.
94. Robinson K, Cianci H. et al. (2005). Functional Outcome after Subthalamic Nuclear Deep Brain Stimulation: Six Month Follow-Up. *Mov Disord*; 20(suppl 10): 150.
95. Rochester L, Hetherington V. et al. (2005). The Effect of External Rhythmic Cues (Auditory and Visual) on Walking during a Functional Task in Homes of People with Parkinson's Disease. *Arch Phys Med Rehabil*; 86: 999-1006.
96. Sakar M, Dağçınar A. (2021). Spastisite Tedavisi. Türk Nöroşir Derg; 31(1): 179-181.
97. Samyra HJ, Keus SHJ. et al. (2009). Physical Therapy in Parkinson's Disease: Evolution and Future Challenges. *Movement Disorders*; 24(1): 1-14.

98. Sato K, Kuwano S. et al. (2017). The Effectiveness of Rehabilitation with Stimulation after STN-DBS in Moderate Parkinson's Disease Patients. *Journal of the Neurological Sciences*; 381: 834-835.
99. Schüpbach WMM, Chastan N. et al. (2005). Stimulation of the Subthalamic Nucleus in Parkinson's Disease: A 5 Year Follow Up. Journal of Neurology, *Neurosurgery & Psychiatry*; 76(12): 1640-1644.
100. Sindou M, Georgoulis G.et al. (2017). Lesioning Surgery for Spasticity. Youmans and Winn Neurological Surgery, 7th ed., Ed: Winn HR, Phi Elsevier, pp: 716-728.
101. Sindou MP, Mertens P. (2004). Decision-making for Neurosurgical Treatment of Disabling Spasticity in Adults. Oper Tech Neuro; 7(3): 113-119.
102. Sethi KD, Rodriquez R. et. al.(2012).Satisfaction with Botulinum Toxin Treatment: a Cross-Sectional Survey of Patients with Cervical Dystonia. *Journal Medical Economics*, 15: 419-23.
103. Shapiro MB, Vaillancourt DE. et al. (2007). Effects of STN-DBS on Rigidity in Parkinson's Disease. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*; 15(2):173-181.
104. Shen X, Wong-Yu IS. (2016). Effects of Exercise on Falls, Balance, and Gait Ability in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis. *Neurorehabil Neural Repair*; 30(6): 512-527.
105. Smania N, Corato E. et. al. (2003). The Effect of Two Different Rehabilitation Treatments in Cervical Dystonia: Preliminary Results in Four Patients. *Functional Neurology*, 18: 219-225.
106. Stankovic I. (2004). The Effect of Physical Therapy on Balance of Patients with Parkinson's Disease. *International Journal of Rehabilitation Research*; 27: 53–57.
107. Stewart RM, Desaloms JM. et al. (2005). Stimulation of the Subthalamic Nucleus for the Treatment of Parkinson's Disease: Postoperative Management, Programming, and Rehabilitation. *J Neurosci Nurs*; 37: 108-114.
108. Tassorelli C, Buscone S. et al. (2009). The Role of Rehabilitation in Deep Brain Stimulation of the Subthalamic Nucleus for Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Parkinsonism and Related Disorders*; 15: 675–681.
109. Tomlinson CL, Patel S. et al. (2012). Physiotherapy Intervention in Parkinson's Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ*; 345:e5004-e5004.
110. Tomlinson CL, Patel S. et al. (2013). Physiotherapy versus Placebo or No Intervention in Parkinson's Disease. *Cochrane Database Syst Rev*; 9: CD002817.
111. Umemura A, Oka Y. et al. (2010). Effect of Subthalamic Deep Brain Stimulation on Postural Abnormality in Parkinson Disease. *Journal of Neurosurgery*; 112(6): 1283-1288.
112. Vidailhet M, Vercueil L. et. al. (2005). Bilateral Deep-Brain Stimulation of the Globus Pallidus in Primary Generalized Dystonia. *New England Journal of Medicine*; 352(5): 459-467.
113. Visser-Vandewalle V, Temel Y. et al. (2004). Deep Brain Stimulation in Movement Disorders. The Applications Reconsidered. *Acta Neurologica Belgique*; 104: 33–36.
114. Visser-Vandewalle V, van der Linden C. et al. (2003). Long-Term Motor Effect of Unilateral Pallidal Stimulation in 26 Patients with Advanced Parkinson's Disease. *J Neurosurg*; 99: 701-707.
115. Vitek JL, Zhang J. et. al. (1998). Gpi Pallidotomy for Dystonia: Clinical Outcome and Neuronal Activity. *Advanges in Neurology*, 78: 211-219.
116. Volkmann J. (2004). Deep Brain Stimulation for the Treatment of Parkinson's Disease. *J Clin Neurophysiol*; 21: 6-17.
117. Walsh RA, Sidiropoulos C. et. al. (2013). Bilateral Pallidal Stimulation in Cervical Dystonia: Blinded Evidence of Benefit Beyond 5 Years. *Brain*, 136: 761-769.
118. Welter ML, Houeto JL. et al. (2002). Clinical Predictive Factors of Subthalamic Stimulation in Parkinson's Disease. *Brain*; 125: 575–583.

119. Woehrle JC, Blahak C. et. al. (2009). Chronic Deep Brain Stimulation for Segmental Dystonia. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 87: 379-384.
120. Xia R, Markopoulou K. et al. (2006). A Comparison of the Effects of Imposed Extension and Flexion Movements on Parkinsonian Rigidity. *Clinical Neurophysiology*; 117(10):2302-2307.
121. Yousefi B, Tadibi V. et al. (2009). Exercise Therapy, Quality of Life, and Activities of Daily Living in Patients with Parkinson Disease: A Small Scale Quasi-Randomised Trial. *Trials*; 10: 67.
122. Zetterberg L, Aquilonius SM. et. al. (2009). Impact of Dystonia on Quality of Life and Health in a Swedish Population. *Acta Neurologica Scandinavica*, 119: 376-382.

Kas Tonusu Bozuklukları ve Rehabilitasyonu İle İlgili Kanıta Dayalı Araştırmalar

34

Doç. Dr. Gözde İyigün, Dr. Öğr. Üyesi Beliz Belgen Kaygısız

GİRİŞ

Nörolojik rehabilitasyon uygulamalarının amacı kişinin fiziksel ve fonksiyonel kapasitesini iyileştirerek, günlük aktivitelere ve topluma katılımını artırmaktır. Günümüzde klinik uygulamalarda nörogelişimsel tedavi (NGT), Brunsstrom veya Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) gibi teknikler hala güncelliğini korurken, merkezi sinir sistemindeki nöroplastisitenin daha iyi anlaşılmaya başlamasıyla, motor kontrol ve motor öğrenmeye dayalı hedefe yönelik yaklaşımların kullanılması da artmaya başlamıştır. Bu bağlamda bu uygulamaların kanıt değerleri de gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Son yıllardaki literatürde kanıta dayalı uygulamalar çeşitlenmekte ve bu uygulamaların kullanıldığı hastalıkların sayısı da artmaktadır. Meta analizler, sistematik derlemeler ve randomize kontrollü çalışmalar gibi kanıt düzeyi yüksek olan birçok çalışma sunulmasına rağmen, halen uygulamaların protokollerindeki eksiklikler, değerlendirme yöntemlerindeki eksiklikler gibi kanıt düzeyi yetersizdir.

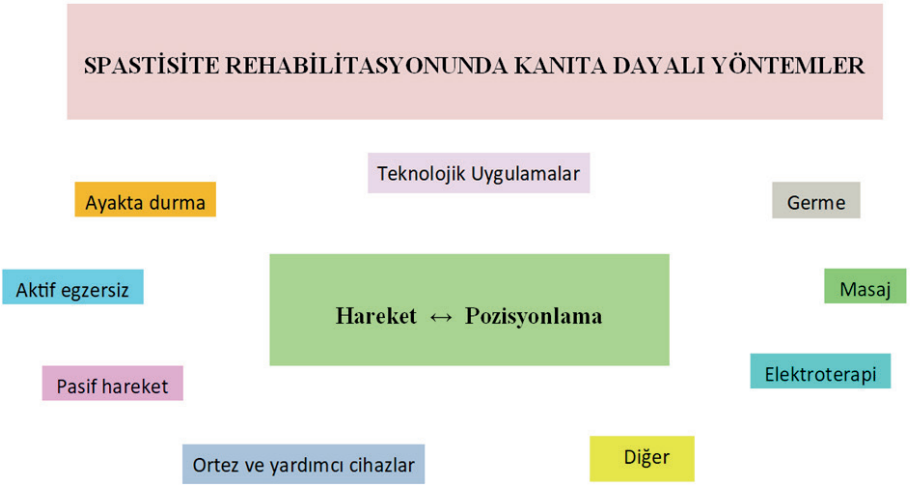
Kas tonusu istirahat halindeki kasta hissedilen gerginlik olarak tanımlanır. Serebral hemisfer, serebellum ve beyin sapının kas tonusunu kontrol etmede rolleri olduğu bilinmektedir. Bu üst nöral merkezlerde meydana gelen patolojiler tonus bozuklukları olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bölümde kas tonus bozukluklarında (spastisite, rijidite, hipotonus, distoni) geçmişten günümüze klinikte kullanılan rehabilitasyon yöntemlerinin kanıt düzeylerini araştıran çalışmalar incelenecektir.

Spastisite

Spastisite fonksiyonların kısıtlanmasına veya tamamen engellenmesine, ağrıya, uyku bozukluklarına, hijyen problemlerine neden olabilmekte, ayrıca hem kişinin kendisi

hem de bakım verenleri açısından birtakım zorluklar yaratmaktadır. Spastisitenin bazı pozitif etkileri (örn: ekstansör kas tonusunun ayakta durmayı kolaylaştırması, kemik yoğunluğunun korunması, vs) olmasının yanı sıra negatif etkilerinin (örn: kas gelişiminin inhibe edilmesi, kontraktür gelişimi, eklem subluksasyonları, postür bozuklukları, mobilite problemleri, vs) daha meşakkatli olabilmesi nedeniyle sıklıkla müdahaleyi gerektirmektedir.

Nörofizyoloji alanında yapılan çalışmalar sonucunda edinilen bilgiler, spastisitenin azaltılmasına yönelik olarak 1950'li yıllardan günümüze kadar çeşitli yöntemlerin kullanımına zemin hazırlamıştır. Germe, splintleme, soğuk uygulamalar, elektrik stimülasyonu gibi lokal/pasif uygulamaların yanı sıra çeşitli egzersiz uygulamaları gibi daha genel/dinamik uygulamaların spastisite üzerindeki etkisi günümüze kadar araştırılmaya devam etmiştir. Aşağıda ayakta durma, pasif hareketler, aktif egzersizler, germe, masaj, ortez ve yardımcı cihazlar, elektroterapi, teknolojik uygulamalar ve diğer kanıta dayalı güncel araştırma bulguları özetlenmiştir (Şekil 34.1).



Şekil 34.1: Spastisite Rehabilitasyonunda Kanıta Dayalı Yöntemler

Ayakta durma

Statik ağırlık aktarmanın, uzun süreli germe ve kas iğciklerinin, Golgi tendon organın, kutanöz reseptörlerin ve eklem reseptörlerinin uyarımı ile motor nöron eksitabilitesini inhibe ederek spastisiteyi azalttığı belirtilmektedir. Statik ağırlık aktarma egzersizleri SP'li çocukların fizyoterapi programı içerisinde; alt ekstremiteler için ayakta durma tahtasında alt ekstremitelerde, üst ekstremite için ise genellikle çeşitli pozisyonlarda (örneğin yüzüstü kollar ekstansiyonda eller veya yan yatışta kollar ekstansiyonda des-

tekli) direkt olarak kollar veya önkollarda ağırlık aktarma şeklinde sıklıkla kullanılmaktadır. Pin TW tarafından 2007 yılında statik ağılık aktarmanın SP'li çocuklarda üst ve alt ekstremitede spastisite üzerine olan etkisininin incelendiği bir sistematik derlemede üst ekstremitede ağırlık aktarmanın kas tonusunda değişiklik (el temas alanında artış) yarattığı belirtilmiş olsa da spastisiteyi azalttığına ve el fonksiyonlarını artırdığına yönelik yeterli kanıt bulunamadığı ifade edilmektedir. Aynı çalışmada alt ekstremiteye ağırlık aktarmanın (30 dk tilt table üzerinde ayakta durma) yüzeyel EMG sonuçları spastisitenin geçici olarak azaltılabildiğini göstermiş olsa da bu çalışmalarda fonksiyonel değişiklikler (örneğin, yürüme sırasında) araştırılmamıştır. Ayrıca bu sistematik derlemede yer alan çalışmaların metodolojik kalitesinin düşük olmasının yanı sıra dahil edilen çalışmaların güncel olmadığının belirtilmesi gerekmektedir. Ağırlık aktarmanın yararlarıyla ilgili iddiaların anekdotal olduğu ve klinisyenlerin SP'li çocuklarda ağırlık aktarma egzersizlerinin etkisi ile ilgili olarak süpheci yaklaşmaları tavsiye edilmektedir.

Salem Y ve ark. tarafından spastik SP'li çocuklarda uzun süreli ayakta durmanın yürüme karakteristikleri üzerindeki etkisi araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada hastaların 4-6 hafta boyunca (9 seans) haftada 3 gün, 45 dk boyunca ayakta durma tahtasında durmaları sağlanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları, uzun süreli ayakta durma programının GMFCS II. veya III. seviye olarak sınıflandırılan SP'li çocukların (n=6) yürüyüş paternleri üzerinde etkili olduğu ayrıca kas tonusunu (Modifiye Ashworth Skalası- MAS) azalttığı tespit edilmiş, ancak kaydedilen bu gelişmelerin 3. hafta sonrasında sürdürülmediği belirtilmiştir. Yapılan bu araştırmalar, SP'li çocuklarda ağırlık aktarma ile hedeflenen klinik değişikliklerin elde edilebilmesinde kullanılacak uygun yöntemler ve bu yöntemler için gerekli durasyon ve frekansın belirlenmesi amacıyla daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

Leung J ve arkadaşları, ayak bileği kontraktürü olan şiddetli travmatik beyin yaralanması geçirmiş (n=36) hastalarda ayakta durma, elektrik stimülasyonu ve splintlemenin sadece ayakta durmaya göre etkisi araştırılmış. Haftada beş kez ayak bileği dorsifleksörlerine elektrik stimülasyon verilerek 30 dakika süresince tilt table üzerinde durma, ve günde 12 saat ayak bileği splinti kullanımı verilen çalışma grubu ile haftada üç kez yalnızca 30 dakika süresince tilt table üzerinde durma eğitimi verilen kontrol grubu karşılaştırılmış. Sonuçlar incelendiğinde pasif ayak bileği dorsifleksiyonunda iki grup arasındaki farkın 6. hafta -3 derece (-8 ile 2) ve 10. hafta -1 derece (-6 ile 4) kontrol grubunun lehine olduğunu, 6. hafta ölçümlerinde spastisitenin (Tardiue skalası) çalışma grubu lehine değişim gösterdiği fakat bu değişimin 10. haftada ortadan kalktığı belirtilmiş. Araştırmacılar, kombine tedavinin (tilt table, elektrik stimülasyonu ve splint) sadece tilt table üzerinde ayakta durmaya göre üstünlük sağlayacak bir farklılık yaratmadığını belirtmişlerdir. Yapılan çalışmaların sonuçları SP'li çocuklarda sabit ayakta durmanın spastisite üzerinde olumlu bir etkisi olsa da ciddi ve kalıcı bir klinik fayda yaratmadığını göstermektedir.

Pasif hareketler

Cheng HY ve arkadaşları tarafından (2012), pasif hareketin alt ekstremite spastisitesi üzerine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada yaşları 6-12 arasında değişen 16 SP'li çocukta devamlı pasif hareket cihazı diz eklemine (iki açısal hızda: 15 ve 0°/s) 20 dakika uygulama yapılarak uygulamadan önce, uygulamadan hemen sonra ve 30 dakika sonrasında tekrarlı ölçümler yapılmış. Ölçüm sonuçları 15°/s uygulamanın spastiteyi (MAS) azalttığı, aktif eklem hareketini arttırdığı aynı zamanda yürüme hızını artırdığını gösterirken, 0°/s kontrol durumunun hiçbir ölçümde farklılık yaratmadığı belirtilmiştir (8). Cheng HY ve arkadaşlarının yaptığı sonraki bir çalışmada (2013) ise, yaşları 6-12 arasında değişen 18 spastik SP'li çocukta 8 hafta (haftada 3 kez) tekrarlı pasif hareket uygulamasının alt ekstremite kas tonusu ve fonksiyonu üzerindeki etkisi araştırılmış. Devamlı pasif hareket cihazı (15°/s hızda) ile 20 dakika uygulama yapılmış ve ölçümler her uygulamadan önce, sonra, 1 gün sonra ve 3 gün sonra yapılmış. Sonuçlara bakıldığında spastitenin (MAS) azaldığı, aktif eklem hareketinin ve yürüme hızının arttığı ve ambülasyon üzerindeki etkinin tedavi sonrası 3. güne kadar devam ettiği belirtilmiştir. Pasif hareket ile ilgili olarak yapılan bu araştırma sonuçları devamlı pasif hareketin klinisyenler ve hastalar için spastisiteyi azaltmak ve ambülasyonu artırmak amacıyla kullanılabilecek olan alternatif ve etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Aktif egzersizler

Geleneksel olarak spastisiteyi tedavi etmek için kullanılan yöntemler daha sıklıkla spastisitenin pozitif özelliklerine (örn: hiperrefleksi, pasif harekete karşı direnç ve klonus) yönelikti, ancak bu yöntemlerin fonksiyonelliğe yeterince katkıda bulunmadığı ve spastisitenin negatif özelliklerinin (örn: zayıflık ve beceri kaybı) fonksiyonların geliştirilmesini engelleyen en önemli faktör olduğu görüşü ortaya atılmış. Kasın morfolojik ve yapısal özelliklerinin kuvvet üretme kabiliyetini etkilediği ve kas hacminde azalma meydana gelmesi ile kasın tork ve güç üretme yeteneğinin etkilenebileceği belirtilmektedir. Örneğin spastik SP'li çocuklarda alt ekstremite kas yapısında değişiklerin meydana geldiği buna göre non-paretik ekstremite ve tipik gelişim gösteren çocuklar ile karşılaştırıldığında etkilenmiş ekstremitede kas hacmi, kesit alanı, kalınlığı ve kas gövde uzunluğunun azaldığı tespit edilmiş. Bu amaçla güncel nörorehabilitasyon uygulamaları hastaların tedaviye aktif katılımının gerekliliği üzerinde durmaktadırlar.

Williams SA ve arkadaşlarının yapmış oldukları bir çalışmada, GMFCS I-II ve 5-12 yaş arasında yer alan 15 Spastik Diplejik SP'li çocuğukta Botulinum Toksin Tip-A (BoNT-A) ve BoNT-A ve kuvvet eğitiminin spastisite üzerine olan etkisi incelenmiş. BoNT-A ile birlikte 10 hafta boyunca haftada 2 gün boyunca uygulanan kuvvetlendirme eğitimini (manuel direnç, Thera-band (lar), kum torbası) içeren ev programının spastisiteyi (MAS) azaltmada yalnızca BoNT-A uygulamasına göre daha başarılı ol-

duğu, ayrıca kas kuvvetini ve fonksiyonel becerileri artırmada da daha etkili olduğu belirtilmiştir. Dodd ve arkadaşlarının SP'li bireylerde kuvvetlendirme eğitim programlarının etkilerini araştırmış oldukları bir sistematik derlemede, kuvvetlendirme eğitiminin spastisite üzerine olan etkisi sadece 10 çalışmadan 2'sinde incelenmiş ve bu iki çalışmadan biri kuvvetlendirme eğitiminin spastisite üzerinde hiçbir değişime yol açmadığı diğeri ise spastisitede azalmaya neden olduğunu belirtilmektedir.

Ansari NN ve Naghdi S tarafından (2007), ayak bileği plantar fleksörlerinde spastisitesi mevcut olan 10 (37-76 yaş arasında) inme geçirmiş bireyde Bobath yaklaşımının (10 seans, haftada 3 gün, 1 saat) spinal alfa motor nöron eksitabilitesi üzerindeki etkinliğinin araştırılması amacıyla yapılan bir çalışmada, H refleksi, H/M oranı ve Ashworth Skalası ölçüm sonuçlarına göre Bobath tedavisi sonrasında bireylerde plantar fleksör spastisitesinin azaldığı ve ayak bileği aktif ve pasif eklem hareketinin arttığı ifade edilmiştir. Bobath yaklaşımı ile normal tonusun regülasyonu ve normal hareket paternlerinin reedükasyonu sağlanarak spinal alfa motor nöron eksitabilitesini etkileyerek spastisitenin azaltılmasının sağlanabileceği ifade edilmektedir. Mikołajewska ve arkadaşlarının yapmış oldukları, Bobath yaklaşımının (2 hafta boyunca, 10 seans) üst ekstremite kas tonusunun normalizasyonu üzerine olan etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada, MAS sonuçlarına göre 60 inme geçirmiş vakadan 16'sında iyileşme olduğu (26.67%), 1'inde relaps (1.67%), 8'inde ise değişim olmadığı (13.33%) belirlenmiş. Bu çalışmanın sonuçları iyileşmekte olan tüm vakalarda düzelmenin 1 seviye olduğu ve geri kazanımların en fazla MAS'a göre seviye 1'den 0'a düşme şeklinde olduğu gözlenmiş. Araştırmacılar Bobath yaklaşımının kas tonus normalizasyonunda en etkili olduğu durumun, orta-seviye kas tonus artışı olduğunu belirtmişlerdir. Gövde stabilizasyon egzersizlerinin alt ekstremite spastisitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir vaka çalışmasında, PNF eğitimi sonrasında H/M oranının %37'den %20'ye düştüğü bulunmuş. Ritmik stabilizasyon, izotonik kombinasyonlar gibi PNF (30 dk) eğitimi ile gövde stabilizasyonu artırılarak gövdede kokontraksiyon meydana getirilerek vücudun özgürlük derecesinin engellendiği böylelikle alt ekstremitelerde selektif hareket kontrolünün geliştirildiği ifade edilmiş.

Siebers A ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada spastik kronik hemiplejik (n=20) bireylerde modifiye Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (KZHT)'nin spastisite ve etkilenen üst ekstremite fonksiyonelliğinin araştırıldığı bir çalışmada, 2 hafta boyunca uygulanan mKZHT'nin spastisitenin azaltılması (MAS), aktif eklem hareketlerinin, kavrama kuvvetinin ve fonksiyonel kullanımının artırılmasında etkili olduğu ve bu gelişimin 6 ay boyunca sürdürüldüğü belirtilmiş. Yukarıda bahsi geçen nörofizyolojik yaklaşımlar ve Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi gibi bireylerin aktif katılımını gerektiren tedavi yaklaşımlarının hem SP'li çocuklarda hem de inme geçirmiş bireylerde spastisitenin azaltılmasında yöntemsel farklılıklara rağmen etkili olduğu görülmektedir.

Germe

Pin T ve arkadaşları (2006) tarafından SP'li çocuklarda pasif germenin etkilerine yönelik kanıtların araştırılmış oldupu bir sistematik derlemede manüel germenin eklem hareketlerini artırdığı (genellikle <10°), spastisiteyi azalttığı ve yürüme etkinliğini arttırdığına yönelik olarak kanıt düzeyinin yeterli olmadığı bildirilmiştir. Pasif germenin yanı sıra aktif germe ve terapötik pozisyonlamanın etkilerinin araştırılmış olduğu Wiart L ve ark. (2008) tarafından yapılan bir başka derlemede ise ve Pin T ve ark'nın çalışması ile benzer şekilde çalışmaların yetersiz olması, birey sayılarının az olması ve metodolojik problemlerden dolayı güçlü bir kanıt düzeyine varılamadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, farklı rehabilitasyon merkezinde çalışan fizyoterapistler tarafından cevaplanan anket sonuçları; fizyoterapistlerin seansın 10% 'ununda (5%–33%) germe teknikleri uyguladıkları ve 15%'inde (1%–25%) çocuklar, aileler ve bakım verenlerine germe tekniklerinin öğretildiği belirtilirken germe tekniklerinin (aktif, pasif ve pozisyonlama) spastisite şiddeti, çocuğun yaşı, toleransı, uyumu ve motivasyonu vs gibi faktörlere bağlı olarak seçildiği, uygulanan germe tekniklerinin tekrar sayısının 1 -10 (ortalama 4), germe süresinin ise 15 - 90 saniye (ortalama 30) olduğu ifade edilmiş.

Elshafey MA ve ark tarafından yapılan geleneksel pasif germe egzersizleri ve fonksiyonel germe egzersizlerinin yaş aralığı 5-8 olan 30 ambülatuar spastik diplejili çocukta etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada üç ay boyunca haftada 3 gün 2 saatlik bir tedavi programı uygulanmış. Bu çalışmada, pasif germe grubundaki çocuklara kalça fleksörleri, kalça adduktörleri, hamstringler ve plantar fleksörlerine her kas grubuna 3-5 tekrar olacak şekilde 30 saniye uygulama ve 30 dinlenmeyi içeren pasif germe uygulaması yapılırken çalışma grubundaki çocuklara fonksiyonel aktiviteler sırasında (örn: yürüme) germe uygulaması yapılmış. Çalışmanın ölçüm sonuçları her iki grupta da H/M oranının azaldığı, popliteal açının arttığı ve yürüyüşün geliştiği, bu sonuçların çalışma grubunda daha fazla olduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak, pasif germe sırasında aktif hareketlerinin uygulanması ile motor kontrolün geliştiği ve fonksiyonel kapasitenin arttığı bildirilmiştir.

Tsai KH ve arkadaşları inme sonrası spastik hemipleji gelişmiş (n=17) olan bireylerde tek seanslık uzun süreli germenin etkilerini araştırmışlar. Bu çalışmada triceps surae (TS) ya yönelik olarak 30 dk tilt-table üzerinde ayakta durma şeklinde germe uygulaması yapılmış. Sonuçlar, germenin hemen sonrasında pasif eklem hareket açıklığının arttığı, TS motor nöron eksitabilitesinin azaldığı (H/M oranı) tiblialis anterior'un (F/M oranı) ise arttığı fakat germeden 45 dk sonra yapılan ölçümlerde bu etkilerin uzun süreli olmadığı görülmüş. Kim EH ve arkadaşlarının (2013) yapmış oldukları bir çalışmada, kronik hemiparetik inme hastalarında (n=15) elde spastisitenin azaltılması amacıyla geliştirilmiş olan bir el-germe cihazının etkinliği araştırılmış. Bu çalışmada çalışma grubuna 4 hafta boyunca haftada 2 kez 10 dakika olacak şekilde germe uygu-

laması yapılmış. Germe uygulamasından sonra çalışma grubunda spastisitenin (MAS) azaldığı ve tedavi uygulanmayan kontrol grubunda ise değişim olmadığı belirlenmiş. Hem erişkin hem de çocuk popülasyonlarda yapılan pasif germe çalışmalarının sonuçları germenin ardından spastistenin azaltılabileceği fakat bu uygulamaların etkilerinin uzun süreli olmayabileceği görülmektedir. Yeterli kanıt olmamakla birlikte hastaların aktif katılımları sağlanarak yapılan germe uygulamalarının yarar sağlayabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Masaj

Spastik kasların gerilmeye karşı gösterdikleri direncin refleks ve intrinsik bileşenleri mevcuttur. SP'de spastik kasların katı (stiff) olmasının sebebinin kas liflerinin popülasyon normlarına göre daha kısa olması nedeniyle meydana geldiği düşünülmektedir fakat aslında, kasların boylarının popülasyon normuyla karşılaştırılabilir ölçüde olduğu belirtilmektedir. Kas liflerinin sarkomerinde bulunan titinin, popülasyon normlarına göre normalden daha sert olduğu belirtilmektedir. Kas lifleri arasındaki konnektif dokunun zayıflığının moleküler yay titinde çekme yükünün artmasına neden olabildiği söylenmektedir. Kas lifleri ve tendon arasındaki ilişki şiddetli bir şekilde bozulduğu ve kas liflerinin nüfus normuna kıyasla 1/3 kadar ince olduğu ifade edilmektedir. Spastisite nedeniyle kas lifleri, tendonlar ve konnektif doku yapılarında meydana gelen bu değişimlere yönelik olarak masaj uygulamalarından yarar sağlanabileceği ifade edilmektedir.

Macgregor R ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada Transvers masaj (İsveç masajı) uygulamasının etkilerinin araştırılması amacıyla yaşları 12-15 arasında değişen 5 spastik diplejik adölosanda 5 hafta boyunca haftada 2 kez 14 dakika ağrı yaratmayacak şekilde yapılan masaj uygulaması sonrasında ayak bileği dorsifleksiyonunda masaj öncesine göre daha fazla artış olmadığı görülmüş. Kısalan kasların gerilmeden hemen sonra, masaj uygulanmadan öncekinden daha fazla kısaldığı görülmüş. Bu durumun sarkomerlerdeki kontraktil filamentlerin arasındaki istirahat bağlarının kontraksiyon sırasında kırıldığı ancak kontraksiyonun ardından sarkomer uzunluğunu ayarlamak için hızla reforme olmasından kaynaklandığı belirtilmiş. Masaj uygulamasının kaslardaki sarkomer uzunluğunun yeniden dağılımı ve propriyoseptif geri bildirimin sağlanmasında etkili olduğu belirtilmiş. Ayrıca germe sırasında anormal gerilme refleksi insidansının ilk beş seans ve son beş seans karşılaştırıldığında, %40'dan %22'ye düştüğü belirtilmiş. Buna ek olarak beş katılımcıdan üçünde ayak bileği rotasyonunun amplitüdünün ve motor becerilerin arttığı (GMFM-66) bildirilmiş.

Rasool F ve arkadaşları tarafından yapılan SP'li çocuklarda derin friksiyon masajının spastisite üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada kontrol grubuna (n=30) Bobath tedavisi (refleks inhibitör postür) ve aşil tendon germeyi (10 tekrar, 8 sn tutma) içeren rutin fizyoterapi programı uygulanırken çalışma grubuna (n=30) rutin fizyote-

rapiye ek olarak derin friksiyon masajı (gastrocnemius ve soleus aşil tendonu boyunca) uygulanmış, her iki gruba 6 hafta boyunca haftada 5 kez 30 dk. süren tedavi uygulanmış. Tedaviden 6 hafta sonrasında çalışma öncesine göre spastisitenin (MAS) çalışma grubunda azaldığı fakat kontrol grubu ile arasında önemli bir fark bulunmadığı tespit edilmiş. Ayrıca her iki grupta da fonksiyonel seviyede bir değişim olmadığı belirtilmiş. Bu çalışmanın sonuçları spastik kası germe ve sarkomer uzunluğunu optimal seviyeye getirmek üzere kullanılan derin friksiyon masajının spastisite üzerinde olumlu etkisi olduğunu göstermesine rağmen rutin tedaviye göre önemli bir fark yaratmadığını göstermektedir. Thanakiatpinyo T ve arkadaşlarının yapmış oldukları inme hastalarında (n=50, dirsek ve diz çevresi kaslarında MAS'a göre ≤1+ düzeyinde spastisite mevcut olan) geleneksel Thai masajı ile konvansiyonel fizyoterapi programlarının kas spastisitesi, fonksiyonel beceri, anksiyete, depresyon ve yaşam kalitesi üzerindeki etkileri açısından karşılaştıran bir çalışmada 6 hafta boyunca, haftada 2 kez uygulanan Thai masajı ile konvansiyonel fizyoterapi uygulamalarının spastisite düzeyi, fonksiyonel beceri ve yaşam kalitesi açısından fark yaratmadığı, Thai masajının anksiyete ve depresyon düzeylerini daha fazla azalttığı bu durumun masajın parasempatik sinir sistemi üzerindeki etkisi dolayısıyla olabileceği ifade edilmektedir.

Multiple Skleroz (MS) hastalarında (n=24) efloraj, petrisaj, friksiyon ve statik kompresyon uygulamalarının kombinasyonun kullanıldığı mesaj terapisinin spastisitenin yanı sıra yorgunluk, ağrı, sağlık algısı ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı Backus D ve Manella C tarafından yapılan bir çalışmada 6 hafta boyunca haftada bir kez uygulanan masaj terapisinin yorgunluk, ağrı, sağlık algısı ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkisi saptanırken benzer bir etkinin spastisitenin (MAS) azaltılması açısından tespit edilmediği belirtilmiş. Masaj uygulamaları ile spastisite mevcut olan kasta sarkomer uzunluklarının optimal seviyeye getirilmesi, subkutanöz adezyonların kırılması ve fibrozisin önlenmesi ve kas iğciği reseptörlerinden gelen duyusal geri bildirimin artması sağlanabilmektedir. Ayrıca masaj ile tekrarlı kutanöz stimülasyonun verilmesi kapı kontrol mekanizması ile ağrının azaltılması ve parasempatik sinir sisteminin uyarımı ile depresyon ve anksiyetenin azaltabileceği ifade edilse de spastisite üzerindeki etkisinin olduğunu söyleyebilmek için yeterli kanıt yoktur.

Ortez ve yardımcı cihazlar

Novak I ve ark.'nın yapmış oldukları, SP'li çocuklarda çeşitli yöntemlerin etkinliğine dair kanıt düzeyini araştıran bir sistematik derlemede incelenen 166 çalışmanın sonuçları spastisitenin azaltılmasında botulinum toxin (BTX), diazepam ve selektif dorsal rizotomi gibi farmakolojik (fokal ve sistemik) ve cerrahi uygulamaların etkili olduğu belirtilirken fizyoterapi ile ilgili bir kanıt gösterilmemiştir, fakat spastisite ile bağlantılı olarak gelişebilecek eklem hareket açıklığının (ayak bileği) artırılmasında

alçılamanın yararlı olabileceği belirtilmektedir. Seri alçılama yöntemi BTX-A enjeksiyonu sonrasında dinamik spastik ekine sıklıkla eşlik eden ekin kontraktürünü azaltmak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır. Bu amaçla kasın gevşediği dönemde progresif germe yaratılarak triceps surae kasının boyu uzatılmaktadır. BTX-A enjeksiyonu sonrasında alçılama zamanın terapatik sonuçları etkilediği belirtilmektedir. Newman CJ ve ark. tarafından BTX-A sonrasında erken (aynı gün) ve gecikmiş (4 hafta sonra) seri alçılamanın spastik ekin üzerindeki etkisini araştırmak üzere yapılan bir çalışmada, spastik diplejik veya hemiplejik SP'li çocuklarda (n=12) gastroknemius kasına BTX-A uygulaması yapılmış. Bu çalışmanın sonuçları gecikmiş seri alçılamanın hem alçılama ile ilişkili ağrılı episodların insidansını azalttığı hem de spastisitenin rekürrensini azalttığı ve botulinum toksin reenjeksiyonunun frekansını azalttığı belirtilmiştir.

Dursun N ve ark. tarafından yapılan bir başka çalışmada standart tedaviye ek olarak uygulanan intermitant seri alçılamanın spastisite, pasif eklem hareket açıklığı ve yürüyüş üzerindeki etkileri araştırılmış. Bu amaçla plantarfleksör kaslarına BTX-A uygulaması yapılmış olan 51 ambülatuar SP'li çocuk tedavi grubu (alçılama ve 3 ardışık hafta sonu seri progresif alçılama) ve kontrol grubuna dahil edilmiş aynı zamanda her iki grupta yer alan çocuklara germe ve kuvvetlendirme egzersizleri haftada 5 gün olacak şekilde 3 hafta boyunca uygulanmış. Sonuç olarak hem 4. hafta hem de 12. hafta sonundaki ölçüm sonuçları pasif eklem açısı, spastisite (MAS ve Tardieu skalası) ve yürüyüşün tedavi grubunda kontrol grubuna göre daha iyi olduğu belirtilmiş. Araştırmalar SP'li çocuklarda özellikle gecikmiş ve intemittant seri alçılamanın etkili olduğunu gösterse bu yöntemlerin kullanımı ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Carda S ve arkadaşlarının çalışmasında, BTX-A tedavisine ek olarak uygulanan farklı tedavilerin etkileri araştırılmış, plantar fleksörlere BTX-A uygulaması yapılan spastik ekini olan 69 kronik hemiplejik hasta bantlama, alçılama veya germe (bir hafta boyunca günde iki kez 30 dk) gruplarına ayrılmış. Kısa dönemde (20 gün sonra) yapılan değerlendirmelerde bantlama ve alçılama yapılan grupların spastisite (MAS), ayak bileği pasif eklem hareketi, yürüme performansı ve yürüme kapasitesi açısından etkili olduğu görülürken uzun dönemde (90 gün sonra) alçılama yapılan grubun spastisite ve pasif eklem hareket değerlerinin bantlama ve germe grubundan daha iyi olduğu, yürüme kapasitesi açısından ise germe grubundan daha iyi olduğu belirtilmiş. Çalışmanın sonuçları alçılamanın bantlama ve germeye göre hem spastisite hem de yürüme açısından daha fazla yarar sağlayabileceğini göstermektedir.

Dinçer Ü ve ark yaptıkları çalışmada, BTX-A uygulaması sonrasında alt ekstremite ortezi ve fizyoterapi uygulamasının diplejik SP'li hastalarda (n=20) spastisite, eklem hareket açıklığı ve yürüme üzerine olan etkilerini karşılaştırılmış. Bu çalışmada bireyler fizyoterapi ve BTX-A grubuna veya ortez (rijit AFO) ve BTX-A grubuna dahil

edilmiş. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında her iki tedavinin de spastisite ve yürüme üzerine anlamlı etkileri olduğu, 12. hafta sonra yapılan değerlendirmelerde iki tedavi seçeneği arasında belirgin bir üstünlük olmadığı görülmektedir. Pittaccio S ve arkadaşları tarafından, hafif-şiddetli spastik tetraplejili 25 (n=16 travmatik beyin yaralanması) çocuk hastada özel yapım şekil hafızalı alaşım (SMA) bileşimi, termomekanik tedavinin etkilerini araştıran bir çalışmanın sonuçları bir ay boyunca kullanılan geleneksel (sabit açılı) ve pseudoelastik (dinamik) splintlerin dirsek (fleksör) ve ayak bileği (ekstansör) eklem hareketi ve spastisitesi üzerinde benzer etki yarattığını göstermiş. Pseudoelastik splintlerin geleneksel splinteler ile karşılaştırıldığında benzer ekstremite postür kontrolü yarattığını ve pasif eklem sertliği üzerinde etkili olduğu vurgulanmış.

Tamburella F ve arkadaşları tarafından yapılan, sensörlü ayak-ayak bileği ortezi (AFO) ile inaktif AFO kullanımının etkilerini karşılaştıran bir çalışmada inme geçirmiş (n=10) bireylere 6 hafta boyunca haftada 5 gün uygulama yapılmış. İki farklı ortez uygulaması sonuçları karşılaştırıldığında sensörlü AFO grubunda spastisite ve koaktivasyon indeksinin azaldığı, aktif eklem hareketi ve hızının ise arttığı tespit edilmiş. Bu çalışma sonuçları inaktif AFO ile karşılaştırıldığında eklem sensörlü ve görsel geri bildirim sağlayan AFO ile tedavi etkinliğinin arttığı belirtilmiştir. Başaran A ve arkadaşları tarafından yapılan inme geçirmiş bireylerde el bileği spastisitesinde volar ve dorsal splintlemenin etkilerini karşılaştıran bir araştırmada inme geçirmiş 39 hasta, 5 hafta boyunca gece 10 saate kadar kullanılan iki farklı splint kullanmışlar. İki farklı uygulama karşılaştırıldığında spastisite parametreleri (MAS, H latansı, H/M oranı) ve el bileği pasif eklem hareketi açısından aralarında bir fark olmadığı belirtilmiş. Çalışmaların sonuçları, rijit splintlere göre dinamik splintlerin spastisite üzerinde daha fazla yarar sağlayabileceğini gösterirken, splint kullanımının tek başına büyük bir klinik etki beklentisi olmadan bütünleyici yaklaşımların bir parçası olabileceğini göstermektedir.

Elektroterapi

Elektrik stimülasyonu

Nöromüsküler elektrik stimülasyonu (NMES) uygulanarak fonksiyonel elektrik stimülasyon sağlamak ve ağrının azaltılması ve duyusal uyarım sağlanması amacıyla transkutanöz elektriksel sinir uyarımı (TENS) uygulamaları nörolojik rehabilitasyonda sıklıkla kullanılmaktadır. TENS ve NMES uygulamalarının kas kuvvetinin artırılması ve spastisitenin azaltılmasında etkili olduğu belirtilmektedir.

Nöromüsküler Elektrik Stimülasyonu

Khalili MA ve ark.'nın SP'li çocuklarda pasif germeye ek olarak uygulanan elektrik stimülasyonunun sadece pasif germeye göre spastisite ve kontraktürü azaltmadaki etki-

sini araştırmak üzere yaptıkları bir çalışmada, bilateral diz fleksör spastisitesi olan SP'li çocukların (n=11) bir ekstremiteleri uygulama ekstremitesi olarak seçilirken (haftada 3 gün 30 dakika quadrisepse elektrik stimülasyonu ve haftada 5 gün hamstringlere pasif germe uygulaması), diğer ekstremiteleri ise kontrol ekstremitesi olarak seçilmiş (haftada 5 gün hamstringlere pasif germe uygulaması). MAS sonuçlarına göre spastisitenin elektrik stimülasyonu (şiddet: tolere edilebildiği kadar, frekans: 30 Hz, atım genişliği: 0.4 ms, atım/dinlenme siklusu: 4/4 sn, süre: 30 dk) kullanılan grupta meydana gelen değişim ile kontrol grubu arasında 0.8 puan fark olduğu ve elektrik stimülasyonu ve pasif germenin sadece pasif germe uygulamasına göre daha etkili olduğu belirtilmiştir. Daha önce bahsi geçen çalışmalarda pasif germenin spastisiteyi azaltma üzerindeki etkisinin sınırlı olduğu belirtilmişti, Khalili MA ve ark'nın çalışması pasif germeye elektrik stimülasyonu eklenmesi ile bu etkinin artırılabileceğine dair fikir yaratmaktadır fakat daha fazla çalışmaya gereksinim vardır.

Karabay İ ve ark., yapmış oldukları bir diğer çalışmada, tibialis anterior ve gastrocnemius kaslarına uygulanan nöromüsküler elektrik stimülasyonunun kısa dönem etkileri incelenmiş. Bu çalışmaya 28 spastik diplejik SP'li çocuk dahil edilerek, bu çocuklar elektrik stimülasyonu (şiddeti: 20-30 mA, frekansı: 25 Hz, atım genişliği: 250 µsn, atım/dinlenme, siklusu: 10/12 sn, süre: 30 dk) ve konvansiyonel fizyoterapi (germe, denge, postür ve yürüme egzersizleri) veya sadece konvansiyonel fizyoterapi gruplarına ayrılmışlar. Her iki gruba haftada 5 gün olacak şekilde 4 hafta boyunca uygulanan tedavi sonucunda elektrik stimülasyonu ve konvansiyonel fizyoterapi uygulanan grupta tibialis anterior ve gastrocnemius kesit alanı değerlerinin arttığı sadece konvansiyonel fizyoterapi uygulanan grupta ise azaldığı belirtilirken her iki tedavi yönetiminin de spastisite üzerinde etkili olmadığı belirtilmiştir. Yıldızgören MT ve ark. yapmış oldukları nöromüsküler elektrik stimülasyonunun ünilateral SP'li (n=24) çocuklarda el bileği hareketi, el bileği ve parmak fleksör spastisitesi ve el fonksiyonları üzerindeki etkisini araştıran bir çalışmada, her iki grupta yer alan çocuklara 6 hafta boyunca haftada 5 gün konvansiyonel egzersizler ve el-el bileği ortezi uygulanmış, tedavi grubuna ek olarak el bileği ekstansörlerine nöromüsküler elektrik stimülasyonu uygulanmış (şiddeti: 10-25 mA, frekansı: 30 Hz, atım genişliği: 300 µsn, atım/dinlenme siklusu: 12/5 sn, süre: 30 dk). Bu çalışmada spastisitenin (Zancolli Klasifikasyon Sistemi) tedavi grubunda 4. ve 6. haftalarda azaldığı, kontrol grubunda ise 6. haftada azaldığı belirtilmiş. Araştırmacılar el-el bileği splinti ve konvansiyonel egzersizler ile uygulanan nöromüsküler elektrik stimülasyonunun spastisite ve ayrıca aktif eklem hareket açıklığı ve el fonksiyonlarının geliştirilmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Bakhtiary AH ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada, plantarfleksör spastisitesi olan inme hastalarında (n=40) elektrik stimülasyonunun etkileri araştırılmış. Bireyler iki gruba ayrılarak; 20 seans boyunca her gün bir gruba Bobath inhibitör tek-

nikleri (15 dk refleks inhibitör patern olarak isimlendirilen pasif dorsi-plantar fleksiyon, diz ekstansiyon, kalça abduksiyon ve ekstrenal rotasyon) ve elektrik stimülasyonu (Faradik stimülasyon, şiddeti: supramaksimal-maksimum kontraksiyonun %25'i, frekansı: 100 Hz, atım durasyonu: 0.1 msn, atım intervali: 0.9 ms, süre: 9 dk, uygulanan kas: tibialis anterior) diğer gruba ise sadece Bobath inhibitör teknikleri uygulanmış. Çalışma sonuçlarına göre kombine tedavi alan grupta pasif ayak bileği eklem hareketi genişliğinin arttığı, dorsifleksör kas kuvveti, plantar kas tonusu (MAS) değerlerinde daha fazla gelişme olduğu belirtilirken soleus kası H-refleksi amplitüdünde ise iki grup arasında önemli bir farklılık olmadığı görülmüş.

Krause P ve arkadaşları tarafından spinal kord yaralanmalı hastalarda kas tonusunun azaltılmasında pasif ergometre (pasif seans) ve ergometre ile birlikte FES (aktif ergometre) kullanımının etkisi araştıran çapraz geçişli bir çalışmada ASIA skoru A olan 5 spinal kord yaralanmalı hasta aynı gün içerisinde hem pasif hem de aktif seansa (FES; frekansı: 20 Hz, atım genişliği: 500 msn, akım: 0-99mA, uygulanan kaslar: quadriceps, hamstringler ve gluteal kas grubu) dahil edilmişler. Uygulama sonuçlarına bakıldığında MAS ölçüm sonuçlarının her iki grupta benzer olduğu, pendulum testi (relaksasyon indeksi ve pik hız) sonuçlarına göre ise FES uygulamasının relaksasyon indeksi (aktif seans %68, pasif seans %12) ve pik hızda (aktif seans %50, pasif seans %1) daha etkili olduğu belirtilmiş. Farklı hasta popülasyonlarında spastisitenin azaltılması amacıyla yapılan elektrik stimülasyon uygulamalarının yararlı olabileceğini gösteren bazı çalışmalar olmasına rağmen popülasyon, uygulama süresi, uygulama yapılan kaslar ve akım özellikleri (frekansı, şiddeti vs) açısından farklılıklar mevcut olmaması nedeniyle kanıt düzeyinin yeterli olmadığı görülmektedir.

Transkutanöz Elektrik Stimülasyonu

Park J ve arkadaşlarının çalışmalarında, kronik inme hastalarında egzersiz programına ek olarak uygulanan TENS'in spastisite, denge ve yürüme üzerindeki etkileri araştırılmış. Bu çalışmada hastalar TENS (elektrotların yerleştirilmesi: lateral ve medial quadriceps ve gastrocnemius üzerine, frekans: 100 Hz, atım genişliği: 200 µsn, süre: 30 dk) veya plasebo TENS (stimülasyon uygulanmamış, süre: 30 dk) gruplarına ayrılmış ve her iki gruba 6 hafta süreyle haftada 5 kez 30 dk'lık tedavi uygulanmış. Tedavi sonuçları incelendiğinde spastisitenin (MAS), statik ve dinamik dengenin ve yürüyüşün birçok parametresinin (yürüme hızı, kadans, adım uzunluğu) TENS grubunda plasebo TENS grubuna göre daha fazla artış gösterdiği tespit edilmiş. MS'li hastalarda TENS'in spastisite üzerinde iki farklı uygulama zamanının etkisini karşılaştırmak amacıyla yapılan çapraz geçişli bir çalışmada ise haftada 2 gün 60 dakika süren ve günlük 8 saat süren TENS (frekans: 100 Hz, atım genişliği: 0.125 msn) uygulaması yapılmış. Çalışma sonuçları iki grup arasında global spastisite skoru (GSS) açısından

fark olmadığını, fakat 8 saatlik uygulamanın kas spazmını ve ağrıyı önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

Ridha MA ve arkadaşlarının, spinal kord yaralanmalı (SKY) hastalarda oral antispastik ilaç, TENS ve sadece fizyoterapi uygulamasının etkilerini araştırmak amacıyla yapmış oldukları çalışmada spastisitesi olan 59 travmatik SKY'li hasta 5 farklı gruba (pozitif kontrol grubu, grup I fizyoterapi programı, grup II oral anti-spastik ilaç (Baklofen) ve fizyoterapi programı, grup III TENS ve fizyoterapi programı ve grup IV oral anti-spastik ilaç (Tizanidine) ve fizyoterapi programı) ve 31 sağlıklı birey çalışmaya dahil edilmiş. Sonuçlara bakıldığında tedavi öncesi ve sonrası Hmaks/Mmaks oranı açısından grup I ve grup III'de yer alan bireylerde anlamlı değişim saptanmış. Araştırmacılar sadece oral medikasyon ve fizyoterapi uygulamalarından ziyade multidisipliner yaklaşımların daha fazla etkili olduğunu belirtmişler. Aydın G ve arkadaşları tarafından SKY'li hastalarda TENS ve oral baklofenin spastisite üzerindeki klinik ve elektrofizyolojik etkilerini araştıran başka bir çalışmada ise TENS (n=10) (akım: bifazik kare, elektrotların yerleştirilmesi: gastrocnemius kasını içerecek şekilde bilateral tibial sinir üzerine, frekans: 100 Hz, şiddeti: 50 mA, durasyon: 100 msn, süre: 15 dk, seans sayısı: 15) veya oral baklofen grubuna (n=11) dahil edilen 21 hasta ve kontrol grubunda yer alan 20 sağlıklı birey yer almış. Çalışma sonuçlarına bakıldığında hem baklofen hem de TENS gruplarında alt ekstremite MAS skoru, spazm frekans skalası, derin tendon refleks skoru, fonksiyonel disabilite skoru ve FIM skorlarında gelişme görülürken, H-refleks maksimum amplitidünün sadece TENS grubunda azaldığı belirtilmiş. TENS grubunda en belirgin gelişimin ise özellikle MAS skoru ve H-refleksi maksimum amplitidünün 15. seansdan 15 dakika sonra yapılan ölçümlerde meydana geldiği belirtilmiş. Farklı hasta popülasyonlarda yapılan çalışmalar TENS uygulamasının spastisiteyi azaltmakta etki sağlayabileceğini göstermektedir.

ESWT

Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (ESWT) çeşitli ortopedik problemlerin (örn: tendinopatiler) tedavisinin yanı sıra spastisitenin azaltması amacıyla da kullanımı güncel araştırmalarda yeri olan bir tedavi yaklaşımıdır. ESWT'nin spastisiteyi azaltma mekanizması ile ilgili kesin bir açıklama mevcut olmasa da bazı varsayımlar mevcuttur. Bunlardan biri kas dokusunun reolojik özelliklerinin; tiksotrofiyi teşvik etme (dolayısıyla aktin ve miyozin moleküllerinin arasındaki geçici fonksiyonel bağlantıyı kırmak) ve miyo-elastik dokularda retraktil fibrozü önlemek veya azaltmak (esas olarak sırasıyla vasküler-metabolik bağlantı yoluyla, sırasıyla beslenme ve doku temizleme gelişimi ve Ph ile ilişkili olarak) modülasyonu ile ilgili olduğu belirtilmektedir. Bir başka açıklanan mekanizma ise, nöral kas iğciğinin aktivasyon eşiğinin modülasyonu ile ilgilidir; küçük kas afferentleri kapsaisin-duyarlı lifler kas iğciği aktivitesini etkileyebilir,

ve periferal ritmik duyu sinyalleri - ESWT dahil olmak üzere – spinal kordun dorsal boynuzunda yerleşik bulunan inhibitör internöronları kontrol ve inhibe eder, böylece α motor nöronları aşağı yönde regüle ederler. Bir başka hipotez ise, Golgi tendon organının stimülasyonudur, germe uygulanması ile (klasik olarak kas gerilmesinden 6 saniye sonra indüklenir) oluşan inhibitör etki nedeniyle spastisitenin azaltılmasıdır.

Vidal X ve ark yapmış oldukları çalışmada, yaşları 10-46 arasında değişen 15 SP'li bireyde rESWT'nin spastisiteyi azaltmaktaki etkisi araştırılmış. Bu hastalarda belirlenen 40 spastik kas randomize olarak 3 farklı gruba ayrılmış (grup 1: rESWT spastik kas, grup 2: rESWT spastik kas+ rESWT antagonist kas ve grup 3: plasebo) ve bu kaslara 1 hafta içerisinde aralıklı olarak 3 seans uygulama yapılmış ve rESWT uygulaması her kasa 2000 atım (atım dozu) olacak şekilde (enerji yoğunluğu: 0.10 mJ/mm^2 (2 bar), frekans: 8 Hz) uygulanmış. rESWT'nin SP'li bireylerde plaseboya göre spastisiteyi (MAS) azalmakta daha etkili olduğu, ayrıca bu etkinin 2 ay süreyle devam ettiği belirtilmiş. SP'li çocuklarda alt ve üst ekstremiteye uygulanan ESWT tedavisinin spastisite, kaba motor fonksiyon ve spastisite kaynaklı ağrı üzerine olan etkisini araştıran Mirea A ve ark tarafından yapılan bir başka çalışmada yaşları 2-18 arasında olan 63 SP'li çocuğun en fazla etkilenen kaslarına 3 seans ESWT tedavisi uygulanmış. Hastalara uygulanan ESWT tedavisi (enerji yoğunluğu: 0.15 mJ/mm^2, frekans: 10 Hz, atım dozu: 500 şok/seans) sonuçları incelendiğinde spastisitenin (MAS) tedavi sonunda başlangıca göre azaldığı ve bunun ağrı skorunda azalma ve kaba motor fonksiyonda (GMFM-66 skoru) artış meydana getirdiği belirtilmektedir.

Li TY ve arkadaşları tarafından inme geçirmiş bireylerde rESWT'nin spastisite üzerindeki uzun dönem etkisini ve fonksiyonel aktiviteye olan etkisini incelemek amacıyla yapılan bir çalışmada bireyler 3 farklı gruba ayırılmış; grup A (3 ardışık hafta, haftada 1 seans rESWT), grup B (1 seans rESWT) ve grup C (3 ardışık hafta, haftada 1 seans sham rESWT). rESWT uygulaması fleksör karpi ulnaris ve radialis kasları üzerine (frekans: 5 Hz, atım dozu: 1500 şok/seans, basınç: 3.5 bar) ve intrinsik kaslar ve fleksör digitorum tendonu üzerine (frekans: 5 Hz, atım dozu: 4000 şok/seans, basınç: 3 bar) yapılmış. Ölçümlerin başlangıç ve tedaviden sonraki 1., 4., 8., 12. ve 16. haftalarda yapıldığı bu çalışmada, grup A'da (3 seans) yer alan bireylerde el ve el bileği spastisitesindeki (MAS), azalmanın 16. haftaya kadar sürdüğü, grup B'de (1 seans) 8-12 haftaya kadar, bu anlamada üç seanslık tedavinin tek seanslık tedaviye göre özellikle el bileği üzerinde daha uzun süreli bir etkisinin olduğu belirtilmiş. Ayrıca 3 seans rESWT'nin el fonksiyonları (16 hafta süren) ve el bileği kontrolü (12 hafta süren) üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiş. Troncati F ve arkadaşları tarafından ESWT'nin kronik hemiplejik hastalarda kas tonusu ve motor bozukluk üzerine olan etkisini araştırmak amacıyla yapılan başka bir çalışmada, hipertonik dirsek fleksörleri ve elin interosseöz kasları üzerine bir hafta arayla 2 seans ESWT (enerji yoğunluğu: önkol-0.08 mJ/mm^2 ve el-0.105 mJ/mm^2 frekans: 10 Hz, atım dozu: önkol-1600 şok/seans ve el-800 şok/

seans) uygulaması yapılmış ve etkileri araştırılmış. Tedavinin hemen ardından spastisitenin (MAS) azaldığı ve motor fonksiyonlarda (Fugl- Meyer Skalası) gelişme olduğu, tedaviden sonra yapılan 3. ve 6. hafta takip ölçümlerinde ise spastisite ve motor fonksiyonlarda görülen gelişimin sürdüğü, fakat hasta memnuniyetinin klinik sonuçlar kadar fazla olmadığı tespit edilmiş. Guo P ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında inme geçirmiş bireylerde ESWT'nin kas tonusu üzerine olan kısa (hemen sonrasında) ve uzun (4 hafta sonrasında) dönem etkileri araştırılmış. Altı çalışmanın dahil edildiği bu meta-analiz çalışmasına göre; kısa dönemde (ortalama fark [SMD], −1.57) ve uzun dönemde (SMD, −1.93) spastisitenin (MAS) tedavi öncesine göre azaldığı, ayrıca ESWT'nin bu hasta grubunda herhangi bir yan etkisinin olmadığı tespit edilmiş.

ESWT'nin ayak bileği ekstansör kaslarında ağrılı hipertonisi olan MS'li bireylerde uzun süreli etkisini araştıran Marinelli L ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada bireyler iki farklı gruba ayrılmış; bir grup (n=34) 4 seanslık haftada 1 kez rESWT (frekans: 4 Hz, atım dozu: gastrocnemius-600 şok/seans, soleus-600 şok/seans, Aşil tendonu-200 şok/seans, basınç: 1.5 bar) tedavisi alırken diğer grup (n=34) plasebo tedavisi (metal aplikatörün önüne ince köpük yerleştirilerek şok dalgaların hedef kaslara ulaşması engellenmiş). Tedavi sonrasında yapılan ölçümlerde ağrının azalmış olduğu spastsitenin (MAS) ise tedaviden 1 hafta sonraki ölçümlerde azalmış olduğu fakat 1 ay sonraki ölçümlerde bu etkinin devam etmediği belirtilmiş. Ayrıca, spinal eksitebilitenin ölçülmesi amacıyla kullanılan H-refleksinin tedavi sonrasında değişmediği tespit edilmiş. Araştırmacılar, bu çalışma sonrasında rESWT'nin ağrı ve kas tonusunu azaltmada etkili olduğunu fakat spinal eksitabilite üzerinde etkisi olmadığını bunun rESWT'nin non-refleks hipertoni (örn: kas fibrosizinin azalması) üzerinde rol oynadığını belirtmişlerdir. Spastisitenin görüldüğü farklı hasta popülasyonlarında ESWT'nin etkisi ile ilgili olarak günümüze kadar yapılan çalışmaların olumlu sonuçlar verdiği dikkat çekmektedir fakat bu uygulamaların etki mekanizmasının henüz açıklanamamış olması ve yan etkilerin oluşma ihtimali dolasıyla daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Teknolojik uygulamalar

Tüm Vücut Vibrasyon (TVV)

Vibratuar stimülasyon spastisite tedavisi amacıyla kullanılmaya başlanan yeni bir terapatik modalitedir. TVV uygulamasında kişi bir vibrasyon platformu üzerinde durur ve düşük-frekanslı, düşük-amplitüdlü mekanik stimülasyon ayaklardan insan vücuduna aktarılır. Bu vibrasyon, tonik vibrasyon refleksi ile kas kontraksiyonunu başlatan sinir uyarıları göndererek kas iğciğini stimüle etmektedir. Ahlborg L ve ark tarafından yapılan SP'li erişin bireylerde 8 hafta TVV eğitimi ile dirençli eğitimin spastisite, kas

kuvveti ve motor performans üzerine olan etkilerini araştıran bir çalışmada yaşları 21-41 arasında değişen 14 spastik diplejik birey TVV (8 hafta boyunca haftada 3 gün; 5 dk ısınma, TVV- frekans: 25-40 Hz, şiddet: bireysel olarak değişen, pozisyon: kalça ve dizler 50° fleksiyonda statik ayakta durma, süre: 6 dk- ve TVV sonrası germe) veya dirençli eğitim (8 hafta boyunca haftada 3 gün; benzer şekilde ısınma ve germe, 10-15 tekrarlı, 2 dk aralıklarla, progresif leg press ile eğitim) grubuna dâhil edilmiş. Çalışma sonuçları incelendiğinde, TVV grubunda diz ekstansörlerinin spastisitesinde azalma mevcut olduğu fakat diğer ölçülen kaslarda spastisitede herhangi bir azalma olmadığı ayrıca kaba motor fonksiyonların geliştiği, kas kuvvetinin ise dirençli eğitim grubunda artmış olduğu, yürüme ve denge becerisi açısından ise her iki grupta da değişiklik olmadığı kaydedilmiş.

Cheng HYK ve ark (2015) tarafından yapılan SP'li çocuklarda TVV'nin alt ekstremite spastisitesi ve ambulatuar fonksiyonlar üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada 16 spastik diplejik veya quadriplejik çocuğa bir seans TVV (frekans: 20 Hz, pozisyon: dizler 30° fleksiyonda, süre: 20 dk) veya kontrol (aynı prosedür vibrasyon verilmeden) eğitimi verilmiş, bir hafta aranın ardından gruplar değiştirilmiş ve aynı yöntem uygulanmış. Sonuçta TVV eğitimi ile aktif eklem hareketinin arttığı, spastisitenin azaldığı (relaksasyon indeksi ve MAS) ve ambulatuar fonksiyonların geliştiği tespit edilmiş (68). Tupimai T ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada SP'li çocuk ve adolosanlarda TVV ve uzun süreli pasif germenin spastisite, kuvvet ve denge üzerindeki ani ve kısa-süreli etkisi araştırılmış. Bu çalışmada bireyler kontrol grubu (uzun süreli germe- 40 dk) veya çalışma grubu (uzun süreli germe- 30 dk ve TVV- frekans: 20 Hz, pozisyon: her iki ekstremiteye eşit ağırlık verilerek, süre:10 dk) olarak ayırılmışlar. 6 hafta boyunca haftada 5 seans uygulanan tedavinin ardından çalışma grubunda yer alan bireylerde tüm kaslarda kas tonusunun (MAS) azaldığı, kas tonusunda meydana gelen bu azalmanın kontrol grubuna göre daha fazla olduğu belirlenmiş. 6 hafta sonraki ölçüm sonuçlarında TVV ve uzun süreli pasif germenin birlikte uygulanmasının spastisitenin azaltılması açısından sadece uzun süreli pasif germeden daha etkili olduğu, ayrıca denge ölçüm sonuçlarının çalışma grubunda daha iyi olduğu belirtilmiş.

Kronik inme hastalarında tek seans TVV eğitiminin ayak bileği plantarfleksiyon spastisitesi ve yürüme performansı üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada (Chan KS ve ark) tedavi uygulanan grupta (n=15) tek seans TVV (frekans: 12 Hz, amplitüd: 4 mm, pozisyon: kalça desteği ile yarı-çömelme pozisyonunda ayakta durma veya oturma, süre: 10 dk vibrasyon, 1 dk dinlenme x 2) uygulaması yapılırken kontrol grubunda (n=15) aynı işlemler tekrarlanarak vibrasyon makinesi kapalı iken uygulama yapılmış. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında TVV grubunda spastisitenin (MAS ve Hmaks/Mmaks oranı) kontrol gurubuna göre daha fazla azalmış olduğu ve bu grupta yürüme performansı (yürüme hızı, süreli kalk yürü testi, 10 metre yürüme

testi) ve ağırlık dağılımının daha iyi olduğu görülmüş. Pang MY ve arkadaşları tarafından yapılan kronik inmeli hastalarda TVV'nin kemik döngüsü, motor fonksiyon, alt ekstremite kas kuvveti ve spastisite üzerine etkilerini araştıran bir çalışmada, 24 seans (8 hafta) boyunca çalışma grubuna egzersiz eğitimi ile birlikte TVV (frekans:20-30 Hz, amplitüd: 0.60-0.44 mm, süre: 1.5-2.5 x 6, egzersiz protokolü: yanlara ve öne-arkaya ağırlık aktarma, yarı-tam çömelme, öne lunge, tek ayak üzerinde durma) uygulanırken kontrol grubuna sadece egzersiz eğitimi verilmiş. Çalışmanın sonucunda spastisitenin (MAS) TVV grubunda azaldığı saptanırken kemik döngüsü, motor fonksiyon ve kas kuvveti açısından iki grup arasında önemli bir fark meydana gelmediği belirtilmiş.

Tankisheva E ve arkadaşları tarafından yapılan TVV eğitim programının kronik inmeli hastalarda etkisini araştıran bir başka çalışmada bireyler TVV (frekans: 35-40 Hz, amplitüd: 1.7-2.5 mm, pozisyon: kalça desteği ile yarı-çömelme pozisyonunda ayakta durma veya oturma, süre: 30-60 sn vibrasyo x 5-17) ve kontrol grubu (herhangi bir tedavi uygulanmamış) olmak üzere iki gruba ayrılmış. Çalışma grubuna uygulanan 6 hafta boyunca haftada 3 kez tedavi sonucunda izometrik ve izokinetik diz ekstansiyon kuvveti ve postüral kontrol açısından tedavi grubunun daha fazla gelişim gösterdiği fakat spastisitenin (MAS) vibrasyon tedavisinden etkilenmediği belirtilmiş. Yapılan bazı çalışmalar TVV'nin spastisitenin azaltılmasında etkili olabileceğini, vibrasyon sinyallerinin terapatik etki gösterdiği frekans aralığının 25-30 Hz olduğu bilinmektedir. Vibrasyon frekansının 20 Hz'in altında olması durumunda rezonans özelliği göstererek vibrasyonun amplifikasyonuna neden olabileceği, bu durumda iç organ hasarları gibi olası yan etkiler ortaya çıkabileceği belirtilmektedir. Öte yandan 30 Hz'den daha yüksek frekansların yüksek pik akselerasyon değerleri ile ilişkili olması ve kırılgan kemiklere zarar verebilmesi nedeniyle inme popülasyonunda kullanımının tercih edilmediği belirtilmektedir.

Robotik uygulamalar

Pediatrik rehabilitasyonda çocuklarda iş birliği sağlamak ve onları egzersize motive edebilmek zor olabilir. Uygulanacak terapinin şiddeti bir yandan yararlı olabilecek şiddette olmalı öte yandan ise çocukları tedirgin etmemelidir. Bu nedenle tedaviyi hem eğlenceli hem de yararlı kılabilecek bazı cihazlar geliştirilmiş ve etkinlikleri araştırılmıştır. Hafif-orta spastik SP'ye sahip olan çocuklarda pasif germe ve aktif hareket eğitiminin etkilerini belirlemek amacıyla Zhang LQ ve ekibi tarafından pasif germe (önceden belirlenmiş torkta ayak bileği plantar fleksör kaslarını dorsifleksiyon yönünde germek) ve aktif hareket eğitiminin (bilgisayar oyunu yardımıyla ayak bileğinin dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon hareketleri elde etmek) bir arada kullanıldığı bir robotik rehabilitasyon uygulaması (akıllı ayak-bileği germe cihazı) kullanılmış.

Wu YN ve Hwang M tarafından yapılan çalışmada 6 haftada boyunca haftada 3 seans olacak şekilde her seans; 20 dk pasif germe, 30 dk aktif hareket eğitimi ve 10 dk pasif germeyi içeren bu tedavi sonucunda çocukların spastisite ölçüm sonuçlarının azalmasının yanı sıra uygulanan robotik rehabilitasyonun biyomekaniksel özellikler, motor performans, denge ve mobilite özellikleri açısından da olumlu değişiklikler yarattığı belirtilmiştir. Zhang LQ ve ekibinin geliştirmiş oldukları robotik cihazın kullanıldığı bir başka çalışmada (Zhao H ve ark) ise SP'li çocuklarda uygulanan 6 haftalık pasif germe ve aktif hareket tedavisinin gastrosoleus kasları ve Aşil tendonu biyomekaniksel özelliklerini in vivo olarak ultrasonografi cihazı kullanılarak değerlendirilmiş. Uygulanan bu tedavi programının ardından kas fasiküllerinde elongasyon (Soleus: 8%, Gastrocnemius: 3%,), pennasyon açısının azaldığı (Soleus: 10%, Gastrocnemius: 5%), fasiküler katılığın (stiffness) azaldığı (Soleus: 17%, Gastrocnemius 21%), tendon uzunluğunun azaldığı (6%), Aşil tendon katılığının arttığı (32%) ve Young modülünün arttığı (20%) belirlenmiş. Bu çalışma sonucunda çocukların gelişen kas ve tendonlarının tedaviye cevap verdiği ve adapte olabildiği belirtilmiş.

Gao F ve arkadaşları ise Zhang LQ ve ekibinin geliştirmiş oldukları robotik cihazı kullanarak inme geçirmiş bireylerde kontrollü ayak bileği germe uygulamasının kas-tendon ünitelerinde aktif ve pasif biyomekaniksel özelliklerde meydana gelen değişimleri araştırmışlar. Çalışmalarında ayak bileği spastisitesi/kontraktürü olan 10 inme hastası ve 10 sağlıklı kontrol bireyde 60 dk germe uygulaması yapılmış. Çalışmanın sonuçları eklem ile ilgili olarak pasif eklem hareket açıklığının arttığı ve eklem sertliğinin azaldığını, kas-tendon yapılarında kuvvet çıktısının geliştiği bunun kas fasikül sertliğinin azalması, fasikül uzunluğunun artması ve aşil tendonunun kısalması ile ilişkili olabileceği belirtilmiş. Zhang LQ ve ekibinin geliştirmiş oldukları robotik cihazın kullanıldığı bir başka çalışmada (Waldman G ve ark) ise ayak bileği ve mobilite bozukluğu inmeli bireylerde kontrollü pasif germe ve aktif hareket eğitiminin etkileri incelenmiş. Bu çalışmada 6 hafta boyunca bir gruba robotik tedavi verilirken diğer gruba ev egzersiz programı uygulanmış. Çalışmanın sonucunda robotik tedavi grubunda yer alan bireylerde spastisitenin (MAS) daha fazla azaldığı ve mobilite, denge, dorsifleksiyon pasif eklem hareketi, dorsifleksör kas kuvveti ve paretik ekstremitede ağırlık taşımanın daha fazla arttığı tespit edilmiş ve bu gelişimin tedaviden 6 hafta sonra yapılan takip ölçümlerinde korunduğu saptanmış. Hem SP hem de inme popülasyonlarında birçok çalışmada araştırılan pasif germe ve aktif hareket eğitimi sağlayan robotik rehabilitasyon uygulamasının, bu popülasyonlarda spastisitenin azaltılması, kasın biyomekaniksel özelliklerinde olumlu değişim ve fonksiyonel gelişim yarattığı belirtilmiştir.

Mirbagheri MM ve arkadaşları tarafından yapılan inkomplet spinal kord yaralanmalı hastalarda Robotik-Yardımlı Lokomotor (LOCOMAT) eğitimin (4 hafta süreyle, haftada 3 gün, 30 dakika) spastisite ve istemli kontrol üzerindeki etkisini araştıran

bir çalışmada nöromüsküler bozuklukları belirlemek için paralel kaskat belirleme tekniği, istemli kontrolü değerlendirmek için ise ayakbileği fleksör ve ekstansörlerinin izometrik maksimum istemli kontraksiyonu kullanılmış. Bu çalışmada 4 haftalık eğitim sonrasında nöromüsküler bozukluklar olarak belirtilen refleks sertliğin (%65) ve intrinsik (kassal) sertliğin azaldığı (%60), ayrıca maksimum istemli kontraksiyonun (ekstansörlerde %93, fleksörlerde %180) arttığı tespit edilmiş. İnkomplet spinal kord yaralanması olan bireylerde yürüme ortezi ile verilen otomat lokomotor eğitimin (LOKOMAT) fonksiyonel mobilite üzerine olan etkisini araştıran bir çalışmada (Wirz M ve ark) nörolojik lezyon seviyesi L1 üzerinde olan, ASIA seviyesi C ve D olan ve çoğunluğu ambulatuar (n=16) olan 20 SKY'li hasta dahil edilmiş. Bu çalışmada vücut ağırlık destekli treadmill kullanılarak, sekiz hafta boyunca haftada 3-5 seans 45 dakika süren LOKOMAT (yürüme hızı 0.42 and 0.69m/s) eğitimi sonrasında yürüme hızı, endurans ve fonksiyonel performansta önemli gelişim olduğu görülürken spastisite (quadriceps MAS ve SCATS- ayak bileği klonusu, multieklem ekstansör ve fleksör spazm) ölçüm sonuçlarından sadece ekstansör spazmın önemli ölçüde değişim gösterdiği belirlenmiş.

Sanal gerçeklik

Son zamanlarda, oyun performansı sırasında çevrimiçi geri bildirim kullanılarak multisensöriyal uyaranlar (görsel, vestibüler, propriyoseptif ve işitsel) sağlayan sanal gerçeklik ortamları SP rehabilitasyonunda alternatif olarak kullanılmaktadır. Gatica-Rojas ve Cartes-Velásquez R tarafından yapılan bir çalışmada, spastik SP'li çocuk ve adolösanlarda (72–204 ay) Nintendo Wii Balance Board (NWBB) kullanılarak 6 hafta boyunca, haftada 3 seans, 25 dk eğitim verilmiş ve bu eğitimin ayak bileği spastisitesi ve statik ayakta durma dengesi üzerine olan etkisi araştırılmış. Yapılan bu çalışmanın soncunda ayak bileği plantar fleksör spastisitesinin (mMAS) azaldığı, aynı zamanda statik ayakta durma dengesinin (postürografik ölçüm-CoP) geliştiği belirtilmiş.

Diğer Uygulamalar

Kuru iğneleme

Ansari NN ve arkadaşları (2005) tarafından kuru iğnelemenin üst ekstremite spastisitesi üzerine olan etkisini araştırmak üzere yapılmış bir vaka çalışmasında (inme geçirmiş kronik sağ hemiparetik) pronator teres, fleksör karpi radialis ve fleksör carpi ulnaris kasları üzerine her kas 1 dk'lık derin iğnelemeyi içeren tek seanslık uygulama yapılmış. Kuru iğneleme sonrasında spastisitenin (mMAS) uygulama yapılan kaslarda (Pronatör teres 3 - 2, fleksörler 1 - 0) ortalama 1 değer azaldığı ve Hmaks/Mmaks oranında azalma ve korunma meydana geldiği, pasif supinasyonu tedavi başlangıcına (38^o) göre tedavinin hemen ardından (75^o) ve 15 dk ardından (50^o) artış meydana

geldiği belirtilmiş. Araştırmacılar kuru iğneleme uygulaması ile kontraktür gelişen yumuşak dokunun entegrasyonun iğnenin yarattığı mekanik manipülasyon ile bozulması, bunun spastik kasın gerilmeye karşı gösterdiği dirençte azalmaya neden olabileceği öne sürülmüştür. Moreno JS ve arkadaşları tarafından daha geniş bir inme popülasyonunu (n=34) içeren çalışmada derin kuru iğnelemenin spastisite, basınç sensitivitesi ve plantar basınca olan etkisi araştırılmış. Bu çalışmada bireyler çalışma grubu (gastrocnemius ve tibialis anterior kaslarına tek seans kuru iğneleme) ve kontrol grubu (tedavi uygulaması yok) olarak ayrılmış. Çalışmanın sonuçlarına bakıldığında tedavi grubunda spastisitenin azaldığı (MAS), bilateral basınç sensitivitesinin arttığı, bilateral olarak ayağın ön kısmında destek yüzeyinin arttığı, etkilenmiş ayağın arka kısmında destek yüzeyinin arttığı ve ortalama basıncın azaldığı ifade edilmiş. Kuru iğnelemenin spastisitenin azaltılması açısından kullanımı çok yenidir, olumlu sonuçlar bildirilmiştir fakat daha fazla çalışmaya gereksinim vardır.

Hidroterapi

Kesiktaş N ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada spinal kord yaralanmalı hastalarda hidroterapinin spastisite ve fonksiyonel bağımsızlık düzeyi üzerindeki etkisi araştırılmış. Bu çalışmada bireyler (ASIA seviyesi A-D) iki farklı gruba ayrılmış; kontrol grubuna 10 hafta boyunca oral baklofen ve günde iki kez pasif eklem hareketi, çalışma grubuna ise oral baklofen ve pasif eklem hareketinin yanı sıra haftada 3 gün 20 dakika (71°F, full immersiyon) su içi egzersiz eğitimi uygulanmış. Sonuçlara bakıldığında her iki grupta fonksiyonel bağımsızlık seviyesinin arttığı fakat hidroterapi grubunda daha fazla artış olduğu, hidroterapi grubunda oral baklofen alımının azaldığı, spastisitenin (MAS) her iki grupta azaldığı fakat spazm şiddetinin hidroterapi grubunda belirgin bir şekilde değiştiği belirtilmiş. Araştırmacılar oral ilaç tedavisinin çoğunlukla yan etkilerinin olması nedeniyle rehabilitasyon programına hidroterapinin eklenmesinin medikasyon alım miktarını azaltmak için yararlı olabileceğini belirtmişlerdir.

Spastisite Rehabilitasyonunda Fizyoterapi Uygulamalarının Seçimi

Spastik kasın kısalmasının altında yatan farklı mekanizmalar olduğu önerilmektedir: seri sarkomer sayısının azalması, paralel sarkomerlerin azalması ve kas lifi atrofisi. Geleneksel teori hareketin azalmasının seri sarkomer sayısında azalmaya yol açtığı ve bu nedenle kaslarda kısalma meydana geldiğini belirtmektedir, bu bakış açısı spastite rehabilitasyonunda germe uygulamalarının önemli olabileceğini vurgulamaktadır. Yöntemsel farklılıkar ve uygulma yapılan popülasyonların farklılığından dolayı yeterli kanıt olmamakla birlikte literatüre bakıldığında spastisinin azaltılmasında germe uygulamalarının yarar sağlayabileceği hastaların aktif katılımlarının sağlanarak yapılan germe uygulamalarının ise bu yararı artırabileceği söylenebilir. Germe sağlamak ama-

cıyla ortez uygulamalarının etkinliğinin araştırıldığı çalışmaların sonuçları, dinamik splintlerin rijit splintlere göre spastisite üzerinde daha fazla yarar sağlayabileceğini ifade etmekte fakat splint kullanımının tek başına büyük bir klinik etki yaratmayacağını ve bütünleyici yaklaşımların bir parçası olarak kullanılabileceği belirtilmektedir. Yine germe etkisinden yararlanmak adına kullanılabilecek olan bir uygulama olarak sabit ayakta durma ile ilgili olarak yapılan çalışmalar bu uygulamanın spastisite üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu fakat bu etkinin çok büyük olmadığını ve kalıcı bir klinik fayda yaratmadığını göstermektedir.

Öte yandan kas lifi atrofisinin açıklaması ise kas kuvvetlendirme tekniklerinin kullanımını desteklemektedir. Kas lifi atrofisi kas kontraktürü ile ilişkili ise kontraktürleri önlemek için dirençli eğitim ve elektrik stimülasyonu gibi stratejilerin kullanımı öne çıkmaktadır. Elektrik stimülasyon uygulamaları ile ilgili olarak yapılan çalışmalar TENS ve ESWT uygulamalarının spastisiteyi azaltmakta yararlı olabileceğini ifade etmekte olsa da kanıt düzeyinin yeterli olmadığı görülmektedir. Bireylerin tedaviye aktif katılımını gerektiren ve kuvvetlendirmeye yönelik olarak kullanılan nörofizyolojik yaklaşımlar ve KZHT gibi tedavi yaklaşımlarının spastisitenin azaltılmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Aktif hareketin mümkün olmadığı durumlarda kullanılabilecek olan pasif hareketin etkilerinin araştırıldığı çalışmalar devamlı pasif hareketin spastisiteyi azaltmak ve mobiliteyi artırmak amacıyla kullanılabilecek alternatif bir yöntem olduğunu göstermektedir. Ayrıca pasif germe ve aktif hareket eğitimi sağlayan robotik rehabilitasyon uygulamalarının spastisitenin azaltılması, kasın biyomekaniksel özelliklerinde olumlu değişim yaratılması ve fonksiyonel gelişime yol açtığı belirtilmektedir.

Çeşitli çalışmalarda yer verilen diğer uygulamalardan biri olan masaj uygulamalarının spastik kasta sarkomer uzunluklarının optimal seviyeye getirilmesi, subkutanöz adezyonların kırılması ve fibrozisin önlenmesi ve kas iğciği reseptörlerinden gelen duyusal geri bildirimin artması, tekrarlı kutanöz stimülasyonun verilmesi kapı kontrol mekanizması ile ağrının azaltılması ve parasempatik sinir sisteminin uyarımı ile depresyon ve anksiyetenin azaltabileceği ifade edilse de spastisite üzerindeki etkisinin olduğunu söyleyebilmek için yeterli kanıt olmadığı görülmektedir. Spastisite tedavisinde kullanılan bir başka güncel uygulama olan TVV'nin spastisitenin azaltılmasında etkili olabileceğini ifade eden çalışmalar olsa da özellikle vibrasyon frekansının doğru seçilmemesi durumunda zarar verici olabileceğini ve temkinli kullanılması gerektiği görülmektedir. Kuru iğneleme spastisitenin azaltılması açısından kullanımı çok yeni olan bir uygulamadır, kuru iğnelemenin etkisi ile ilgili olarak olumlu sonuçlar bildirilmiştir fakat daha fazla çalışmaya gereksinim olduğu ifade edilmektedir. Literatürde spastisitenin rehabilitasyonunda fizyoterapi uygulamaları amacıyla kullanılan bir çok farklı yöntemin etkinliği ile ilgili olarak yapılan çalışmalar bazı uygulamaların daha etkili olduğunu gösterse de altın standart niteliğinde bir uygulama belirlenememiştir.

Uygun müdahale seçeneklerinin belirlenmesinde seçimi yönlendiren mekanizmalar hakkında daha fazla bilgi gerektiği belirtilmektedir.

Rijidite

Agonist ve antagonist kaslarda eş zamanlı olarak pasif harekete artmış direnç olarak tanımlanan rijidite, eklem hareket açıklıklarının azalmasına, postural kontrol ve fonksiyonların azalmasına neden olmaktadır. Uygulanan tüm rehabilitasyon tekniklerinin temelinde gevşeme vardır. Rijiditede gevşeme için kullanılan yöntemler arasında gevşeme teknikleri, masaj teknikleri ve propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) tekniklerini sayabiliriz. Bunun yanında yürüme bandı eğitimi ve su içinde yapılan egzersiz gibi aktif egzersizlerin de özellikle rijiditeye neden olan Parkinson gibi hastalıklarda motor fonksiyon olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir.

Gevşeme Teknikleri

Rehabilitasyon programına gevşeme teknikleri ile başlama rijiditede azalmayı sağlayarak programda daha kolay ilerlemeyi sağlar. Parkinsonlu hastalar rijidite problemini en sık gördüğümüz hasta gurubudur. Bu hastalarda fleksör kaslar kısalma eğilimindedir, bunun engellenmesi önemlidir. Sırtüstü pozisyonda rijiditede artış olabileceğinden dolayı hasta oturur pozisyonda gevşeme egzersizlerini uygulamak daha başarılı olacaktır. Proksimal rijiditeyi azaltacak olan gövde rotasyonu ve propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) teknikleri eklenir. PNF tekniği olarak ritmik başlatma tekniği kullanılabilir. Ritim ve duyusal uyarıların kullanımı hareketi kolaylaştırır. Hareketlerde gevşeme sağlandıktan sonra fonksiyonel aktivitelere geçilir.

Müzik Terapisi ile Gevşeme

Geçtiğimiz 15-20 yılda artan sayıda kontrollü çalışma, müzik dinleme, şarkı söyleme veya enstrüman çalma gibi çeşitli müziksel müdahalelerin etkilerini çeşitli nörolojik hastalıklarda değerlendirmiştir. Her ne kadar çalışma sayısı ve mevcut kanıtların kapsamı inme ve demasta en fazla olsa da, Parkinson hastalığı, epilepsi veya multipl sklerozlu kişilerde müzik tabanlı müdahalelerin biliş, motor fonksiyon veya duygusal fonksiyonu destekleme üzerindeki etkilerine dair kanıtlar da vardır. Nörolojik rehabilitasyonda müziğin etkinliğini sağlamak için daha fazla kontrollü çalışmalara ihtiyaç duyulmasına rağmen, müzik tabanlı müdahaleler umut verici rehabilitasyon stratejileri olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bashir ve arkadaşlarının 2017'de yaptıkları çalışmada Parkinson hastalarının fizyoterapi programlarına eklenen müzik terapisinin olumlu sonuçlarını bulmuşlardır. Hoen ve Yahr Sınıflamasına göre 3 ve 4 seviyesinde olan 15 Parkinson hastasıyla yaptıkları çalışmada hastaları, sadece fizyoterapi, sadece müzik terapi ve her iki terapiyi

de alan olmak üzere 3 guruba ayırmışlardır. 7 hafta sonunda fizyoterapiye ek olarak müzik terapisi alan gurupta depresyon, sandalyeden kalkma, motivasyon, bradikinezi, rijidite, postür, yürüme, postural stabilite ve yataktan ayağa kalkma parametrelerinin hepsinde pozitif sonuçlar almışlardır. Ancak yazarlar, daha geniş bir hasta gurubuyla çalışmaya ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir.

Shang S ve arkadaşları da 2017 yılında yaptıkları derlemede müzik terapinin Parkinson hastlığının motor semptomlarını iyileştirmedeki etkisini inceleyen 8 randomize kontrollü çalışmayı incelediler. Tüm çalışmalarda müzik terapi ile müzik terapi olmadan yapılan terapiler karşılaştırıldı. Bu derleme sonucunda bu terapi yönteminin motor fonkisyonları iyileştirme yönünde olumlu sonuçları olduğu, dolayısı ile Parkinson hastalarının rehabilitasyon süreçlerinde kullanılabileceği önerilmiştir.

Masaj Teknikleri

Manüel terapatik yaklaşımlar arasında sayabileceğimiz masaj teknikleri kasların, tendonların ve duyusal reseptorlerin fonksiyonlarını düzenleyerek kas tonus bozukluklarında da olumlu sonuçları olan bir terapi yöntemidir. Otojenik inhibisyon, proprioseptif ve duyusal girdiler, resiprokal inhibisyon yollarıyla kas tonusunun azalmasında etkilidir. 2007 yılında Nijkrakea MJ ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada masajı da içine alan tamamlayıcı ve alternative uygulamaların Parkinson hastalarında kullanım oranı % 26 ile % 76 arasında gösterilirken, 2013 yılında Wang Y ve arkadaşları tarafından yapılan ve masaj tekniklerinin uygulama sıklığını inceleyen bir derleme çalışmasında Parkinson hastalarındaki semptomları azaltmada masaj tekniklerinin % 7 ile % 40 arasında kullanıldığı belirtilmiştir.

Donoyama Y ve arkadaşları idiyopatik Parkinson hastalığı tanısı ile takip edilen 10 olgu üzerinde yaptıkları çalışmada geleneksel Japon masajının etkilerine baktılar. Yazarlar 30 dakika ve tüm vücuda uygulanan bu tekniğin yürüyüş hızı, stabilite ve özellikle çok limitli olan omuz hareket açıklığında olumlu sonuçlar meydana getirdiğini belirttiler. Paterson ve arkadaşları da değişik derecelerde 7 idiyopatik Parkison hastası ile yaptıkları çalışmada 8 hafta boyunca haftada bir kez olguların ev programındaki germe egzersizlerine ek olarak 60 dakikalık derin masaj uygulaması yaptılar. Çalışma sonunda yürüme kapasitesinde, ekstremitelerin hareket açıklıklarında ve günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlık seviyesinde artış meydana geldiği belirtilmiştir. Ayrıca kendini iyi hissetme ve yaşam kalitesinde anlamlı artışın da olduğu ve bu bulguların haftalar sonra da devam ettiği gözlemlenmiştir.

Aktif Egzersiz

Birçok çalışmada aktif egzersiz ve birçok değişik fiziksel aktivite çeşidinin hareket kalitesinde azalma olan Parkinson hastalığı gibi hastalıkların klinik semptomlarını

olumlu etkilediği ve bunun merkezi sinir sisteminde de nöroplastik değişikliklere neden olduğu belirtilmiştir. Özellikle son yıllarda yüksek yoğunluklu fiziksel çalışmanın basal gangliadaki nöroplastik değişiklikleri uyardığı ve serumdaki nörotrofik faktörü artırdığını gösteren çalışmalar artmıştır. Fisher ve arkadaşları yaptıkları çalışmada en az 3 yıldır Parkinson tanısı ile takip edilen 30 olguyu, hafif, orta ve yüksek yoğunluklu yürüyüş bandı programına aldılar. Çalışma sonunda sadece yüksek yoğunluklu tedavi programını takip eden hastaların motor performansında belirgin bir iyileşme gösterdiği ortaya çıkmıştır. Aynı gurupta, transkranial manyetik stimülasyonda kortikal dinlenme periyodunun uzamasının, daha yüksek motor performansa ek olarak aktiviteye bağımlı nöroplastisitenin geliştiği yönünde ciddi bir parametreye işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Marusiak ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları çalışmada Parkinson hastalığı olan 11 olguda uygulanan el ergometresinin rijidite, üst ekstremite kas tonusu ve serumdaki nörotrofik faktöre etkisine bakmışlardır. Olgulara 8 hafta boyunca haftada 3 gün 1'er saat aralıklı statik ergometer ile yüksek yoğunluklu eğitim verilmiştir. Eğitim10 dakikalık ısınma ve 10 dakikalık soğuma peryodlarını içermiş ve hastalar ritmik olarak sözel uyarılarla cesaretlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonunda olguların rijiditesi % 24 ve motor etkilenimi % 25 oranında azalmıştır. Serumdaki nörotrofik faktör de % 34 oranında artmıştır. Ayrıca, yapılan korelasyon analizinde artmış serum değerleri rijiditedeki ve kas tonusundaki gelişme ile pozitif korelasyon göstermiştir. Yazarlar hedefe yönelik bu tür egzersizlerin merkezi sinir sistemindeki nöroplastik değişikikleri uyardığı düşüncesini desteklemişlerdir.

El-Tamamay ve arkadaşları ise yaptıkları çalışmada propriyoseptif ipuçlarının Parkinson hastalığı olan bireylerin yürüme parametrelerine etkisini belirlemeyi amaçladılar. 30 Parkinson hastası ile yapılan çalışmada tedavi gurubundaki olgular fizyoterapiye ek olarak propriyoseptif ipucu ile yürüme bandı eğitimi aldılar. Kontrol gurubu ise sadece fizyoterapi programına alındı. Olgular 8 hafta boyunca haftada 3 kez tedavi programına alındı. Çalışma sonunda kadans, adım uzunluğu ve alt ekstremite eklemlerinin açısal hareketi, her iki grupta da anlamlı bir iyileşme gösterdi. İyileşme miktarı tedavi gurubunda daha yüksekti. Yazarlar propriyoseptif geri bildirimin hastanın alt ekstremitesindeki açısal hareketi arttırabileceğini belirtmişlerdir. Kano ile yapılan egzersizin aksial rijiditeye etkisini araştırmak için yapılan bir çalışmada 48 Parkinson hastası olgu randomize olarak ya genel mobiliteyi programını kapsayan egzersiz gurubuna ya da kano ile çalışma gurubuna dahil edildi. Her iki gurup da 4 hafta boyunca haftada 6 kez 75 dakika süren egzersiz yaptılar. Çalışma sonunda her iki gurubun da servikal rotasyon, torakalumbal rotasyon derecelerinde anlamlı artış görülmüştür. Kano yapan guruptaki artış daha fazla olmuştur. Yazarlar daha uzun süreli yapılan çalışmalarla kanonun etkinliğinin araştırılmasını önermişlerdir. 2014 yılında yapılan bu çalışma sonrasında kano ile rijiditeye yönelik yapılan başka bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyon

Proprioseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF) teknikleri eklem hareket açıklığını artırmak için yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Bu tekniklerin temelinde dört mekanizma tanımlanmıştır: otojenik inhibisyon, resiprokal inhibisyon, gevşeme ve kapı kontrol teorisi. Hindle ve arkadaşları 2012 de yayınladıkları çalışmada bu dört mekanizmanın kombinasyonunun hareket açıklığını arttırdığını belirtmektedir. Araştırmacılar literatürde dört mekanizma tanımlanmış olmasına rağmen, proprioseptif nöromüsküler fasilitasyonun teorik mekanizmaları hakkında çok az araştırma yapılmış olduğunu ve daha çok çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu belirlemişlerdir. Belirtildiği gibi, bu tekniğin temel amacı, hareket ve performans aralığını arttırmaktır. Doğru ve tutarlı bir şekilde yapıldığında potansiyel yararları gösterilmektedir. Özellikle ritmik başlatma tekniğinin rijidite, şiddetli spastisite gibi durumlarda yararlı olduğu belirtilmektedir.

Tamamlayıcı Yöntemler - Yoga, Tai Chi, Ai Chi, Dans…

Kwok JY ve arkadaşları 2016 yılında yaptıkları sistematik bir çalışmda yoga, dans, ve Tai Chi gibi terapilerin Parkinson hastaları üzerindeki etkilerini araştırdılar. Motor semptomlar, postural instabilite ve fonksiyonel kapasiteyi geliştirmede olumlu sonuçlar buldukları çalışmada fiziksel olarak en çok yoganın etkisini belirlediler. Yine aynı araştırmacılar 2017 yılında yoga ile germe ve dirençli çalışma eğitimini karşılaştırdıkları randomize kontrollü çalışmalarında yoga egzersizinin hem motor hem de mental parametreler üzerinde olumlu etkisini buldular. Ancak, ileriki çalışmalarda kromik hastalıklarda hazırlanmış standart protokollerle yapılan yoga eğitiminin etkisinin araştırılması gerekliliğini vurgulamışlardır.

2018 yılında yayınlanan 2 farklı çalışmada ise Ai Chi eğitiminin Parkinson hastalarındaki etkisine baktılar. Kurt ve arkadaşları 40 hastayı 2 guruba ayırdılar ve bir guruba Ai Chi kontrol gurubuna ise su içinde olmadan egzersiz eğitimi verdiler. Cruz SP ise 29 hasta ile yaptığı çalışmasında olguları yine tedavi ve kontrol gurubu olarak ayırdı ve 11 hafta boyunca haftada 2 kez olmak üzere her iki guruba terapi uyguladı. Her iki çalışmada da esneklik, gevşeme, güç ve nefes eğitimlerini temel alan ve Tai Chi eğitiminin su içinde yapılan şekli olan Ai Chi tekniğinin bu hasta gurubundaki rijidite dahil motor semptomları azaltmada etkileri bulunmuştur. Hackney ve arkadaşları da çok ağır etkilenimi olan bir Parkinson hastasında dansın etkilerini incelediler. 20 saatlik tango dersi sonrası olgunun denge, dayanıklılık, kendine güven ve yaşam kalitesi parametrelerinde iyileşme görüldüğü ve mobilitesinin arttığı belirlendi. Ancak, daha geniş hasta guruplarıyla daha uzun süre takip edilen çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Hipotonus

Pasif hareket sırasında gerilime karşı kasın direncinin azalması olarak tanımlanan hipotoni, çoğunlukla serebellar hastalıklar, ön boynuz hastalıkları, kas hastalıkları, akut hemipleji, motor nöron hastalıkları ve nöromüsküler kavşak hastalıklarında görülür. Hipotoniye bağlı olarak gelişen en önemli sorun hipermobiliteye bağlı eklem stabilizasyon kayıplarıdır. Bu nedenle kanıta dayalı uygulamalarda stabilizasyon, fasilitasyon teknikleri, postüral kontrol ve fonksiyonel bağımsızlığın artırılmasına yönelik yaklaşımlar öne çıkmaktadır.

Pozisyonlama / Ortez – Yardımcı Cihaz Uygulamaları

Hipotoni ile birlikte görülen ligaman laksitesi ve eklem hipermobilitesi eklemin doğru pozisyonlanmasına engel olur ve bu nedenle de eklem deformitelerine risk oluşturur. Down sendromlu bireyler "hipotoni" ile en sık karşılaştığımız hasta gurubudur. Bu bireylerde pozisyonlamanın doğru yapılması doğumdan itibaren önemlidir. Yenidoğan çocuk hipotoni nedeniyle kollar ve bacaklar yanda gevşek olarak yatır. Kalçada bir miktar fleksiyon, omuzlarda fleksiyon ve protraksiyon elde etmek için bebeği yuvarlak bir yastığın ortasına yatırmak, hem ellerini hareket ettirmesi hem de ellerini görebilmesi açısından önemlidir.

Down Sendromlu çocuklarda alt ekstremitede meydana gelen ligaman laksitesi biyomekaniksel yönden dezavantaj olmakta, hem yetesiz stabiliteye hem de azalmış postural kontrole neden olmaktadır. Hipotonisi olan çocukların stabilitesini artırmak ve fonksiyonel mobilitesini sağlamak için ayakta durmaya başladıktan itibaren ayak ortezleri veya supramalleoler ortezlar kullanılması standart hale gelmiştir. Sıklıkla kullanılan "ayak ortezi" veya "supramalleoler ortez" den hangisinin daha yararlı olduğu henüz kanıtlanmamıştır. Ancak yapılan çalışmalarda bu ortezlerin fizyoterapi programına ek olarak kullanılması yararlı bulunmuştur. Malachowska-Sobieska M ve arkadaşları 2013 yılında yaptıkları bir vaka çalışmasında hipotoni ve ataksi problemleri olan 5 yaşında ve 15 yaşındaki 2 olguda dinamik ortez kullanımının etkilerini gözlemlemişlerdir. EMG kullanılarak olguların ortez kullanımı sonucu alt ekstremitelerindeki biyoelektrik sinyaller değerlendirilmiştir. 5 yaşındaki olguda ortez kullanımı postural stabiliteyi artırırken, 15 yaşında serebellar sendromu olan olguda aktivite ve fonksiyonda gelişme sağlanmıştır.

Ross CG ve Shore S ise yaşları 18 ay ile 5 yaş arasında değişen 25 hipotonili ve düz tabanlığı çocukta motor fonksiyona yönelik terapiye ek olarak kullanılan ayak ortezinin yürüyüş parametreleri ve medial longitudinal ark üzerindeki etkisine baktılar. Randomize olarak oluşturulan 2 gurupta, 12 kişi 6 ay boyunca sadece motor fonksiyona yönelik terapi alırken, 13 çocuk bu terapiye ek olarak ark desteği olan ayak ortezi kullandı. 6 ay sonunda ortez kullanmayan gurupta yaşa bağlı fonksiyonel yürü-

me kazanımları olurken, ortez kullanan gurupta yürüyüş parametrelerinde iyileşme, ark indeksinde iyileşme görüldü ve dolayısı ile oluşabilecek komplikasyonlar önlenmiş oldu. Looper J ve Ulrich DA yaptıkları çalışmada Down Sendromlu 17 olguda ortez kullanımının GMFM skorunu nasıl etkilediğini araştıdılar. Olgular randomize olarak kontrol gurubu ve çalışma gurubu olarak ikiye ayrıldı. Evlerine yürüyüş bandı alındı. Kontrol gurubu sadece yürüyüş bandı ile çalışırken, çalışma gurubu yürüyüş bandına ek olarak ortez de kullandı. Ev ziyaretleriyle olgular aylık olarak değerlendirildi. Çalışma sonunda her iki gurubun da GMFM skorlarında artış görüldü. Ancak, kontrol gurubunun skorlarında, özellikle yürüme, koşma ve zıplama alt bölümlerinde anlamlı olarak daha fazla artış belirlendi.

İnme sonrası hemen oluşan azalmış kas tonusu ekstremitelerin bu dönemde doğru pozisyonlanmasını gerektirir. Özellikle inme sonrası akut dönemde üst ekstremitede meydana gelen azalmış tonus, eklem subluksasyonu, kas kısalıkları, ağrı gibi komplikasyonlara neden olmaktadır. Bu dönemde omuzun doğru pozisyonlanması optimal iyileşmeyi ve rahatlamayı sağlamada ve oluşabilecek komplikasyonları önlemede önemlidir. Ayrıca, bu dönemde hastane personelini, bakım verenleri ve hastayı oluşabilecek komplikasyonlar, omuza yönelik travmaların önlenmesinin önemi konusunda eğitmek önemlidir. Bu eğitimler, tutus şekilleri, transferler ve pozisyonlamaya yönelik stratejileri içermelidir.

Ada L ve arkadaşları, ve De Long L.D. ve arkadaşları 2005 ve 2006 yıllarında yayınladıkları randomize kontrollü iki farklı çalışmada inme sonrası omuzun doğru pozisyonlanmasının önemini vurgulamışlardır. Ada L. ve arkadaşları akut dönemde 30 dakikalık konforlu maksimum eksternal rotasyon pozisyonunun ileri dönemde kontraktürleri önelemede etkin olduğunu belirtirken, Long ve arkadaşları yine akut dönemde fizyoterapi programı içinde uygulanan pozisyonlama teknikleri ve eğitiminin omuz abduksiyon kontraktürünü önlemde yardımcı olduğunu bildirmişlerdir.

Spinal Nöromüsküler Atrofide (SMA) de yaygın ve ilerleyici kas zayıflığından kaynaklı kontraktür, spinal deformiteler ve fonksiyonel aktivitelerde kayıplar görülmektedir. Bunları önlemeye yönelik pozisyonlamalar yapmak hastalığın erken döneminden itibaren temel yaklaşımlardan biri olmalıdır. Fujak A ve arkadaşları 2011 yılında 194 SMA hastası ile yaptıkları çalışmada, yardımcı cihazların, alt ekstremite ve spinal ortezlerin kullanımını değerlendirdiler. Bu çalışma sonucunda alt ekstremitesinde yürüyemez derecede kayıp olan hastalarda alt ekstremite ortezlerinin erken dönemde deformiteleri önlemek için kullanılmasını önerdiler.

Masaj Uygulamaları

Masaj, azalmış tonusu olan kaslarda bir stimulasyon tekniği olarak kullanılmaktadır. Premature bebeklerde, Down Sendromlu bireylerde taktil uyarı hem motor hem duyusal

gelişim açısından önemlidir. Down sendromlu bireylerin hipotonik kaslarını uyaracak şekilde masaj yapılması önerilen yaklaşımlar arasındadır. Hernandaz-Reif ve arkadaşları 2006' da yaptıkları çalışmada ortalama yaşları 2 yıl olan 21 Down Sendromu tanısı olan çocuğu randomize olarak 2 guruba ayırdılar. Bir gurup çocuk 2 ay boyunca haftada 2 kez 30 dakikalık masaj terapisi aldı. Kontrol gurubu ise aynı miktardaki zamanda kitap okuma seansı yaptı. Çalışmanın ilk ve son gününde, çocukların fonksiyonel düzeyleri, "Developmental Programming for Infants and Young Children Scale" -Bebekler ve Küçük Çocuklar için Gelişimsel Programlama- ölçeği kullanılarak değerlendirildi ve kas tonusu "Arms, Legs and Trunk Muscle Tone Score" - Kollar, Bacaklar ve Gövde Kas Tonu Skoru- kullanılarak değerlendirildi. Masaj terapisi grubundaki çocukların okuma / kontrol grubundaki çocuklarla karşılaştırıldığında, ince ve kaba motor fonksiyonlarda iyileşme ve ekstremitelerdeki hipotoni durumunda azalma ortaya çıkmıştır. Bu bulgular, erken müdahale programlarına masaj tedavisinin eklenmesinin, Down sendromlu çocuklarda motor fonksiyonunu ve kas tonusunu artırdığını desteklemektedir.

Postural Kontrol / Duyusal Bütünleme

Postural tonusun da hipotoniye bağlı olarak azalması, ikincil olarak ko-kontraksiyon ve denge reaksiyonlarının yetersizliğine ve uygun proprioseptif girdilerin alınamamasına neden olur. Buna bağlı olarak postur ve denge ile problemlerinin ortaya çıkmasıyla fonksiyonel yetersizlikler görülür. Duyusal entegrasyonda meydana gelen sorunlar gövde ve ekstremite hareketlerini düzenlemede problem yaratır. Hastalar oturma, yürüme, koşma gibi temel motor becerileri geliştirmekte ve ilerletmekte zorlanırlar. Duyu bütünlüğü terapisinin postural kontrol ve hareket koordinasyonunun kazanılmasında ve uyanıklık ve oryantasyon durumunun düzenlenmesinde öenmli olduğu belirtilmiştir.

İyi bir postural kontol sağlamak için duyusal entegrasyonun da iyi olması gerekir. Vestibüler, kinestezi ve propriyosepsiyon duyusal sistemde olması gereken temellerdir. Özellikle vestibüler sistemin postural kontrolu sağlamada duyusal sistemler arasında önemli olduğu belirtilmektedir. An S (2015) yaptığı vaka çalışmasında hipotonusu olan cerebral palsyli bir çocukta salıncak kullanarak yapılan vestibuler stimulasyon tekniğinin etkilerini incelemiştir. 19 aylık olan olgu 10 hafta boyunca haftada 3 kez 1 saat olmak üzere salıncakla eğitime alınmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeler "Bayley Scales of Infant and Toddler" skalası kullanılarak yapılmıştır. Olgunun mental ve motor yeteneklerinde artma olduğu gözlemlenmiştir.

Elektrik Stimülasyonu

Elektrik stimülasyonu hipotonik serebral palside, akut hemiplejide tonusun ve postüral kontrolün gelişimi açısından literatürde önerilen ve klinik ortamda da sıkça başvurulan yaklaşımlardandır. Elektrik stimulasyonu kas fasilitasyonunu sağlayan bir uygulama olarak uzun yıllardır kullanılmakta ve rehabilitasyon yaklaşımları içinde ta-

mamlayıcı bir unsur olarak görülmektedir. Hemipleji sonrası üst ekstremitede meydana gelen tonus azalması omuz subluksasyonları için risk oluşturmaktadır. Literatürde birçok çalışmada bu komplikasyonu önlemede kullanılmıştır. Chantraine A ve arkadaşları inme atağı sonrası omuzunda subluksasyon ve ağrı olan 120 hemiplejik hasta ile yaptıkları çalışmada, hastaların hepsine Bobath tedavi yöntemi ve kontrol gurubu olarak belirledikleri 60 kişiye ise ek olarak 5 hafta boyunca elektrik stimulasyonu (ES) uyguladılar. ES gurubunda subluksasyon derecesi ve ağrının belirgin olarak azaldığını belirtmişlerdir. Meydana gelen bu komplikasyonlarda azalmış kas tonusunun etkili olduğu düşünüldüğünden, ES uygulamasının kas tonusunu ve omuz motor fonksiyonunu olumlu etkilediği sonucuna varılmıştır.

Church C ve arkadaşları da 2006 yılında yayınladıkları bir çalışmada inme atağı sonrası ilk 10 gündeki 176 hastayı dahil ettiler. Hastalar akut inme bakımına ek olarak ya elektrik stimulasyonu almışlar veya placebo etki almışlar. Tedavi sonrası yapılan değerlendirmelerde kolun fonksiyonu açısından bir fark bulunmazken ağır etkilenimi olan hastaların fonksiyonunda kötüleşme izlenmiş. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda cerebral palsyli çocuklarda alt ekstremiteye uygulanan FES' in yürüme kalitesini artırdığı, gövde kaslarına uygulanan FES sonucunda çocukların oturma dengelerinin arttığı, GMFM' in oturma skorlarının arttığı ve olguların oturma postürlerinin geliştiği gözlenmiştir. Khamas et al. 2018' de gerçekleştirdikleri literatür taramasında alt ekstremitede FES kullanımını inceleyen 15 çalışmayı ele aldılar. Yazarlar, özellikle dorsi fleksor kaslara uygulanan elektrik stimulasyonunun yürüme fazlarına olumlu etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Moll L ve arkadaşları da 2017' de yaptıkları sistematik taramada 14 makaleyi değerlendirdiler ve FES' in fonkisyonel kapasiteyi artırmada etkili bulunmasa da yürüme kalitesi açısından orteze alternatif olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Aktif / Kuvvetlendirme Egzersizleri

Nöromüsküler hastalıkların ilerlemesini engellemeye yönelik henüz bir kontrol sağlanamaması, bu hastalarda fizyoterapi ve rehabilitasyonun önemini artırmaktadır. Yapılan çalışmalarda hipotonik alt ve üst ekstremitelere uygulanan farklı şiddet ve sürelerde kuvvetlendirme egzersizlerinin tonusu artırdığı, fonksiyonellik ve yürümeye dair parametreleri geliştirdiği belirtilmiştir. Dirençli egzersizlerin nöromüsküler hastalarda fonksiyonel kapasiteyi artırmadaki önemi bilinse de son yıllarda bu egzersiz tipinin bu hasta gurubundaki yararları ve riskeri konusunda literatürde karşı görüşler vardır. Distrofi türü tanılarda hızlı ilerleme olduğundan dolayı yüksek yoğunluklu ve eksantrik egzersiz içeren programlar kas liflerinde mekanik stress yaratacağından dolayı önerilmezken, miyopatinin çeşidine göre düzenlenmiş egzersiz programları önerilmektedir. Bazı çalışmalarda ise uygun hasta seçimi ile yüksek yoğunluklu egzersiz yapılabileceği belirtilmiştir. Özellikle yavaş ilerleyen nöromüsküler hastalıklarda, erken dönemde uygulanan hafif ve orta şiddetli kuvvetlendirme eğitiminin pozitif etkileri olduğu gösterilmiştir.

Spinal Müsküler Atrofili çocuklarda aktif egzersizin kas kuvvetini korumak veya artırmak için uygulanması önerilmektedir. Bu egzersizlerin oyun şekline döüştürelerek daha eğlenceli hale getirilmesinin motivasyon açısından önemli olduğu, hatta su içi egzersiz uygulamalarının da gövde ve boyun kaslarını kuvvetlendirmede yardımcı olacağı belirtilmiştir. Suyun fiziksel özelliklerinden dolayı su içi egzersizlerin nöromusküler hasta gurubunda yaralı olduğu ancak yorgunluk oluşturmamak için hastanın tolernasını göz önünde bulundurmak gerektiği, egzersiz dozunun yavaş yavaş arıtılması önerilmiştir.

Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Sanal gerçeklik uygulamalarının hipotonuslu hastaların duyusal girdi açısından desteklenmesini artırdığı, spinal kord hasarı ve kas hastalıklarında fonksiyonları geliştirdiği belirtilmektedir. Silva RR ve Iwabe-Marchese 2015 yılında yayınladıkları bir vaka çalışmasında, hipotoni ve dismetri bulguları olan 12 yaşındaki "Ataksik Serebral Palsy" li bir çocukta sanal gerçeklik uygulamasının motor gelişimdeki etkilerini incelediler. Olgu, 4 ay boyunca haftada 3 seans 30 dakika Wii Fit plus programı ile sanal gerçeklik eğitimi aldı. Bu seanslarda 12 farklı oyun kullanıldı. Bu oyunlar ağırlık aktarma, yerçekimi merkezi değiştirme, alt ekstremite koordinasyonu ve kas gücü, denge, postural düzgünlük gibi parametreler içeriyordu. Bu tedavi sonunda hastanın GMFM skorunda anlamlı bir artış görüldü. Özellikle squat, sağ bacağı kaldırma, adım alma, 10 adım alma gibi parametrelerde artışlar görüldü. Ancak yazarlar daha büyük guruplarla çalışmanıns gerekliliğine işaret ettiler.

Laver KE ve arkadaşları da 2017 yılında yayınladıkları sistematik derlemede, sanal gerçeklik ve interaktif video oyunlarının kullanımının, inmeli hastalarda üst ekstremite fonksiyonunu iyileştirmede geleneksel tedavi yaklaşımlarından daha yararlı olmadığını gösteren kanıtlar buldular. Sanal gerçeklik, her zamanki tedaviye ek olarak kullanıldığında (genel tedavi süresini artırmak için) üst ekstremite fonksiyonunun ve günlük yaşam fonksiyonunun aktivitelerinin iyileştirilmesinde yararlı olabileceğini, ancak sanal gerçeklik ve etkileşimli video oyunlarının yürüyüş hızı, dengesi, katılımı veya yaşam kalitesi üzerindeki etkisine dair sonuçlara ulaşmak için yeterli kanıt olmadığını belittiler. Bu derlemede, inme başlangıcından itibaren geçen zamanın, hasarın şiddetinin ve kullanılan cihaz tipinin (ticari veya özelleştirilmiş) sonuçları çok etkilemediği bulunmuştur. Özelleştirilmiş sanal gerçeklik programları gibi yüksek dozda uygulamaların (toplam müdahalenin 15 saatten fazla) tercih edildiğini gösteren bir eğilim vardı, ancak bu sonuç da istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Robotik Yaklaşımlar

Robot yardımlı tedavi, pasif, aktif veya dirençli ekstremite hareketi sağlamak için mekanik cihazlar kullanılarak uygulanan bir tedavi metodudur. Bu tedavi yöntemi kişinin gelişen hareketlerini zaman içinde geri bildirim olarak kullanmasıyla kişinin özel

ihtiyaçlarına cevap veren bir yöntemdir. Bu konuda yapılan birçok çalışma olmasına rağmen, halen robot yardımlı kol hareketinin ne zaman ve ne sıklıkta kullanılması gerektiğini öneren sınırlı ve çelişen kanıtlar mevcuttur.

Masiero S ve arkadaşları az sayıda randomize kontrollü çalışma ile yaptıkları sistemik derlemede inme sonrası erken dönemde üst ekstremiteye uygulanan robotik yaklaşımların motor öğrenme ve fonksiyonel yetenekleri artırmada etkili olduğu sonucuna varmışlardır. Kronik dönemde ise bir etkisinin olmadığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, yaptıkları çalışma ile robotik çalışmanın hem konvansiyonel tedaviler yanında kullanılabileceğini hem de sadece robotik yaklaşımlarla da hastalarda kazanımlar elde edilecebileğini belirtmişlerdir.

Norouzi-Gheidari N ve arkadaşları da 12 randomize kontrollü çalışma ile yayınladıkları derlemede yoğunlaştırılmış konvansiyonel tedavi ile robotik tedavi arasında motor iyileşme, günlük yaşam aktiviteleri, güç ve motor kontrol yönünden bir fark tesbit etmemişlerdir. Ancak, iyileşme seviyesine göre, konvansiyonel tedaviye ek olarak daha yoğun robotik tedavi kullanımının akut dönemdeki üst ekstremitede pozitif sonuçlar doğurduğunu belirtmişlerdir. İnme sonrası azalmış kol işlevine sahip olan kişilere, geleneksel tedaviye yardımcı olarak robot destekli hareket terapisi veya nöromüsküler elektriksel stimülasyon önerilmelidir.

Mehrholz J ve arkadaşları 2015 yılında yaptıkları derlemde elektromekanik ve robot destekli kol ve el eğitimi alan kişilerin, günlük yaşam aktiviteleri, kol ve el işlevlerini, kol ve el kas kuvvetlerini geliştirebildiklerini, bununla birlikte, sonuçların dikkatle yorumlanması gerektiğini belirtmişlerdir. Yazarlar, kanıtların kalitesinin çok düşük olduğunu ve yoğunluk, süre, tedavi şekli, katılımcı özellikleri ve eğitim miktarı açısından çalışmalar arasında varyasyonlar olduğunu vurgulamışlardır.

Motor İmgeleme / Mental Pratik

Motor İmgeleme, kişinin herhangi bir fiziksel hareketi olmadan, sadece motor hareketi düşünerek fiziksel becerisini ortaya çıkarmaya çalışan bir metoddur. Motor imgeleme ile birlikte olan mental praktis, hareketleri ve aktiviteleri zihinde hayal ederek yapılan bir çalışma yöntemidir. Mental imgelemenin özellikle üst ekstemitenin motor fonksiyonlarını artırmaya yönelik olumlu sonuçları bulunsa da nörolojik rehabilitasyon alanında daha çok randomize kontrollü çalışmalarla ve daha geniş hasta populasyonlarıyla çalışmaya gereksinim vardır.

Braun SM ve arkadaşları 2006 'da yaptıkları sistemik derlemede mental praktis tekniğinin daha çok çalışmaya ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Lui H ve ark ise 2014 yılında yayınladıkları sistemik çalışmada, bu tedavi tekniğinin inme hastalarında konvansiyonel tedavi yöntemlerine ek olarak kullanılmasının özellikle üst ekstremitede ağır tutulumu olan hastalarda oldukça yararlı olduğunu göstermiştir.

Distoni

Distoni, kıvrılıcı hareketlere veya anormal postürlere yol açan istemsiz, belirli bir paterne sahip, süreğen veya tekrarlı kas ko-kontraksyionları olarak tanımlanmaktadır. Distoniler etkilenen vücut bölgesi veya kısımlarına göre fokal, segmental, multifokal, hemdistoni veya jeneralize olarak sınıflandırılabildiği gibi etiyolojik olarak da primer veya sekonder olarak sınıflandırılabilmektedir. Primer distoniler idiyopatik olarak gelişen ve başka bir nörolojik defisit ya da hareket bozukluğu olmaksızın izole bir tablo olarak ortaya çıkmaktadır. Sekonder distoniler ise çeşitli nörodejeneratif ve metabolik hastalıkların yanı sıra kafa travması, enfeksiyonlar, bazı toksinler ve ilaçlar gibi bir etyolojiye sekonder olarak ortaya çıkmaktadırlar.

Etyolojik sınıflandırma göz önüne alınarak primer distoniler bu kitabın kapsamının dışında kalmaktadır. Bu nedenle, sadece sekonder distoniler ve fizyoterapi uygulamaları ile ilgili literatüre yer verilecektir. Literatüre bakıldığında, distoni tedavisi amacıyla klinikte kullanılan birçok fizyoterapi yaklaşımının etkinliğini gösteren yeterli çalışmanın mevcut olmadığı görülmektedir. Tedavi etkinlerini gösteren çalışmalar distoninin kompleks bir tablo olması, bireylerin farklı semptomlara sahip olması ve tedaviye yanıtlarının farklı olması nedeniyle kesin sonuçlara ulaşamamaktadırlar. Fizyolojik olarak distoninin birçok formunda sinir sisteminin inhibisyonun bozulduğu, anormal duyusal geri bildirim olduğu ve/veya maladaptif nöral plastisitenin mevcut olduğu belirtilmektedir, bu nedenle distoninin tedavisinde güncel tedavi yaklaşımları santral inhibisyonun artırılması, duyusal anormalliklerin azaltılması ve santral plastisitede meydana gelen değişimlerin normalize edilmesi gerektiği üzerinde durmaktadır.

Distoninin patofizyolojisi ile ilgili teorilere dayanan spesifik yöntemlerin etkinliklerinin araştırıldığı bazı çalışmalar yapılmıştır. Örneğin distoninin maladaptif nöral plastisiteden kaynaklandığı teorisinden yola çıkılarak aktivitenin normal paterninin eğitimi amacıyla "kısıtlayıcı hareket tedavisi"nin kullanılarak anormal hareketler sınırlandırılarak normal hareketler kuvvetlendirilmektedir. Diğer bazı müdahale yötemleri olarak şunları sayabiliriz: "sensorimotor yeniden ayarlama" yoğunlaştırılmış egzersizler, "yavaşlama" terapisi, aktif egzersizler, ve EMG-biofeedback. Maladaptif plastisiteye ilişkin teoriler, anormal plastisiteyi silmeye yönelik uzun süreli immobilizasyonun kullanımına yönelik zıt bir görüş sunmaktadır. Distoninin duyusal işlem bozukluğu veya sensorimotor entegrasyon bozukluğuna sebep olduğu teorisi tedavi stratejisi olarak duyusal geribildirimi değiştirmeye yönelik girişimlere yol açmıştır. Duyusal girdilerin modifikasyonuna yönelik, "kinezyoojenik bantlama", transkütanöz elektriksel sinir uyarımı ve Braille eğitimi ile somatosensoryal ayrımın arttırılması dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemler çoğunlukla primer distonili (fokal el distonileri; yazıcı krampı, müzisyen distonisi ve servikal distoni) bireylerde gerçekleştirilmiştir fakat bu yöntemlerin sekonder distonili bireylerde uygulandığı çalışmalar literatürde henüz mevcut değildir.

Distoninin çocuklarda erişinlere göre tedavisi bazı farklılar göstermektedir çünkü çocuklarda; (1) karmaşık motor problemler sık görülür, (2) distoninin gidişatı beyin gelişimi ve plastisiteden etkilenir, (3) distoninin varlığı tipik motor gelişim ve günlük yaşam aktivitelerini etkiler, (4) ilaç toleransı ve etkinliği farklıdır ve (5) kognitif ve sosyal beceriler farklıdır. Bertucco M ve arkadaşlarının, çocukluk çağı distonilerinin tedavisine yönelik en son gelişmeleri incelediği derlemede; kısıtlayıcı- zorunlu hareket tedavisi ve bimanüel eğitimin distonik SP'li çocuklarda katılım ve fonksiyon algısını artırmasına rağmen sensorimotor fonksiyonu veya üst ektremite hareket kalitesinde önemli bir artışa sebep olmadığı, germe ve kuvvetlendirmenin çocuklarda distonik semptomları geliştirmedeki etkisinin belirsiz olduğu, adaptif çevre kullanımının çocukların motor becerilerini artırabileceği ifade edilse de en umut verici yöntemin biofeedback (görsel, taktil, haptik) uygulmaları olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar, arttırılmış biofeedback yönteminin uygunsuz kas aktivasyonunun azaltılması ve kuvvet adaptasyonu ile çocuklarda distonin azaltılması açısından klinik yarar sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Erişkin sekonder distonili bireylerde farklı fizyoterapi yöntemlerinin etkinliğini araştıran yeterli sayıda geniş çaplı ve kaliteli yayın mevcut değildir. Bu nedenle bu hasta grubunda yukarıda bahsi geçen çeşitli yöntemlerin etkinliği ile ilgili bir sonuca varmak mümkün olmasa da "multimodal stratejilerin" bireysel tedavi etkinliklerini artırmak amacıyla tercih edilebileceği ifade edilebilir. Güncel araştırmalar özellikle primer distonli bireylerde normal beyin organizasyonunun restorasyonu amacıyla sensorimotor eğitim içeren remedial tekniklerin kullanımının yararlı olduğunu belirtmektedir. Sensorimotor orgsnizasyonun sağlanması benzer bir etkinin sekonder distonili bireylerde de elde edilebilmesi olasıdır. Dsouza SA'nın yapmış olduğu çalışmada sağ elinde çocukluk dönemi-başlangıçlı sekonder distonisi olan bir hastada multimodal eğitimin fonksiyonların geliştirilmesindeki etkisi araştırılmış. Distonik hareketlerin inhibe edilmesi, doğru hareket paternleri ile fonksiyonel eğitim ve aktivite modifikasyonları amacıyla statik ve dinamik ortez kullanımı, elektrik stimülasyonu, amaçlı aktiviteler, germe ve kuvvetlendirme egzersizleri, sensorimotor eğitim ve motor öğrenme stratejilerinin kullanıldığı bu çalışmanın sonuçları bir yıllık eğitimin ardından distoni şiddetinin (Burke-Fahn-Marsden Skalası) %25, el fonksiyonlarının (Jebson El Fonksiyon Testi) %38 ve disabilite skorunun (Dystonia Disability Scale ve DASH) %30.3 gelişim gösterdiği belirtilmiştir. Bu çalışma bir vaka çalışması olması nedeniyle yeterli kanıt düzeyine sahip değildir fakat amaca yönelik aktiviteler, ortez desteği ve elektrik stimülasyonu içeren multimodal yaklaşımların distonin azaltılması ve fonksiyonların artırılmasında yararlı olabileceği hakkında bir fikir verici niteliktedir.

Kawamichi K ve ark tarafından yapılan farklı tedavi stratejilerini içeren bir başka çalışmada ise gövde distonisi (antefleksiyonu ve lateral deviasyon) olan Parkinson

hastalarında kısa-dönem rehabilitasyon programının etkinliği araştırılmış. Çalışmaya dahil edilen hastalar (n=17) 5 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 1 saat, 40 dk stres-azaltıcı menü (dans, spor ve video oyunları) ve 20 dk temel menü (eklem hareket açıklığı egzersizleri veya kas kuvvetlendirme egzersizleri) olarak isimlendirilen egzersiz programı uygulanmış. Çalışmanın sonuçları hastalarda laterofleksiyon açısının ve kamptospazm açısının küçük oranda da olsa azaldığını göstermiş. Ayrıca Birleşik Parkinson Hastalığı Derecelendirme Ölçeğinin I. (mental, davranış, ruhsal), II. (günlük yaşam aktiviteleri) ve III. (motor fonksiyon) bölümünde tedavi sonrasında öncesine göre gelişim elde edilirken IV. (tedavi komplikasyonları) bölümde fark olmadığı, yürüme hızı ve adım uzunluğunun ise arttığı tespit edilmiş.

ESWT'nin kronik hiperaktive kasların intrinsik komponentleri üzerine etkisi olduğu bu bölümün önceki kısımlarında belirtilmişti. Hipotetik olarak, mekanizması hakkında kesin sonuçların ortaya konamamasına rağmen şok dalgaların distoni dahil kas hipertonusun tüm formlarında kullanılabileceği öne sürülmüştür. Trompeto C ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada 3 primer ve 3 sekonder ditonili bireyin dahil edildiği çalışmada bireylere 4 seans (haftada 1 kez) el ve önkol kaslarına ESWT uygulaması yapılmış. Sekonder distonili bireylerde el kasları (enerji yoğunluğu: 0.030 mJ/mm2, frekans: 4 Hz, atım dozu: 800 şok/seans) ve önkol kaslarına (enerji yoğunluğu: 0.030 mJ/mm2, frekans: 4 Hz, atım dozu: 2000 şok/seans) uygulanan tedavinin distoninin azaltılmasında (Birleşik Distoni Oranlama Skalası) etkili olduğu ve bu etkinin son seanstan 1 ay sonrasına kadar sürdüğü belirtilmiş. ESWT tedavisinin üst ektremite distonisi üzerindeki etkisinin primer distonili bireylerde ise (3 hastanın 2'sinde gelişim) sekonder distonili bireyler kadar belirgin olmadığı görülmüş.

Distonili bireylere yönelik olarak planlanan tedavi programlarının distonin sadece motor semptomlarına yönelik olarak oluşturulması yetersiz kalabilmektedir çünkü süregelen distonin bireylerin kendine yeterlilikte azalma, sosyal geri çekilme, negatif benlik kavramı gibi non-motor semptomlar da ortaya çıkmaktadır. Distoniye mod (depresyon) ve duygu değişimi, kognitif fonksiyonlarda (örn. hafıza) azalma ve uyku problemleri gibi non-motor semptomlar eşlik edebildiği bildirilmektedir. Parkinson hastalığında olduğu gibi non-motor semptomlar klinik etkiyi artırabilir ve şiddetli disabiliteye ve yaşam kalitesinde azalmaya sebep olabilir. Bu nedenle distonili hastaların tedavisinde sadece motor semptomlara yönelik olarak planlanan "multimodal" tedavi yaklaşımlarını içeren tedavi programlarının distonin non-motor semptomlarının da göz önünde bulundurularak çeşitlendirilmeleri tedavinin etkinliğini artıracaktır.

KAYNAKLAR

1. Ada L, Dorsch S, et al. (2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *Aust J Physiother.,* 52:241–8.

2. Ada L., Goddard E., McCully J., Bampton J. (2005). Thirty minutes of positioning reduces the development of shoulder external rotation contracture after stroke: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(2): 230-34.
3. Ahlborg L, Andersson C, et al. (2006). Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *J Rehabil Med.*, Sep;38(5):302-8.
4. An S. (2015) The Effects of Vestibuler Stimulation on a Child with Hypotonic Palsy. *J. Phys. Ther. Sci.* 27; 1279-1282.
5. Ansari NN, Naghdi S, et al. (2015). Dry needling for the treatment of poststroke muscle spasticity: A prospective case report. *NeuroRehabilitation.*, 36;61–65.
6. Ansari NN, Naghdi S. (2007). The effect of Bobath approach on the excitability of the spinal alpha motor neurones in stroke patients with muscle spasticity. *Electromyography and clinical neurophysiology.,* 47:29-36.
7. Aydın G, Tomruk S, et al. (2005). Transcutaneous electrical nerve stimulation versus baclofen in spasticity: Clinical and electrophysiologic comparison. *Am J Phys Med Rehabil.*, 84:584–592.
8. Backus D, Manella C. (2016). Impact of Massage Therapy on Fatigue, Pain, and Spasticity in People with Multiple Sclerosis: a Pilot Study. *International Journal of Therapeutic Massage and Bodywork*., 9(4): 4-13.
9. Bakhtiary AH, Fatemy E. (2008). Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study. *Clin Rehabil.*, May;22(5):418-25.
10. Barrett RS, Lichtwark GA. (2010). Gross muscle morphology and structure in spastic cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*., 52:794–804.
11. Bashir MS, Noor R. et al. (2017) Effect of physical therapy and musical therapy in the rehabilitation of patients with Parkinson's Disease. *Rawal Medical Journal*. 42(1); 121-23.
12. Başaran A, Emre U, et al. (2012). Hand splinting for poststroke spasticity: a randomized controlled trial. *Topics in Stroke Rehabilitation.,* 19:4, 329-337.
13. Bernstein CJ, Ellard DR, et al. (2016). Behavioural interventions for people living with adult-onset primary dystonia: a systematic review. *BMC Neurology*, 16:40.
14. Bertucco M ve Sanger TD. (2015). Current and emerging strategies for treatment of childhood dystonia. *J Hand Ther*., 28(2): 185–194.
15. Bhakta BB. (2000). Management of spasticity in stroke. *Brit Med Bull.,* 56:476–85.
16. Boyce MJ, Canning CG, et al. (2012). Active exercise for individuals with cervical dystonia: a pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil.*, 27:226–235.
17. Braun SM., Beurskens AJ. Et al. (2006). The effects of mental practice in stroke rehabilitation: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil*. 87(6); 842-52.
18. Bushby K. (2003). Diagnosis and Management of the limb girdle muscular dystrophies. *Pract Neurol*. 9; 314-323.
19. Cailliet R. (1950). Neuromuscular re-education in the rehabilitation of cerebral palsy. *Occup Ther Rehabil.,* Aug; 29(4):205-14.
20. Candia V, Schafer T, et al. (2002). Sensory motor retuning: a behavioral treatment for focal hand dystonia of pianists and guitarists. *Arch Phys Med Rehabil*., 83:1342–1348.
21. Carda S, Invernizzi M, et al. (2011). Casting, taping or stretching after botulinum toxin type A for spastic equinus foot: a single-blindrandomized trial on adult stroke patients. *Clin Rehabil.,* Dec;25(12):1119-27.
22. Cardinale, M, Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport*

Sciences Reviews., 31: 3–7.
23. Chan KS, Liu CW, et al. (2012). Effects of a single session of whole body vibration on ankle plantarflexion spasticity and gait performance in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*., Dec. 26(12):1087-95.
24. Chaudhuri KR, Healy DG, et al. (2006). National Institute for Clinical Excellence. Non-motor symptoms of Parkinson's disease: diagnosis and management. *Lancet Neurol.,* 5(3):235–45.
25. Chantraine A. Baribeault A. et al. (1999) Shoulder Pain and Dysfunction in Hemiplegia: Effects of Functional Electrical Stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*. 80; 328-31.
26. Cheng HY, Ju YY, et al. (2012). Managing spastic hypertonia in children with cerebral palsy via repetitive passive knee movements. *J Rehabil Med*., Mar;44(3):235-40.
27. Cheng HY, Ju YY, et al. (2013). Managing lower extremity muscle tone and function in children with cerebral palsy via eight week repetitive passive knee movement intervention. *Res Dev Disabil*., Jan;34(1):554-61.
28. Cheng HYK, Ju YY, et al. (2015). Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy. Human Movement Science., 39:65–72.
29. Church C., Price C. et al. (2006) Randomized Controlled Trial to Evaluate the Effect of Surface Neuromuscular Electrical Stimulation to the Shoulder After Acute Stroke. *Stroke*. 37; 2995-3001.
30. Cloud LJ, Jinnah HA. (2010). Treatment strategies for dystonia. *Expert Opin Pharmacother*., Jan; 11(1): 5–15.
31. Clinical Guidelines for Stroke Management A Quick Guide for Physiotherapy. National Stroke Foundation, Australia, 2010.
32. Cogiamanian F, Barbieri S, et al. (2009). Novel nonpharmacologic perspectives for the treatment of task-specific focal hand dystonia. *J Hand Ther*., 22:156–161.
33. Comella CL. General management approach to Dystonia.In: Hallett M, Poewe W. Ed, (2008). Therapeutics of Parkinson's disease and other movement disorders. Oxford: Wiley-Blackwell. p:218.
34. Cruz SP. (2018) A bicentric controlled study on the effects of aquatic Ai Chi in Parkinson disease. *Comp Ther in Med*. 36; 147 -53.
35. De Jong L.D., Nieuwboer A., et al. (2006). Contracture preventive positioning of the hemiplegic arm in subacute stroke patients: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 20: 656-667.
36. De Pauw J, Van der Velden K, et al. (2014). The effectiveness of physiotherapy for cervical dystonia: a systematic literature review. *J Neurol.,* Oct; 261(10):1857-65.
37. Delnooz CC, Horstink MW, et al. (2009). Paramedical treatment in primary dystonia: a systematic review. *Mov Disord*.; 24:2187–2198.
38. Dinçer Ü, Çakar, E, et al. (2008). Diplejik serebral palsili hastalarda botulinum toksin uygulaması sonrasında fizyoterapi ve alt ekstremite ortezinin etkinliğinin karşılaştırılması. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.*, 54:41-5.
39. Dodd KJ, Taylor NF, et al. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*., 2002 Aug;83(8):1157-64.
40. Donnelly CJ, Wilton J. (2002). The effect of massage to scars on active range of motion and skin mobility. *Hand Ther*., 7(1):5–11.
41. Dsouza, SA. (2013). An integrated multimodal ıntervention of remedial and adaptive approaches in secondary dystonia of hand: A case report. *Disability, CBR & Inclusive Development*, 24 (2): 100-110.
42. Dursun N, Gokbel T, et al. (2017). Randomized controlled trial on effectiveness of ıntermittent serial

casting on spastic equinus foot in children with cerebral palsy after botulinum toxin-a treatment. *Am J Phys Med Rehabil.,* Apr;96(4):221-225.
43. Elbasan B. (2017) Pediatrik Fizyoterapi Rehabilitasyon, İstanbul Tıp Kitabevleri, İstanbul, s: 165,169-170.
44. Elshafey MA, Abd-Elaziem A, et al. (2014). Functional stretching exercise submitted for spastic diplegic children: a randomized control study. *Rehabil Res Pract.,* 2014:1-7.
45. El-Tamawy MS, Darwish MH. Et al. (2012) Effects of augmented proprioceptive cues on the parameters of gait of individuals with Parkinson's Disease. *Ann Indian Acad Neurol* ; 15(4): 267–272.
46. Fisher BE, Wu AD et al. (2008) The Effect of Exercise Training in Improving Motor Performance and Corticomotor Excitability in People With Early Parkinson' s Disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 89; 1221-9.
47. Fowler WM. (2002) Role of Physical Activity and Exercise Training in Neruomuscular Disaese. *Am J Phys Med Rehabil*. 81; 187-95.
48. Friden J, Lieber RL. (2003) Spastic muscle cells are shorter andstiffer than normal cells. *Muscle Nerve.*, 27: 157–164.
49. Fujak A., Kopschina C et al. (2011) Use of Orthoses and Orthopaedic Technical Devices in Proximal Spinal Muscular Atrophy. *Disability and Rehabilitaton: Assitive Technology.* 6:4; 305-311.
50. Gao F, Ren Y. (2011). Effects of repeated ankle stretching on calf muscle-tendon and ankle biomechanical properties in stroke survivors. *Clin Biomech (Bristol, Avon).,* Jun;26(5):516-22.
51. Gatica-Rojas V, Cartes-Velásquez R (2017). Effects of a Nintendo Wii exercise program on spasticity and static standing balance in spastic cerebral palsy. *Dev Neurorehabil.,* Aug;20(6):388-391.
52. Gracies JM. (2001). Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Phys Med Rehabil Clin N Am*., 12:747–768.
53. Gracies JM. (2001). Physical modalities other than stretch in spastic hypertonia. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*, 12(4):769–792.
54. Guo P, Gao F, et al. (2017) Positive Effects of Extracorporeal Shock Wave therapy on spasticity in poststroke patients: A Meta-Analysis. *J Stroke Cerebrovasc Dis.,* Nov;26(11):2470-2476.
55. Hackney ME. Earhart GM. (2010) Effects of dance on balance and gait in severe Parkinson disease. *Disabil Rehabil*. 32(8); 679-84.
56. Hamdy S, Rothwell JC, et al. (1998). Long-term reorganization of human motor cortex driven by short-term sensory stimulation. *Nat Neurosci*., 1(1): 64–68.
57. Hernandez-Reif M, Field T etal. (2006) Children with Down Syndrome Improved in Motor Functioning and Muscle Tone Following Massage Therapy. *Early Child Development and Care.* 176(3-4); 395-410.
58. Hernandez-Reif M, Field T, et al. (2005). Cerebral palsy symptoms in children decreased following massage therapy. *Early Child Development and Care*., July;175(5): 445–456.
59. Hindle KB, Whitcomb TJ. Et al. (2012) Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF): Its Mechanisms and Effects on Range of Motion and Muscular Function. *Journal of Human Kinetics*. 31; 105-113.
60. Karabay İ, Öztürk GT, et al. (2015). Short-term effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle architecture of the tibialis anterior and gastrocnemius in children with cerebral palsy: preliminary results of a prospective controlled study. *Am J Phys Med Rehabil.,* Sep;94(9):728-33.
61. Karaduman AA., Yılmaz ÖT., Alemdaroğlu İ. (2014) Pediatrik Nöromüsküler Hastalıklarda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. *Pelikan Yayıncılık*. Ankara. S: 83-84.
62. Karnath HO, Konczak J, et al. (2000). Effect of prolonged neck muscle vibration on lateral head tilt

in severe spasmodic torticollis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*., 69:658–660.
63. Kawamichi K, Taichi H, et al. (2011). Effect of rehabilitation on Parkinson's disease with truncal dystonia. *Journal of Tokushima*., 2: 47–50.
64. Kesiktas N, Paker N, et al. (2004). The use of hydrotherapy for the management of spasticity. *Neurorehabil Neural Repair*.,18:268–273.
65. Khalili MA, Hajihassanie A. (2008). Electrical simulation in addition to passive stretch has a small effect on spasticity and contracture in children with cerebral palsy: a randomised within-participant controlled trial. *Australian Journal of Physiotherapy*., 54: 185–189.
66. Khamis S. Herman T. et al. (2018). Is functional electric stimulation an alternative for orthotics in patients with cerebral palsy? A literature review. *Eur J Paediatr Neurol*. 22(1); 7-16.
67.
68. Kılınç M., Yıldırm SA., et al. (2015). The Effects of Electrical Stimulation and Exercie Therapy in Patients with Limb Girdle Muscular Dystrophy. *Neurosciences.* 20(3); 259-266.
69.
70. Kim EH, Chang MC, et al. (2013). The effect of a hand-stretching device during the management of spasticity in chronic hemiparetic stroke patients. *Ann Rehabil Med.,* Apr;37(2):235-40.
71. Kojovic M, Parees I, et al. (2013). Secondary and primary dystonia: pathophysiological differences. *Brain*., 136:2038–2049.
72. Krause P, Szecsi J, et al. (2008). Changes in spastic muscle tone increase in patients with spinal cord injury using functional electrical stimulation and passive leg movements. *Clinical Rehabilitation*., 22: 627–634.
73. Kurt EE, Büyükturan B et al. (2018) Effects of Ai Chi on balance, quality of life, functional mobility, and motor impairment in patients with Parkinson' s disease. *Disabil Rehabil*. 40(7); 791-97.
74. Kuyper DJ, Parra V, et al. (2011). Nonmotor manifestations of dystonia: a systematic review. *Mov Disord.*, 26(7):1206–17.
75. Kwok JY, Choi KC. Et al. (2016) Effects of mind-body exercises on the physiological and psychosocial well-being of individuals with Parkinson'sdisease: a systematic review and meta-analysis. Complement Ther Med ;29:121–31.
76. Laver K. George S. et al. (2012) Virtual reality for Stroke Rehabilitation. *Stroke*. 44(1); e1-2.
77. Leis AA, Dimitrijevic MR, et al. (1992). Modification of cervical dystonia by selective sensory stimulation. *J Neurol Sci.,* 110:79–89.
78. Leung J, Harvey LA, et al. (2014). Standing with electrical stimulation and splinting is no better than standing alone for management of ankle plantarflexion contractures in people with traumatic brain injury: a randomised trial. *J Physiother.,* 60(4):201-8.
79. Li TY, Chang CY, et al. (2016). Effect of radial shock wave therapy on spasticity of the upper limb in patients with chronicstroke: a prospective, randomized, single blind, controlled trial. *Medicine (Baltimore).,* May;95(18):e3544.
80. Lieber RL, Runesson E, Einarsson F, Friden J. (2003) Inferiormechanical properties of spastic muscle bundles due tohypertrophic but compromised extracellular matrix material. *Muscle Nerve,* 28: 464–471.
81. Liu H., Song LP et al. (2014). Mental Practice Combines with Physical Practice to Enhance Hand Recovery in Stroke Patients. *Behavioural Neurology*.
82. Looper J, Ulrich DA. (2010). Effect of Treadmill Training and Supra malleolar Orthosis Use on Motor Skill Development in Infants with Down Syndrome: A Randomized Clinical Trail. *Phys Ther*. 90; 382-390.

83. Macgregor R, Campbell R, et al. (2007). Effects of massage on the mechanical behaviour of muscles in adolescents with spastic diplegia: a pilot study. *Dev Med Child Neurol.,* Mar;49(3):187-91.
84. Malachowska-Sobieska M, Demczuk-Wlodarczyk E et al. (2013). Assessment of the Impact of Dynamic Orhosis "Dunag" on Muscles of the Lower Limbs During Gait in Children with Hypotonia and Ataxia. *Fizjoterapia.* 21: 4; 50-62.
85. Marinelli L, Mori L, et al. (2015). Effect of radial shock wave therapy on pain and muscle hypertonia: a double-blind study in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*., 21(5): 622–629.
86. Marusiak J, Zeligowska E, et al. (2015) Interval Training-Induced Alleviation of Rigidity and Hypertonia In Patients with Parkinson' s Disease is accompanied by Increased Basal Serum Brain-Derived Neurotrophic Factor. *J Rehabil Med*. 47: 372-75.
87. Masiero S., Armani M. et al. (2011) Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: Focused review and results of new randomised controlled trail. *J Rehab Res Dev*. 48(4); 355-65.
88. Massagli TL. (1991). Spasticity and its management in children. *Phys Med Rehabil Clin N Am.,* 2:867– 889.
89. Mehrholz J., Pohl M. et al. (2015) Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *The Cochrane Library*.
90. Mikołajewska E. (2012). NDT-Bobath Method in normalization of muscle tone in post-stroke patients. *Adv Clin Exp Med*., 21(4): 513–517.
91. Miller L, Mattison P, et al. (2007). The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler.,* 13: 527–33.
92. Mirbagheri MM, Barbeau H, et al (2001). Intrinsic and reflex stiffness in normal and spastic, spinal cordinjured subjects. *Exp Brain Res*., 141: 446–459.
93. Mirbagheri MM, Ness LL, et al. (2011). The effects of robotic-assisted locomotor training on spasticity and volitional control. IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics Rehab Week Zurich, ETH Zurich Science City, Switzerland, June 29- July 1.
94. Mirea A, Onose G, et al. (2014). Extracorporeal Shockwave Therapy (ESWT) benefits in spastic children with Cerebral Palsy (CP). *J Med Life*., 7(Spec Iss 3): 127–132.
95. Moll L., Vles JSH. Et al. (2017). Functional electric stimulation of the ankle dorsi fleksors during walking in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.,* Dec;59(12):1230-1236.
96. Moreno JS, Mila ZS, et al. (2014). Changes in spasticity, widespread pressure pain sensitivity, and baropodometry after the application of dry needling in patients who have had a stroke: A randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther*., 37:569-579.
97. Myers KJ, Bour B. The role of physical therapy in the managements of dystonia. In Okun, M. Ed, (2009). The Dystonia Patient: A Guide to Practical Management. New York: Demos Medical Publishing., p:117-147.
98. Newman CJ, Kennedy A, et al. (2007). A pilot study of delayed versus immediate serial casting after botulinum toxin injection for partially reducible spastic equinus. *J Pediatr Orthop*., Dec;27(8):882-5.
99. Norouzi-Gheidari N., Archambault PS. Et al. (2012) Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: Systematic review and meta-analysis of the literature. *J Rehab Res Dev.* 49(4); 479-96.
100. Novak I, McIntyre S, et al. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.,* 55:885–910.
101. Onose G, Daia Chendreanu C, et al. (2011). Extracorporeal shock wave therapy: a new "wave" (also) in physiatry? *Practica Medicala.,* 6:35–42.

102. Onose G, Padure L, et al. (2010). Extracorporeal Shock Wave Therapy (ESWT) for spasticity management in children with cerebral palsy – preliminary results (Poster). The 6th World Congress for NeuroRehabilitation., pp133-139.
103. Pang MY, Lau RW, et al. (2013). The effects of whole-body vibration therapy on bone turnover, muscle strength, motor function, and spasticity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*., Aug;49(4):439-50.
104. Park J, Seo D, et al. (2014). The effects of exercise with TENS on spasticity, balance, and gait in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Med Sci Monit*., Oct 10(20):1890-6.
105. Peterson DA, Sejnowski TJ, et al. (2010). Convergent evidence for abnormal striatal synaptic plasticity in dystonia. *Neurobiol Dis*., 37:558–573.
106. Pelosin E, Avanzino L, et al. (2013). Kinesiotaping reduces pain and modulates sensory function in patients with focal dystonia: a randomized crossover pilot study. *Neurorehabil Neural Repair.,* 27:722–731.
107. Pin T, Dyke P, et al. (2006). The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.,* Oct;48(10):855-62.
108. Pin TW. (2007). Effectiveness of static weight-bearing exercises in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*., 19(1): 62-73.
109. Pittaccio S, et al (2013). Implementation, testing and pilot clinical evaluation of superelastic splints that decrease joint stiffness. *Annals of Biomedical Engineering*., 41:2003–17.
110. Quartarone A, Siebner HR, et al. (2006). Task-specific hand dystonia: can too much plasticity be bad for you? *Trends Neurosci.,* 29:192–199.
111. Quartarone A, Hallett M. (2013). Emerging concepts in the physiological basis of dystonia. *Mov Disord*., 28:958–967.
112. Rasool F, Memon AR. (2017). The effect of deep cross friction massage on spasticity of children with cerebral palsy: A double-blind randomised controlled trial. *J Pak Med Assoc.,* Jan;67(1):87-91.
113. Rhee MH, Kim LJ. (2015). Muscle tone changes in the lower limbs of stroke patients induced by trunk stabilization exercises. *J. Phys. Ther. Sci*., 27: 2663–2664.
114. Richard J. Greenwood RJ, et al. Eds, (2001). Handbook of Neurological Rehabilitation. Psychology Press, East Sussex.
115. Ridha MA, Al-Ani FS. (2014). Efficacy of different treatment modalities on spasticity management of spinal cord ınjury using H-reflex study. *Iraqi J Med Sci*., 12(1):44-50.
116. Robbins SM, Houghton PE, et al. (2006). The therapeutic effect of functional and transcutaneous electric stimulation on improving gait speed in stroke patients: a meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*., 87(6): 853–59.
117. Ross CG, Shore S. (2011) The Effect of Gross Motor Therapy and Orthotic Intervention in Children With Hypotonia and Flexible Flatfeet. *J Prosthet Orthot*. 23; 149-154.
118. Sakai N. (2006). Slow-down exercise for the treatment of focal hand dystonia in pianists. *Med Probl Perform Artists*., 21:25–28.
119. Salem Y, Lovelace-Chandler V, et al. (2010). Effects of prolonged standing on gait in children with spastic cerebral palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.,* 30(1):54-65.
120. Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Management of Patients With Stroke: Rehabilitation, Prevention and Management of Complications, and Discharge Planning: a National Clinical Guideline. (2010)
121. Shortland AP, Harris CA, et al. (2002). Architecture of the medial gastrocnemius in children with spasticdiplegia. *Dev Med Child Neurol.,* 44: 158–163.

122. Siebers A, Öberg U. (2010). The Effect of Modified Constraint-Induced Movement Therapy on Spasticity and Motor Function of the Affected Arm in Patients with Chronic Stroke. *Physiother Can*., Fall 62(4): 388–396.
123. Silva RR. Iwabe-Marchese. (2015) Using Virtual Reality for Motor Rehabilitation in a Child with Ataxic Cerebral Palsy: Case Report. *Fisioterapia e Pesquisa*. 22(1); 97-102.
124. Spector SA., Lemmer JT et al. (1997) Safety and Efficacy of Strength Training in Patients with Sporadic Inclusion Body Myositis. *Muscle Nerve.* 20; 1242-48.
125. Tamburella F, Moreno JC, et al. (2017). Boosting the traditional physiotherapist approach for stroke spasticity using a sensorized ankle foot orthosis: a pilot study. *Topics in Stroke Rehabilitation.*, 24(6): 447-456.
126. Tankisheva E, Bogaerts A, et al. (2014). Effects of intensive whole-body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*., Mar;95(3):439-46.
127. Tardieu C, Huet de la Tour E, et al. (1982). Musclehypoextensibility in children with cerebral palsy: I. Clinical andexperimental observations. *Arch Phys Med Rehabil*., 63: 97–102.
128. Thanakiatpinyo T, Suwannatrai S, et al. (2014). The efficacy of traditional Thai massage in decreasing spasticity in elderly stroke patients. *Clin Interv Aging*., Aug 11(9):1311-9.
129. Tinazzi M, Farina S, et al. (2005). TENS for the treatment of writer's cramp dystonia: a randomized, placebo-controlled study. *Neurology.*, 64:1946–1948.
130. Tinazzi M, Fiorio M, et al. (2009). Sensory functions in dystonia: insights from behavioral
131. studies. *Mov Disord*., 24:1427–1436.
132. Tomruk MS. (2016) Hipotonus ve Fizyoterapisi. *TFD Nörolojik Fizyoterapi Gurubu Bülteni*, 2(5).
133. Trompetto C, Avanzino L, et al. (2009). External shock waves therapy in dystonia: preliminary results. *European Journal of Neurology*, 16(4):517–521.
134. Troncati F, Paci M, et al. (2013). Extracorporeal Shock Wave Therapy reduces upper limb spasticity and improves motricity in patients with chronic hemiplegia: a case series. *NeuroRehabilitation*., 33(3):399-405.
135. Tsai KH, Yeh CY. (2001). Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients. *Proc Natl Sci Counc Repub China B*., Apr;25(2):76-81.
136. Tupimai T, Peungsuwan P, et al. (2016). Effect of combining passive muscle stretching and whole body vibration on spasticity and physical performance of children and adolescents with cerebral palsy. *J. Phys. Ther. Sci.,* 28: 7–13.
137. Uswatte G, Taub E. (2013). Constraint-induced movement therapy: a method for harnessing neuroplasticity to treat motor disorders. *Prog Brain Res.,* 207:379–401.
138. Veerbeek JM, van Wegen E, et al. (2014). What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS one*. 4; 9(2):e87987.
139. Vidal X, Morral A, et al. (2011). Radial extracorporeal shock wave therapy (rESWT) in the treatment of spasticity in cerebral palsy: a randomized, placebo controlled clinical trial. *NeuroRehabilitation.,* 29(4):413-9.
140. Waldman G, Yang CY, et al. (2013). Effects of robot-guided passive stretching and active movement training of ankle and mobility impairments in stroke. *NeuroRehabilitation.,* 32:625–634.
141. Weber A., Martin K. (2014). Efficacy of Orthoses for Children with Hypotonia: A Systematic Review. *Pediatric Physical Therapy*. 26; 38-47.
142. Wess OJ. Physics and technology of shock wave and pressure wave therapy – Storz Medical AG, Switzerland http://eswt.net/pdfs/Physics-of-SWT-and-PWT.pdf.

143. Wiart L, Darrah J, et al. (2008). Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going? *Pediatr Phys Ther.,* Summer;20(2):173-8.
144. Williams SA, Elliott C. (2013). Combining strength training and botulinum neurotoxin intervention in children with cerebral palsy: the impact on muscle morphology and strength. *Disabil Rehabil.,* 35(7):596-605.
145. Wirz M, Zemon DH, et al. (2005). Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: a multicenter trial. *Arch Phys Med Rehabil.,* 86:672-80.
146. Wu YN, Hwang M, et al. (2011). Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabil Neural Repair.*, May;25(4):378-85.
147. Yıldızgören MT, Nakipoğlu Yüzer GF, et al. (2014). Effects of neuromuscular electrical stimulation on the wrist and finger flexor spastisity and hand functions in cerebral palsy. *Pediatr Neurol.,* Sep;51(3):360-4.
148. Zeuner KE, Shill HA, et al. (2005). Motor training as treatment in focal hand dystonia. *Mov Disord.,* 20:335–341.
149. Zhang LQ, Chung SG, Bai Z, et al. (2002). Intelligent stretching of ankle joints with contracture/spasticity. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*., 10:149-157.
150. Zhao H, Wu YN, et al. (2011). Changes of calf muscle-tendon biomechanical properties induced by passive-stretching and active-movement training in children with cerebral palsy. *J Appl Physiol.*, Aug;111(2):435-42.