

BİR YETİŞKİN GÜNDE 300 MİLYAR YENİ HÜCRE ÜRETİR.



BEYNE GİDEN VE BEYİNDEN GELEN SİNİR SİNYALLERİ YAKLAŞIK 250 KM/S HIZLA HAREKET EDER.



ANATOMİ 101

KASLAR VE KEMİKLERDEN ORGANLAR VE SİSTEMLERE KADAR İNSAN VÜCUDU HAKKINDA BİLMENİZ GEREKEN HER ŞEY

BİR ÇIRPIDA İNSAN VÜCUDU

BİR AKCİĞERİN YÜZEY ÖLÇÜMÜ BİR TENİS KORTU İLE AYNIDIR.





AYAĞINIZ TEK BAŞINA GÜNDE YARIM LİTRE TER ÜRETEBİLİR.

KEVIN LANGFORD

Çeviren: Berna Asuman Uzun

SAY

Kevin Langford Stephen F. Austin Devlet Üniversitesi biyoloji bölümünde doçent olarak görev yapmaktadır. Dr. Langford son 12 yılda insan biyolojisi, karşılaştırmalı anatomi, insan fizyolojisi, histoloji ve gelişim biyolojisi gibi çeşitli dersler verdi. Kalp gelişiminin hücresel ve moleküler yönleri üzerine yaptığı araştırmalar hem Amerikan Kalp Birliği hem de Ulusal Sağlık Enstitülerinden araştırma ödülleri aldı. Dr. Langford, American Society of Anatomists ve American Society for Cell Biology üyesidir.

Dr. Langford, Austin Eyaletinde Pre Sağlık Uzmanlığı Programı Direktörü olup yüzlerce başarılı öğrenciye mesleki tıp eğitimine yönelik çalışmalar yapmalarını tavsiye etti. Halen Teksas Sağlık Meslekleri Danışmanları Derneği Başkanlığı görevini sürdürmektedir.

Berna Asuman Uzun İngiliz dili ve edebiyatı mezunu. 15 yılı aşkın bir süredir dil okullarında genel İngilizce/TOEFL eğitimleri vermekte. Aynı zamanda çeşitli edebi metin çevirileri, kitap çevirileri yapıyor ve yayınevleri için Türkçeye çevrilmesi planlanan kitapları okuyup rapor yazıyor.

Kevin Langford

ANATOMİ 101

KASLAR VE KEMİKLERDEN ORGANLAR VE SİSTEMLERE KADAR İNSAN VÜCUDU HAKKINDA BİLMENİZ GEREKEN HER ŞEY

İngilizceden çeviren:
Berna Asuman Uzun

SAY

Say Yayınları
Herkes İçin *Anatomi*

Anatomi 101: Kaslar ve Kemiklerden Organlar ve Sistemlere Kadar İnsan Vücudu Hakkında Bilmeniz Gereken Her Şey / Kevin Langford
Özgün adı: *Anatomy 101: From Muscles and Bones to Organs and Systems, Your Guide to How The Human Body Works*

© 2016 F+W Media, Inc. Her hakkı saklıdır.
Bu kitap Adams Media'nın izniyle yayımlanmıştır. Adams Media bir F+W Media Inc. kuruluşudur ve 57 Littlefield Street, Avon, MA 02322, USA adresinde bulunmaktadır.

Türkçe yayın hakları Kesim Ajans aracılığıyla © Say Yayınları
Bu eserin tüm hakları saklıdır. Tanıtım amacıyla, kaynak göstermek şartıyla yapılan kısa alıntılar hariç yayınevinden yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopyalanamaz, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.

ISBN 978-605-02-0632-6
Sertifika no: 10962

İngilizceden çeviren: Berna Asuman Uzun
Yayın koordinatörü: Levent Çeviker
Kapak uygulama ve sayfa düzeni: Artemis İren

Baskı: Lord Matbaacılık ve Kâğıtçılık
Topkapı-İstanbul
Tel.: (0212) 674 93 54
Matbaa sertifika no: 45501

1. baskı: Say Yayınları, 2018
5. baskı: Say Yayınları, 2020

Say Yayınları
Ankara Cad. 22/12 • TR-34110 Sirkeci-İstanbul
Tel.: (0212) 512 21 58 • Faks: (0212) 512 50 80
www.sayyayincilik.com • e-posta: say@sayyayincilik.com
www.facebook.com/sayyayinlari • www.twitter.com/sayyayinlari
www.instagram.com/sayyayincilik

Genel dağıtım: Say Dağıtım Ltd. Şti.
Ankara Cad. 22/4 • TR-34110 Sirkeci-İstanbul
Tel.: (0212) 528 17 54 • Faks: (0212) 512 50 80
internet satış: www.saykitap.com • e-posta: dagitim@saykitap.com

İÇİNDEKİLER

Önsöz: Anatomi ve Fizyolojinin Yapıtaşları 9

Hücre Yapısı 11
Kimyasal Bağlar 16
Organik Bileşikler: Karbonhidratlar ve Proteinler 20
Organik Bileşikler: Lipidler ve Nükleik Asitler 24
Önemli İnorganik Bileşikler 28
Hücre Bileşenleri 32
Moleküler Ticaret 37
Hücre Büyümesi ve Replkasyon 40
DNA Replikasyonu 44
Transkripsiyon ve Translasyon 48
Enzimler ve Kataliz 52
Doku Kökleri ve Gelişimi 56
Epitel Doku 59
Bağ Dokusu ve Kas Dokusu 62
Sinir Dokusu 66
Cilt, Saç ve Tırnaklar 70
Cilt Yapıları ve Fonksiyonları 74
Cilt Hastalıkları ve Bozuklukları 78
İskelet Sistemi: Kemiğin İşlevi 82
Aksiyel İskelet 85
Apendiküler İskelet ve Eklemler 89
Kemik Büyümesi, Onarımı ve Hastalıklar 93
Başlıca İskelet Kasları 98
Sinir-Kas Kavşağı 103
Kas Kasılması 106

Kas Hastalıkları ve Bozuklukları 111
Sinir Sistemi, Sinyal İletimi ve Nörotransmitterleri 114
Beyin ve Omurilik 119
Periferik Sinir Sistemi 122
Otonom Sinir Sistemi 123
Sinir Sistemi Hastalıkları ve Bozuklukları 127
Duyu Sistemi Alımı ve Algılama 131
Görme 134
İşitme, Denge, Koku ve Tat 137
Duyusal Sistem Hastalıkları ve Bozuklukları 141
Kardiyovasküler Sistem ve Kalp Yapısı 143
Kalp Ayarları 146
Kan Damarları 150
Dolaşım 154
Kırmızı Kan Hücreleri (KKH) 158
Beyaz Kan Hücreleri (BKH) 162
Plazma ve Trombositler 165
Hemostaz 168
Kan Hastalıkları ve Bozuklukları 170
Lenf ve Lenfatik Dolaşım 173
Birincil ve İkincil Lenfoid Organlar 177
Doğuştan Gelen ve Doğal Bağışıklık 182
Edinilmiş Bağışıklık 186
Bağışıklık Sistemi Hastalıkları ve Bozuklukları 192
Sindirim Sistemi 195
Üst Gastrointestinal Sistem 199
Alt Gastrointestinal Sistem 203
Beslenme 209
Sindirim Sistemi Hastalıkları ve Bozuklukları 211
Solunum Sistemi 214
Nefes Alıp Verme ve Gaz Alışverişi 220
Solunum Hastalıkları ve Bozuklukları 226
Endokrin Sistem 229

Endokrin Sistem Hastalıkları ve Bozuklukları 236
Boşaltım Sistemi Yapısı 239
Boşaltım Sistemi Fonksiyonları, Hastalıkları ve Bozuklukları 245
Erkek Üreme Sistemi 252
Erkek Üreme Sistemi Hastalıkları ve Bozuklukları 261
Kadın Üreme Sistemi 264
Kadın Üreme Sistemi Hastalıkları ve Bozuklukları 272

Dizin 275

ÖNSÖZ

ANATOMİ VE FİZYOLOJİNİN YAPITAŞLARI

İnsan vücudu her zaman hayranlık uyandırmıştır. İlkel bilimsel çizimler ve grafikler vücudun sonsuz büyüsünü kanıtlar niteliktedir. Hatta mağara çizimleri ve sonrasında hiyeroglifler, o zaman da insan vücudunun karmaşık mekanizmasının bilincinde olunduğunu sergilemektedir. İnsan vücudu hakkında elimizden gelen her şeyi derinlemesine öğrendikçe hayranlığımız günümüze kadar süregelmiştir. Bilgimiz sadece son 20 sene içerisinde dahi önemli ölçüde ilerlemiştir.

İnsan vücudu ile ilgili çalışmalar, birbiriyle yakından bağlantılı iki bilim dalı olarak ayrılır. İnsan anatomisi, vücudun yapısını, fizyoloji ise fonksiyonunu inceler. Her iki bilim dalı beraber insan vücudunun nasıl çalıştığını anlamamıza yardımcı olur. Bu kitapta yalnızca insan vücudunun yapısını ve çeşitli kısımlarının nasıl işlediğini öğrenmekle kalmayacak, *nedenlerini* de keşfedeceksiniz.

Hücre, doku ve organlar aynı anda birçok işleve olanak sağlamak için çoğunlukla karmaşık düzenlidir; vücudunuzun o işlevleri yerine getirmesini sağlayan karmaşık biyokimyasal işlemler meydana gelir. *Anatomi 101*'de insan vücudunun tüm bu yapı ve işleyişleri anlatılmaktadır. Bu kitabı okuduktan sonra insan vücudunun içini dışını biliyor olacaksınız.

Anatomi ve fizyolojiyi incelerken, özellikle başlangıçta ve bilhassa da sağlam bir biyoloji altyapınız yoksa karmaşıklık miktarı bunaltıcı görünebilir. Gözünüz korkmasın! Zaten bu kitap biyokimya üzerine doktora yapmamış bir okuyucuya göre hazırlanmıştır. Lise biyoloji dersinin üzerinden yıllar geçmiş olsa da, dikkatli okumayla, bu kitapta anlatılanları

kavrayabilirsiniz. Sağlam bir zeminle başlayarak zamanla, karmaşık insan vücudunu tam anlamıyla öğreneceksiniz. Zaten bir avantajınız olduğunu unutmayın: Bir insan vücuduna sahipsiniz.

İnsan vücudu apaçık organlardan ve onları birbirine bağlayan yapılardan meydana geliyormuş gibi görünse de bu kitap, makro düzeyde, büyük resim seviyesinde başlamıyor. Mikro düzeyde, hücrelerinizin içinden, vücudunuzun hücrelerinin neyi, ne zaman ve nasıl yapacağı konusunda yardımcı olmak için işleyen süreçlerden başlıyor. İnsan yaşamının biyokimyasal temeline, vücudunuzun çalışması için gerekli olan organik ve inorganik elementlere, bileşiklere ve moleküllere bakacağız. Hücrelerin nasıl temasa geçip türediklerine bakacağız. Bu da maddenin geri kalanını anlamanız için ihtiyacınız olan sağlam zeminin oluşmasına yardımcı olacak.

Bu yapı taşları yerine oturduğu anda vücudunuzdaki tüm organların temeli olan dokuyu tartışmaya geçeceğiz. Bu madde bittiğinde, iskelet, sinir, kalp dolaşım ve solunum sistemine (diğerleri arasında) geçeceğiz.

Kitapta ayrıca her bir sistem için yaygın hastalıklar ve bozukluklar da anlatılıyor. Duyuların duyu sistemine nasıl entegre olduğu ve beslenmenin insan sağlığı açısından önemi gibi konular da ele alınıyor.

Bu kitabı, insan vücudunu kafatasından (baş) parmak kemiğine (ayak parmağı) kadar kavrayacağınız bütünlüklü bilgi kaynağınız olarak düşünün.

HÜCRE YAPISI

Nükleer Reaksiyonlar ve Onları Sevme Nedenimiz

Gökyüzündeki en büyük yıldızdan plajdaki en ufak kum tanesine kadar, evrende bulunan her şey maddeden oluşur. Daha kesin bir ifadeyle söylemek gerekirse, yer kaplayan ve hacmi olan her şey maddeden oluşur. Minik kum tanesi her ne kadar yer kaplamıyormuş ya da gerçek bir hacmi yokmuş gibi görünse de siz onu ayakkabınızın içine girdiğinde görün. O zaman fiziksel bir madde olduğunu anlarsınız.

Maddeyi "fiziksel madde" olarak adlandırabiliriz (öğle yemeğinde ne olduğu hakkında az önce sahip olduğunuz rasgele düşünceye karşılık, rasgele düşüncelerin fiziksel niteliği yoktur).

Maddenin yapısı, özellikleri, farklı madde türlerinin nasıl etkileşim içinde olduğu araştırmalarına kimya denir ve kimya hakkında temel düzeyde bilgi sahibi olmak, anatomi ve fizyoloji ilkelerini öğrenme açısından çok önemlidir.

İnsan vücudunu ve onun içinde yaşadığı dünyayı, sizin maddenin yapıtaşları olarak bildiğiniz, atomların etkileşimi meydana getirmiştir. Atomlar bir araya gelerek, kimyasal yollarla parçalanamayan bir madde türü olan elementleri oluştururlar (burada nükleer reaksiyonlar devreye girer, elementler yalnızca nükleer yollarla değiştirilebilir). Muhtelif elementler birleşerek insan vücudunda birer işleve sahip, en küçük yapısal birimler olan hücreleri oluştururlar. Örneğin, kan hücreleriniz baştan aşağı vücudunuza oksijen taşır. Onların sinir hücreleri ve kas hücreleri gibi, başka işlevler sergileyen hücrelerden farklı yapıları vardır. Kimya, yalnızca bu hücrelerin nasıl yapılandığını değil aynı zamanda nasıl işlev sergilediklerini de hükme bağlar.

En Önemli Elementler

Nasıl ki insan vücudunun tek bir tane "en önemli" organı yoksa yaşam oluşumunda da birden fazla element zaruridir. Aşağıdakiler yeryüzünde bulunan canlıların en önemli elementleri arasındadır:

- Hidrojen (H, kimyasal simgesi ile gösterilir)
- Karbon (C)
- Nitrojen (N)
- Oksijen (O)

Gerek soluduğumuz hava, yediğimiz yemek gerekse insan vücudunun fiziksel yapısını oluşturan materyaller; bu elementler olmadan insanlık olamazdı. Bu elementleri yaşamın oluşumunda bu kadar önemli hale getiren ise diğer elementlerle etkileşme kabiliyetleri ve sonra onları önemli moleküller (birden fazla atomdan oluşan madde) ya da bileşimler (iki veya daha fazla elementten oluşan moleküller) olarak organize etmeleridir. Bunu atomaltı yapıları ve parçacıkları sayesinde yapabiliyorlar.

Sözcüğün Anatomisi

Molekül

Molekül birden fazla atomda oluşan bir maddenin parçasıdır. Molekül, hepsi aynı element olan atomlardan da oluşabilir (oksijen molekülü gibi) ya da molekülün bir bileşik olabileceği anlamına gelen (hidrojen atomu ve oksijen atomunun birleşimi olan suyun molekülü gibi) farklı atomlardan da oluşabilir.

Atomaltı Parçacıklar

Tüm atomlar üç temel atomaltı parçacıktan (atomdan daha küçük bir şey) oluşur:

- protonlar (pozitif elektrik yüküne sahip olanlar)
- nötronlar (yükü olmayanlar)
- elektronlar (negatif yüklü elektrik taşıyanlar)

Bu parçacıkların sayısı ve organizasyonu, bir atomun başka bir atomla kolaylıkla etkileşim içinde olup olmayacağını belirler ve aynı zamanda ne tür bir atom olduğunu da tanımlar. Eğer bir atom sadece 1 protona sahipse hidrojen atomu olması gerekir.

Pozitif yüklü protonlar atomun çekirdeğinde bulunur.

Atom Sayısı Nereden Gelir?

Bir atomun içinde bulunan proton sayısı o öğenin atom numarasıdır. Örneğin, karbonun atom numarası 6 ve oksijenin atom numarası 8'dir, bu da demek oluyor ki karbon çekirdeğinde 6, oksijen çekirdeğinde ise 8 proton vardır.

Atomun çekirdeğinde bulunan bir diğer parçacık da nötrondur. Nötronlar atoma herhangi bir yük sağlamazken atom kütlesine sağlarlar. Bu nedenle, bir atomun atomik kütlesi, atomda bulunan protonlar ve nötronların sayısıdır. Dolayısıyla karbonun atom numarası 6, atom kütlesi 12'dir (bu da demek oluyor ki çekirdekte de 6 nötron bulunmaktadır).

Bununla birlikte çekirdeğin doluluğu atomda oransız bir yük oluşturur. Evrendeki pek çok şey gibi atomlar da denge arar. Bu dengeyi sağlamak için de atomlar, çekirdek yörüngesinde dönen negatif yüklü parçacıklara sahiptir. Bunlara elektron denir. Bu, tıpkı yerçekimi sayesinde ayın dünyaya yakın durması gibi, elektronları çekirdeğin etrafında fırıl fırıl dönmekten koruyan elektronlar ve protonlar arasındaki elektrostatik çekimdir. Aslında atomlar doğal bir denge yakalamak için atomu nötr yükle bırakarak eşit sayıda proton ve elektrona sahip olurlar.

Ne var ki elektronlar çekirdek gibi tek bir yerde sınırlı kalmazlar. Çekirdeğin etrafındaki yörüngelerde (kabuklarda) de bulunurlar. Bir atomun birçok yörüngesi olabilir. Örneklendirmelerde bunlar genellikle ilki çembere en yakın iç içe geçmiş daireler olarak çizilirler.

Herhangi bir atomun ilk yörüngesi (çekirdeğe en yakın olan yörünge) en fazla iki elektron kapsar. Bu yörünge dolduktan sonra eğer atom daha fazla elektrona sahipse, onlar da en fazla 8 elektron kapsayan bir sonraki yörüngeye doluşurlar. Bir sonraki yörünge dolduğunda (eğer daha fazla varsa) onlar da daha sonrakine doluşurlar ve böylece devam eder. Birinci yörüngeden sonraki tüm yörüngeler en fazla 8 elektron kapsar.

Rakamlarla Yörüngeler

Atom numarası 6 olan (yani 6 proton ve bu yüzden de 6 elektrona sahip) karbonun iki elektronu ilk yörüngede ve kalan 4 elektronu da ikinci (en dıştaki) yörüngede bulunur.

Atomlar ve atomaltı parçacıklar hakkında edinilen temel düzeydeki bu bilgi sayesinde atomların bir araya gelerek moleküller ve bileşikleri nasıl oluşturduğunu daha iyi anlayabilirsiniz.

Maddenin *Gerçek* Yapıtaşları

Atomaltı parçacıkların var olmasının sebebi, insanların atomların maddenin yapıtaşları olduğunu söylerken bilim insanlarının neden çaresizlik içinde haykırdıklarıdır. Protonlar gibi parçacıklar atomlardan küçüktür ve yıllarca bilim insanları *onları* maddenin yapıtaşları olarak düşünmüşlerdir . . . ta ki biri mini minnacık yükleri olan ve protonlar ve nötronları oluşturmak için bir araya gelen kuarkları keşfedene kadar. Aslında hiç kimse kuark görmüş değil fakat yapılan deneyler onların olması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle

maddenin yapıtaşları aslında kuarklardır (ve başka biri daha küçük bir şey bulana kadar bu devam edecektir).

Elementlerin Periyodik Tablosu

Bilim insanları muhtelif elementlerin ilişkisini göstermek için muhtemelen lisede kimya derslerinden hatırlayacağınız, elementlerin periyodik tablosunu düzenlemişlerdir. Elementler tablosu atomik ağırlığı 1 (hidrojen) olan elementle başlar ve devam eder, yani aslında baktığınız tabloya göre değişir. 114 doğrulanmış element vardır ve 118. element gibi (tıpkı alt sokakta yaşayan tuhaf komşu gibi hiç kimsenin, hakkında pek fazla bilgi sahibi olmadığı sentetik bir element olan ununoktiyum) diğer birkaçının varlığı şüphelidir. Doksan sekiz element doğada bulunmaktadır, diğerleri sadece (sentezlendikleri) laboratuvar ortamında bulunur.

Tablodaki her bir giriş elementin atom numarasını ve kimyasal simgesini kapsar. Bazı tablolar aynı zamanda atom kütlesini de gösterebilir. Renk kodlaması genellikle benzer nitelikleri paylaşan element gruplarını işaret etmek için kullanılır.

KİMYASAL BAĞLAR

Atomlar Birbirine Nasıl Yapışır?

Atomlar bazen diğer atomlarla bağ kurarlar, bizim molekül veya bileşik diye adlandırdığımız ilişkilerin oluşmasına olanak verirler. Bu bağlar bazen uzun ömürlü olur, bazen de lisedeyken bir grubun bateristiyle yaşadığınız ilişkiden daha kısa sürer. Atomlar arası bağlar genellikle iki zıt yükün birbirini çekmesiyle oluşur. Bu sebeple eğer bir atomun elektronlarla yüklü dış kabuğu (yörüngesi) varsa, başka atomlarla/elementlerle molekül ya da bileşikler oluşturma imkânı yoktur.

Bununla birlikte eğer atomda boşluk varsa (en dış yörünge) bağ oluşturmak için daha elverişlidir. Bağ, atomun diğer atomlardan elektron alması ya da vermesi veya diğer atomlarla elektron paylaşması ile tamamlanmış olur.

İyonik Bağ

İyonik bağ 2 atomun en dıştaki yörüngelerini tamamlamak için ayrılarak ya da diğer atomlardan elektron alarak molekülleri oluşturmasıdır. Bunun klasik örneği, bileşik tuzdur (sodyum klorür, NaCl). Na (sodyum), en dış (üçüncü) yörüngesinde tek bir elektrona sahiptir. Bu tek yalnız elektrondur. En dış yörüngeyi doldurmak için sodyum, diğer atomlardan 7 elektron daha alabilirdi fakat bu çok uğraştırıcı ve elverişsiz, ayrıca birtakım başka durumlarda da kurallara aykırı olurdu. Bu sebeple Na o tek elektronu yalnız bırakıp ikinci yörüngeyi sabit bir düzenleme yaparak 8 elektronla doldurmuştur. Ancak şimdi de bu atomun 10 elektronu ve 11 protonu olmuştur. Proton ve elektronlar arasındaki bu dengesizlik bir iyon oluşumuna sebep olur. Bu durumda 10 elektronlu bir sodyum iyon pozitif yüklüdür.

Öte yandan klor (Cl), en dıştaki kabuğunu tamamlayabilmek için tek bir elektrona ihtiyaç duymanın çıkmazındadır. Atom numarası olan klorun üçüncü yörüngesinde 7 elektron vardır ve onu sodyumla doğal partner yapan (ve online randevu hizmetine katılmasına gerek bırakmayan) 8 elektron için daha yeri vardır. Sodyum elektronunu kabuğunu tamamlamak için kullanacağı klora bırakır. Artık protondan 1 fazla elektrona sahip olduğundan negatif yüklü bir klorür iyon halini almıştır.

Bağ burada gerçekleşir. Na^+ iyonun pozitif yükü Cl^- iyonun negatif yükünün çekimine kapılır ve ikisi beraber NaCl, yani tuzu meydana getiren, kısmen kuvvetli bir kimyasal bağ oluşturur.

Sözcüğün Anatomisi

İyon

İyon, eşit olmayan elektron ve protonlara sahip yüklü atoma denir. Bir iyon, protondan daha az elektrona (pozitif yüklü) ya da daha fazla elektrona sahip olmasına (negatif yüklü) bağlı olarak pozitif ya da negatif yüklü olabilir.

Hidrojen Bağı

Hidrojen bağları, atomlar bileşiklerde oransız elektron paylaştıklarında oluşur. Su, bu tür bağlanmanın klasik örneğidir. Hidrojenin atom numarası 1 olduğundan kabuğu yarı doludur. Atom numarası 8 olan oksijenin en dıştaki kabuğunun dolması için 2 elektronu eksiktir. Böylece oksijen 2 hidrojen atomuyla H_2O, yani suyu meydana getiren bu bileşiğin üç üyesinin de dış kabuklarını tamamlayacak bir elektron paylaşır. (Hidrojen kimyasal kısaltmasındaki alt simge olan 2 bileşikte 2 hidrojen atomu olduğunu gösterir.)

Bununla birlikte oksijen çekirdeğinde daha fazla proton olması sebebiyle paylaşılan elektronlar o çekirdeğin etrafında hidrojen çekirdeğinden daha fazla zaman geçirirler. Bu dengesizlik oksijen

tarafında hafiften bir negatif yük ve hidrojen kısmında da hafiften bir pozitif yük meydana getirir. Yükteki bu kutuplaşma su moleküllerinin birbirini çekmesine sebep olur. Böylelikle su kendine bağlanmış olur. Bu tür bağ üç kimyasal bağlanmadan en zayıf olanıdır. Bu ayrıca, organizmanın nasıl olması gerektiğinin tarifi olan, kromozomda iki DNA ipini (genetik kod) bir arada tutan bağ türüdür.

Kovalent Bağ

Kimyasal bağların en güçlüsü olan kovalent bağ, bir molekül veya bileşik elektronları eşit paylaştığında gerçekleşir. Organik moleküllerin temel atomu olan karbon, atom numarası 6 ve en dıştaki kabuğunu doldurmak için 4 elektrona ihtiyacı olduğundan bu bağ oluşumuna çok uygundur. Bu nedenle karbon, diğer atomlarla beraber 4 ayrı kovalent bağ oluşturabilir.

Kovalent Bağlı Bileşiğe Bir Örnek

Aminoasit temel yapısı kovalent bağlı bir bileşik için mükemmel bir örnektir. Aminoasitler, proteinleri (dokunun, organların, saçın, derinin, aklınıza ne gelirse, oluşmasında aminoasitlerin yardımına ihtiyaç vardır) oluşturmak için birleşen organik bileşiklerdir. Karbon, her biri mevcut bağlardan birini kullanan, birbirine ekli dört bileşik içinde aminoasidin merkez atomudur: karbon grubu, nitrojen grubu (amino grup), tek bir hidrojen atomu ve dördüncü bir grup olan aminoasidin aminoasidi oluşturan yapısı. Bu değişken yan grup (bazen yan halka olarak da belirtilir) R grup olarak adlandırılır.

---

pH: İyonlar, Asitler ve Bazlar

pH ölçüsü size, bir maddenin asit mi baz mı olduğunu gösterir. Asit düşük pH'a sahiptir ve (belli durumlarda) hidrojen iyonları salıverir, baz ise yüksek pH'a sahiptir ve (belli durumlarda) hidroksit iyonları salıverir. Sirke aside, kabartma tozu da baza birer örnektir.

Asitler ve bazlar birleştiğinde reaksiyon gösterir. Sirke ve kabartma tozunu karıştırdığınızda (kabarcıklar ve tıslama sesleri çıkaran) bir gaz elde etmiş olursunuz.

Bir karışımın pH'ı esasen içindeki hidrojen iyonlarının ölçüsüdür. Eğer bir madde çok sayıda H^+ sağlayan moleküllere ve bileşiklere, matematiksel bir logaritmaya sahipse, o madde düşük pH numarası ile sonuçlanır ve asit ya da asidik çözelti (pH < 7.0) olarak nitelendirilir. Tersine, düşük H^+ konsantrasyonları ile pH 7'nin üzerinde olur ve baz (bazik çözelti veya alkali olarak da adlandırılır) olarak nitelendirilir. Bu standart saf su (pH 7.0) gibi uluslararası ölçekte kullanıldığı bilinen materyallere verilmiştir.

Canlı organizmaların çoğu yalnızca küçük pH aralığında sağ kalabilirler. Ph'ı değiştirdiğinizde bir tepkime oluşturmuş ve organizmayı değiştirmiş (ya da öldürmüş!) olursunuz. Hücreler metabolizma yoluyla pH değiştirebilirler (kas hücrelerinizin yoğun egzersiz yaptığınızda süt asidi meydana getirdiğini anımsayın).

Hafif Alkali Vücut Sıvılarınız

Kan ve vücut sıvılarının pH'ı yaklaşık olarak 7.3-7.4'tür. Bu nötr (7.0) alkali tarafındadır. Buna fizyolojik nötr nokta denir. Vücudunuz çeşitli hücresel işlemler yoluyla bu pH seviyesini sürdürmeye çalışır.

ORGANİK BİLEŞİKLER: KARBONHİDRATLAR VE PROTEİNLER

Karbon Bazlı Yaşam Biçimi Kazanç Sağlar

Gezegendeki yaşamların çoğu karbon bazlıdır. Karbon bazlı canlı organizmalarla ilişkili kimya, "organik kimya" olarak adlandırılır ve karbonhidratlar, proteinler, lipitler ve nükleik asitlere odaklanır. Bunlara "organik" bileşenler denir ve nefes almak için kullandığınız ciğerlerden, adım atmanızı kuvvetlendirmek için kullandığınız enerjiye kadar bu hafta sonu katılacak olduğunuz maratonda koşmak için ihtiyacınız olan her şeyi oluştururlar.

Karbonhidratlar

"Şekerler" olarak da bilinen karbonhidratlar (ya da sakkaritler), enerjiyi muhafaza etmede, taşımada, aktarmada ve depolamada önemli rol oynarlar. Bitkiler güneşten aldığı enerjiyi tutar ve karbon moleküllerini karbonhidratlarla birleştirmek için kullanır. Bir bitkiyi yediğinizde bedeniniz bu karmaşık molekülleri ayrı ayrı CO_2 moleküllerine parçalar ve parçalanmış bağlardan üretilen enerjiyi başka bir yerde kullanmak üzere toplar. Bedeninizde enerji, ya yağ olarak ya da uzun zincirli karbonhidratlar (polisakkaritler) olarak depolanır.

Tek bir karbonhidrat molekülü genellikle tipik kimyasal bileşimi $(CH_2O)_n$ olan monosakkarit olarak adlandırılır. *n* burada en az 3'tür. Dolayısıyla $C_3H_6O_3$ monosakkaritlerin en basitidir (gliseraldehit olarak adlandırılır). En önemli enerji barındıran monosakkaritlerden biri olan glikoz $C_6H_{12}O_6$'dır.

Disakkaritler 2 monosakkaritten oluşur. Metabolizma için önemli bir diğer monosakkarit olan sakaroz, glikoz ve fruktozdan oluşan bir disakkarittir. Sakkaroz halk arasında sofra şekeri olarak da bilinir.

Disakkaritlerin Haricinde...

Oligosakkaritler 3 ila 9 arası monasakkarit biriminden oluşur. Polisakkaritler, (birden fazla monosakkaritin sakkariti) muhtemelen daha da fazla.

Sakkaritler enerji depolamayı sağlarlar. Glikoz, kas ve karaciğer hücrelerinde örneğin, uyuyakalıp kahvaltı etme şansı bulamadan otobüsü kaçırmamak için koştuğunuz zamanlarda olduğu gibi yüksek enerjiye ve düşük kan şekeri seviyesine ihtiyaç duyduğunuz anda parçalanmak üzere intraselüler olarak (hücre içinde) depolanan glikojene polimerize edilmiştir (molekülleri birbirine birleştirme işlemi).

Proteinler

Protein molekülleri, hücrenin hem içinde hem de dışında, mevcut hücrelere tutunması için sabit moleküller olarak, hücrelerin beden içinde hareket etmesini sağlayan yapışkan moleküller olarak ve hücrenin metabolik faaliyetine olanak sağlayan enzimler olarak yapısal öğe görevi üstlenirler.

Aminoasitler

Aminoasitler, proteinleri oluşturmak üzere peptit bağı olarak adlandırılan özel bir bağlanma yoluyla birleşmişlerdir. Bu nedenle proteinler genellikle polipeptitler olarak adlandırılır. Her biri farklı yapıda olan 20 tür aminoasit vardır. Proteinin nihai biçim ve işlevi aminoasitler tarafından belirlenir. Aminoasitin tek değişken bölümü R grubu olduğundan, burası aminoasitin proteine farklı fiziksel ve işlevsel özellikler sunduğu kısımdır. Örneğin valin ve izolesin gibi farklı aminoasitler, hidrokarbon (karbon ve hidrojenden oluşan moleküller) R gruplara sahiptir. Bu gruplar nötr yüklüdür ve su gibi yüklü moleküllerle (polar da denebilir) etkileşimde bu-

lunmazlar. Bu nedenle bu aminoasitler hidrofob ("sudan korkan") olarak adlandırılır ve proteinin hücre zarı içerdiği alanlarda (aynı zamanda yağ asidi hidrokarbon zincirlerinin hidrofob alanlarında) bulunur. Diğer aminoasitler hidrofiliktir (suyu emebilen). Bazıları asittir; diğerleri de bazdır.

Aminoasitler ve Protein Katlanması

Proteinde bulunan aminoasit türünün protein yapısının son halini almasındaki şekli ve katlanması üzerinde etkisi vardır. Bir aminoasit dizisi ancak bir proteinin içindeyken fonksiyonel hale gelebilir. Örneğin, glisin sadece hidrojen açığa çıkarmasıyla R gruplarının içinde en küçük olandır. Bu proteinin kolayca katlanmasını sağlıyor çünkü bunu fiziksel olarak engelleyecek büyük bir R grubu yoktur.

Protein Yapısı

Aynı zamanda protein oluşumunun başlangıç sinyalini veren dizide (RNA'da) yer alan metionin, her zaman bir proteindeki ilk aminoasittir. Protein dizilimi genellikle düz bir çizgide yazılmasına ve proteinin birincil yapısı olarak görülmesine rağmen proteinler esnektirler ve sıklıkla geriye doğru aşağıdaki iki şekilden biri gibi kendi üstlerine kıvrılabilirler:

1. Beta kıvrımlı tabakalar oluşturan yan yana duran proteinler (proteinin tabakaya benzer alanları)
2. Alfa sarmalı denilen protein alanlarında bükülmüş sarmal borular oluşturanlar.

Proteinin ikincil yapısını oluşturan her iki kıvrılmış örüntü hidrojen bağlarının yakınında aminoasitlerin arasında yer alır.

Protein kıvrıldıkça diğer aminoasitler birbirine daha da yaklaşarak bağlar oluşturabilirler. Örneğin sistein, sülfat grubundan bir

aminoasittir. Başka bir sisteinin yanında olduğunda disülfür bağ oluşturabilir. Böylelikle proteinin geniş döngüleri yerinde tutunmuş olur. Proteindeki bu oluşumlara proteinin üçüncü derecedeki yapıları denir.

Son olarak, ayrı ayrı protein öğeleri bağlarla geniş protein kümeleri olarak bir arada tutulabilir. Bu dördüncü yapı (nihai yapıyı oluşturan 2 veya daha fazla zincirin birleşimi) hemoglobin molekülü olarak gösterilmektedir. Erişkin hemoglobin (oksijen taşımakla yükümlü protein) oksijenin kan dolaşımı boyunca hareket ettiren tek bir geniş molekülde birbirine bağlı 4 altbirim proteinden oluşmaktadır.

ORGANİK BİLEŞİKLER: LİPİTLER VE NÜKLEİK ASİTLER

Yağ Asitleri ve Kodlu Konuşanlar

Karbonhidratlar ve proteinler bütün baskıyı yüklenmiş gibi olsa da diğer iki organik bileşik olan lipitler ve nükleik asitler hücresel biyolojinin ve bu yüzden de insan hayatının temelidir.

Lipitler

Lipitler hücre zarı ve enerji depolamada kullanılan hidrokarbon moleküllerdir. Nötr yüklü hidrokarbon zincirlerinden oluştuğu için hidrofobiktirler.

Yağ ve Suyun Karışımına Engel Nedir?

Yağ bir hidrokarbondur (hidrofobik madde) ve su gibi, yüklü (polar) moleküllerle etkileşim içinde olmaz.

Doymamış Yağ Asitlerine Karşı Doymuş Yağ Asitleri

Yağ asidi zincirleri, karboksilik aside bağlı hidrokarbon polimerleridir (COOH- gibi karbon atomun oksijen atoma bağlı olduğu, onu zayıf bir aside dönüştüren bir bileşiktir). Karbonlar, tek bir bağ ile birbirine bağlanabilir ve kalan diğer bağları hidrojen molekülleriyle bağlanabilir. Bu da, tamamı fazladan atomla dolan karbon bağlarında doymuş yağ asidi meydana getirebilir. Düz çizgisel bir yağ asidi zinciri, doymuş karbon bağları ile oluşabilir.

Bununla birlikte, karbonlar arasında çift bağ da (ve bu sebeple her iki bitişik çift bağlı karbon üzerinde bir tane az hidrojen) olabilir. Bu doymamış yağ asididir ve her iki çift bağlı bölgede kıvrım-

lara sahiptir. Tek bir yağ asidi zincirinde birden fazla çift bağ, çoklu doymamış yağ asidine sebep olur.

Doymuş ve Doymamış Yağ Asitleri

Doymuş yağ oranı yüksek yiyecekler yemek kolesterolünüzü yükseltebilir (arterlerinizi tıkayan mumsu bir madde) ve muhtemelen kalp sağlığınızı etkileyebilir. Doymuş yağların pek çoğu hayvanlardan tedarik edilir (et ve süt ürünleri). Doymamış yağların kalbiniz için daha sağlıklı olduğu düşünülür.

Fosfolipitler

Fosfolipit, kan sıvısı, atom, mitokondriyali (mitokondriyal, bir hücrede enerji üreten yapıdır) de kapsayan hücre zarlarının ana bileşenidir ve kabarcıklıdır (kabarcıklar depolama ve nakil için kullanılan yapılardır). Esasen iki yan yana yağ asidi zinciri, gliserol molekülünün tek bir ucunda bağlanır. Molekülün bir ucu yüklüdür, bu da onu hidrofilik yapar ve diğer bir ucu yağ asidi zincirlerinden oluşur, yüklü değildir ve dolayısıyla hidrofobiktir. Bu ikilik amfipatiktir.

Trigliseridler

Trigliseridler, enerjiyi vücutta depolama biçimidir ve genellikle "yağ" olarak anılırlar. Bu madde adiposit denilen yağ hücrelerinde depolanır ve vücudunuz çok fazla enerjiye ihtiyaç duyduğunda yardıma koşar. Glikozla kıyaslandığında iki kat enerji veren trigliseridler bunu karbonhidratlara göre daha uzun sürede yaparlar çünkü yağları parçalayıp kan dolaşımına geçirmek hücreler için daha uzun zaman alır.

İsminden de anlaşılabileceği üzere bu moleküller gliserol molekülüne bağlı 3 (tri-) yağ asidi zincirinden oluşur.

Steroller

İnsanlarda bulunan başlıca sterol (bir tür yağ) kolesteroldür. Adı kötüye çıkmış olsa da vücudunuz kolesterol olmadan işleyemez. Hücre zarında sabitliği sağlamak adına uygun boşluklar oluşmasında kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, östrojen ve testosteron gibi hormonlar kolesterolden türemektedir ve vücudun düzgün işlemesinde büyük öneme sahiptir.

Nükleik Asitler

Nükleik asitler vücudun her bir hücresi için gereklidir. Nükleik asitler iki çeşittir: deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA). Bu doğrusal moleküller, genetik bilgi havuzu (DNA) ve o bilgilerle geliştirilen proteinlerin (RNA) kopyasıdır.

DNA

Çift sarmallı molekül olarak tanımlanan DNA, ya DNA replikasyonu (hücre bölünmesi) ya da RNA sentezleme ve transkripsiyonu (genetik bilgilerin, talimatları uygulayan proteinlere dönüşmesi) için kolayca ayrılabilen hidrojen bağları ile bağlı iki zincire sahiptir.

DNA zincirleri, birkaç temel öğeden oluşur. İlk olarak şeker molekülü nükleik asit zinciri temelinin bir parçasını oluşturur (DNA için şeker deoksiribozdur, yani DNA'nın D'sidir). Temelin diğer kısmı da şekerleri uzun zincirlere bağlayan fosfat grubudur.

Ayrıca şekere bağlı pürin ya da pirimidin nükleobazı vardır. DNA pürinleri adenin (A) ya da guanin'dir (G) ve pirimidinleri timin (T) ve sitosin'dir (C). Nükleobazlar arasındaki hidrojen bağları, 2 DNA zincirini bir çiftli helikse bağlı tutarlar. Bazlar her zaman çift olarak bölünürler: A-T ve G-C. Yapıları sebebiyle, A-T çifti iki oksijen bağı ile ve G-C çifti 3 hidrojen bağı ile bir arada olur. Böylelikle, G-C çifti ayrılmak için A-T takımından daha fazla enerjiye ihtiyaç duyar. Bu DNA replikasyanu ve RNA sentezi için önemli bir durumdur (daha sonraki bölümlerde anlatılacak).

Pürinler ve Pirimidinler – Fark Nedir?

Her ikisi de azotlu bazlardandır. Pürin 2 karbon-azot halkasına sahipken pirimidin 1 karbon-azot yapısına sahiptir. Her ikisi de aynı işlevi görür.

RNA

Ribonükleik asit (RNA), bazı önemli farklılıklar dışında, yapısal olarak DNA ile benzerdir. İsminden de anlaşılacağı üzere ilk farklılık kullanılan şekerdir. RNA için şeker ribozdur. Ayrıca, RNA çift sarmal yerine tek sarmal olarak sentezlenir. Son olarak G,C ve A RNA'da bulunurken, T bulunmaz. Onun yerine urasil (U) kullanılır.

ÖNEMLİ İNORGANİK BİLEŞİKLER

Yaşayan Ölüler Gecesi

Önemli bir bölümü, organik moleküllerin (karbon içeren moleküller) yapısı, işlevi ve metabolizması odaklı bir inceleme olsa da bazı inorganik bileşikler de insan varlığı ve genel mahiyette yaşamı için önem arz eder.

Organik ve inorganik moleküller (organik moleküller dışındakiler karbon bazlıdır) arasındaki farkı anlayabilmenin bir yolu şudur: Organik moleküller genellikle yaşayan organizmalarla sentezlenmişken aynı durum inorganik moleküller için geçerli değildir (jeolojik süreçler gibi birtakım yollarla meydana gelmemişlerdir).

Su

Gezegen üzerindeki yaşamın çoğu karbon bazlı olmasına rağmen karbon bazlı olmayan su, onsuz yaşamın mümkün olmayacağı bir bileşiktir. İnsan vücudunun, örneğin, yüzde 50 ila 60 arası sudan ibaret olduğu bilinmektedir.

Bu su, hücrelerinizde (su kapasitenizin yaklaşık üçte ikisi) ve geri kalanı hücrelerin dışında dokularınızda ya da kan dolaşımınızda bulunur. Beyninizin yaklaşık yüzde 85'i su iken kemiklerinizin yaklaşık yüzde 10'u sudur.

Birçok moleküle iyonize edebilen (örneğin, NaCl) polar moleküller içermesi sebebiyle –yük içeren moleküller– su, evrensel çözücüdür. Çözücü, içinde başka bir madde çözüldüğünde solüsyon oluşturmak için kullanılır. Evrensel çözücü, çok sayıda maddeyi çözebilendir. Limonata solüsyona bir örnektir. Tuz madeni de öyle (NaCl'nin içinde çözüldüğü sudur). Her iki solüsyon da çözücü olarak su kullanır. İnsan vücudunda bulunan su, klorür gibi elementler için bir çözücü olarak kullanılır.

Sözcüğün Anatomisi

İyonize Etmek

İyonize etmek, nötr (yüksüz) bir atomu (ya da molekülü) yüklü hale getiren herhangi bir işlemdir.

Su, insan vücudundaki pek çok işlem için gerekli olan bir substrattır. Substrat, biyokimyada ya diğer önemli tepkimelerde enzimlerin işleyişini hızlandıran ya da sebep olan bir moleküldür. Yani su, birçok biyolojik sürecin meydana gelmesinin kaynağıdır.

Su Basıncı ile Kan Basıncı Arasındaki Bağlantı

Kan dolaşımında, su basıncı miktarının kan basıncı ve kalp aktivitesi üzerinde büyük bir etkisi vardır. Böbrekler, vücuttaki su ve su basıncı değişikliğine karşı tepki gösterir. Örneğin, eğer kan basıncı yükselirse böbrekler düşmesine yardımcı olmak için su ve tuz atar.

Vücut, aşağıdakiler dahil olmak üzere birçok işlev için su kullanır:

- vücut ısısını ayarlama
- eklemleri yağlama ve dokuları nemlendirme
- atık sulama (kabızlığı önleme ve böbrek üzerindeki talebi azaltma)
- kan dolaşımında materyaller ve gazların taşınmasına yardımcı olma
- vücudun kullanabilmesi için molekülleri eritme (örneğin, mineraller)

Tuzların Rolü

Vücudunuz tuz formunda birtakım inorganik bileşikler kullanır. (Aşağıda anlatılan kalsiyum fosfat tuzları buna bir örnektir.) Tuz,

bir baz bir asitle reaksiyona girdiğinde iyonik bileşik formundadır, yani yüklü (pozitif yüklü iyonlar ve negatif yüklü iyonlar) bölümlerden ibaret olmasına karşın nötr yüklüdür.

Tuzların içinde bulunan özellikler sayesinde bir solüsyon yoluyla elektrik yükü taşımalarına imkân tanıyan elektrolitler (iletken serbest iyonlar) olmak amacıyla vücut içinde çözülebilir. Örneğin sodyum klorid, sinirsel tepkiler iletmeye yardımcı olur ve kaslarınızın kasılması için gereklidir. Ayrıca sindirime ve vücudunuzdaki sıvı miktarını düzenlemeye yardımcı olmak amacıyla kullanılır.

Kalsiyum Fosfatlar

Bir tür tuz olan kalsiyum fosfat, kemik ve dişlerdeki inorganik materyallerin çoğunu tamamlar. Vücudun bu bölümleri destek, hareket ve yeme için gereklidir ama aynı zamanda kalsiyumun fosfat olarak depolanması gibi önemli bedensel işlevler görürler.

Kalsiyum diğer aktivitelerinin arasında kas kasılması, sinir sinyali, protein aktivasyonu için gerekli bir iyondur. Eğer kan kalsiyumu seviyeleri düşerse, kalsiyum, hücresel etkinlikteki özdengeyi sağlamak için kemiklerdeki depodan yardım alabilir. Endokrin bezleri kan kalsiyumu seviyesini dikkatle düzenleyen hormonlar salgılar.

Asitler ve Bazlar

Vücudunuz bir dizi işlev için asit ve bazları da kullanır. Vücudunuz midede yemeği sindirmek için hidroklorik asit üretir. Ne var ki hidroklorik asit, yemekle buluştuğu anda nötralize olmalı ve midenizi terk etmelidir yoksa diğer dokulara zarar verir, bu yüzden vücudunuz asiditeyi azaltmak için bir baz olan bikarbonat üretir.

Vücudunuz aynı zamanda vücut sıvılarınızın uygun pH seviyesinde kalmasına yardımcı olmak için maddenin bazında ya da asiditesinde ufak değişiklikler yapabilen tamponlar üretir.

Mineraller

Vücudunuzun fonksiyonlarını yerine getirmesi için, mineraller formunda başka inorganik maddelere de ihtiyacı vardır. Mineraller, vücudunuza çeşitli süreçlerde yardımcı olan doğal oluşumlu katılardır. Örneğin demir, oksijeni kırmızı kan hücrelerine bağlamaya ve vücudunuzda dolaşmasına yardımcı olur. Vücudunda yeterince demir olmayan insan kansız olur ve yorgunluktan ve zaman zaman hayati tehlike arz eden hastalıklardan mustarip olur. Diğer mineraller hormon üretmek ve kalp atışınızı düzenlemek için kullanılır. Vücudunuzun düzgün işlemesi için ihtiyacı olan mineraller:

- magnezyum
- manganez
- iyot
- çinko
- potasyum
- florür

HÜCRE BİLEŞENLERİ

Hücrelerin Gizemli Yaşamı

İnsan vücudunda bulunan pek çok hücre, özel fonksiyonlara sahip çeşitli organellerden, birimlerden oluşur. Organeller, membran, sitoplazma, çekirdek, hücre iç zarı ve mitokondriler içerir.

Membranlar (Zarlar)

Hücre membranı veya plazma membranı, bir hücrenin içi ve dışı arasındaki sınırı oluşturur. Hücre tipine bağlı olarak değişen oranlarda protein ve lipit moleküllerinden meydana gelir. Genel olarak membranda bulunan her bir protein için 50 lipit molekülü vardır. Ancak, proteinler lipitlerden çok daha büyük olduğundan, proteinler membran kütlesinin yüzde 50'sini oluştururlar. Bu moleküller iki ters levha şeklinde düzenlenerek çift katmanlı bir lipit ve protein meydana getirirler. Katmanlardan biri diğerinin dış tarafına ya da hücre dışı yüzeye, diğeri de iç, sitosolik yüzeye dönüktür.

Membranda bulunan başlıca lipit tipi bir baz molekülüne bağlı (gliserol veya sfingozin) yüklü fosfat grubundan meydana gelmiş bir molekül olan fosfolipittir. Fosfatın negatif yüklü olması nedeniyle fosfolipit katmanın bir ucu kendileri de yüklü ya da kutupsal olan su molekülleriyle etkileşebilir. Diğer uç ise polar olmayan (hidrofobik) alan oluşturan yağ asidi hidrokarbon zincirleridir. Nasıl ki yağ ve su birbirine karışmaz, bu kısım da suyu ya da yüklü molekülü geçirmez ve yarıgeçirgen zar olarak adlandırılan etkili bir filtreleme bariyeri oluşturur.

Hücre Yapısında Kolesterolün Bir Rolü

Kolesterol plazma membranında çok boldur ve membranın akışkanlığını düzenleme işini görmektedir. Fosfolipitler gibi kolesterol

molekülünün de baş grubu hidrofilik, kuyruk grubu hidrofobiktir, yani kolesterol molekülü fosfolipitle uyuşabilir ve daha sert bir yapı oluşturabilir.

Fosfolipit çift katmanın içine yerleşmiş olan proteinler, membran yüzeyinin biri ya da ikisi ile ilişkili olabilirler. Membrana yayılan bu düzenleme proteinlere, birçok hücresel işlev hizmeti görme olanağı sağlar. Maddeyi hücre içine ve dışına taşırlar ve sabit hücrelere membran bağ ya da migratör hücrelere yapışkanlık sağlarlar. Membranda bulunan pek çok protein, kimyasal sinyalleri tanıyan ve o sinyalleri, hücresel aktiviteyi değiştirmek amacıyla hücrenin içine aktaran reseptörlerdir.

Serbest Yüzen Proteinler

Membranda bulunan proteinler bir yerde kilitli değildir. Membranda yüzüyor, dönüyor ya da yatay biçimde geziniyor olabilirler.

Sitoplazma

Hücre dışı ortamdan plazma membranı ile etkili bir biçimde ayrılan hücre içi, çoğu metabolik aktivitenin lokasyonudur. Sitoplazma, hücrenin atölyesidir. Burada, birleşik madde parçalanır, yeni proteinler oluşturulur ve yeni fosfolipitler üretilir.

Nükleus (Çekirdek)

İçinde DNA (hücrenin genetik kodu) bulunan nükleus, hücrenin merkezine konumlanmıştır. Nükleus, DNA kodlarının kopyalarını sitoplazmada protein yapmaya yarayan RNA'ya çevirir.

Nükleus zarı, plazma zarı ile aynı maddeleri içerir. Fakat çekirdek zarı, aralarında perinükleer boşluk olan 4 fosfolipit katman (2 çift katman) içerir.

Çekirdek içinde bulunan en önemli yapıya çekirdekçik denir ve proteinler ve nükleik asitlerden oluşur. Burada protein üretim için gerekli olan rRNA (ribozomal RNA) çekirdeğin dışına taşınmak üzere sentezlenir ve hazır hale gelir.

Sözcüğün Anatomisi

Ribozom

Ribozomlar yaşayan hücrelerde bulunan, bir organizmada oluşan proteinin çoğunu üretmekten sorumlu yapılardır.

Nükleus zarında bulunan protein kompleksleri, maddelerin nükleusun içine ve dışına taşınmasını düzenler. Suda çözünen moleküller engellenmeden geçebilirken daha büyük moleküller bir yerden bir yere geçerken yardım almak durumundadır. Molekülleri nükleusa taşıyan yardımcıya importin denir. Exportin ise molekülleri nükleusun dışına taşır.

Endomembran Sistem

Bir hücrenin birçok membrana bağlı organelleri fiziksel ya da işlevsel olarak veya her iki şekilde de bağlıdır ve bu nedenle endomembran sistemin bir parçası olarak birlikte gruplandırılır ve şunları içerir:

- çekirdek zarı (nükleusu çevreleyen membran)
- endoplazmik retikulum
- golgi aygıtı
- kesecikler
- plazma membranı

Endoplazmik Retikulum

Protein ve lipit üretiminde hayati önem taşıyan endoplazmik retikulum (ER), sitoplazmik bölmelerin geniş alanlarını işgal eden büyük katlanmış tabakalardan oluşur. ER iki türden oluşmaktadır:

- Granüllü ER (rER) protein sentezleme için ribozomlarla, organellerle kaplıdır ve bu da ER'nin pürüzlü görünmesine neden olur.
- Granülsüz (sER) ribozom içermeyen lipit sentez alanıdır.

ER maddesi, golgi aygıtına doğru hareket eden ve onu eriten kesecikler olarak bilinen membran bağlı sferlerden taşınır.

Golgi Aygıtı

Düz kese şeklinde katmanlardan oluşan bir hücre yapısı olan Golgi aygıtı, proteinleri sınıflandırıp belirli amaçlar doğrultusunda paketlemek için gereklidir. Kesecikler yeni gelen tarafta birlikte eriyerek Golginin cis yüzü olarak ifade edilen yeni bir katman oluştururlar. Tıpkı bir montaj hattı gibi bu katmanlar da yeni cis yüzler eklenip golgide üst üste yığıldıkça gitgide daha yükseğe çıkar. Yığınların diğer yüzü, trans yüz ya da son katman nakliye kesecikleri olarak ayrılır ve maddeyi hedefe taşır.

Bazı maddeler plazma membranına teslim edilirken diğerleri mitokondriler gibi başka membran bağlı organellere giden kesecikle yerleştirilir.

Kesecikler

Endomembran sistemde taşıma keseciklerin yanı sıra diğer kesecikler de düzgün hücresel işleyiş için önem arz eder. Lizozomlar yağlardaki proteinleri, karbonhidratları parçalayan enzimlerin katmanıdır. Peroksizomlar hidrojen peroksit içerir ve hidrojen peroksitin etonolü detoksifiye ettiği ve yağ asitlerini parçaladığı karaciğer ve böbrek hücrelerinde belirgin olarak görülür.

Mitokondri

Mitokondri, hücre tarafından kullanılan enerjiyi oluşturan yapıdır. Çekirdek membranı gibi çift membran sistemi içerir. Nükleus gibi mitokondri de DNA'ya sahiptir. Mitokondrial genom, bileşkeleri

metabolizma ve enerji üretiminde önemli role sahip 30'un üzerinde gen kodlar.

Kapsül şeklinde görünümüyle dış mitokondri membranı organel yüzeyinde düzken iç membran, iç zar denilen katlı levhalardır (yüzey alanını artırmak için). İç membrandaki proteinler, proton veya hidrojen iyonlarının (H^+), matrix denilen mitokondri içinden iç ve dış membranlar arasında bulunan intermembran alana elektron taşıma sistemi oluşturur. Akıcı H^+, insan vücudunun tüm hücrelerinin enerji için kullandıkları molekül olan ATP (adenozin trifosfat) üretmek için kullanılır.

MOLEKÜLER TİCARET

Hücresel Gümrük ve Sınır Karakolu

Enerjinin tüketim yardımı almadan kullanılmadığı ya da aktif olmadığı durumlarda maddenin hücre içine ya da dışına taşınma işlemi pasif olabilir. Pasif taşınmada moleküller yüksek konsantrasyon alanlarından düşük konsantrasyon alanlarına doğru hareket eder.

Difüzyon ve Ozmos

Basit difüzyon, yüksek konsantrasyon alanlarındaki moleküllerin düşük konsantrasyon alanlarına yayılma işlemidir. Çöp tenekesine biraz oda parfümü püskürtürsünüz ve kısa bir süre sonra tüm mutfağa hoş bir leylak kokusu yayılır. Bu, difüzyona bir örnektir.

Difüzyonu daha çok yokuş aşağı bisiklet sürme işlemi olarak düşünebilirsiniz. İhtiyacınız olan tek enerji yokuş yukarı çıkarken almış olduğunuz enerjidir. Sonrasında yerçekimi sizi yokuş aşağı kaydıracaktır. Hücresel taşınma için yokuş yukarı itme, moleküllerin yüksek konsantrasyonunu oluşturmadır. Bu molekül oluşumu, örneğin, vücudunuzun ihtiyacı olan besinlerin sindirilmesi esnasında gerçekleşir. Besin molekülleri birikir. Bu birikme işlemi de enerji gerektirir. Ancak biriken moleküllerin dağıtılması (tabiri caizse) yokuş aşağı yuvarlanması (ille de) fazladan enerji gerektirmez.

Bu nedenle, yokuşun en tepesi yüksek konsantrasyon, alt tarafı ise düşük konsantrasyon alanıdır (yokuşun alt kısmında yığınlarınız varsa en tepedeki moleküllerin gidecek alanı olmaz ve böylelikle difüzyon oluşamaz).

Oksijen ve karbondioksit, solunum esnasında membranda serbestçe yayılır.

Sözcüğü Anatomisi

Solunum

Solunum, hücrelere oksijen getirme ve karbondioksitten kurtarma (atık madde) işlemidir.

Hücre, işini yaptığı sürece oksijenini tüketir ve onu karbondioksite dönüştürür. Karbondioksit yığılımı, konsantrasyon tepeden yuvarlanabileceği yüksekliğe erişene kadar sürer (hücre membranı boyunca ve sonra dışarı vahşi doğaya sürüklenir). Karbondioksit uzağa taşındığında, hücre dışındaki yüksek oksijen konsantrasyonu hücre içinde oksijen moleküllerinin dağılımından tepetaklak olur. Bu döngü sonsuza kadar ya da en azından çok uzun bir süre devam eder.

Su, aynı zamanda plazma membranında serbest yayılma özelliğine de sahiptir, suyun bu yayılma durumu ozmos olarak adlandırılır.

Su molekülleri maddeleri eşit bir dereceye kadar seyreltir. Eğer membranın bir tarafında bulunan su daha fazla çözünen maddeye sahipse –tuz veya şeker gibi– membranın iki tarafında bulunan su ve maddenin konsantrasyonunu eşitlemek için daha az çözünen madde (az konsantrasyonlu ya da hipotonik) olan taraftan daha fazla olana doğru akacaktır.

Taşıyıcı - Kolaylaştırılmış Taşınım

(Çok büyük veya yük taşıyor olması sebebiyle) Plazma membranına yayılamayan moleküller, protein kanalları aracılığıyla membran boyunca taşınabilir. Molekül hâlâ yüksek konsantrasyonlu bir alandan düşük konsantrasyonlu bir alana doğru hareket etmektedir.

Glikoz ve sodyum gibi yüklü iyonlar, bir hücrenin içine veya dışına yayılma işlemi için protein kanalı kullanmak zorunda olan

moleküller ve iyonlar arasındadır. Bu da bir yayılma olduğu için enerji kullanılmaz. Tek fark, moleküllerin yayılabilmesinin bu özel tünel yoluyla sağlanıyor olması.

Aktif taşıma, moleküllerin genellikle taşıma proteinlerinin yardımıyla, hücre içinde ve dışında aktif bir şekilde hareket ettiği pasif yayılmadan farklıdır. Hareket etme ihtiyacı duyan molekül bir taşıma proteinine yapışır, o da molekülü gitmesi gereken yere götürür ve orada salıverir.

Ancak, bazen moleküllerin düşük konsantrasyonlu bir alandan yüksek konsantrasyonlu bir alana (konsantrasyon gradyanlarına karşın) taşınması gerekir. Bu, yayılmanın tam tersidir ve transmembran proteinlerinin molekülleri çok daha büyük bir ilave enerjiyle taşımasını gerektirir (bisikletinizi yokuş aşağı kaydırmak yerine yokuş yukarı çıkarmak gibi).

Aktif taşıma protein kanalları, taşıma moleküllerini bağlar ve molekülleri membranın diğer tarafına ve gradyanın zıt yönüne taşımak amacıyla biçimini değiştirmek için ATP'den enerji kullanır.

Hücre molekülleri hücre içine ve dışına taşımak için bazen membran kesecikleri kullanır. Bu durumda molekül, transmembran proteini bir kızak olarak kullanmak yerine hücre membranında (bir kese oluşturur) bir kese ile kaplı olarak hücrenin içine ve dışına taşınır.

- Endositoz, molekülleri hücre içine taşımak için kesecikler kullanma işlemidir
- Eksositoz, molekülleri hücre dışına taşımak için kesecikler kullanma işlemidir

HÜCRE BÜYÜMESİ VE REPLİKASYON

Konuşma Zamanı

Hücresel büyüme ve bölünme yaşamın yalın gerçeğidir. Büyüme ve bölünme genellikle, bir ya da bir grup hücrede, tümör oluşumuna neden olacak kontrolsüz bölünme başlamadığı sürece, moleküler seviyede denetim altında ve salgılanmış maddeler aracılığıyla hassasiyetle sürdürülür.

Hücre Döngüsü

Tipik bir hücre, hücre döngüsünün çoğunu –büyüme ve çoğaltma süreci– harcayarak bulunduğu dokulara ve organlara önemli bir işlev sağlar. Hücre döngüsünün bu aşamasına interfaz denir. Bu başlangıç aşamasında, hücre nihai büyüklüğüne ulaşır ve tekrar bölünmeye hazırlanana kadar sabit, işlevsel durumda kalabilir. Mitoz diye adlandırılan bu aşamada hücre, kromozomlarını ve nükleusunu böler. Hücre döngüsünün sitoplazmanın bölünmesi olan sitokinez ile ilişkisi, tek ana hücreden üreyen özdeş iki yavru hücrenin elde edilmesiyle sona erer. Sonuç hücreleri interfaz sürecini başlatır ve yeniden hücre döngüsüne gelir.

İnterfaz: G1

Mitoz ve sitokinez tamamlandığında her iki yavru hücre de interfazın ilk evresine girer: Gap 1 (G1) evresi. Burada hücrelerin çoğu büyür, gerekli organelleri kopyalar ve nükleusu hücre merkezine daha da yaklaştırır. G1 evresinin sonunda hücre, replikasyon sürecinin hatasız başlayıp başlamadığını emin olmak için kontrol eder. Herhangi bir problem olması durumunda, hücre bölünmesi duracak ve hücre sorunu çözmeye çalışacaktır.

İnterfaz: S

Sentez (S) evresi, G1 evresini takip eden kromozomların, her iki yavru hücrenin eksiksiz kromozom grubuna sahip olmasını sağlamak için kopya edildiği aşamadır.

İnterfaz: G2

Gap 2 (G2) aşamasında hücre mitoz için hazırlanmaya başlar. Bu süre içinde hücre, mitoz için gerekli olan tüm yapıları ve maddeleri üretir ve organize eder. En önemli nokta G2-M dönüşümüdür. Burada hücre replikasyon sürecine devam etmeden önce, hücre büyüklüğü, DNA replikasyonu ve DNA hasarı kontrol edilir.

Mitoz: M

Mitotik (M) evrede bir ana hücre, 2 yavru hücreye klonlanır. Her bir ana hücre 23 çiftten oluşan 46 kromozoma sahiptir. Ortaya çıkan her yavru hücre, tam olarak aynı 46 kromozoma sahip ana hücrenin klonu olacaktır.

Sözcüğün Anatomisi

Mitoz

Mitoz, bir hücredeki kromozomların kopyalanması ve kendi çekirdeğine ayrılması işlemi olarak tanımlanır.

Mitozun ilk evresi olan Profaz süresince interfazın S evresi esnasında oluşan kardeş kromatidler (kromatid kopyalanmış kromozom çiftlerinden bir tanesidir) yoğunlaşır ve hücre bölünmesi hazırlığındayken daha sarmal bir hal alır. Bu evrede hücre içinde, nükleer membranın parçalanmaya başlaması gibi ilave değişiklikler meydana gelir.

Bir ara dönem olan prometafaz, genellikle geç profaz olarak nitelendirilir. Bu süreçte hücrenin her bir kutbundan diğer kutba

esneyen, iğ iplikleri olarak adlandırılan mikrotubulüsler düzenlenir. İğ iplikleri, hücre bölünmesi esnasında iki kritik işlev görürler. Birincisi, her iki kutbun iplikleri kromatidleri hücrenin ortasına taşımak için iki tarafın kardeş kromatidleriyle bağıntı kurar. Diğer iğ iplikleri, mitozun son aşamasında sitoplazmanın bölünmesine hazırlık amacıyla hücrenin kutuplarını birbirinden uzaklaştırma işlevi görür.

Mitozun en sık gösterilen evresi olan metafaz, kromozomların daha önce üretilen iğ ipliklerine bağlandığı noktadır. Hücrenin ekvatorunda bulunan 46 kardeş kromatidin hepsinin dizilmiş olması nedeniyle tanınabilir.

Mitoz evresinin en kısa olduğu anafaz, kardeş kromatidlerin ters yönlerde hareket ettirilen 46 bireysel ve özdeş kromozoma ayrı ayrı çekilmesi ile betimlenir.

Anafaz, telofaz başlangıcının işareti olan kromozomlar kutuplara varana kadar devam eder. Bu esnada kromozomlar hızla rahatlamaya ve açmaya başlar, nükleer membran reforma başlar ve iğ ipliklerinin birçoğu kaybolur. Bu da sitoplazmik bölünme veya sitokinezin başlaması ile çakışan nükleus bölünmesi sonucunu doğurur.

Sitokinez

Telefazın sonuna doğru, aktin olarak adlandırılan proteinler, hücrenin ekvatoruna doğru uzanan bir kemer oluşturmaya başlar. Sitokinez devam ettikçe, aktin halkası gittikçe küçülür ve bölünme çizgisi diye adlandırılan bir daralma ile sonuçlanır. Bu daralma, ortaya çıkan iki yavru hücre birbirinden bağımsız fakat özdeş hücrelere sıkışıncaya kadar devam eder.

Mayoz

İnsan hücrelerinin tamamı mitoz ile bölünmez. Cinsel çoğalma sırasında sperm ve yumurta hücreleri yarıya bölünmek durumun-

dadır ki böylece her hücre 46 yerine yalnızca 23 kromozom içerir. Bu bölünme sürecine mayoz adı verilir. Bu nedenle, mitoz genellikle klonlama olarak adlandırılırken, mayoz indirgeme bölümü olarak adlandırılır.

Sperm ve Yumurta Hücreleri Neden Sadece 23 Kromozom İçermektedir?

23 kromozom içeren bir sperm hücresi 23 kromozom içeren bir yumurta hücresi ile 46 kromozom oluşturacak şekilde birleşir. Ortaya çıkan yeni birey, nihai genetik materyal miktarına sahip olacaktır. Her sperm ve yumurta hücresi 46 kromozomun tam miktarına sahipse, birleşmiş genetik madde, 92 kromozoma sahip bir birey olarak sonuçlanır.

Bu genomik maddenin indirgenmesini tamamlamak için ("genom", "bir hücrenin genetik maddesi" anlamına gelir), her biri bölünme sayısını takiben bir isim alan hücre 2 bölünmeye maruz kalır (örn. profaz 1, metafaz 1). Mayoz 1'deki 46 kromozom bölünür ve böylece her bir yarım 23 kromozoma sahip olur.

İlk bölüme ait yavru hücreler artık kardeş kromatidlerinden ayrılmış olacaklarından ikinci bölünme mitoz ile aynıdır. Bu bölünme ve mitoz arasındaki tek fark, mayoz bölünme II için başlangıç maddesinin 23 yavru kromatid olmasıdır (mitozda 46 adet bulunur). Böylelikle 2 bölünmenin tamamlanmasından sonra 4 yavru hücre oluşur.

DNA REPLİKASYONU

Genler, Fermuarın Açılması

Hücre, iki yavru hücreye bölünmeden önce her bir yavru hücrenin bir kopya edinebilmesi için ana hücrenin tüm DNA'sı kopyalanmalıdır. Bir hücrenin DNA'sı organizmanın tüm genetik maddesini ve bunun nasıl kullanılacağıyla ilgili talimatları taşır.

DNA Yapısı

DNA'nın yapısı, ters-paralel (ters yönlerde çalışan) nükleik asit dizisiminden oluşan bir çift sarmaldır (ortak bir eksen etrafında spiral biçim). DNA molekülü merdiven gibi görülebilir. Merdivenin her bir ayağı bir DNA ipliği, basamaklar da bütün yapıyı bir arada tutan nükleotid bazları temsil eder. DNA'da, bir sicim üzerindeki nükleotidler daima çok istikrarlı bir biçimde bir eş ile eşleştirilir.

DNA Nükleotidleri

Nükleotidler (DNA'nın yapıtaşları) bir şeker molekülü, bir fosfat ve bir nükleobazdan oluşur. DNA çiftleri, bazları adenin (A), timin (T), guanin (G) veya sitozin (C) olan sadece 4 farklı nükleotid içerir.

DNA iplikleri, tekrarlanan bir şeker (deoksiriboz) ve bir fosfattan oluşur. Şeklinden dolayı şeker fosfat molekülüne halkalı bileşik denir. Şeker, bir oksijen atomu kaybetmiş olan bir riboz şeklindedir (de-oksi "eksi oksijen" demektir). Şeker molekülünün bir pentagram (beş noktalı yıldız) şeklinde oluştuğunu düşünürseniz, o zaman diğer moleküllerin bağlayabileceği beş açı vardır.

Alttaki pentagram tabanını ve üstteki noktayı hayal edin. En üst noktanın sağındaki ilk açı, 1' veya 1 asal olarak adlandırılır. Saat yönünde ilerlendiğinde, ikinci açı, 2' veya 2 asal olarak adlandırıla-

cak ve beş açı da numaralandırılana kadar böyle devam edecektir. Bu da, bilim insanlarının, bir halka bileşiğindeki bu moleküllerin birbirlerine nasıl bağlandığı konusunu ele almalarına yardımcı olur. DNA'da, bir nükleotid içinde, fosfat grubu 5"nde şekere bağlanır ve 3"nde başka bir nükleotide bağlanır. Böylelikle, DNA iplikleri, biyokimyasal açıdan 5"nden 3"ne uzanan tek yönlü bir cadde olarak ortaya çıkar. Ancak DNA ipliklerinin (merdiven basamakları) birbirine bağlı olduğunu unutmayın. Bu nedenle, bir iplik (kodlayıcı iplik) soldan sağa 5' ila 3' arasında okunurken, çift sarmalın diğer ipliği (tamamlayıcı iplik) ters yönde 5' ila 3' arasında okunur.

Replikasyona Hazırlanma

DNA çift sarmalı çoğaltılmadan önce, tek sarmallar halinde ayrılmalıdır. Bu, bir pantolonun fermuarının açılmasına benzer. DNA molekülünde bir enzim olan helikaz, nükleotid çiftlerini bağlar ve ayırır, ipliğin birini eşinden kurtarır. Her ne kadar her iki iplik aynı anda çoğaltılıyorsa da, sadelik için iplikler ve replikasyonları (çoğaltma) ayrıca değerlendirilecektir.

Helikaz Nasıl Çalışır?

Helikaz, bazların birbirine bağlı olduğu bir DNA segmentinin merkezinde bulunan hidrojen bağını parçalar. Bu, yeni bazların bağlanabilmesi için bazların ortaya çıkmasını sağlar. Adenin her zaman timine guanin de her zaman sitozine bağlanır.

İplikler çözüldükten sonra artık çift sarmal şeklini almamaktadır. Bunlar doğrusal nükleotid dizileridir (A, T, G ve C harfleriyle ifade edilir).

Öncü İplik Replikasyonu

DNA'nın "tamamlayıcı" ipliği olarak adlandırılan şey, genetik kodun (kodlayıcı iplik) "karşıt" ortağıdır. Fakat bu, bir yavru hücreye

yeni bir çift sarmal üretmek için bir şablon olarak kullanılır. Her bir ipliği bir şablon olarak kullanarak, tüm yavru hücreler, yeni bir iplik ve ebeveynden miras kalan bir iplik içerir ve böylelikle yarı tekrarlayıcı bölünmenin temelini oluşturur.

DNA'nın çözülmesi ile DNA polimeraz adı verilen bir enzim şablon ipliğini 3''nden 5''ne doğru okur ve 5''nden 3' yönünde yeni bir kodlayıcı iplik kurar. Örneğin, tamamlayıcı DNA iplikteki sıranın 3'-A-T-C-G-G-T-T-A-5' olması durumunda, yeni şifreleme ipliği şu şekilde sıralanır: 5'-T-A-G-C-A-A-T-3'. Bu aynı zamanda DNA helikaz enziminin çift sarmalı çözme yönü olduğu için DNA polimerazı, ipliğin bütünü, öncü iplik olarak adlandırılan uzun bir yeni şifreleme ipliğine kopyalanıncaya kadar takip eder.

Gecikmeli İplik Replikasyonu

Öncü iplik, sürekli uzun bir yeni iplik olarak sentezlenmesine rağmen şifreleme ipliğini şablon olarak kullanan diğer replikasyon işlemi daha karmaşıktır. Sürekli olarak çoğaltılmış bir iplik yerine, gecikmeli iplik kesintili parçalar halinde üretilir.

DNA helikazının çift sarmalı çözdüğü için tek bir yönde hareket ettiğini hatırlayın. Bu, önde gelen iplik replikasyonu için mükemmel bir sonuçtur çünkü yeni iplik, helikazın hareket ettiği yönde oluşturulabilir.

Bununla birlikte, diğer şablon için yeni iplik ters yönde üretilir. Bu, yeni gecikmeli ipliğin parçalı olarak oluşmasına neden olur. Tek sarmallı DNA'nın bir alanı açığa çıkar çıkmaz yeni bir ip üretiliyor olur. Fakat bu durumda, yeni iplik, helikazın DNA'yı çözdüğü yönün zıt yönünde oluşur. Böylece, helikaz yeni iplik segmentlerinin uzağında çözüleceği için yeni iplik ve helikaz arasında tek sarmallı bir DNA boşluğu olacaktır. Buna da Okazaki parçası adı verilir. Çözme ve çoğaltma işlemi, parçalar arasında boşlukların olduğu kesintili gecikmeli ipliğe kadar, bu şablonun uzunluğu boyunca Okazaki parçaları üretmeye devam eder.

Bu parçaların yeni, sürekli bir DNA ipliği oluşturmak için birbirine bağlanması gerekir. Bu parçaların uzun bir kesintisiz ipliğe yapıştırılması veya bağlanması, bitişik Okazaki parçaları arasındaki boşluk alanına bağlanan ve bunları birlikte komple bir iplik haline getiren ilk DNA polimerazın ve ardından DNA ligazın fonksiyonudur.

TRANSKRİPSİYON VE TRANSLASYON

C'est la Vie

Bir hücrenin genetik kodu DNA olarak nükleusa yerleştirilir. Ancak, bu kod okunmadan, yorumlanmadan ve proteinlerin oluşturulması için kullanılmadan önce bir kopyasının yapılması ve protein sentezinin ortaya çıktığı sitoplazmaya gönderilmesi gerekir. Genetik kodun bu kopyasını hazırlama işlemi transkripsiyon olarak adlandırılır ve yalnızca birkaç farklılık dışında DNA replikasyonuna çok benzer.

Transkripsiyon

Transkripsiyon sırasında, nükleotidler RNA polimeraz enzimi tarafından bir RNA molekülüne toplanır. DNA polimerazdan çok daha büyük olan bu enzim DNA'nın spesifik sekanslarına bağlanabilir, DNA'yı çözebilir, tek bir tamamlayıcı DNA ipliğini şablon olarak okuyabilir ve protein yapmak için genetik kod ihtiva eden tek bir RNA ipliği üretebilir.

RNA molekülü üretildikten sonra RNA polimerazdan ayrılır ve DNA iplikleri çift sarmallı molekülü düzenlemek için yeniden birbirlerine bağlanır.

RNA Nükleotidleri

DNA'daki nükleotidler A: T ve G: C çiftleri iken urasil nükleotidi (U) RNA'daki timinin (T) yerini alır. Bu yüzden RNA'daki nükleotid çiftleri A:U ve G:C'dir.

Yazılı dilinde bir transkript fikri, konuşulan dille tıpatıp aynı dili kullanan motamot bir kopya üretmektir. Genetik kod ve nükleotid

alfabesinde RNA ipliği, DNA'nın kodlayıcı ipliğinde bulunanla aynı koddan oluşan transkripttir.

RNA Türleri

Birçok RNA türü transkripsiyon yoluyla üretilir. Mesajcı RNA (mRNA), RNA formundaki genetik koddur. Ribozomal RNA (rRNA) protein sentezleyen ribozomlar oluşturmak üzere proteinlerle birleştirilir. Son olarak, transfer RNA (tRNA), doğru sırayla aminoasitleri protein içinde birleştirmek için ribozoma taşıyan moleküllerdir.

Translasyon

Konuşulan bir dile ait bir çeviri yapıldığında, iletişim genellikle farklı bir alfabe kullanarak tamamen farklı bir dilde gerçekleşir. Hücresel translasyonda da durum aynıdır. Burada hücre makinesi nükleotidlerin genetik dilini okur ve aminoasitlerin bir alfabesini kullanarak proteinleri toplar. Translasyonun temel bileşenleri üç RNA molekülüdür: mRNA, rRNA ve tRNA. Hücresel translasyon, bir genetik kodda talimatların uygulanması olarak düşünülebilir. Kod, ne yapacağınızı açıklar ve translasyon bunu yapar.

RNA

Nasıl ki kelimeler harflerden oluşur, mRNA üzerine yerleştirilen nükleotidlerin genetik alfabesi, genetik kodun heceler gibi ufak birimleri olan, üç harfli kelimelerden oluşan kodonlar olarak adlandırılır. Üç harfli kodonlara yerleştirilmiş dört farklı nükleotid ile, hücrenin translasyon mekanizması tarafından kullanılabilen 64 farklı kodon vardır. mRNA kodu temsil ederken, bu kodun okunduğu ve yorumlandığı ve proteinlerin bir araya getirildiği yer ribozomdur.

Bazı RNA molekülleri bir taraftan ters uçtaki mRNA kodonlarını tanıyorken bir taraftan da diğer bir uçtaki belirli aminoasitlere

bağlanabilir. DNA'nın kodlayıcı ipliği nükleotid çiftleri (A:T, C:G) vasıtasıyla tamamlayıcı ipliğe bağlandığı gibi tRNA da, mRNA kodonlarını tamamlayıcı olarak düzenlenmiş üç nükleotide (antikodon) sahiptir. Yani ribozom, mRNA molekülü boyunca kayıp giderken, tRNA molekülleri ilgili kodonlarına bağlanır ve bunu yaparken de, aminoasitleri ribozomun içine, mRNA kodunun yönlendirdiği sıraya ve dolayısıyla doğru protein sekansına getirir.

Ribozomun içindeki boşluk aynı anda sadece 2 tRNA molekülünü tutabilir. Ribozom mRNA boyunca kayıp giderken, aminoasitler peptit bağları vasıtasıyla birbirine bağlanır, böylece bir aminoasidi ilgili tRNA molekülünden kurtarır ve diğer tRNA'ya bağlı gelişen bir aminoasit zinciri oluşturur. Bu noktada, boş tRNA molekülü atılır, diğer tRNA ve büyüyen zinciri, çıkartılan tRNA tarafından boşalan alana doğru sürüklenir ve bir aminoasit içeren yeni bir tRNA molekülü girer. Bu birleşme tüm protein bitene kadar devam eder.

Kodonlar ve antikodonlar

Nükleotidleri A-U-G olan bir mRNA kodonu verilseydi, buna bağlanacak olan tRNA molekülünün tamamlayıcı antikodonu ne olurdu? A-U-G'yi tanıyan antikodon U-A-C olurdu. Unutmayın, RNA'da T nükleotidi yoktur.

Kodonlar

64 olası kodon olmasına rağmen yalnızca 20 aminoasit doğada oluşabilir ve proteinlere birleştirilebilir. Bu, kodonların çoğunun alakasız olduğu anlamına mı geliyor? Hayır... Birden çok kodon aynı tRNA tarafından tanınabilir. Ayrıca, birden fazla kodon aynı aminoasit için kodlanır. Örneğin, GGU, GGC, GGA ve GGG kodonlarının tümü, aminoasit glisin için tRNA tarafından tanınır. Aslında birçok tRNA molekülü dört farklı kodonu tanıyabilir.

Başlangıç kodonları ve stop kodonları adı verilen spesifik kodonlar, protein sentezinin başlangıcını ve bitişini işaret eder. Kodon AUG, tek başlangıç kodonudur ve tüm proteinlerde ilk aminoasitin bir araya getirilmesine işaret eder: metionin. UAA, UAG ve UGA kodonları, translasyonu durdurur ve yeni üretilen proteini serbest bırakmak için ribozom kompleksi sinyali verir.

ENZİMLER VE KATALİZ

İşlerin Gerçekleşmesi

Enzimler, translasyon yoluyla yapılan bir protein sınıfıdır. Bu moleküller, malzemenin kesilmesini, değiştirilmesini, işlenmesini veya nihai bir ürüne daha fazla hareket etmesini kolaylaştırarak doğal olarak oluşan kimyasal reaksiyonlara yardımcı olur. Başka bir deyişle, enzimler işlerin gerçekleşmesini sağlar.

Aktivasyon Enerjisi

Aktivasyon enerjisi, bir ürün oluşturmak için bir kimyasal reaksiyonun aşması gereken eşik olarak kabul edilebilir. Enzim bu eşiği düşürür. Bu nedenle, ürünü oluşturmak için daha az enerjiye ihtiyaç duyulur, reaksiyon hızı artar ve tüm süreç daha verimli hale gelir. Enzimler enerji tasarrufu sağlar ve bir hücrenin metabolik işleyişini çok daha kolay ve hızlı hale getirir.

Enzimlerin Limiti

Hiçbir enzim, doğada olmayan bir kimyasal reaksiyonu katalize etmez. Enzimler, reaksiyonun daha hızlı oluşmasını sağlar.

Dizil Örnek

Dizil örnek, belirli enzimler tarafından nasıl sadece belirli substratların bağlanıp modifiye edilebileceğini açıklar. Model, bir enzim ile bir substrat arasındaki bağlantının etkileşime girdikçe değiştiğini gösterir. Bir substrat molekülü enzime bağlandığında, enzim şekil değiştirir ve substrat molekülü enzimle bağlandığından onun da şekli değişir. Bu, substrat molekülünü nihai ürüne dönüştürmek için daha iyi bir konuma getirir, böylece kimyasal reaksiyonun

oluşması için gereken enerji ve zamanı azaltır. Bunu bir kâğıttan kar taneleri kesme ile mukayese edebilirsiniz. Kar tanesinin her yanını elle kesmeye kalkarsan bu çok uzun zaman alabilir, fazla enerji gerektirir ve sonuçta muhtemelen pek de simetrik olmayan bir görüntü ortaya çıkar. Bu, doğal yolla oluşan bir kimyasal reaksiyona benzer. Fakat kâğıt ilk önce katlanıp sonra kesilirse daha az kesim gerekir, kar tanesi daha hızlı yapılır ve tüm taraflar aynı olur. Enzimler de substratları aynı şekilde katlar ve işler.

Glikoliz

Enzimler organik moleküllerin işlenmesi ve kimyasal bağlar içinde depolanan enerjinin serbest bırakılması için gereklidir ki böylelikle hücreler o enerjiyi kullanabilir.

Sözcüğün Anatomisi

Katabolizma

Katabolizma ya da katabolik süreç, karmaşık moleküllerin daha basit olanlara ayrıştırılarak sonuçta enerji açığa çıkaran bir süreçtir.

Birçok organik molekül hücrelere enerji salabilirken, enerjiyi serbest bırakmak için kullanılan ana molekül glikozdur. Glikozun parçalanmasının katabolik süreci, glikoliz olarak adlandırılır.

Sözcüğün Anatomisi

Fermentasyon

Fermentasyon, oksijen yetersiz olduğunda hücrelerin enerji üretmesidir. Mayada, bu işlemin bir yan ürünü CO_2 ve etanoldür. Hayvansal hücrelerde yan ürün laktik asittir.

Glikoliz sırasında glikoz, 6 karbonlu bir molekülden piruvat adı verilen 2 ayrı, 3 karbon molekülüne kadar 10 enzimatik adımda

işlenir. Çok daha küçük bu moleküller, işlevlerini destekleyen mitokondriye taşınabilir. Glikoliz sırasında enerji de serbest bırakılır.

Reaksiyon aynı zamanda elektronların salınmasına neden olur. Bir koenzim olan nikotinamide adenin dinükleotidi (NAD^+), elektronları yakalar ve bir kimyasal reaksiyondan diğerine nakleder.

ATP (adenosin trifosfat) formunda depolanan enerji bir hücre tarafından kullanıldığında, fosfat gruplarından biri molekülün parçalanmasıyla ATP'nin ADP'ye (adenosin difosfat) dönüşür. Glikoliz işlemi sırasında, kimyasal bağlar kırılıp yeniden düzenlenirken, bağlanma enerjisinin bir kısmı serbest bırakılır ve ADP'yi ATP'ye geri dönüştürmek için kullanılır.

Glikoliz Sırasında Net Enerji Kazancı

Glikoliz ürünü 2 piruvat molekülü, 2 NADH (indirgenmiş NAD^+) koenzim ve 4 ATP molekülüdür. Glikolizin erken safhalarında, 2 ATP molekülü, sonraki glikoliz adımları için ara moleküllerin hazırlanmasında kullanılır.

TCA Döngüsü

Sitrik asit veya Krebs döngüsü olarak da bilinen enerji salımının bir sonraki aşaması, 2-piruvat molekülü 6 CO_2 moleküle bölen ve kimyasal bağlarda kalan enerjiyi serbest bırakan 9 enzimatik aşamadan oluşur.

Her piruvatın (3-karbon molekülü) öncelikle asetil-CoA'ya (2 karbonlu bir molekül) dönüştürülmesi gerekir. Bu başka bir NADH koenziminin oluşumunun yanı sıra bir CO_2 molekülünün oluşumuna ve salınmasına neden olur.

Asetil-CoA'nın daha fazla parçalanması, ara karbonların bir döngüsü uygulamada olduğu sürece devam eder. Ara maddeler, ilk aşklarınız gibi, kısa ömürlü ve çok miktarda enerjiye sahip olan tepkisel moleküllerdir. 2-karbon asetil-CoA, TCA döngüsünün ilk

ara maddesi olan 6 karbon molekül sitrat üretmek üzere 4 karbon molekül ile birleştirilir.

8 daha fazla enzimatik tepki ile 2 karbon daha CO_2 olarak salı-verilecek, NADH (ve 1 $FADH_2$) formunda 3 elektron yakalanacak ve döngüye giren her asetil-CoA molekülü için ek bir ATP molekülü elektron üretilecektir. Böylece, TCA döngüsünün sonunda, glikozdan gelen tüm karbonlar 6 CO_2 molekülü olarak serbest bırakılmış ve bu bağların enerjisi 10 NADH, 2 $FADH_2$ ve 6 ATP molekülleri içinde tutulmuştur (net ATP üretimi 4 ATP'de kalır). Daha açık anlatmak gerekirse, glikozdan gelen enerjinin büyük kısmı koenzimlerin içinde bulunur ve henüz hücre için ATP'ye dönüştürülmüş değildir. Bu ATP oluşumu süreci, elektron taşıma sistemi olarak mitokondride de görülür.

Elektron Taşıma Sistemi

Elektron taşıma zinciri, NADH ve $FADH_2$ koenzimlerinin içerdiği enerjiyi geri kazanır (flavin adenin dinükleotidin indirgenmiş formu olan enerji taşıyan bir molekül). Bu sistem, barajın mitokondriyanın iç zarı ve suyun da elektron olduğu bir hidroelektrik rezervuara benzer. Nasıl ki gölde su birikir ve yerçekimi sebebiyle baraj türbinlerinden elektrik üretmek için büyük bir enerji potansiyeline sahiptir, mitokondriyal membrandaki protein kompleksleri hidrojen iyonlarını intermembran alanlara taşımak için, koenzimlerden gelen elektronların enerjisini kullanır. Bu iyonların rezervuarı ATP sentazı adı verilen son protein kompleksi vasıtasıyla mitokondri matriksine geri akar. Su akışının barajdaki türbine güç sağlaması gibi, hidrojen iyonlarının akışı ATP sentazının ATP molekülleri üretmesini sağlar.

Elektron taşıma zincirine giden aşamalar sırasında yalnızca 4 ATP molekülünden oluşan bir net üretilmesine rağmen, glikozdan elektron olarak koenzimlerde bulunan enerji, ilave 32 ATP molekülü üretmek için kullanılır. Bu işlemin sonunda, her bir glikoz molekülü için 36 net ATP molekülü ve 6 CO_2 molekülü üretilir.

DOKU KÖKLERİ VE GELİŞİMİ

Bir Doku Yapma

Dokular, belirli bir tabakayı tanımlayan ve organa temel bir işlev sağlayan benzer hücrelerin koleksiyonudur. Yetişkin insan vücudu, 200'ün üzerinde farklı hücre tipinden oluşurken, her insan kendi ömrünü tek bir döllenmiş yumurta hücresi olarak başlattı ve bölünüp hücrelerin geri kalan kısmını oluşturdu.

Doku Yaratma

Dokunun insan vücudunun organizasyonuna nasıl uyduğunu anlamak için dokuyu hücre ve organlar arasındaki seviye olarak düşünün. Doku hücrelerden oluşur ve dolayısıyla organları yapmak için kullanılır.

Kök Hücreler ve Dokular

Kök hücreler, belirli koşullar altında spesifik hücre, organ ve/veya doku fonksiyonlarını üstlenebilen, spesifik olmayan hücrelerdir. Örneğin, doğru koşullar altında, bir kök hücre, vücuda elektrik impulsları uygulamaya yardımcı olmak amacıyla nöron olmaya ikna edilebilir. Bazı dokularda, kök hücreler hasarları onarmak için mühendis gibi çalışırlar.

Embriyonik gelişimin başlangıcında, yeni (ve hızla!) bölünen hücreler, vücudun tüm hücrelerinin elde edildiği üç farklı hücre katmanı üretirler. Gastrulasyon adı verilen bu süreç, hücre kümesi (blastula) katmanlara yerleştiğinde başlar. Başlangıçta sadece bir iç tabaka ve bir dış tabaka vardır. Bu tabakalar üçüncü bir orta tabaka oluşturmak için birlikte çalışır. Bu üç katmana sahip olan organizmalara, insanlar gibi, triploblastik denir.

Bu tabakalara germ tabakaları denir. Burada kullanılan "germ" sözcüğünün hastalığa neden olan patojenlerle ilgisi yoktur, "çimlenme" sözcüğüyle ilişkilidir. Germ tabakaları, insan gelişiminin embriyonik ("çimlenme") aşamasında oluşur ve vücuttaki tüm doku ve organların kökenidir (dolayısıyla bu yapıları "çimlendirir"). Bu katmanlar şunlardır:

- ektoderm
- mezoderm
- endoderm

Ektoderm (*ecto* "dış" anlamına gelir), vücudunuzun dış kaplaması olan derinizi oluşturan dokuyu ifade eder. Ektoderm ayrıca zamanla merkezi sinir sisteminizin evi haline gelen nöral boruyu oluşturur. İnsan vücudu genellikle bir tüp içinde bir tüp olarak düşünülür. Bu anlamda, ektoderm cildin dış borusunu üretir ve endoderm (*endo* "iç" anlamına gelir) içeride boru üretir. Bu tüp sindirim borusudur.

Bu, arada mezodermi (*mezo* "orta" anlamına gelir) oluşturan çok sayıda doku ve organ bırakır. Kas, kemik, kan ve bağ dokusu, hücre gelişiminin başlarında üretilen bu orta katmandan türemiştir.

Sözcüğün Anatomisi

Organogenez

Organogenez, germ tabakalarının insan vücudundaki tüm organları oluşturduğu sürecin adıdır.

Vücudunuz dört ana dokuya sahiptir:

- çoğunlukla vücudunuzu korumak için çalışan epitelyal
- yapıları bir araya getiren bağlayıcı

- kasılan kaslar
- vücudunuzun hareketlerini koordine eden sinirler

Bir Dokunun Anatomisi Fizyolojisi ile Nasıl İlişkilidir?

Anatomiyi "form" veya "yapı" olarak, fizyolojiyi de "işlev" olarak düşünün. Bunlar birbirleriyle bağlantılı olup ayrılamazlar. Örneğin, kas dokusu kasılma (anatomi) özelliğine sahiptir, bu nedenle vücudu hareket ettirmek için kullanılır (fizyoloji).

Histoloji (Doku Bilimi), dokular ve dokuların insan vücudunun bir bütün olarak işlev görmesi için nasıl çalıştığını inceleyen bir bilim dalıdır. Bilim insanları sıklıkla organın temel fonksiyonlarını yerine getiren dokusu olan *parankim* ve esas işlevi getirmeyen, damar veya sinir gibi organdaki diğer dokular olan *stroma*dan bahsederler. Bir organın nasıl çalıştığını (veya neden düzgün çalışmadığını) doğru anlamak için hem parankim hem de stromaya dikkat edilmesi gerekir.

EPİTEL DOKU

Acını Hissediyorum

İnsan dokusunun dört temel türünden biri olan epitel dokusu, bir yüzeyi örter veya içi boş bir organın astarını oluşturur. Tıpkı mide ve bağırsağınızın iç astarı gibi, derinizin yüzeyi epitelyal dokudan oluşur. Aslında karın boşluğunuzun içi ince bir epitel hücre tabakası ile kaplıdır. Bu örtme hücrelerinin işlevi, materyali dışarda tutmak (patojenlerin girmesine engel olan deri) veya içerde tutmak için (hidroklorik asidin vücudun diğer bölgelerine zarar vermesini engelleyen mide duvarı) su geçirmez bir bariyer sağlayıp muhafaza etmektir.

Epitelyal Hücrelerin Türleri

Epitelyal hücreler kısmen şekillerine göre sınıflandırılır. Hücreler, hücre çekirdeği yumurta sarısı gibi yukarıya doğru şişlik yaparken kızarmış yumurta gibi dümdüz olabilir. Bu düz hücrelere skuamöz epitel denir. Epitel hücreleri, yan genişliği hücrenin yüksekliği ile aynı olan küp şeklinde de olabilir. Bunlar da küboid epitel olarak bilinir. Son olarak, uzunlukları genişliklerinden fazla olan hücreler kolumnar epitel olarak sınıflandırılır.

Katman Sayısı

Tek bir hücre tabakasından oluşan epitel dokusuna tek katlı epitel denir. Tek katlı epitelde, dokudaki tüm hücreler, dokunun altındaki yapıyla (bazal membran olarak adlandırılır) temas halindedir. Epitel doku epitel hücrelerinin birden fazla tabakasına sahip olduğunda, çok katlı olarak adlandırılır. Bu çok katlı katmanda, sadece katmanın altındaki hücreler alttaki dokuyla temas halindedir. Vücudun bazı bölgelerinde, epitel doku birden çok hücre katmanından oluşur gibi gözükse de yakından incelendiğinde, tüm hüc-

relerin bazal membranla temas halinde olduğu ve tesadüfe bakın ki, hücrelerin boyunun yüksek veya değişik yüksekliklerde olduğu görülür. Bu tür epitel, psödostratifikasyon olarak sınıflandırılır ve gerçekten kolayca çok katlı katmanlarla karıştırılır. Epiteller anlatılırken hem şekilleri hem de katman sayısı düşünülür. Düzleştirilmiş hücrelerin tek bir tabakasına basit bir skuamöz epitel denir. Aynı şekilde, çok katlı tabakalardan oluşan ve kübikleşmiş hücrelerin yüzey tabakasına sahip olan bir epitel çok katlı küboid epitel olarak adlandırılır.

Birden Fazla Tabaka Olduğunda Epitel Dokusu Nasıl Sınıflandırılır?

Birden çok tabaka olduğunda, epitel dokunun yüzeyindeki hücrelerin şekli, altındaki hücrelere bakılmaksızın sınıflandırmada kullanılacaktır.

Transisyonel epitel doku üriner sistem boyunca ve mesanenin astarında bulunur. Bu çok katlı bir epitelken, yüzey hücreleri büyük ve kubbe şeklindedir (mesane boşken) veya basıktır (mesane doluyken). Genellikle, bu dokunun hücreleri kolay tanımlama yapmak için 2 çekirdek içerecektir.

Apikal Modifikasyon

Lümene bitişik epitel hücrelerinin üstü veya bir organın çukurluğu apikal yüzey olarak tanımlanır. Bu hücreler, dokunun fizyolojik fonksiyonunu etkileyen membran uzmanlığına sahiptir. Solunum yollarını kaplayan epitel hücrelerindeki bu değişim silyadır. Bu tüy benzeri yapılar apikal hücre yüzeyinden yukarı doğru uzanır ve maddeleri taşımak amacıyla öne arkaya yaslanabilir. Bağırsaklardaki hücrelerin apikal değişimleri mikrovilü olarak adlandırılır. Parmak benzeri projeksiyonlar, besin maddelerinin ve suyun daha fazla emilmesi için hücrenin yüzey alanını artırır.

Bazal Membran

Her bir epitel tabakanın altında, tıpkı bir temel veya zemin katla evi yere sabitlemek gibi, hücreleri alttaki dokulara sabitlemeye yardımcı olan bir molekül bölgesi vardır. Bazal membran (BM) aynı zamanda hücrelerin laminin (hücre adezyon molekülü) gibi moleküllere bağlandığı ve diğer BM moleküllerinin altta yatan bağ dokusu ile birbirine bağlanarak epitel katmanları sağlam bir biçimde sabitlediği bir geçiş bölgesidir.

BM, her biri katmanın diğer bir ifadesi olan lamina olarak adlandırılan üç bölgeden oluşur.

- Lamina lucidia, hücre adezyon molekülleri içeren en alttaki epitelyal hücrenin hemen altında bulunan ve onunla temas halinde olan katmandır.
- Bir sonraki tabaka lamina densa olarak adlandırılır, ağa benzeyen tip IV kolajen liflerinin oldukça yoğun olması karanlık olmasına neden olduğundan böyle adlandırılmıştır.
- En derindeki tabaka lamina retikülariz'dir. Bu katmanda, alttaki bağ dokusundan gelen lifler yukarı doğru uzanır ve lamina densa molekülleri ile birbirine bağlanır.

Sözcüğün Anatomisi

Bazal Lamina

Lamina lucida ile lamina densa birlikte bazal laminayı oluşturur. Bazıları bunu bazal membran ile karıştırır, ancak bunlar birbirinin yerine geçebilen terimler değildir.

BAĞ DOKUSU VE KAS DOKUSU

Dünyanın Bütün Dokuları, Birleşin!

İnsan dokusunun iki temel türü bağ dokusu ve kas dokusudur. Farklı şekilleri ve işlevleri vardır, ancak epitel doku ve sinir dokusu ile insan vücudunun işlevini yerine getirmek için birlikte çalışır.

Bağ Dokusu

İsminden de anlaşılacağı üzere, bağ dokuları diğer dokuları birbirine bağlar. Adezyon işlemi için birlikte işlev gören hücreler ve moleküllerden oluşur.

Bağ Dokusu Hücreleri

Fibroblast, bağ dokusunun ana hücresidir. Bu hücre tüm bağ dokularında bulunan lifleri biriktirir; dokuya gerilim kuvveti sağlayan, gerilme dirençli bir protein olan kolajen. Bu hücreler, aynı zamanda gerilmeden sonra dokuların geri sekmesini sağlayan elastik lifler üretir. Makrofajlar da bağ dokularında bulunur; patojenleri ve birikintileri yok ederek vücudun elektrikli süpürgeleri olarak işlev görürler. Bağ dokusunda yağ hücreleri veya adipositler de bulunabilir. Bu hücreler çoğunlukla, vücudun var olan enerjisine göre depolanan ve salıverilen yağ damlacıklarıdır (lipitler, kolestrol veya yağ asitleri). Vücut için yakıt miktarı bol olduğunda, maddeler yağ olarak depolanır. Yakıt kanda az olduğunda, yağ kullanılabilir bir enerjiye dönüştürülür.

Bağ Dokularının Sınıflandırılması

Bağ dokusu, hücrelerin elyafa göre yüzde oranına ve liflerin bağ dokusu içerisinde ne kadar sıkı paketlendiğine göre sınıflandırılır.

- Gevşek bağ dokusu geniş aralıklı liflerden ve açık alanlarda göç eden birçok hücreden oluşur. Gevşek bağ dokusu bulabileceğiniz alanlar, büyük kan damarlarının çevresindeki dokuyu, cildin epitelinin altını ve sindirim ve solunum yollarını kapsayan alanlardır.
- Yoğun düzensiz bağ dokusu, gevşek bağ dokusundan çok daha fazla lif ve daha az hücre içerir ve liflerin oryantasyonuna göre sınıflandırılır. Cildin derisinde kolajen lifleri türbülanslı ve düzensiz bir yapıya sahiptir, bu nedenle bu bağ dokusu yoğun düzensiz olarak adlandırılır.
- Yoğun düzenli bağ dokusu, neredeyse tamamen kolajen veya elastik liflerden oluşur ve çok az sayıda hücre içerir. Lifler sıkıca paketlendiğinden ve birbirine paralel düzenlendiğinden, bu doku yoğun düzenli bağ dokusu olarak sınıflandırılır. Kemiği kemiğe veya kası kemiğe bağlayan kemik bağ dokuları ve tendonlar gerilmeye dirençlidir ve her ikisi de yoğun düzenli bağ dokusundan oluşur.

Kas Dokusu

Kas, vücudu hareket ettirmekle kalmaz, aynı zamanda maddeleri de vücutta hareket ettirir. Tüm kasların tek bir görevi vardır: kasılmak. Kas kontraksiyonu sadece iki protein olan aktin ve miyozinin kayma etkisi ile gerçekleşebilir. Üst üste binen aktin ve miyozin molekülleri birbirlerine doğru kayar, hücrenin her ucunu çekerek kasları kısaltır.

İskelet Kası

İskelet kasları kemiklere bağlı kaslardır. Bu düzenleme, motor kasların hareketlerin oluşabileceği ve yapılabileceği kolları hareket ettirmesine olanak tanır. Embriyonik gelişim sırasında, bireysel kas hücreleri, birçok çekirdek içeren uzun kas hücreleri boruları oluşturmak için birlikte kaynarlar. Bunlara iskelet kası lifleri denir. Çe-

kirdeklerin tümü hücre membranı çevresine preslenir çünkü her bir kas lifinin ortası üst üste binen aktin ve miyozin moleküllerinin uzun sütunlarıyla doludur. Aktin ve miyozinin tekrarlanması ve üst üste binmesi, iskelet kası hücrelerine damarlı bir görünüm verir.

Sözcüğün Anatomisi

Sarkomer

Bir zincirdeki bağlantılar gibi seri olarak düzenlenmiş aktin ve miyozinin tekrar eden birimlerine sarkomerler denir. Kasılmayla, her sarkomer küçük bir miktar kısaltır. Birbirine eklendiğinde, aynı zamanda kısalan bütün sakromerler, tüm kas organının birkaç santimetreye kadar kısalmasına neden olur.

İskelet kası, insan vücudunda, istemli kontrol altındaki tek kas türüdür. Bir bardağı yerinden alma veya bir yarışta koşma, bilinçli kontrolünüz olmadan gerçekleşemez.

Kalp Kası

İskelet kası hücreleri gibi, kalp kası da ona damarlı bir görünüm veren sarkomerlerle düzenlenmiş üst üste binen aktin ve miyozin içerir. Bununla birlikte, kalp kası bilinçaltının kontrolü altındadır ve istemsiz olarak kabul edilir. Kalp atış hızınızı aktivite seviyenize göre artırabilir veya azaltabilirken (koşu hızı artırır, yatmak ise düşürür) kalp atış hızı, düşünce tarafından, istemli olarak kontrol edilemez.

Kalp hücreleri iskelet kasının doğrusal borularında farklı olarak birçok farklı noktada dallanmıştır. Bu dallanma noktaları kalp kası hücrelerini iç içe geçmiş katmanlar (laminae) halinde birbirine bağlar. Laminae (iskelet kasının doğrusal kasılmasından ziyade) kalpteki 3 boyutlu kasılmayı sağlar.

Kalp kası, interkale diskler olarak adlandırılan, hücreler arasındaki bağlanma noktalarına sahiptir. İnterkale diskler kas hücreleri-

nin birbirine sıkıca tutunmasını sağlar. Bu diskler ayrıca, bir hücrenin sitoplazmasının bitişik hücrelere engelsiz akışını sağlayan ara bağlantı adı verilen membran boruları içerir. Böylece, ara bağlantı yoluyla katılan kas hücreleri aynı anda kasılır. Kalp, pek çok parçadan oluşmasına rağmen tek bir ünite olarak işlev görür.

Düz Kas

Düz kas, damarlı iskelet ve kalp kası şeklinde değildir. Ancak bu, düz kasta aktin ve miyozin bulunmadığı anlamına gelmez. Buna karşılık, kontraktil proteinlerin sarkomerik düzeninden yoksundur. Düz kasta, üst üste binen aktin ve miyozin, hücrenin yüzeyinin her tarafına dağılmış olan yoğun cisimcikler olarak adlandırılan plazma membranındaki noktalara bağlanır. Bu 3 boyutlu kalıp, kasılma olduğunda hücrenin kendi üzerine çökmesine neden olur.

Kalp kası gibi, düz kas da istemsizdir ve düz kas dokusu kemerleri veya şeritleri oluşturmak için ara bağlarla birleştirilebilir. Bunlar, sindirim sistemi, üriner sistem ve kan damarları gibi içi boş organların etrafında bulunur ve idrar gibi maddelerin hareket etmesine yardımcı olur. Örneğin, pilorik sfinkter maddenin bağırsaktan mideye geçip geçmediğini ve bunun zamanını düzenleyen, mide ve ince bağırsak arasındaki kemerdir. Düz kas kemerinin kasılması geçidin daralmasına ve hatta kapanmasına neden olur ve burada oluşacak gevşeme açık bir geçiş sağlar.

SİNİR DOKUSU

Bu İş Yürek İster

Sinir dokusu, vücudun bir yerinden başka bir yerine elektrik sinyalleri gönderir. Bu sinyaller, bir proses için vücudun merkezi sinir sistemine bilgi sağlar veya vücuda bilgi gönderir. Örneğin, sıcak bir sobaya dokunduğunuzda sinir dokusu reaksiyonunu tetikleyeceksiniz. Nöronlarınız, beyninize sıcak bir şeye dokunduğunuzu söyler (merkezi sinir sistemine bilgi getirir). Beyniniz, vücudunuza elinizi sobadan uzaklaştırmanızı söyler (vücuda bilgi gönderir).

Nöronlar

Nöronlar, sinir sisteminin sinyal hücreleridir ve sayısız biçim ve ebattadır. Nöronların genellikle, hücre gövdesinden uzanan ve hücrenin biraz sivri uçlu görünmesine sebep olarak nöronun karakteristik görünümünü oluşturan nörit adında yapıları vardır. Bu nöritler, sinyallerin gittiği yöne göre adlandırılır. Örneğin, elektrik sinyali hücre gövdesine doğru giderse nörit, dendrit ismini alır. Sinyal hücre gövdesinden uzaklaşırsa, akson olur. Genellikle nöronların daha küçük çaplı dendritleri ve daha uzun kalın bir aksonları olacaktır.

Nöroglia

Nöronlar, sinir sisteminin sinyal hücreleri olmasına rağmen, sinir sisteminin sadece yüzde 20'sini oluştururlar. Esas kısmı sinir sisteminin destekleyici hücrelerinden oluşur ve hepsine birden nöroglia denir.

Neden Nöroglia Bazen "Sinir Tutkalı" Olarak Adlandırılır?

"Nöroglia" sözcüğü birleşince "sinir tutkalı" anlamına gelen iki Yunanca sözcükten meydana gelir. Nöroglial hücreler aslında herhangi bir şeyi başka bir şeye yapıştırmazlar. İlk keşfedildiklerinde, bilim insanları kendi adlarına bağlı bir amaca hizmet ettiklerini düşündüler.

Nasıl ki ekrandaki film yıldızları bir film yapımına katılan insanların sadece küçük bir bölümünü oluşturur, sinir sistemini destekleyen sahne arkası üyeleri de nöroglial hücrelerdir (glial hücreler veya glia olarak da adlandırılırlar). Glial hücreler nöronlardan daha küçüktür ve nöritleri yoktur. Aktif olarak sinyal gönderme veya alma ile alakaları yoktur. Aksine, çevrelerini korumak ve nörotransmitterlerin alımını ayarlamak suretiyle nöronları desteklerler. Glial hücreler ayrıca, nöronların yaralarından kurtulmalarına yardımcı olur ve diğer destekleyici işlevleri yerine getirir.

Sözcüğün Anatomisi

Nörotransmitterler

Nörotransmitterler sinirler arasındaki sinyalleri ileten kimyasallardır. Nöronların aralarında sinaps adı verilen küçük alanlar vardır ve nörotransmitterler, sinirlerin elektrik impulslarını, kimyasal haberciye dönüştürerek sinyallerin sinapslardan geçmesine yardımcı olurlar.

Miyelinlenen Hücreler

Bir grup nöroglia, nöronların aksonlarını izole eder. Bu hücreler tıpkı çıplak tel etrafına elektrik bandı saran bir elektrikçi gibi, plazma membranlarını aksonun etrafını 40-50 kez sararlar. Miyelin te-

rimi, aksonun etrafına sıkıca sarılmış membran alanını ifade eder (etrafına sarmak için bir şeyin miyelinleştirilmesi). Miyelin, aksonu izole eder ve böyle yaparak elektrik sinyalinin çok daha hızlı iletimini sağlar. Kollarınız ve bacaklarınız gibi vücut alanlarındaki nöronlar, onları keşfeden fizyolog Theodor Schwann'ın adını taşıyan Schwann hücreleri tarafından miyelinlenecektir. Bunlar, periferik sinir sisteminde var olan, periferik sinirleri sarmaktan sorumlu belirli glial hücre tipidir.

Bununla birlikte, merkezi sinir sisteminde, oligodendrositler aksonları miyelinleştirir. Birçok kola sahip bir ahtapot gibi, bu hücreler birtakım hücresel yapıları aksonlara kadar uzatırlar ve böylece bir oligodendrosit birkaç farklı aksonda miyelinleşebilir.

Astrosit

Yıldız şekillerinden dolayı böyle adlandırılan astrositler, başka bir nöroglia hücre tipidir. Kan damarlarını iskeletleriyle örterek sinir sistemini enfeksiyona karşı korur ve maddelerin kan dolaşımının dışına ve sinir sisteminin içine hareket etmesini düzenlerler. Kan-beyin bariyerinin bir parçası olarak, patojenler için tarama yapar ve besinlerin taşınması ve atıkların işlenmesinde yardımcı olurlar.

Mikroglia

Microglia hücreleri merkezi sinir sisteminin elektrikli süpürgeleridir. Fagositik hücreler olarak bilinirler, patojen ve birikinti aramak için sinir sistemini devriye gezer ve fagositoz denilen bir işlem yoluyla onları uzaklaştırır ya da yabancı cisimleri hücre gövdelerinin içine çekerler ve bu zararlı maddeleri herhangi bir hasara sebep olmadan etkili bir şekilde ortadan kaldırırlar.

Ependimal Hücreler

Merkezi sinir sisteminde bulunan nöroglial hücrenin son türü ependimal hücredir. Bu hücreler omurilik ve beynin etrafından

akan, kafa ve omurganın alabileceği darbelere karşı bir amortisör işlevi gören omurilik sıvısı üretir. Ayrıca, omurilik sıvısı üretildiğinde ve ortadan kalktığında kan-beyin bariyeri oluşturan bir akıntı yaratmaya yarımcı olur; patojenler, merkezi sinir sistemine ulaşmadan önce, akan omurilik sıvısı boyunca yüzmek zorundadırlar.

Bu çeşitli hücreler birlikte, insan vücudundaki merkezi ve periferik sinir sistemlerinin dokularını ve organlarını oluştururlar.

CİLT, SAÇ VE TIRNAKLAR

Güzellik Yüzeydedir Ancak Deri Oldukça Derindedir

Deri insan vücudunun en büyük organıdır. Birkaç kattan oluşur, vücudun dış kaplamasıdır, enfeksiyona ve dehidrasyona karşı koruma sağlar. Ayrıca ciltte dokunmayı algılayan ve vücudu sıcak tutmaya yardımcı olan tüyler bulunur. Vücudunu soğutmak için, cildteki bezler, yüzeyden buharlaşmayla vücudu soğutan ter üretir.

Epiderm

Vücudun tüm yüzeyini kaplamasına rağmen cildin tamamı eşit şekilde oluşmamıştır. Kolunuzdaki cilt ile ayak tabanlarındaki cilt arasında ciddi fark vardır ve bu büyük ölçüde derinin epidermal (üst) kısmının kalınlığına bağlıdır.

Üst katmanı oluşturan hücrenin beş katmanına kadar olanlar derinin üst katmanını veya epidermisini oluşturur:

- stratum bazale
- stratum spinosum
- stratum granulosum
- stratum lucidum
- stratum corneum

Sırayla her birine bakalım. Alttan başlayacak olursak, eski hücrelerin yüzeyden dökülmesi nedeniyle hücrelerin bölünerek yeni hücrelere sürekli olarak bir kaynak ürettiği taban membrana bitişik stratum bazale vardır. Yukarıya doğru ilerledikçe bir sonraki katman, hücrelerinin dikenli bir şekle sahip olmasından adını alan stratum spinosum'dur.

Sözcüğün Anatomisi

Melanosit

Melanosit, cilt hücrelerine renklerini veren pigmentli hücrelerden biridir. Epidermisin stratum spinosum katmanı boyunca bulunurlar. Tıpkı sahilde sizi gölgeleyen bir şemsiye gibi, alt kısımdaki bölünen hücreleri kapatarak ultraviyole radyasyondan gelen hasardan korurlar.

Cilt hücreleri (keratinositler) (ölü hücrelerin canlılarla değişme süresi boyunca) gittikçe daha yükseğe hareket ederek, stratum granülosum hücreleri haline gelirler. Bu hücreler keratohyalin granülleri ile doldurulmuştur ki bu da cilt yapısının sağlanmasında yardımcı olur ve hücrelere pürüzlü bir görünüm verir. Bu, yaşayan hücrelerin son katmanıdır.

Bir sonraki, stratum lucidum. Cildin ince yarı saydam bir tabakasıdır ve ölü cilt hücrelerinden oluşur. Bu tabakanın üzerinde, kalınlığı en değişken olan son tabaka bulunur. Stratum corneum, çoklu ölü hücre tabakalarından oluşur ve vücudun enfeksiyona karşı ilk savunma bariyeridir.

Sözcüğün Anatomisi

Deskuamasyon

Deskuamasyon, ölü cilt hücrelerinin dökülmesi işlemidir. Epidermal yüzeyden hücreler sürekli olarak dökülür ve yine sürekli olarak yeni hücreler oluşur. Yeni bir cilt hücresinin alt katmandan cildin yüzeyine geçmesi yaklaşık 14 gün sürer.

Kalın cilt, ellerin avuç içi ve ayak tabanlarının üzerinde bulunur. Bahsettiğimiz beş katmandan, stratum corneum, en kalın tabakadır. Yürürken veya nesneleri tutarken oluşan sürtünmeye

karşı mükemmel koruma sağlar; ancak vücudunuzu örten cildin geri kalanından farklı olarak, kalın ciltte kıl folikülleri veya sebasöz bezleri bulamazsınız. Ayrıca, kalın ciltte ince cilde oranla daha az ter bezi bulunur. Ayaklarınız ve avuç içiniz nemlenmiş olsa da, üretilen ter hacmi vücudun diğer bölgelerinde üretilenden çok daha düşük olur. Vücudun büyük bir kısmı ince cilt ile kaplıdır. Aslında, kalın deride bulunan beş tabakanın ikisi burada bulunmadığından (stratum granulosum ve stratum lucidum yoktur), epidermis bu tür bir deride daha incedir. İnce deri, büyüyen kılları destekleyen birçok kıl kökü ve yağ bezine sahiptir. Ayrıca, her iki cilt tipi de ter bezleri içerse de, vücudun soğumasına yardımcı olması açısından bu bezler ince deride daha yoğundur.

Dermis

Dermis, alttaki bağ dokusu ile üstteki epidermal kat arasında bir geçiş bölgesi oluşturan epidermisin altında kalan katmandır. Kolajen lifleri, elastik lifler ve yağ dokusundan oluşan yoğun düzensiz bağ dokusu içerir. Dermis içinde basınç, ağrı ve sıcaklık tespit eden birçok sinir ucu ve reseptörün yanı sıra cildi destekleyen kan damarları bulunur.

Saç ve Tırnaklar

İnsan derisi, cildin yüzey stratumu korneumunu oluşturan maddeyle aynı maddeden oluşan saç ve tırnaklar olarak bilinen yapılara da dönüştürülebilir. En büyük fark, bu tabakaların yoğunlukları ve bu tabakalardaki diğer ölü hücrelerle nasıl düzenlendiğidir.

Kıl

Stratum corneum tabakasının ölü hücrelerinin alınıp ölü hücrelerin sıkıca gerilmiş olan borusundan yuvarladığınızı düşünün: işte kıl budur. Kıl folikülü derinin derinindeki dermisine doğru çıkıntı yapan epidermis üzerindeki derin bir çukurdur. Epidermisin diğer

katmanları kıl büyüdükçe kıl milini çevreler ve destekler. Folikülün en derin kısmında kıl kökü bulunur. Hücrelerin bölündüğü yer burasıdır. Burası aynı zamanda, folikül içine giren ve kıl büyümesini destekleyen kan damarları tarafından beslendikleri yerdir. Kıllara yeni katmanlar eklenir ve onları sürekli olarak folikülün dışına çıkarıp cildin yüzeyine sıkıştırır.

Tırnaklar

Cilt yüzeyi, vücudunuzdaki kılların çoğu gibi nispeten yumuşaktır. Bununla birlikte, tırnaklar son derece serttir ve ölü hücrelerin sıkı bir şekilde paketlenmiş tabakalarından oluşur. Tırnak olarak bilinen şeyler, aslında tırnak plağıdır. Ölü hücrelerin bu sertleştirilmiş plağı, tırnağın düşmesini önlemek için plağa sıkıca tutunan tırnak yatağı vasıtasıyla alttaki epidermise bağlı durur. Tırnağın tabanında, kütikül (eponychium) bulunur. Kütikül, cilt epidermisinin bir parçası olup yeni oluşmakta olan tırnağın plakası ilerledikçe üzerini örter. Kütikülün altında yeni tırnak plağı malzemesi sürekli olarak üretilmekte ve tırnağı ileri itmektedir.

Tırnağın sonunda, plak bir yarık oluşturarak parmağın ucundan uzar ki bu da kir toplamakta büyük işe yarar ve teknik olarak hiponychium olarak adlandırılır. Bu kısım, tırnağın en iyi bildiğiniz ve tırnakların çok uzun süre büyümesini önlemek için düzenli olarak düzeltmeniz gereken kısmıdır.

CİLT YAPILARI VE FONKSİYONLARI

Pozitif Işık Saçıyorsun!

Cildiniz işlevlerini yerine getirmek için birtakım farklı yapılar kullanır ve sadece mikropların içeri girmesini engellemekten daha fazlasını yapar.

Ter ve Yağ Bezleri

Cilt, insan vücudunu koruyan sağlam (bitişik) bir hücre tabakasıdır. Ek yapılar cildin vücudu soğutmasını ve kendini iyileştirmesini sağlar. Bu önemli bezler ter bezleri ve yağ bezleridir.

Ter Bezleri

Eski zamanlarda, Mısırlılar, yaşam alanlarının iç kısmını soğutmak için kapı ve pencerelere ıslak keten bez asarlardı. Su buharlaştıkça havadaki ısıyı düşürür ve odaları etkili bir şekilde soğuturdu. İnsan vücudu da soğutma için aynı yaklaşımı kullanıyor. Bunun adı terlemedir. Derinin yüzeyi ıslandığında, buharlaşma oluşur ve buharlaşma oluştuğunda ısı dağılır ve vücut sıcaklığı düşürülür.

Neden Bazı Terler Kokar

Ekrin ter bezleri vücudun büyük bir bölümünde bulunur ve ter olarak bilinen ve insan vücudunu soğutan sıvıyı üretir. Apokrin ter bezleri koltuk altı bölgelerinde daha fazla yoğunlukta bulunabilir ve bakteriler tarafından metabolize edildiğinde belirgin ve genellikle hoş olmayan bir koku veren farklı bir ter türü üretebilir.

Ter bezinin salgı kısmı, dermisin daha derin kısımlarında bulunur ve ter olarak bilinen tuzlu protein ve lipit bakımından zengin

sıvıyı üretir. Bu sıvı uzun, sarılmış kanallardan yukarı doğru ve epidermis boyunca cildin yüzeyine salıverilir.

Yağ Bezleri

Yağ bezleri derinin dermal tabakasında bulunur ve kıl köklerinin kenarlarına bağlıdır. Bu bezlerin ürettiği mumsu bir salgı olan sebum, kıl folikülüne enjekte edilir, kılın gövdesini kaplar ve cildin yüzeyine çıkar. Bu madde, memelilerin cildinin ve saçlarının su geçirmezliğini ve yağlanmasını sağlar.

Yaranın İyileşmesi

Sağlam bir deri tabakası, enfeksiyon ajanlarının kan dolaşımı da dahil olmak üzere vücudun daha derin bölgelerine girmesini önlemede kritik önem taşır. Bu nedenle, deride yaralanma meydana geldiğinde, yaralı bölgenin hızlı ve eksiksiz onarılması veya kapatılması gerekmektedir. Cildin tüm katmanları, onarım işlemine katılır.

İnflamatuvar Faz

Vücudun yaraya ilk yanıtı kan kaybını en aza indirgemektir. Hasar gören kan damarları, hasar gören bölgeye kan akışını yavaşlatmak için refleks olarak daralır. Aynı zamanda, pıhtılaşma işlevini yerine getiren kan hücreleri olan trombositler, kan hücrelerinin daha fazla kaybını önlemek ve hasar alanındaki kan plazması kaybını azaltmak için bir trombosit tıkacı oluşturma işlemini harekete geçirir. Bu tıkaç, tam kan pıhtılaşmasının ilk temelini oluşturur.

Aynı zamanda vücut, yaralı bölgeye vücut sıvıları ve bağışık hücrelerle patojen alanlarını boşaltmak ve kalan tüm patojenlere beyaz kan hücreleri getirmek üzere baskın yapar. Bu iltihaplanma süreci, vücudun herhangi bir potansiyel enfeksiyonu püskürttüğü nonspesifik bir yöntemdir.

Proliferatif Evre

Yaralı bölge, kan pıhtısı ve içeri sızan beyaz kan hücreleri ile dolduğunda, bağ dokusu hücreleri veya fibroblastlar o alana göç eder ve derideki açık boşluğu doldurmak için bağ dokusu moleküllerinin geçici bir iskelesini çökertmeye başlarlar. Bu malzeme granülasyon dokusunun başlangıcıdır, yarayı kapatmaya yardımcı olur ve normal doku bileşenlerinin cildin orijinal halini yeniden kazanması ve iyileştirmesi için bir temel sağlar.

Cildinizin yüzeyi epitelyal olduğundan ve bağ dokusu olmadığından, yaranın kenarlarındaki epitel hücreleri çoğalmaya ve yayılmaya başlar; granülasyon dokusunu tamamen kaplarlar. Yeni gelişen dokuya besin maddeleri sağlamak için, kan damarları granülasyon dokusunda büyür ve yeni bir dolaşım oluşturur.

Doku rekonstrüksiyonu yaranın onarımı devam ederken ve vücut onu kapatmaya çalışırken de devam eder. Kan pıhtısı daralmaya başlar ve yaranın kenarlarını birbirine yaklaştırır, böylece yeni doku oluşturmak için daha küçük bir alan oluşur.

Yara izi nasıl oluşur?

Yara izleri, normal epitel dokunun yaralı bölge üzerinde yeniden düzenlenmesini önleyen, kolajen gibi bağ dokusu proteinlerinin fazla üretilmesi durumunda ortaya çıkar. Yaranın fazla büyük olması veya granülasyon dokusunun aşırı genişlemesi durumunda re-epitelizasyon gerçekleşemez ve yara izi oluşur.

Olgunlaşma Evresi

Yaranın iyileşme evresinin son haftalarında, granülasyon dokusunun son parçaları çıkar, pıhtılaşmış olan tüm madde yok olur ve cildin kalıcı bileşenleri doğru oranlarda ve doğru alanda oluşur. Bu sürecin sonunda, küçük yaraların çoğunun onarımı, hiçbir yaralanma veya kusur belirtisi olmayan cilt ile sonuçlanır.

Sıcaklık Düzenlemesi

Çoğu kişi, cildin vücudu hastalığa ve su kaybına karşı koruduğunu bilir. Bununla birlikte çok az insan, cildin vücut sıcaklığını düzenlemede oynadığı rolün farkındadır.

Terleme

Daha önce de belirtildiği üzere, sıcakladığınızda bedeniniz terleyecektir. Cildinizin yüzeyindeki sıvı buharlaştıkça ısı deriden ayrılır, havaya dağılır ve cildi soğutur. Bu sayede, cilt ve cildi besleyen kan damarları insan vücudu ve çevre arasında bir radyatör veya bir ısı eşanjörü olarak düşünülebilir.

Isıyı Koruma

Çok soğuk günlerde olduğu gibi vücut ısısı düşmeye başladığında, cilt ve damar vücut ısısını korumada kritik bir rol oynar. Soğuğa maruz kaldığında, ellerin ve yüzün derisi kızarır, bu da vücudun çekirdek sıcaklığının cilde daha fazla getirilip dokuyu sıcak tutması için kan damarlarının cilt yüzeyinin yakınında genişlediğini gösterir.

Vücudun ısınmasına yönelik bu girişim ancak bir noktaya kadar devam edecektir. Vücudun çekirdek sıcaklığı yeterince düştüğünde, deriye sağlanan kan akışı kısıtlanır ve kan, vücudun derin (çekirdek) kısımlarına doğru yönelir. Bu, vücut çekirdeği sıcaklığını çok fazla düşmekten korumak için vücudun daha az önemli alanlarını feda etme yoludur.

CİLT HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Sedef Hastalığının Derin Yarası

Bir bebek doğduğunda cildi yumuşak, pürüzsüz ve çoğunlukla tamamen kusursuzdur. Ancak, insanlar yaşlandıkça ve cildi daha uzun ultraviyole ışınlara (UV), radyasyona (güneş ışığı) ve çevresel faktörlere maruz kaldıkça ciltteki renk dağılımında veya hücrelerin çoğalmasında lokal değişiklikler meydana gelebilir ve bu da benlerin, çillerin veya tümörlerin oluşmasıyla sonuçlanabilir. Cildin bütünlüğünü etkileyen ve diğer organ sistemlerine potansiyel sorunlar oluşturabilecek başka cilt hastalıkları ortaya çıkabilir.

Akne

Akne vulgaris, hormon değişiklikleri nedeniyle ergenlik döneminde başlayan veya yoğunlaşan, yağ ve sebum üretimini artıran yaygın bir deri hastalığıdır. Kıl folikülleri ve yağ bezleri tıkandığında ve enfekte olduğunda ortaya çıkar. Sonuç olarak, çıbanlar veya sivilceler, cilt bozukluğunun altında yatan nedenleri giderilene kadar ortaya çıkmaya devam edebilir.

Sözcüğün Anatomisi

Komedo

Siyah nokta olarak da bilinen komedolar sivilceyle ilişkili diğer bir yaygın problemdir. Komedolar kir veya materyal saç folikülünü tıkaması nedeniyle oluşurken enfekte olurlarsa beyaz başlı sivilce veya sivilce haline gelebilirler.

Su Toplamış Kabarcıklar

Su toplamış kabarcıklar, ayağa uymayan ayakkabılarla yürüme veya koşmadan kaynaklanan sürtünmeden ya da uzun süre eldi-

ven kullanmadan el aletleriyle çalışmaktan ortaya çıkan yaygın rahatsızlıklardır. Bu sürtünme kuvvetleri, stratum spinosum hücrelerini parçalayıp keser. Bu da hücrelerin ayrılmasına neden olur, kan damarlarındaki plazma bu boşlukları doldurur ve epidermisin üst katmanlarını yükseltir. Sürtünme devam ederse ve dokuda daha fazla hasar meydana gelirse, cilt tabakalarında damar hasarına bağlı olarak kabarcık kanla dolabilir.

Nevüs

Genellikle doğum lekesi olarak adlandırılan derideki kalıcı ve iyi huylu renk alanlarına nevüs adı verilir. Bu durum melanositlerin (pigment hücreleri) çoğalmasından kaynaklandığında, doku kahverengiden siyaha kadar bir renk alır. Renkli doku deriye yakın kan damarları birikiminden kaynaklanıyorsa, doku kırmızı renk olur ve vasküler nevüs (hemanjiyom) veya halk arasında gül lekesi denir.

Benekler melanositik nevüslerin bir biçimidir. Çiller (ephelitler), normalde UV ışınlarına maruz kalındığında belirli bir alanda oluşan düzleşmiş melanosit birikimleridir.

Deri Kanseri

Bazal hücreli karsinom, deri kanserinin en yaygın şekli olup epidermisin bazal tabakasındaki hücrelerin kontrol dışı büyümesinden kaynaklanır. UV ışınlarına maruz kalma, bu hücrelerdeki DNA'ya zarar verir. Bölünerek ve sağlıklı yeni hücreler yaratmak yerine, hasarlı ve hastalıklı hücreler yaratılır. Neyse ki, bu oldukça yavaş büyüyen bir kanser olup nadiren vücudun diğer bölgelerine yayılır. Bununla birlikte, tedavi edilmezse şekli bozuk lezyonlara yol açabilir.

Melanom, en yaygın cilt kanseri şekli olmamasına rağmen en tehlikelisidir. Melanositler bölümlerinin kontrolünü kaybeder ve benlere benzeyen renkli tümörler oluşturur (veya benlerden oluşabilir). Melanomu bu kadar tehlikeli yapan, vücudun her tarafına hızla yayılabilir olması ve dolayısıyla tedavisinin zor olmasıdır.

Skuamöz hücreli karsinom cildin en yüzeysel katmanlarının kontrol dışı bölünmesi durumunda oluşur. Bu tümörler pul pul deri üzerinde kırmızı lekeler veya açık yaralar şeklinde olarak görülebilir ve tümörün kendisinden veya yakınında kanayabilir. Melanom gibi, bu tümörler çoğunlukla UV'ye maruz kalma yüzünden oluşur ve hücrelere zarar verirler ve kanser yayılmadan alınmazsa şekli bozuk ve tehlikeli olabilirler.

Alerjik Reaksiyonlar

Enfeksiyonu önlemek için, bağışıklık sisteminiz virüsler ve bakteriler gibi patojenlere karşı kendisini savunur, ancak bazen hayvan tüyü veya polen gibi tehlikeli olmayan maddelere karşı da savunur. Bu bağışıklık reaksiyonu derinizde ortaya çıkar ve şişiklere, kurdeşenlere (kaşıntılı kırmızı izler) ve kızarıklıklara (küçük kırmızı şişikler) neden olabilir. Tepkimeye neden olan madde (alerjen) çıkarıldığında, vücudunuz genellikle sakinleşir ve reaksiyon kaybolur. Şiddetli alerjik reaksiyonlar hayati tehlike oluşturabilir, ancak çoğu daha zararsızdır.

Alerji Testleri

Bir doktorun alerjiler açısından test edeceği yöntemlerden biri, alerjeni veya alerjenin bir formunu deriye uygulamak (deri yama testi) ya da cildin hemen altına enjekte etmektir (deri içi test). Birçok yaygın alerji bu şekilde teşhis edilir.

Egzama

Egzama, kırmızı, kaşıntılı deriye neden olan bir grup durumu ifade eden isimdir. Bunlardan bir kısmı birbiriyle ilişkili bile değildir. En yaygın olanları:

- Atopik egzama, çoğu insanın egzama dendiğinde aklına gelen egzama türüdür. Atopik dermatit olarak da adlandırılan bu eg-

zama türü, deride kırmızı, kaşıntılı büyük lekelerin oluşmasına neden olur. Bilim insanları, saman nezlesi gibi alerjilere sahip insanlarda bu türün daha yaygın görüldüğünü biliyor olmalarına rağmen, neyin sebep olduğundan emin değiller.

- Iritan dermatit, uzun süreli veya tekrarlanan toksinlere maruz kalındığında oluşur.
- Kırmızı, kaşıntılı deriye neden olan skabi, akarların neden olduğu deri enfeksiyonudur.
- Staz dermatit, bacaklarda dolaşım bozukluğunun sebep olduğu bir cilt hastalığıdır.

Sedef Hastalığı

Sedef, kalın, gümüş rengi pul pul ve kuru, kaşıntılı cilt lekeleri olarak nitelenen kronik (uzun süreli) bir deri hastalığıdır. Buna, cildin yüzeyinde oluşan hücreler neden olur ve cilt hücrelerinin yaşam döngüsü ile ilgili bir sorunun sonucudur. Hastalığın patlak verdiği dönem sonrası sakin periyotlarla geçebilir. Tedavi, cilt hücrelerinin çok hızlı bir şekilde büyümesini engellemeye ve hastalığa bağlı ağrı ve kaşıntıyı azaltmaya odaklanır.

İSKELET SİSTEMİ: KEMİĞİN İŞLEVİ

Herkesin Dolabında Bir İskelet Vardır

Vücudun kemikleri, insan vücudunun kendine özgü şeklini veren yapısal mimaridir. İskelet sistemi olmadan, hiçbir şey yapamazsınız. Kanepede bile oturamayan, miskin, büyük bir yumuşak doku yığını olurdunuz. Bununla birlikte, kemikler fiziksel şekli korumaktan ve vücudunuzun iş yapmasına yardımcı olmaktan çok daha fazlasını yapar. Kemiklerin görevi sadece vücut bölümlerini hareket ettirmek için kaslarla ortaklık değildir; aynı zamanda yeni kan hücresi oluşumuna yardımcı olurlar ve kalsiyum için bir saklama bölmesi görevi görürler.

Hareket Etmek İçin Kollar

Eğer bir kaldıraç kullandıysanız, kolların nasıl çalıştığını görmüşsünüzdür. İskelet sistemindeki pek çok kemik, vücudun kolları işlevini görürken, iskelet kasları (kemiklere bağlanmaları dolayısıyla böyle adlandırılmışlardır) işin tamamlanması için güç sağlar. Yani, bir kol sistemi gibi, iskelet kaslarının kemiklere bağlandığı ve hangi kasların kemiklere bağlı olduğu noktaları bir görevi gerçekleştirmek için gereken gücü ve kuvveti belirtir.

İskelet kası kasılır ve düz bir çizgi çeker. Bir bağlantı nispeten sabit dururken, ters bağlantı noktası hareket edebilir. Örneğin, biseps kasının (pazı) omuzdaki skapula (kürekkemiği) nispeten sabit bir bağlanma noktası (veya kasın kökü) vardır. Biseps kasının zıt ucunda, hareketli bağlantı noktası (veya kas insersiyonu) önkol kemiği vardır. Kas kasıldığında, her iki ucundan çekerek, kasları ortaya doğru kısaltmaya çalışır. Bununla birlikte, omuz sabit olduğu için, oluşabilecek tek kayda değer hareket önkolun omuza doğru daha yakın çekilmesidir (önkolun bükülmesi). Kasılma ile harekete

geçen kasın bu eylemi aslında iskelet sistemi kemiklerinin bağlantısının bir sonucudur.

Hematopoiez

Gebeliği takip eden ilk birkaç haftanın sonunda gelişmekte olan embriyo, (döllenme zamanı ile gebeliğin sekizinci haftasının sonuna kadar olan doğmamış yavru), oksijenin vücudun tüm hücrelerine yayılması için fazla büyür. Kırmızı kan hücreleri embriyonik öncüllerden oluşur ve temel dolaşım sistemi kurulur. Embriyo büyüyüp bir cenin haline geldikçe (dokuzuncu haftadan doğuma kadar olan doğmamış yavrular) dalak ve karaciğer, yeni kırmızı kan hücresinin bulunduğu yer olarak işlev görür. Bununla birlikte, bu organlar erişkin insanda başka fonksiyonlara hizmet eder. Erişkinlerde, kan hücresi üretim görevleri kolların ve bacakların uzun kemiklerinde bulunur. Hematopoiez, uzun kemiklerin kemik iliğinde bulunan embriyonik kök hücrelerden kan hücrelerinin üretilmesidir. Kemik iliği, kan hücreleri üretmeye yardımcı, kemik boşluğunda bulunan yağlı maddedir. Eritrosit, kırmızı kan hücrelerinin spesifik üretimiyken, lökopoez ise beyaz kan hücrelerinin üretilmesidir.

Sözcüğün Anatomisi

Eritropoietin

Eritropoietin (EPO), kırmızı kan hücresi üretim oranını artıran, hipofiz bezi tarafından üretilen bir hormondur. Bu artış, yüksek rakımlı yerler gibi atmosferik oksijen içeriği düşük olan bir bölgede yaşayarak doğrudan teşvik edilebilir.

Kalsiyum Depolama

Kemik esas olarak sert, inorganik bir kalsiyum fosfat matrisinden oluşur. Bu, kemiklerin yerçekimine direnme ve vücudun hareket-

lerini destekleme gücünü verirken vücuda büyük bir kalsiyum rezervi sağlar. Dişlerin kalsiyum fosfat matrisi olan diş minesinin aksine, kemik gözeneklidir ve kemik onarabilen canlı hücrelerle doludur.

Sözcüğün Anatomisi

Osteoporoz

Osteoporoz yaşlıların, özellikle de kadınların kalsiyum ve kemik matrisinin giderek kaybolduğu bir hastalıktır. Bu durum sonunda kemikleri daha kırılgan hale getirerek zayıflatır ve kırılmaya yatkın hale getirir.

Kandaki şeker seviyeleri iki hormon tarafından düzenlendiği gibi (insülin kan şekerini düşürür, glukagon kan şekerini artırır) kalsiyum da iki hormon tarafından yakından izlenir ve düzenlenir. Paratiroid hormonu kan kalsiyum düzeylerini artırma işlevi görürken kalsitonin düşürme işlevini görür.

AKSİYEL İSKELET

Asla Omurganızın Olduğu Yerde Lades Kemiği Büyütmeyin

Vücut, hepsi 2 ana kategoriye ayrılan 206'dan fazla kemiğe sahiptir. İlk kategorideki kemikler vücudun dikey düzlemi veya ekseni ile aynı hizadadır. Bu, aksiyel iskelettir ve kafatası, vertebral kolon ve göğüs kafesini içerir. Vücudunuzun diğer kemikleri, yani uzuvları, uzantı iskeleti oluşturur. Önce aksiyel iskelete bir bakalım.

Kafatası

Kafatası beyni kaplayan, beynin üzerine oturduğu bir taban sağlayan sayısız küçük ve yassı kemikten oluşur ve vertebral kolona bağlantı için bir bağlantı noktası oluşturur. Aşağıda kafatasının farklı kısımları bulunmaktadır.

Nörokranyum

Kafatasının üst bölümü (membranöz nörokranyum, ayrıca calvaria da denir) kafatasının çatısını oluşturur. Doğumda, beynin hızlı büyümesine ve daha sonra tek bir kompozit yapının içine girmesine izin veren bıngıldak adı verilen alanlarla gevşek biçimde birleşen birkaç kemikten oluşur.

Bebeğin Kafasındaki "Yumuşak Nokta" Nedir?

Yeni doğan bir bebeğin beyninin üst kısmındaki yumuşak nokta aslında birçok bıngıldağın en büyüğüdür (kafatası kemiklerinin daha sonra büyüyeceği boşluklar).

Endokranyum

Beynin oturduğu taban budur. Kafatasının üst bölümünü beynin çatısı ve duvarları olarak, endokranyumu da zemini olarak hayal

edin. İnsanın gelişiminde, bu kemikler ilk olarak kıkırdak biçiminde oluşur ve daha sonra, endokondral osteogenez denilen süreçte kemik ile yer değiştirir (daha sonraki bir bölümü kapsar). Kafatasının üst bölümü ile karşılaştırıldığında, taban büyüyen ve beynin tek bir fonksiyonel tabanı ile birleşen kompozit bir yapıdır.

Yüz İskeleti

Kafatasının son kısımları, çene ve yüzü oluşturan kemiklerdir. Genellikle anatomi sınıfında viserokranyum olarak ifade edilirler, üst çene (maksiller), alt çene (mandibula) ve burun kemikleri ve damaktan (sırasıyla burun ve palatine kemikleri) oluşur. Göz yuvalarında ve burun boşluklarının derin bölümlerinde ilave küçük kemikler bulunmaktadır.

Omurga

İnsan vücudunun destekleyicisi olan bu kolon, omurgayı eğip bükmeyi sağlamanın yanı sıra omurgayı korumak için birbirine kenetlenmiş küçük kemiklerden ibaret 33 omurdan oluşan çok çeşitli ve kompozit bir yapıdır. En üstün 7 omur boyun omurlarıdır ve genellikle C1-C7 olarak adlandırılırlar. Omurgayı oksipital kondile, oksipital kondil tabanında bir çıkıntıya bağlamak C1'in görevidir (atlas da denir). Bir sonraki omurgaya veya C2'ye eksen denir ve kafatasının omurgada dönmesine izin verir. Bunlar, vücutta isimlendirilmiş olan omurgalardan yalnızca ikisidir.

Sözcüğün Anatomisi

Superior

Anatomide superior, küçümser tavırlı, kaliteli veya mükemmel performans anlamına gelmez, "başa en yakın" anlamına gelir. Bu durumda, inferior da, başın en uzağında olan anlamına gelir.

Sonraki 12 omurga göğüs omurgalarıdır (T1–T12). Bu omurgaların her biri yaklaşık 45°'lik açı ile kuruludur; her bir kaburganın tabanı ile bağlantı noktaları oluştururlar.

Lomber (bel) omurgası, karın bölgesinin alt kısmında bulunan bir sonraki 5 omurdan (L1-L5) oluşur.

Geriye kalan 9 vertebra aslında sakrum ve koksik olmak üzere 2 ünite halinde birleştirilir. Sakrum 5 omurgadan oluşur (S1-S5) ve pelvik kemer, yani gövde ve bacakları bağlayan kemikler olarak işlev görür. Son 4 küçük omurga, koksaks veya kuyruk kemiği olarak bilinen yapıda birleştirilir.

Göğüs Kafesi

Kaburgalardan, birbirine bağlı kıkırdaklardan ve sternum kemiklerinden (göğüs kemiğinden) oluşan göğüs kafesi, kalp ve akciğerler de dahil olmak üzere göğüs bölgesinin hayati organlarını çevreleyen koruyucu bir yapıdır. Ayrıca, göğüs kafesi nefes almanızı sağlar.

Kaburga

Bu 12 eğik kemik çifti, omurgadan uzanarak, göğüs kafesi vasıtasıyla, toraksın (göğüs) ventral (ön) yüzeyine bağlanır. Göğüs kafesi bir bütün olarak, insan her nefes aldığında, yukarı doğru (ve genişleyerek) hareket etme yeteneğine sahiptir. Aynı şekilde, nefes verildiğinde, yerçekimi göğüs kafesini aşağı (ve içeri) doğru, eski konumuna çeker.

En üstteki ilk 7 kaburgaya "gerçek" kaburga denir. Tüm kaburgaların kompozisyonu aynı olmasına rağmen bu ilk 7, bağ dokusunun sert parçaları olan bireysel kostal kıkırdaklar ile göğüs kemiğine bağlanır. Sonraki üç çift, yedinci kaburganın kostal kıkırdağına katılan kıkırdaklar yoluyla dolaylı olarak göğüs kemiğine bağlanır ve bu nedenle kendi kostal kıkırdağına sahip değildirler. En alttaki son 2 kaburga (bazen "yalancı" kaburga denir) "yüzen

kaburga" olarak adlandırılır çünkü kaburgaların ventral (ön) uçlarına bağlanmadan, sadece gövdenin dorsal (arka) tarafındaki vertebral kolona bağlanırlar.

Göğüs Kemiği

Göğüs kemiği, insan vücudunun torasik bölgesinin ventral yüzeyini tanımlayan kompozit bir düz kemik plakasıdır veya daha basit bir biçimde ifade edecek olursak, göğsünüzdür. Göğüs kemiğinin orta ve çok büyük bir kısmı gövdesidir. Üst kısım, manubrium, göğüs kemiğinin gövdesine bağlı olan genişçe, kare şeklinde bir kemiktir. Göğüs kafesinin aşağı kısmı, ksifoid prosesi adı verilen ok şeklindeki bir kemikten oluşur.

APENDİKÜLER İSKELET VE EKLEMLER

Anne Bak, Eller!

Aksiyel iskelet kemikleri vücudun dikey eksenini tanımlarken, apendiküler iskelet uzuvları aksiyel eksenel iskelete sabitleyen kemerlerin yanı sıra, kolları ve bacakları da oluşturur.

Omuz Kemeri

Kolları destekleyen ve omuz kemerini oluşturan kemikler skapula ve klaviküladır. Köprücük kemiği olarak da bilinen klaviküller, skapulayı göğüs kemiğinin manubriyumuna bağlayan ve tutturan ince kemiklerdir. Aynı zamanda kasların kollardan, göğüsten ve sırttan tutturulması için bir platform görevi görürler.

Sözcüğün Anatomisi

Ligamentler

Ligamentler kemiği kemiğe bağlayan ve gerilmeye karşı direnç gösteren bağ dokularıdır. Tendonlar ligamentlerle aynı maddelerdir, ancak onlar kası kemiğe bağlarlar.

Skapula (kürekkemiği) sırtta açıkça görünen geniş ve yassı kemiklerdir. Her bir skapula omuzdan omurgaya doğru uzanır. Skapulanın geniş yassı yüzeyleri, supra ve infraspinöz kaslar ve subskapular kasları da içeren sırtın geniş kasları arasındaki bağların bulunduğu yerlerdir. Skapula, tabandan omurgaya ve omuz noktasına doğru oluşturduğu şekil itibarıyla üçgen biçimindedir. Noktanın yüzeyi, aslında, üst kol kemiğinin (humerus) skapula ile serbestçe hareket edebilen bir eklem oluşturma yeri olan içbükey bir çöküntüdür. Bu bağlantı, omuz ekleminin ligamentleri ve tendonları tarafından sabitlenmiş biçimdedir.

Kollar ve Eller

İnsan kolları sadece üç uzun kemikten oluşur: humerus, radius ve ulna. Humerus üst kolun tek kemiğidir. Radius ve ulna önkolları oluşturur. Humerus başı, glenoid çukur (glenoid fossa) adı verilen skapula çöküntüsüne girer. Humerus'un karşı ucunda humerus, radius ve ulnanın birleşim (artiküler) yüzeyleriyle bir eklem oluşturur (dirsek). Humerusun ucundaki küçük bir topuz olan kapitulum ve humerusun kasnak şeklindeki bir kısmı olan troklea sırasıyla radiusun başı ve ulnanın troklear çentiği ile birleşir. Kolların uçlarında, el bilekleri, eller ve parmakların arasında bir kemik yığını birleşir. Radius ve ulnaya bitişik 8 tane küçük, düzensiz kemik, topluca karpal olarak adlandırılır ve üzerinde el ve parmakların uzun kemiklerinin önkol kemiklerine birleştiği bir taban oluştururlar. Karpallardan parmaklara uzanan ilk uzun kemikler metakarpallardır; her bir parmağın kalan üç kemiğine, falankslara, bağlanırlar.

Pelvik Kemer Kemiği

Pelvis, sakrum (dorsal veya sırt tarafı) ve koksal ya da innominat kemikler olan 2 kalça kemiğinden oluşan kompozit bir yapıdır. Bu kemikler birlikte, alt karın organlarını destekleyen ve bacakların aksiyel iskelete bağlantısını sağlayan derin, sepet şeklinde bir kemer oluşturur. Ucu açık bu yapı, kadınlarda, bebeğin doğum kanalına geçmesini kolaylaştırmak için erkeklerdekinden daha geniştir. İki kalça kemiği vücudun arka tarafında sakroiliak eklemde bulunan kuyruk sokumu kemiğinde birleşir. Bu, özellikle vücudun ön tarafındaki 2 pelvik kemiğin pubik simfizde birleşmesiyle karşılaştırıldığında nispeten sabit bir eklemdir. Gebelik ve doğum sırasında bu eklem, pelvik kemerin genişlemesine ve bebeğin doğum kanalından çıkmasına izin verir.

Her bir pelvik kemik üç bölgeye sahiptir. Pelvisin arkasındaki geniş ağızlar kalça kemiklerinin iliyum kısımlarıdır. Kalça kemiğinin ventral kısmı, üst (pubis) ve alt (iskiyum) olmak üzere ikiye

bölünmüştür ve etrafında obturator foramen adı verilen geniş bir açıklık bulunur. Yaklaşık olarak kalça kemiğinin üç bölümünün de birleştiği, uyluk kemiğinin (bacak kemiği) bağlandığı yerde geniş bir çöküntü bulunur. Bu çöküntü asetabulum olarak adlandırılır ve kalçanın top ve soket eklemini oluşturur.

Bacaklar

Bacaklar kollarla benzer bir düzene sahiptir. Bunlar, tek bir üst bacak kemiği (femur), 2 alt bacak kemiği (tibia ve fibula) ve bilek ve ayak kemiklerinden oluşur. Femurlar vücudun tüm ağırlığını desteklemektedir. Bunlar, pelvik kemikle kalça bölgesindeki asetabulat soketlerine giren her bir femur başıyla bağlanırlar.

Sözcüğün Anatomisi

Kondil

Kondil, genellikle diğer kemiğe bağlanan ve eklem oluşturan bir kemiğin ucunda bulunan yuvarlak bir çıkıntıdır.

Dizde bulunan femurun orta ve yanal kondilleri, kaval kemiğinin düz yüzeyiyle birlikte artiküler (eklem yeri) yüzeyi oluştururlar. Bu alt bacak kemiği vücudun tüm ağırlığını desteklerken, fibula aslında dize direkt olarak katkıda bulunmak yerine kaval kemiğinin yanıyla birleşir. Dizin geri kalan kemiği kendi tendonu içinde asılı duran patelladır (diz kapağı).

Ayak bileğinde, fibulanın alt kısmı (yanal malleol) dışa doğru çıkıntı yapar. Bu yuvarlak çıkıntı, yüzeyde açıkça belirgindir. Burada, alt bacağın kemikleri ile ayağın tarsal kemikleri arasında, ayak bileği ekleminin oluştuğu, hem kaval kemiği hem de fibula yüzeyinde bulunur. Bu tarsal kemiklerin en belirgin olanı kalkaneus'tur (topuk kemiği). Bileklere ve ellere benzer şekilde, ayak parmaklarını (falanks) ayağa bağlayan ilk ince uzun kemikler metatarsallardır.

Eklemler

Eklemler genellikle insan vücudunun hareket eden noktaları olarak düşünülür fakat bazıları tamamen sabittir. Dolayısıyla, tam tamına anatomik terimlerle tanımlanacak olursa eklem, hareket etmeyi sağlayan veya sağlamayan iki veya daha fazla karşı kemik arasındaki bağlantıdır.

Top–Soket Eklemleri

Kalça ve omuzda görüldüğü gibi bu tip eklem, uzun bir kemiğin topu veya kafası, kendini kâse şeklinde başka bir kemiğin ya da omuz kemeri (kürekkemiğinin glenoid boşluğu) veya pelvik kemerin (pelvik kemiğin asetabulumu) çöküntüsüne sokmuş biçimdedir. Bu tip eklem, geniş bir dönme hareketi yelpazesi sağlar ve vücut eklemlerinin en esnek halini kazandırır.

Sinoviyal Eklemler

Sinoviyal eklemler de oldukça esnektir, ancak tek bir düzlemdedir. Bunlara genellikle "menteşe" eklemler denir, çünkü açılıp kapanan birer kapı gibi çalışırlar. Bu eklemler (dirsek ve diz), kemiklerin yüzeylerini, tıpkı hidrolik sıvının büyük basınçlara dayanabilmesi gibi, temas eden yüzeyleri yumuşatabilen yağlayıcı sıvı sinovya üreten hücreler içeren membranlarla kaplıdır.

Fibröz Eklemler

Bunlar hareketsiz eklemlerdir. Yetişkin insan kafatasında, kafatasının kemikleri arasındaki sütür çizgileri olarak görülürler. Fetal dönemde ve erken çocukluk döneminde başın sıkışarak doğum kanalından geçmesine izin vermek için kafatasının kemikleri birbirine bağlı değildir. Daha sonra, bu kemikler büyür ve daha önce hiç ayrı değillermiş gibi sütür çizgisiyle kalıcı olarak kaynaşır.

KEMİK BÜYÜMESİ, ONARIMI VE HASTALIKLAR

Bu Bir Patlama!

Diş minesinin aksine, kemik, normal bir büyüme için yeniden şekillenen ve meydana gelebilecek herhangi bir hasarı onarabilen hücreler içeren canlı bir dokudur.

Kemik Büyümesi

Embriyonik ve fetal gelişim sırasında kemik iki yoldan biriyle oluşur: intramembranöz kemikleşme veya endokondral kemikleşme.

İntramembranöz kemikleşme işlemi kafatasının, klavikülanın ve göğüs kafesinin yassı kemiklerini oluşturur. Embriyonik gelişme sırasında, embriyonik membranlardan türeyen bağ dokusu hücreleri, kemiklerin gelecekte bulunacakları bölgelerde toplamaya ve bölmeye başlar. Bu hücreler, kalsiyum fosfat açısından zengin kemik matrisini oluşturmaya başlayan osteoblastlar adı verilen öncül kemik hücrelerini oluştururlar. Bu süreç, kemik hücreleri kendilerini tamamen kemik matrisi ile kuşatana kadar devam ederek osteositler haline gelir ve laküna olarak adlandırılan kemikteki boşlukların içinde bulunurlar.

Kemik matrisi, gazların ve besleyicilerin difüzyonu için çok yoğun olduğu için, osteositler, kemik matrisindeki küçük tüneller boyunca uzanan sitoplazmik uzantılarla birbirine bağlanır ve bir kanal ağı oluşturur (kanalikül).

Kemik matrisi, gazların ve besinlerin difüzyonu açısından çok yoğun olduğundan, osteositler, kemik matrisindeki küçük tüneller boyunca uzanan sitoplazmik uzantılarla birbirine bağlanır ve bir kanal ağı oluşturur (kanalikül). Bir insan zincirinin su kovalarını elden ele uzatması gibi, kemik hücreleri birbirine bağlı hücrelerin

zincirleri boyunca maddeleri geçirir. Geçiş esnasında her hücre, hayatta kalmak için gereken maddeleri kullanır ve kalanını zincir boyunca bir sonraki hücreye geçirir.

Bu nedenle, daha süngerimsi kemik (diploe) bölgesi ve arasında bir ilik boşluğu bulunan tablolar olarak adlandırılan iki dış katmana sahip olan bu kemikler, kremalı kurabiyeye benzer. Endokondral kemikleşme süreci humerus ve femur gibi uzun kemikleri oluşturur. Yetişkin kemiğinin temel biçimini gösteren küçük kıkırdaklı şablonlar olarak başlarlar. Fetüs büyüdükçe, kıkırdaklı şablonlar da kan damarları uzun gövdenin ortasına nüfuz edene kadar büyür (diyafiz). Bu damarlar kemik soy hücrelerini kıkırdak bölgesine getirir ve orada depolar.

Öncelikle, gövdenin ortasında bir köprücük kemiği büyür. Kıkırdak difüzyon yoluyla beslendiğinden, bu yoğun köprücük kemikleri kıkırdak hücrelerini boğar, öldürür ve yeni çökelmiş kemik hücrelerine yer bırakır. Bu primer ossifikasyon (kemik oluşum) merkezi, kıkırdak gövdesinin kemikte yeniden yapılandırılmasına başlar. Gövdenin dış kısmı, kemiğin uzunluğu boyunca kan damarlarının ve sinirlerin geçişi için yeterli alana sahip sert kemik katmanlarından oluşur.

Merkezde, kemik, trabeküller olarak adlandırılan parçaları oluşturarak süngerimsi bir görünümü olan geniş bir alan bırakır. Burası, yağ (sarı kemik iliği) veya kan dolaşımı hücreleri (kırmızı kemik iliği) ile dolu olan ilik boşluğunun yeridir.

Damarlar aynı zamanda kemiğin soğan biçimindeki baş kısmına (epifizler) girerler, kemik hücrelerini bölgeye getirme, kıkırdak hücrelerini öldürme ve ikincil bir ossifikasyon merkezi oluşturma işlemlerini tekrarlarlar. Gövdenin ortasından uçlara doğru ve uçlardan ortaya doğru kemik oluşturan ikincil merkezler ile kalan tek kıkırdak, birleşme noktasındaki bu iki ossifikasyon merkezi arasında, epifiz (kemiğin bitiş kısmı) ve diyafiz (kemiğin orta bölümü) arasında sıkışmış olan şeydir. Bu kıkırdak plakaları, birey yirmilerin

ortalarına gelene kadar devam eder ve bu sırada tüm kıkırdak, kemikle yer değiştirir.

Kemik Onarımı

Çoğu insan, hayatının bir bölümünde, bir kemik kırılması vakası yaşayacaktır. Çoğu vakada, kemik kendi kendini tamir edebilir çünkü kemik kan tedarik eder ve canlı hücreler açısından zengindir.

Bir kemik kırıldığında, kemik içindeki kan damarları ayrılır ve yaralı bölgede kanama ve kan pıhtılaşması oluşur. Kısa bir süre sonra, periyost denilen, tabakadaki kemiği çevreleyen bağ dokusu hücreleri bölünmeye başlar, yaralı bölgeye göç eder ve derideki yaranın iyileşmesinde görülen granülasyon dokusuna eşdeğer bağ dokusu materyalleri bırakır. Bu madde kırık uçlar arasındaki boşluğu kapatır ve kırık kemiğin her iki kenarında meydana gelen değişiklikleri canlandırır.

Birkaç hafta içinde, bu bağ dokusu hücrelerinden bazıları değişecek ve ilk önce kıkırdak hücreleri haline gelecektir. Uzun kemiklerde bu, embriyonik gelişim sırasında ilk kemik oluşumuna benzer. Bu zaman içerisinde, kıkırdak, kemiklerin birikeceği, kırık uçlar arasındaki boşluğu dolduracak yapısal malzemeyi sağlar. Tüm kemiğin, beden yaşlandığında değişip yeniden şekillenmesi gibi bu yeni kemik katmanları, zamanla yavaş yavaş değişir.

Kemik Büyümesi Hastalıkları

Daha önce de belirtildiği gibi, kemikler vücuttaki birçok fizyolojik aktivitede önemli bir iyon olan kalsiyum açısından zengindir. Kalsiyum, kemik içine depo olarak saklanabilir ve başka bir yerde kullanılmak üzere kemikten de alınabilir. Zamanla, kemiklerde kalsiyum verip alma arasındaki denge bozulabilir ve bu da kemiğin zayıflamasına neden olabilir. Ayrıca, bazı önemli mineraller ve vitaminler beslenmenin bir parçası değilse normal kemik büyümesi

dengesizleşebilir ve düzensiz büyümeye neden olabilir. Aşağıda kemik büyümesiyle ilgili iki problemden bahsedilmektedir.

Osteoporoz

Bu dejeneratif kemik hastalığı, ağırlıklı olarak postmenopozal yaştaki kadınlarda görülür ve vücuttaki kemiklerin zayıflamasına, bazen de kemik kırılmalarına neden olur. Hastalık, kemik yoğunluğunu kaybettiği ya da daha gözenekli bir hale geldiği için, adını bu histolojik görünümden almıştır. Menopozdan sonra hormon seviyeleri, özellikle de östrojen seviyesi, kemiğin emilimi ile kemik birikimi arasındaki dengeyi sağlamak için ihtiyaç duyulan oranın altına düşer. Böylece, kemik matrisini çıkaran ve kan dolaşımına geri dönmesi için kalsiyumu serbest bırakan osteoklastlar adı verilen hücreler, osteoblastlardan (kemik biriktirici hücrelerden) daha aktif hale gelirler.

Ayrıca, kalsiyumun tekrar emilimini ve depolanmasını denetleyen hormonlar, kan akışında kalsiyum restorasyonu yararına değişmekte ve yaş ilerledikçe kemik yoğunluğu kaybını hızlandırmaktadır.

Osteoporoz Tedavisi

Hormon yenileme tedavisi (HRT) bu hastalar için klinik bir seçenektir; bununla birlikte, bazı hormonların meme kanseri riskini artırdığı gözlemlenmiştir ve bu sebeple HRT, bir doktorun gözetiminde yapılmalıdır.

Raşitizm

Raşitizm hastalığı olan bireylerde tipik olarak bacaklardaki uzun kemiklerin eğildiği veya kol ya da bacaklardaki kemiklerin biçimlerinin bozuk olduğu görülür. Bu hastalığın altında yatan neden, kemiklerde yetersiz kalsiyum birikimi, daha ince ve daha zayıf (vücut

ağırlığının altında eğik duran) kemiklerdir. Beslenmede kalsiyum mevcut olsa da D vitamini eksik olabilir. Bu, bağırsak yolu duvarı boyunca kalsiyumun düzgün olarak emilmesi ve vücut tarafından kullanılabilen kan akışına taşınması açısından gereklidir. Aynı şekilde, kalsiyum eksikliği de raşitizme neden olabilir; bununla birlikte, bu durum genellikle insanların, özellikle de çocukların kıtlık ve açlık koşullarında yaşadığı bölgelerde görülür.

BAŞLICA İSKELET KASLARI

Hareket Etmelisin, Hareket!

İskelet kasları, insan vücudundaki üç kas grubundan biridir (diğer ikisi kalp kası ve düz kaslardır). Bunlar, insan vücudunun hareket etmesini ve bir kahve fincanı tutmak kadar basit veya bale kadar karmaşık olan fiziksel görevleri yerine getirmesini sağlayan motorlardır. İnsan vücudundaki iskelet kaslarını nasıl böldüğünüze bağlı olarak, 600'den fazla isim verilmiş, bazı tahminlere göre ise 800'den fazla kas vardır.

Baş ve Boyun Kasları

Çok etkileyici olabilen insan vücudunun dudakları, aslında orbicularis oris adı verilen oval şekilli tek bir kastır. Aynı şekilde, göz kapaklarının hareketini sağlayan, orbicularis oculi adında, her bir gözü çevreleyen dairesel bir kas vardır. Yüz ifadeleri için, kaşları ve kasıldığında içeri doğru çekilen yanakları oluşturan alın kaslarını kaldıran frontalis de dahil olmak üzere birçok başka küçük kas vardır. Çiğnemek için, başka hiçbir kas masseter kadar önemli değildir. Çene kemiğine eklenmiş olması, yemek sırasında çenenin güçlü bir şekilde kapanmasını sağlar.

Boynun çeşitli kasları başı, sağa sola ve yukarı aşağı hareket ettirmeye yardımcı olur. Bu kasların en önemlisi sternokleidomastoiddir. Kafatasının temporal yanından alt boynun ventral (ön) tarafına kadar uzanır ve başı, kasılan kasın olduğu tarafa çekme eylemini sağlayan göğüs kafesine bağlanır. Bu, biri sağda biri solda olmak üzere bir çift kas olduğundan, ventral alt boyunda bir V-yaka biçiminde görünür. Yelpaze biçimindeki servikal ve torasik omurgalarının yanı sıra dorsal (arka yüz) yüzeyde, büyükçe bir kasın bir kısmı olan trapezius kafatasının arka kısmına bağlanır ve kürekkemiğine girip çeşitli hareketleri yapabilmesine izin verir.

Göğüs ve Omuz Kasları

İnsan göğsünün büyük bir kısmını oluşturan kas, pektoralis majör kastır ve çoğunlukla pecs olarak adlandırılır. Trapezius'a çok benzer şekilde, pektoralis, bir araya toplanan ve önkoldaki humerus kemiğinin üst kısmına giren liflerle, yelpaze biçiminde göğüs kafesine bağlanır. Bu kasın daralması humerusun vücudun ventral orta çizgisine doğru çekilmesine, dolayısıyla kolun yaklaşmasına neden olur.

Sözcüğün Anatomisi

Adüksiyon ve Abdüksiyon

Adüksiyon, vücudun bir parçasının vücudun orta çizgisine doğru hareket ettiği kas hareketidir. Vücut parçası orta çizgiden kaldırılırsa, abdüksiyon ("uzaklaştırılması" anlamına gelir) denir.

Kol abdüksiyonu büyük oranda omuz kasının hareketi ile gerçekleştirilir. Bu büyük kas omzun büyük bir kısmını oluşturur. Kürekkemiği (skapula), köprücükkemiği (klavikula) ve kol kemiğine (humerus) bağlı dorsal, ventral ve medial kısımları vardır. Bu kasın kasılması kolu kaldırır. Pektoralis ve deltoitler kolu hareket ettiren kasların en önemlileri olmakla birlikte, diğer daha küçük ve daha derin kaslar, kolun diğer tüm hareketlerine aracılık eder ve çok sayıda harekete olanak sağlar.

Kol Kasları

Üst kolda, iki kas önkolu esneterek (bükme) veya uzatarak (düzleştirme) antagonistik olarak veya birbirlerine karşı çalışırlar. Ventral yüzeydeki büyük kas, kısa ve uzun iki baş olarak bölünen biseps brachii (*-bi* ön eki "iki" anlamındadır) olarak adlandırılır. Biseps (pazı), kasılmayla önkolu üst kola daha yakın çekerek kolu büker. Bu kasın adı üç başlığa bölünmesinden gelir; ikisi yüzeyde görü-

nür, üçüncüsü ise derindedir. Önkol, bilekleri ve parmakları hareket ettirmenin yanı sıra kolun hareket etmesine yardımcı olan oldukça karmaşık küçük kas koleksiyonuna da sahiptir. Kaslar önkolun en yakın kısmını oluşturur ve belirli eylemleri gerçekleştirmek için kullanılan uzun tendonlar yoluyla bilek ve parmak kemiklerine bağlanır. Fleksörler kasılır ve ekstensörler düzleşir.

Sözcüğün Anatomisi

Proksimal

Proksimal genellikle "vücuda en yakın" anlamına gelir. Bazı durumlarda bağlantı noktasına en yakın alanı ifade eder.

Ayrıca, diğer kaslar pronasyona aracılık eder (elleri avuç içi yukarı pozisyondan avuç içi aşağı pozisyona çevirme). Supinatör olarak adlandırılan diğer kaslar, aksine, elleri avuç içi yukarı pozisyona döndürür.

Sırt ve Kalça Kasları

Sırtın en üst noktası (dorsal yüzey), yukarıda bahsedilen trapez kasıdır. Yüzeyde bulunan sırt kasının geri kalanı, büyük yelpaze şeklindeki latissimus dorsidir. Torasik bölgeden vertebral kolon boyunca aşağı sakruma eklenir, kolun altındaki bir noktaya kadar uzanır ve humerusa sokulur. Vücut geliştirenlerde, bu kasın kasılması, tıpkı bir kobra kafasının şişmesi gibi, kasın kenarının vücudun her iki yanında yanal olarak uzanmasına neden olur.

Sırtın diğer daha derin kasları omurga sütununa da eklenmiş ve kasılma esnasında skapulanın çeşitli hareketlerine neden olan rhomboidleri (büyük ve küçük) içerir.

Kalçaları (popo ve posterior olarak da adlandırılır) oluşturan, üç gluteus kasıdır. Gluteus maximus üçünün arasında en genişidir ve posterior kalça dokusunun büyük bir kısmını oluşturur. Kasıl-

dığında bu kas kalçayı uzatır ve uyluğu kalça ile düz bir çizgiye getirir. Kalçanın kenarında, belin yanında olan, gluteus medius, derin gluteus minimus ile birlikte kalçayı geriye çeker ve yan tarafa döndürür.

Karın Kasları

6'lı karın kası açıkça görülmese de, herkes karın kasları veya rectus abdominis denilen vücudun ventral orta çizgisi boyunca uzanan 5 çift sıra kas yığınına sahiptir. Genellikle 6'lı karın kası olarak adlandırılan, üç orta kas yığınıdır. Rektus abdominisi ile birlikte karın duvarının gerginleşmesi ve abdominal bölgenin kompresyonundan aşağıdaki kaslar sorumludur:

- Rectus abdominden vücudun yan tarafında uzanan dış oblik kasıdır.
- Dış oblikin hemen altında iç oblik bulunur.
- Transvers abdominis, karın kaslarının en derinidir, iç oblik kasın altında bulunur.

Bacak Kasları

Uyluk kemiğinin ventral yüzeyi, toplu olarak kuadriseps (kuadriseps femoris) olarak adlandırılan ana kas grubundan oluşur. Bu grup, rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis ve vastus intermediusu kapsar. Önde gelen rektus femoris sırasıyla grubun orta ve yüzeysel kasları olup sırasıyla vastus lateralis ve medialis ile uyluğun dış ve iç kısmındadır. Intermedius, rektus femorisinin altında bulunan derin bir kastır. Birlikte, bu kaslar dizin uzatılması (bacağın düzeltilmesi) işlevini görür.

Uyluğun arkasında (dorsal taraf), dizin esnetilmesi (toplanması) ve topuğun yukarı, kalçaya doğru çekilmesi işlevini gören kas gruplarına, dizardı kirişi grubu denir. Bu grubun yüzeyde bulunan iki kası, biseps femoris ve semitendinozdur. Bu eşlenmiş kaslar,

dorsal uyluğun orta çizgisi boyunca semimembranosus adında, grubu tamamlayan daha derin, daha medial (iç kısım) bir kasla birlikte uzanır.

Baldır kası iki başlı gastroknemius kasından oluşur. Bu kas uzun, sert kalkaneal (aşil) tendon vasıtasıyla topuğa (kalkaneus kemiğine) bağlıdır. Bu kasın kasılması topuğu yukarıya çeker ve ayağı düzleştirir. Ayakları üzerinde dümdüz duran birinin sonra bale dansçısı gibi parmak ucunda kalktığını düşünün.

SİNİR-KAS KAVŞAĞI

Kavşağın Fonksiyonu

Sinir sistemi, kasların nörondan nörona akan elektrik sinyalleriyle kasılması talimatını verir. Bununla birlikte, nöronlar ve kas gibi hedef dokular arasında herhangi bir fiziksel temas yoktur. Bu sebeple, nöronların elektrik sinyali, nöron membranı ile kas arasındaki boşluğa (sinaptik yarık) dağılabilen bir kimyasal sinyale dönüştürülmelidir. Kas hücresindeki kimyasal alıcılar kimyasalları algılar ve kas hücresi içindeki elektrik sinyalinin yenilenmesine yol açacak bir sinyalleme kaskadını harekete geçirir. Bu rejenere elektrik sinyali daralmaya neden olur. Bir sonraki bölümde, bu kavşağın sinaps adı verilen her bileşeni ve sinyal iletim mekanizmaları anlatılacaktır.

Sözcüğün Anatomisi

Sinyal İletimi

Sinyal iletimi, hücrenin bir impulsı veya sinyali diğerine çevirdiği biyolojik bir süreçtir. Örneğin, bir nöron, nörotransmitterler tarafından bir kimyasala dönüştürülen bir elektrik impulsı oluşturur ve daha sonra kimyasalı elektrik impulsa geri dönüştüren bir kas hücresine aktarılır.

Motor Nöron

Nöronlarda gelen sinyaller iskelet kaslarının kasılmasına neden olur. Nöronlarda, hücrelerin içindeki ve dışındaki iyonlardaki farklılıklar plazma membranının bir tarafının diğerine göre daha pozitif olduğu bir membran voltajı meydana getirir. Bunu, uzaktan kumandanızdaki bir pilin pozitif ve negatif bir uca (kutup) sahip olması gibi düşünün.

Nöron bir uyarıcı aldığında membran kanalları iyonların membran boyunca hareket etmesine ve membranın voltajının değişmesine neden olur. Membranın bu bölgesel değişimi komşu membran kanallarını etkiler ve aynı zamanda kanalları, nöron aksonunda hedefe doğru akan dalgalı bir ilerleme ile kanallar açar. Bu hareketli voltaj değişimi (hareket potansiyeli) sinir ucuna ulaştığında veziküllerde depolanan nörotransmitterler, terminal (presinaptik) membran ile kaynaşır ve nöron membran ile hedef hücre arasındaki boşluğa yayılır.

Bu işlemi, konuşma dilinin işaret diline dönüştürülmesi gibi düşünün. Durum farklı fakat verdiği mesaj aynı. Bir düşünce veya cümle yüksek sesle konuşulabilir, işaret dile dönüştürülür (aynı bilgi aktarılır), daha sonra tekrar konuşma diline dönüştürülür ve yüksek sesle aktarılır.

İskelet kası kasılmasını uyaran motor nöronlar için salgılanan nörotransmitter, asetilkolindir. Böylece, sinirin elektriksel sinyali, uzaya yayılabilen bir kimyasal sinyale dönüştürülür.

İskelet Kas Membranı

Nörotransmitter reseptörler, kas hücrelerindeki elektrik sinyalini yenilemek için kas membranı üzerindeki nöron terminale çok yakın bir yerdedir. İskelet kasındaki bu asetilkolin reseptörleri nikotinik reseptörler olarak adlandırılır. 2 molekül asetilkolin reseptöre bağlandığında, sodyum ve potasyum iyonlarının, nikotinik reseptör aracılığıyla hücre içine ve dışına akmasına izin verilir. Voltajda oluşan bu bölgesel değişiklik, kas yüzeyinden çok daha fazla uzaklaşmış olan membranda değişikliklere yol açar. Bu bölgeler, nöronlardaki gibi dalgalı bir hareketin oluşumuna olanak sağlayan membran kanallarına sahiptir. Nikotinik reseptörler tarafından harekete geçirildiğinde, hareket potansiyeli yeniden oluşturulur ve kas membranının tamamında akar. İskelet kaslarının plazma membranı, kas hücresine T-tubülleri olarak adlandırılan tüneller

oluşturarak bir kese veya oyuk oluşturacak biçimde katlandığı için aksiyon potansiyeli kas hücresi boyunca hızla ve tamamen yayılır ve kas kasılması ile sonuçlanır.

Motor Birimler

Kas kasılması için enerji (ATP biçiminde) sarf edilmelidir. Enerjiyi muhafaza etmek ve bir görevi yerine getirmede gerekli olan birçok kas hücresini kullanmak için, kaslar tek bir motor birimden ve nöronun bağlı olduğu ve kontrol ettiği tüm kas hücrelerinden oluşan, motor birimler olarak adlandırılan fonksiyonel birimler halinde bölünürler. Bir kasılma başlatmak için merkezi sinir sistemi yalnızca birkaç motor birimi harekete geçirir ve sonra iş tamamlanıncaya kadar giderek daha fazla harekete geçirmeye başlar.

Motor Birime Bir Örnek

Başlıca işlevi kuvvet olan (kuadriseps grubu) bir kas için tek bir motor nörona bağlı yüzlerce kas hücresi olabilir. Bununla birlikte, gözdeki lensin şeklini kontrol eden siliyer kas gibi daha az kuvvet ve daha fazla kontrol gerektiren kaslar için nöron başına sadece birkaç kas hücresi eklenir.

KAS KASILMASI

Bu İş Nasıl Yapılır?

Kasların tek bir işlevi vardır, o da kasılmak. İskelet kası bu işi kasın her iki ucunu (ve birbirlerine tutturulmuş olan yapıları) birbirine yaklaştırarak yapar. Buna, iki kontraktil protein olan aktin ve miyozinin ve kasılma esnasında aralarında oluşan kayma hareketi aracılık etmektedir.

Çizgili Kas Şeritleri

İskelet kası (ve kalp kası), genellikle, mikroskopla gözlemlendiğinde her bir kas hücresinin çizgili görünüşü nedeniyle, çizgili kas olarak tanımlanır. Kasın belli bir bölgesinden geçebilen ışık miktarı açık ve koyu şeritlerin oluşmasına neden olur. Yoğun bölgeler az yoğunluktaki bölgelerle kıyaslandığında daha koyudur. A bandı veya anizotropik bantlar olarak adlandırılan bu koyu şeritler, miyozin iplikleri içerir. Miyozin bir protein türüdür, protein grupları miyozin iplikleri olarak adlandırılır ve iplik benzeri bir görünüme sahiptir. İnsan koluna benzer şekildeki bu proteinler, miyozin molekülünün geri kalan kısmına (ağır zincir) hareket özgürlüğü sağlayacak şekilde miyozin iplik silindirinin etrafına sarılır ve hafif bir zincirle sabitlenir. Bu, kasın yüksek yoğunluklu bir alanını oluştururken, karanlık şeridin her iki ucu da, kendilerini araya yerleştirerek miyozin ipliklerinin üzerine binen aktin moleküller içerir ve A bandının en yüksek yoğunluklu alanının ve en koyu kısmının oluşumuna neden olur.

Ancak bu aktin iplikleri, miyozin ipliklerinin merkezine kadar uzanmaz. Kendilerini miyoz uzunluğunun her iki ucunun sadece dörtte birine kadar yerleştirebilirler, böylece miyozinden oluşan A grubunun orta kısmı ayrılmış olur. Bu nedenle bu alan uçlardan daha az yoğunlukludur ve H bandı adı verilen A bandının mer-

kezinde duran hafif bir bölge olarak görülür. Bunun yanı sıra, A bandının tam ortasında ve ayrıca H bandının merkezinde, miyozin ipliklerini uygun pozisyonda tutmaya yardımcı olan yapısal moleküllerden oluşan koyu bir çizgi bulunur. Bu koyu çizgi M çizgisidir ve aynı zamanda iskelet kasının sarkomer adı verilen kasılabilir birimini işaret eder.

Koyu bandın her iki yanında da izotropik (I) bantlar adı verilen daha açık bölgeler bulunur. Bu alanlar sadece miyozinden daha az yoğun olan aktin iplikler içerir. Her bir aktin iplik, birbirine bükülmüş 2 aktin iplikten (F) oluşur. Her F aktin ipliği, G-aktin polimerleri veya globüler aktin moleküllerinden oluşur. Bu, F aktinine, her inci tanesinin bir G-aktin molekülünü temsil ettiği bir inci kolye görünümünü verir. I bandı kendi merkezini tanımlayan koyu bir çizgi (Z çizgisi veya Z diski) ile kesilir ve koyu bantta bulunan M çizgisine çok benzer yapısal moleküllerden oluşur. Bu moleküller aynı zamanda bir kas kasılması sırasında oluşan iplik kayma hareketi için ciddi derecede önem arz eden aktin moleküllerinin uygun aralıklarının korunmasına da yardımcı olurlar.

Sözcüğün Anatomisi

Sarkomer

Sarkomer kasın temel bölümüdür, kasın daralmasına yardımcı olan yapısal ve fonksiyonel bir birimdir. Her iki ucunda bir A bandının tamamı ve I bantlarının birer yarısı bulunur. Kasılma sırasında, hücrenin uçlarındaki aktin molekülleri M çizgisine doğru çekilir. Z çizgileri de birbirine daha yakın çekilir ve sarkomer tümüyle kısalır.

Yardımcı Proteinler

M ve Z çizgilerinin yapısal molekülleri, ince aktin ve kalın miyozin filamanlarının hizalanması için önemliyken diğer moleküller de kas kasılmasını düzenlemede ve kasın rahat duruma getirilme-

sinde önemli rol oynamaktadır. Böyle bir moleküle tropomyosin denir. Bu iplikli moleküllerden ikisi, iki F aktin molekülü (bu da ince bir aktin iplik oluşturur) arasındaki oyuklar boyunca uzanır ve miyozinin bağlanabileceği her bir etkin G molekülündeki alanları maskeleme işlevi görür. Tropomyosin bu pozisyonda olduğunda, kas gevşer.

Tropomiyozine troponin adı verilen çok üniteli bir molekül eklidir. Troponin üç alt biriminden biri olan troponin I, aktin molekülünün bir bölgesine bağlanır. Troponin T altbirimi tropomyozin molekülüne bağlanır. Son altbirim olan troponin C, bir kalsiyum iyonuna bağlanabilir. Böylece kalsiyum, aktin moleküllerinin miyozinine bağlı bölgelerini açar ve bir kas kasılmasına sebep olur.

Kalsiyum ve Görevi

Kalsiyum rahat bir biçimde kas hücrelerinde sarkoplazmik retikulum adı verilen organeller içerisinde depolanır. Bu kalsiyum rezervuarı, sinir uyarımı üzerine kalsiyum salmaktan sorumludur, aynı zamanda sinir sinyali durduğunda kalsiyumun içeri geri pompalanması için kasın rahatlamasına işaret etmesinden sorumludur. Bu kalsiyum rezervuarı, sinir uyarımı üzerine kalsiyum salınımından sorumludur fakat aynı zamanda sinir sinyali durduğunda kasa rahatlaması sinyalini göndererek kalsiyumun içeri geri pompalanmasından da sorumludur.

Voltaja bağımlı kalsiyum salınım kanalları, daha önce anlatılan T-tubüllerle yakından ilişkilidir. Aksiyon potansiyeli yüzey boyunca T-tubüllerine doğru yayılırken, kalsiyumun hızlı bir şekilde sarkoplazmik retikulumdan salınımına ve yardımcı proteinlerle temas yoluyla bir kasılma başlatan kas hücresinin sitoplazması boyunca hızla yayılmasına yol açar.

Kayan İplikler Hareketi

Miyozin başı G-aktin ile bağlandığında, çapraz bir köprü oluşur. Bu ancak ve ancak bağlantı öncesinde, ATP molekülü miyozin başının

içine bağlanması ve içeride kalan ADP ve fosfat molekülleri olarak ayrı ayrı bölünmesiyle mümkün olabilir. Miyozin başı aktine bağlı olduğundan, güç vuruşu, aktininin M çizgisine daha yakın kaymasına neden olan eylemdir. Bu durum, M çizgisinin her iki yanında meydana geldiğinden, her Z çizgisi birbirine ve kasa daha fazla yakınlaşıp bir bütün olarak kasılır.

Bu tek kasılma aşaması, kaslar için kısalma mesafesinin yalnızca bir bölümünü sağlar. Mesafeyi kısaltmak için kasın tamamında birkaç kasılma döngüsü gerçekleştirilmelidir. Böylece, kasların tamamen kısalması için her bir miyozin başının bir kuvvet zamanı, salınma, sıfırlanma ve birkaç kez tekrarlanmaya maruz kalması gerekecektir. Bir halat çekme oyunu takımı düşünün. Her bir oyuncu halatı çekerek diğer takımı belirlenen çizgiye çekmeye çalışır. Yarışma esnasında, oyuncuların sıkıca kavradıkları halatı zaman zaman serbest bırakmaları ve başka bir pozisyonda yeniden çekmeleri gerekir. Her oyuncu aynı anda halatı serbest bırakırsa, takım kaybeder. Dolayısıyla oyuncular halatı serbest bıraktıkları anda değişen biçimde yeni kavrama biçimleri oluştururlar. Aynı sınırı geçme durumu çizgili kaslar için de geçerlidir.

Rigor Mortis Neden Olur?

Rigor mortis ya da "ölü katılığı", ölüm anında vücudun tamamında bir elektrik sinyalizasyon patlamasından dolayı iskelet kası hücrelerinin kasılması neticesinde oluşur. Bu sinyal kesilmez ve kaslar devam eden kasılmalar içinde kilitli kalır. Bununla birlikte, kasılma ve yenilenme için ATP'ye ihtiyaç duyulması nedeniyle kaslar kasılmış kuvvetin son vuruşuyla kilitlendiği, rahatlama imkânı bulamadığı ve böylece ATP'nin tedarikinin tükendiği esnada döngüler durur.

Serbest bırakma ve yenilenme esnasında ATP, ADP'ye ve fosfatın içine hidroliz edilir ve miyozin bağlanma alanı aktin üzerinde

bulunduğu sürece, yeni bir çapraz köprü ve kuvvetli vuruş meydana gelebilir.

Bir kas kasılmasının sonunda, sinir nörotransmitter göndermeyi ve kas hücresindeki aksiyon potansiyelini durdurur. Bu, kalsiyum salınımını durdurur ve kalsiyumun sarkoplazmik retikuluma aktif geri taşınımını başlatır. Kalsiyumun yardımcı protein troponine artık bağlanamaması sonucu, tropomiyosin başlangıç pozisyonuna geri döner. Bu durum, aktin üzerindeki bağlanma yerlerini bloke eder ve miyozini dinlenme pozisyonunda bırakır.

Kasılma İçin Enerji Kaynakları

Kasın kasılması için ATP formundaki enerjiye ihtiyacı vardır. Kas kasılmasının başlangıcında, yeni ATP üretmek için kullanılan hammadde kan plazmasından çekilir ve anında enerji üretimi için dolaşıma katılan glikoz haline gelir. Bu çalışma devam ederken ya da yoğunlaştığında ve plazma glikozu yetersiz kaldığında, kas hücreleri, yağ hücrelerinde de bulunan, plazma trigliserid kaynaklarından yararlanır. Yüksek yoğunluklu çalışma için, kas hücreleri tarafından talep edilen enerji, plazma molekülleri veya yağ hücreleri tarafından sağlanabilen miktarı aşar. Bu durumda, vücut depodan glikoz desteği alır. Karaciğer glikozu, plazma içerisine geri dönecek şekilde kullanılabilen, acil ATP üretimi için kaslara zengin bir hammadde kaynağı sağlayan glikojen olarak depolar.

KAS HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Kasları Etkileyen Durumlar

Kas sistemi ile ilgili problemler, hafif ve geçici rahatsızlıktan kas kaybına (atrofi) hatta ölüme kadar değişiklik gösterebilir. Birçok insan ilk durumu bir noktaya kadar yaşarken ileri boyutu yaşayanlar çok daha azdır. Bununla birlikte, yaşamınız boyunca kas hastalığından etkilenmiş biriyle karşılaşmanız olasıdır. Enfeksiyonlar, otoimmün hastalıklar ve kanser, kasları etkileyebilir.

Yaralanma ve Aşırı Kullanım

Eğer sırtınızı mobilya taşıyarak zorladıysanız, o zaman kaslarda meydana gelen yaralanmaların yaygın problem olduğunu biliyorsunuzdur. Kasla ilişkili gibi görünen bazı yaralanmalar aslında kası kemiğe bağlayan (tendon) veya bir kemikten bir kemiğe (ligament) bağlanan bağ dokuyu etkilemektedir. İşte iki yaygın yaralanma ve sebepleri:

- **Burkulma:** *Burkulma*, ligamente zarar verir; gerilir veya yırtılır, zarar gören bölgede şişme, hassasiyet ve ağrıya neden olur.
- **Gerilme:** Gerilme tendona veya kasa zarar verir; burkulmada olduğu gibi tendon ya da kas gerilir veya yırtılır, şişme, hassasiyet ve ağrı meydana gelir. Gerilme yüzünden kas spazmları ve kas hareket zorluğu da yaşanabilir. Spor yaralanmalarında gerilme oldukça yaygındır. Gerilmeler belli bir zamanı aşan aşırı yüklenme sonucu veya bir anda ortaya çıkabilir.

Dinlenme, buz ve kompres, burkulmalar ve gerilmelerin klasik tedavileridir.

Kas Spazmı

Büyük ölçüde su kaybından kaynaklanan kas spazmları, bir kasın istemsiz ve art arda veya sabit, gevşetme imkânı olmayan kasılmalarıdır. Genellikle rahatsız edici veya ağrılı olan bu spazmodik kasılmalar, kasın uygunsuz bir elektrik sinyali alıp kasılmasıyla meydana gelir ve elektrik sinyali durana kadar kasılma hali devam eder. Kasların kas membranındaki voltaj değişimini uyaran bir sinirden kasılma sinyali aldığını hatırlayın. Bu yüklü iyonların konsantrasyonu su kaybı nedeniyle değişir ve kas hücresi etrafında daha fazla yoğunlaşırsa, voltajda sinir uyarıcı ile aynı değişikliğe yol açabilir ve bir kasılmaya neden olabilir. Bu normal bir kasılma olmadığından, iyonlar bir kez daha dengeleninceye kadar sinyal durmaz. Terapistler ya da antrenörler, iyonları olabildiğince çabuk dengelemek için zarar gören kaslara masaj yaparak kas içindeki ve etrafındaki dolaşımı artırır. Buna ek olarak, acil bir rehidrasyon (su kaybını giderme) krampların tekrarını önlemeye yardımcı olur.

Kas Krampı ve Spazmı Arasındaki Fark Nedir?

Kas spazmları kasın istemsiz kasılmalarıdır ve kramp da spazmın sonucuna verdiğimiz isimdir, bu nedenle temelde aynı şeydir. Bir kas spazmı kramp ile bağlantılı diğer semptomların oluşmasına yol açabilir (ağrı gibi). Bazen de ilaçlar kas spazmlarına neden olabilir.

Kas Distrofisi

Kas distrofisinin en yaygın şekli, çocuklukta sıklıkla görülen Duchenne müsküler distrofi'dir (DMD). Bu zayıflatıcı hastalık, sadece kas kütlesini ve hareketliliği azaltmakla kalmaz, aynı zamanda ortalama yaşam süresini de önemli ölçüde kısaltır.

DMD'nin nedeni, kas hücre iskeletini (hücreler arası proteinler) kas membranı yoluyla hücre dışı çevreye bağlayan protein olan

bir gen mutasyonudur. Distrofin fonksiyon kaybı, düzensiz kas yapısına, daha küçük kas kütlesine bağ doku ve iltihaplı dokuda artışa neden olur.

Becker müsküler distrofi, DMD'nin distrofinin azalmış ancak işlevini kaybetmemiş bir başka türüdür ve bu nedenle DMD'nin daha az şiddetli bir halidir.

Kas Problemlerinin Başka Nedenleri Var mıdır?

Kaslara zarar veren bazı hastalıklar aslında nörolojik hastalıklardır. Parkinson hastalığı buna bir örnektir. Kas titremelerine, hareketlerde yavaşlamaya ve çevikliğin azalmasına neden olur, ancak neden kas problemleri değil nöronların ölümü veya parçalanması ile ilgilidir. Bu nedenle nörolojik bir hastalık olarak sınıflandırılmıştır. Diğer nöromüsküler hastalıklar, multipl skleroz, amiyotrofik lateral sikleroz (ALS veya Lou Gehrig hastalığı) ve miyasteni gravisi şeklindedir.

SİNİR SİSTEMİ, SİNYAL İLETİMİ VE NÖROTRANSMİTTERLER

Hücre İçi İletişim 101

Sinir sistemi vücudun en büyük kontrol merkezlerinden biridir. Beyne vücut (içi ve dışı) hakkında bilgi getiren duyusal reseptörlerden ve sinir yollarından oluşur. Beyin bilgileri işler ve nasıl tepki vereceğini belirler. Bu tepkiler, değişik sinir yollarını kullanarak beyinden ayrılır, omurilikten geçer ve sinirlerde farklı dokular gibi uygun hedeflere dağılır. Bu bilgilerin tümü, sinir hücrelerinin içinde ve çevresinde bulunan iyonlar ve kimyasallar vasıtasıyla vücuda taşınır. Bu nedenle, sinyal iletim bilgileri sinir sisteminin olmazsa olmazıdır.

Sinyal İletimi

Daha önce de anlatıldığı üzere, nöronlar sitoplazma içindeki veya membranının voltajını etkileyen hücre dışındaki iyonları seçici olarak konsantre hale getirmek için plazma membranını kullanırlar. Hücreler inaktif olduğunda (eylemsizlik halindeyken) hücrenin metabolik mekanizması, iki kritik iyonun uygun bir konsantrasyonunu oluşturmak için çalışır: sodyum ve potasyum. Sodyum-potasyum pompası (Na/K pompa) adı verilen bir membran proteini, potasyumu içeride hareket ettirirken aynı esnada sodyumun hücrenin dışına taşınması için enerji kullanır. Bu, hücrenin içindeki sabit yüklü parçacıkların sayısının yanı sıra (DNA ve hücre iskeletinin yüklü proteinleri gibi) hücre içinin hücrenin dışından daha pozitif olmasına ve yaklaşık olarak -70 mV (milivolt, mV, bir voltun binde biridir) bir membran voltajı yaratmasına neden olur. Hücre istirahat halinde olduğundan, bu voltaj dinlenme membranı potansiyeli olarak adlandırılır.

Voltaj Kapılı Reseptörler

Protein reseptörleri uyarıldığında bazı iyonların alanlarının dışına yayılmasına ve membran voltajını değiştirmesine neden olur. Bu değişiklik yeterli büyüklükte ise, bazı membran proteinleri şekillerini değiştirir. Bu şekil değiştiren proteinler "voltaj kapılı" kanallar olarak adlandırılır. Örneğin, böyle bir kanal, sodyum iyonlarının hücrenin içine yayılmasına izin verecek şekilde -56 mV gerilimle değişecektir. Sodyum pozitif yüklendiğinden, membran voltajının daha pozitif olmasına sebep olur ve farklı voltajlarda tepki veren diğer voltaj kapılı kanalları etkileyebilir. Membran potansiyeli pozitif aralıkta olduğunda, potasyum voltaj kapılı kanallar açılır.

Aksiyon Potansiyeli

Kanalların açılıp kapanma ve iyon değiştirme işlemi, membranın yakın bölgelerini etkileyebilecek bir voltaj dalgası yaratarak aynı değişikliklere uğramalarına neden olur. Voltaj değişiklikleri dalgası, bir futbol maçında tribündeki dalga hareketi gibi bir sinir hücresinin aksonları boyunca hareket eder. Tribünde bir kişi ayağa kalkıp oturduğu anda bir sonraki kişi kalkar ve oturur ve öylece devam eder.

Hücre membranında -56 mV'ta sodyum kanalları açılır ve sodyumun hareketi membran potansiyelinin daha pozitif (ve sıfır mV'ta doğru) ilerlemesine neden olur. Bu değişim membranın kutupsuzlaşması olarak adlandırılır. Sodyum, hücreye gereğinden hızlı aktığı için sodyum kanalı, açıldıktan sonra çok fazla sodyumun girmesini önlemek için hızlı bir şekilde inaktive olur. Bununla birlikte, membran potansiyelini +30 mV aralığına değiştirmek için yeterli sodyumun girmesini sağlar. İnaktivasyon, daha yavaş gerçekleşen, kapalı kanaldan farklıdır. İnaktivasyon, kanal şeklinin aynı kalmasına rağmen, proteinin tümü sıfırlanıp kapanana kadar diğer iyonların geçişini engellemek için proteinin başka bir kısmının yer değiştirmesi anlamına gelir.

Sodyum hücrenin içine girdikçe, hücre boyunca dağılır, halen kapalı olan komşu sodyum voltaj kapılı kanallardaki membran potansiyelinde artışa neden olur. Bu da, bölgedeki membran potansiyelinin -56 mV'ta ulaşması durumunda komşu sodyum kanallarının açılmasına neden olur. Açılacak sodyum voltaj geçmeli kanallar olduğu sürece aksonun uzunluğu devam edecektir.

Membran potansiyeli pozitif bölgeye girdiğinde potasyum voltaj kapılı kanallar açılır ve potasyum, difüzyon yoluyla hücre dışına akar. Potasyum pozitif olduğu için, potansiyel daha negatif hale gelir, dolayısıyla membranı yeniden kutuplaştırır. Sodyum kanalları gibi, potasyum kanalları da hızlı bir biçimde açılır ve inaktive olur, ancak bu potansiyel -70 mV'luk membran eylemsizlik potansiyelinden daha negatif hale gelmesini önleyecek kadar hızlı değildir. Bu periyot hiperpolarizasyon olarak adlandırılır ve voltaj eylemsizlik potansiyeline yakın bir hale dönmüş olmasına rağmen sodyum ve potasyum iyonlarının konsantrasyonu düşmüş olur. İyon konsantrasyonlarını sıfırlamak gerektiğinde, Na/K pompası, hücre alanında başka bir eylem potansiyelinin oluşmasında yeterli yüksek konsantrasyon gradyanlarının yeniden oluşturulmasını sağlamak amacıyla sodyumun boşaltılması ve potasyumun pompalanması için yüksek vitese geçer.

Nörotransmitterler

Eylem potansiyeli, hücre içinde elektrik sinyalleri iletmek için çok iyi çalışır. Bununla birlikte, bu elektrik sinyalleri uzayda hareket edemez ve kendiliğinden bitişik bir hücrede devam edemez. Böylece, nöronları birbirleriyle ve hedef dokularıyla işlevsel olarak birbirine bağlamak için elektrik sinyalleri, salgılanabilen, uzaydan yayılabilen ve şimdi kimyasal sinyali bir elektrik aksiyon potansiyeline dönüştüren alıcı hücre tarafından algılanabilen kimyasal haberciler haline dönüştürülür.

Nörotransmitterlerin Türleri

Nörotransmitterler sinir sisteminin kimyasal habercileridir. Bu moleküllerin birbirinden farklı dokuları başka dokularla çalışır, belirli nöronlar tarafından salgılanır ve hedef dokulardan belirli etkileri ortaya çıkarır.

- Asetilkolin (ACh), yaygın olarak motor nöronlardan salgılanan nörotransmitterdir. ACh ve reseptörü ile etkileşimi nedeniyle, sonuç her zaman alıcı hücrenin membran potansiyelinde bir artış olur. Bu nedenle, ACh her zaman uyarıcıdır.
- Norepinefrin vücut bezlerinin yanı sıra düz kaslar ve kalp kasını da etkiler. Norepinefrin, katekolaminler (aminoasit tirozinden türetilmiş moleküller) olarak adlandırılan bir nörotransmitterler grubuna aittir ve ister eylemsizlik sırasında ister savaş ya da kaç modunda olsun bu vücut işlevlerini kontrol etmek için çoğunlukla istemsiz sinir sisteminde işlev görür.
- Dopamin, serotonin ve gama aminobütirik asit (GABA) gibi diğer nörotransmitterler beyinde bulunur ve açlık, davranış, ruhsal durum ve genel beyin aktivitesini kontrol eder.

Kimyasal Kapılı Reseptörler

Reseptör olmaksızın hücrenin algılanıp yönlendirilmesinde nörotransmitterlerin hiçbir etkisi olmazdı. Bu nedenle reseptörler, nörotransmitterlerin kendileri kadar önemlidir. İskelet kası hücrelerinde, ACh reseptörü (nikotinik ACh reseptörü), 2 molekül ACh'ye bağlanarak reseptörün şeklini değiştirir. Bu, protein içerisinde, sodyum ve potasyumun difüze edebileceği bir kanal açar ve membran potansiyelinde pozitif bir değişiklik meydana getirir. Bunlar kimyasal kapılı tepkiler olduğundan, işlem bir kutupsuzlaşma olarak değil, aksine uyarıcı potansiyel olarak adlandırılır. Düz ve kalp kasları, muskarinik tip denilen farklı bir ACh reseptörüne sahiptir. Tek bir

ACh molekülünün bağlanması bile bu proteinde bir şekil değişikliğine yol açar, ancak nikotinik reseptör gibi bir iyon kanalı değildir. Şekil değişimi, birbirlerini devirerek iyon kanallarını açan veya kapayan bir domino dizisi gibi moleküllerin işaret dizilerinin oluşmasına yol açar. İyona ve yönsel etkiye bağlı olarak, bu tür sinyalizasyon, uyarıcı veya önleyicidir (membran potansiyelini azaltır).

Diğer dokulardaki diğer nörotransmitterlerin reseptörleri benzer şekilde sinyalleri dönüştürür ve membran potansiyellerinde değişikliğe yol açar ve uygun bir fizyolojik tepki verir.

Sinaps

Bir sinir hücresinin ucu (akson terminali) iskelet kası hücresi gibi hedef dokuya yaklaştığında, her hücrenin membranı arasında (sinaptik yarık) bir boşluk oluşur. Akson terminalinden salıverildiğinde, nörotransmitterler bu alana yayılırlar. Kimyasal mesajların alıcı ucunda olan iskelet kası hücre zarı ve reseptörlerinin post-sinaptik hücre veya zara ait olduğu söylenebilir. Daha önce anlatıldığı gibi, voltaj kapılı kanallar açılır ve aksiyon potansiyeli aynı işleyişle yeni hücrede tekrar üretilir.

BEYİN VE OMURİLİK

Vücudunuzun Merkezi İşlem Birimi

Merkezi sinir sisteminin (MSS) ana bileşeni olan beyin, serebral, serebellum ve beyin sapından oluşur. İster iç ve dış dünyayı algılamak, uyaranlara refleks veya bilinçli tepki vermek, vücut hareketlerini koordine etmek olsun ister sadece daha iyi bir dünya hayal etmek olsun bedenin tüm aktiviteleri beyinden kontrol edilir.

Omurilik, vücudun eksenel göbeği boyunca MSS'nin uzantısıdır. Omurilik bilgi alıp beyne gönderir ve beyinden bilgiyi iletir.

Serebrum

Serebral veya ön beyin, bilinçli düşünce için, duyusal bilgilerin alınması ve algılanması için ve motor tepkilerin başlatılması için kullanılır. Yüzeyde, dış korteksin (sinir dokusu tabakası) daha küçük bir alana yerleştirilmesine izin veren sayısız kıvrımlar (gri) ve oluklar (sulkus) vardır.

Beynin her bir yarımküresi fonksiyonel olarak bölgelere ayrılmıştır. Loblar olarak adlandırılan beynin bu bölgeleri belirli işlevlerden sorumludur:

- Frontal lob, karar verme sürecinde yer alır ve sosyal olarak uygun olmayabilecek içgüdüsel istekleri önler ve geleceği planlar. Uzun süreli bellek de beynin bu bölgesinde oluşur. Bu lob, serebrumun ön yarısını oluşturur.
- Parietal lob beynin orta noktasında frontal loba bağlanır. Dokunma gibi duyusal bilgileri işleyen beyin somatosensoriyel merkezin yeri ve gelen bilgi için büyük bir entegrasyon merkezidir.
- Serebralin yanında temporal lob bulunur. Bu bölge, gelen ses ve görüşle ilgili geniş miktarda bilginin işlenmesinden sorum-

ludur. Konuşma dilini anlamanın yanı sıra yeni anılar da burada oluşur.

- Son lob olan oksipital lob, beynin geri kısmıdır ve görsel bilgileri yorumlamak, entegre etmek ve algılamak üzere beynin birincil görsel merkezi olarak işlev görür.

Beyincik

Beynin oksipital loblarının altında konumlanan beyincik, esasen motor aktivitenin koordinasyonu işlevini görür. Serebral yarımküreler denilen birbirine bağlı daha küçük bölgeli (vermis) iki ana lobdan oluşur. Yeni araştırmalar, beyinciğin öğrenme, ruh hali ve davranış gibi diğer aktiviteleri de kapsıyor olabileceği üzerinde duruyor.

Beyin Sapı

Omuriliğe bağlı olan beynin arka kısmı beyin sapı olarak adlandırılır ve pons ve medulla oblongata'dan oluşur. Pons, beyin sapının genişlemiş başlangıcıdır ve serebroma giren ve çıkan sinir kanallarının düzenlendiği yerde bulunur. Ayrıca, pons'un solunum ve kalp atış hızı için düzenleyici merkezleri vardır. Aşağıya doğru uzanan, omuriliğe ve omurilikten sinir yolları oluşturan medulla oblongata'dır. Bu bölge aynı zamanda solunum ve kalp atış hızı gibi temel vücut işlevlerinin kritik bir düzenleyicisi görevi yapmaktadır. Beyin sapı, klinik olarak "beyin ölümü"nün gerçekleştiği tespit edilen bireylerde işlev görmeye devam eder.

Omurilik Gri Madde

Ak madde, omuriliğin dış kısımlarını oluştururken, gri madde (sinir hücresi cisimleri) merkezinde bulunur. Omuriliğin komissürü adı verilen gri madde bağlantısı vardır. Omuriliğin her iki yarısında, gri maddenin kalan kısmı dorsal boynuz ve ventral boynuz olarak bulunur. Dorsal boynuz, duyu nöronları (bilgi getirip götüren)

ve sinyali başka yerlere ileten nöronlar arasındaki sinapsları içerir. İnternöronlar burada bulunur. Motor nöronların hücre gövdeleri (dışarıya bilgi gönderen) gri maddenin ventral boynuzu içinde bulunur.

Sözcüğün Anatomisi

İnternöron

Bir internöron, duyu nöronlarını motor nöronlarla birleştiren bir nöron türüdür. Bunlar sadece merkezi sinir sistemi içerisinde bulunur.

Omurilik Ak Madde

Omurganın boz maddesini çevreleyen ak madde, beyne duyusal bilgiyi (yukarı çıkan veya afferent lifler) veya omurilikten çıkıp vücuttaki hedeflerine beyinden motor bilgiyi taşıyan (inmekte olan veya efferent lifler) miyelin aksonlarından oluşur. Bu sinirler, yukarı ya da dışına doğru ilerlemeden önce, omuriliğin gri maddesindeki sinir hücresi cisimleriyle sinapslar oluştururlar.

PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ

Diğer Sinir Sistemi

Merkez sinir sisteminin dışındaki sinirler toplu olarak periferik sinir sistemi (PSS) olarak adlandırılır. Çoğu omurilikten meydana gelir ve MSS'den duyu ve motor bilgileri alır, iletir ve spinal sinir olarak adlandırılır. Bununla birlikte, diğerleri beyin veya beyin sapından kraniyal sinirler olarak vücudun ihtiyaçlarını karşılamak için gelirler.

Kraniyal Sinirler

İnsan vücudu 1'den 12'ye kadar numaralanmış (genellikle roma rakamları, I-XII) 12 kraniyal sinir içerir. İlk 9 sinir, özel duyuların hepsiyle beraber faaliyette bulunur veya yüzün ve gözlerin hareketini kontrol eder. Vagus siniri olan X (10) kraniyal siniri, vücuttaki fonksiyon ve organlara hizmet eder ve kraniyal sinirlerin en yaygın olanıdır. Sinir XI (11) ve XII (12) sırasıyla kafa dönüşü ve dil hareketini kontrol eder.

Spinal Sinirler

Duyusal ve motor liflerden oluşan spinal sinirler, omurilikten yanlamasına geçer ve tüm vücutta dolaşır. Arka (veya dorsal) ve ön (veya ventral) kök olarak direkt omurilikten gelen iki kökleri vardır. Dorsal kök, duyu bilgisi taşır ve gangliyon (sinir düğümü) adı verilen hücre gövdelerinin toplandığı bir alanda sona erer. Ventral kök motor bilgileri taşır. Arka ve ön kökler distal uçta birleşir.

Dorsal kök gangliyonlarından, duyu hücreleri, omuriliğin internöronları ile sinapslar oluşturmak için dorsal boynuza aksonlar gönderirler. Motor sinir hücreleri aksonlarını ventral kök yoluyla spinal korddan uzatır.

OTONOM SİNİR SİSTEMİ

Güzel Refleksler

MSS, duyusal bilgi ve motor gücü için ayrı kontrol merkezleri halinde organize edilmiştir. Motor taraf somatik kısım (iskelet kasları kontrolü) ve otonom (düz kalp, kalp kası ve bezlerin bilinçaltı kontrolü) olarak bölünür. Bu bölünme daha sonra anatomiye, nörotransmitterlere ve fizyolojik etkilerin sonucuna bağlı olarak alt bölümlere ayrılır.

Otonomik Refleks

Anlık ve bilinçaltı bir reaksiyon ile tek bir duyu siniri ve bir motor sinirden oluşan dizkapağı refleksinin aksine, otonomik refleks hedef dokulara motor talimatlar veren iki motor nöron serisini içerir. İlk motor nöron diğer sinirler gibi omuriliğin ventral boynuzundan ayrılır; ancak hedefe ulaşmadan önce vücudun çevresinde, genellikle sinir hücresi gövdelerinin (gangliyonlar) toplandığı alanda ikinci bir nöron ile bir sinaps oluşturur. Bu iki sinir hücresi gangliyona göre isimlendirilir: preganglİyonik sinir ve postganglİyonik sinir. Postgangliyonik sinir, hedef dokuyu sinir sistemine bağlar ve karşılık alır.

Sempatik Sistem

Savaş ya da kaç sinir sistemi olarak da bilinen sempatik sistem vücudu anında yoğun fiziksel aktivite için hazırlar. Bu sistemin etkileri nörotransmitterler ve ilgili bir hormon olan epinefrin (adrenalin) ile kolaylaştırılır ve başlatılır. Kan akışı yoluyla, bu hormon hızla vücuda yayılabilir ve tüm vücudu harekete geçmeye hazır hale getirebilir.

Pregangliyonik sempatik sinirler birinci toraks vertabralardan (T1) (torasik omurga) ikinci lumbar vertabralara (L2) (bel omuru) uzanan kısım olan omuriliğin ortasında omurilikten ayrılır.

Pregangliyonik sinirler omurilikten ayrılıp spinal sinirin bir parçası haline gelir gelmez spinal sinire beyaz ramus adı verilen bir yoldan çıkarlar. Bu, yan yola geçmek için şehirlerarası otobandan çıkan bir arabadan farklı bir şey değil. Bu durumda sinir, omuriliği sağ ve sol taraftan yansıtan birbirine bağlı bir zincir oluşturan gangliyonlardan birine ulaşmak için omurilik sinirinden çıkar. Gangliyonun bu sempatik zinciri, sinir sistemi bilgisinin göğüs ve karın bölgesindeki geniş esnemeyle yayılmasına izin verir ve bir sempatik tepki esnasında sindirim sistemini büyük oranda kapatma gibi faaliyetleri denetler.

Postganglionik sinirler sempatik gangliyonlardaki sinapstan gri renkli bir ramus (otoyol şeridi) vasıtasıyla omurga sinirine girer ve hedef dokuya koşarak sinir sistemine bağlar. Bununla birlikte, bazı sinirler gangliyon zincirini atlatır ve daha büyük ve daha küçük splanknik sinir olmak üzere iki büyük sinir demeti oluşturur. Bunlar vücut boyunca ilerler ve hedef dokuya yayılmadan önce karın boşluğu, üst mezenterik ve alt mezenterik gangliyonlar gibi kolateral gangliyonlardaki postgangliyonik sinirler ile sinaps oluşturur.

Etkiler

Bir sempatik tepki esnasındaki fizyolojik etkiler, yoğun aktiviteye hazırlanan vücudu hızlandırır. Bunlar:

- artan kalp ve solunum oranı
- gözbebeklerinin büyümesi
- artan kan basıncı
- vücudun iskelet kaslarına daha fazla kan akışının yönetimi

Bu değişimler kısmen kan damarlarının kaslara kadar genleşmesinden kaynaklanır. Bununla birlikte, bu dönüşümün büyük bir kısmı, kanın sindirim sistemi ve üriner sistemde sıkışması yüzündendir. Anlık yaşam için gerekli sayılmayan bu sistemler, kay-

nakları kısa vadeli sağ kalım için gerekli olan organlara ve dokuya yönlendirmek için kan akışında (minimum düzeye kadar) sınırlandırılır.

Parasempatik Sistem

Sempatik sistemin tam tersi olan parasempatik sistem, vücudun sindirim gibi aktif olmayan fonksiyonları yerine getirebildiği istirahat dönemlerini denetler. Dolayısıyla, bu sistem genellikle istirahat ve sindirme sistemi olarak adlandırılır. GI alanın glandüler sekresyonları, peristaltik hareket ve alt sindirim kanalında emilim meydana gelir. Kalp ve solunum oranları azaldıkça iskelet kaslarına giden kan miktarı da azalır.

Preganglİyonik lifler sempatik sistem tarafından kullanılmayan bölgelerde omurilikten çıkar: Servikal ve sakral bölgeler. Sempatik sinirler omuriliğin ortasındadır, parasempatik sinirler üstünde ve altındadır. Baş bölgesinde, kraniyal sinirler parasempatik sistem için preganglionik nöronlar olarak görev yapmaktadır. Bunlar, terminal gangliyonlar olarak adlandırılan postganglionik nöronlarla sinaps oluşturmadan önce hedefe kadar olan mesafenin neredeyse tamamını çalıştırırlar. Diğer sinirler organın içinde sonlanır.

Nörotransmitterler ve Sinirler

Sinirler sinyallerini aktarmak için farklı nörotransmitterler kullanırlar.

- Preganglİyonik sinir her zaman postgangliyonik siniri uyardığından, preganglİyonik sinirler tarafından kullanılan (postgangliyonik sinir sinyali vermek için) kullanılan nörotransmitterlerin tümü asetilkolindir (hem sempatik hem de parasempatik sistemlerde).
- Norepinefrin, sempatik postgangliyonik sinirler tarafından hedef dokuyu harekete geçirmek (veya hareketsiz kılmak) için kullanılan nörotransmitterdir.

- Birkaç postgangliyonik nöron, terlemeyi tetiklemek için bezleri terleten sinirler gibi asetilkolini kullanır.
- Parasempatik sinir sisteminde kullanılan tek nörotransmitter asetilkolindir. Vücut üzerindeki etkisi, muskarinik asetilkolin reseptörlerden sinyal iletiminin sonucu ve onların aşağı yönde hedefleridir.

SİNİR SİSTEMİ HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Karmaşa Sorunlara Neden Olabilir

Sinir sistemi (MSS veya PSS) ile ilgili zorluklar bilişsel, davranışsal ve sosyal bozuklukların yanı sıra derin kas fonksiyon bozukluğuna da yol açabilir. Bu bölümde anlatılacak pek çok şey olmasına rağmen daha bilindik bazı bozukluklar ele alınmıştır.

Yaygın Sinir Sistemi Bozuklukları

Sinir sisteminin karmaşıklığı göz önüne alındığında, zaman zaman iletişimin bozulması ve nörolojik rahatsızlıkların ortaya çıkması şaşırtıcı değildir.

- Epilepsi, beyinden gelen anormal elektrik sinyallerinin vücudun işleyişini etkileyen konvülsiyonlar oluşturması ile ortaya çıkan bir durumdur. Bu nöbetler nispeten küçük veya hayati tehlike oluşturabilecek biçimde olabilir.
- Felç, beyindeki kanama veya tıkanmış bir kan damarından kaynaklanır ve genellikle yüksek tansiyon, şeker hastalığı veya dolaşım sistemindeki problemlerin neticesidir.
- Periferik nöropati, sinir hasarından, özellikle periferik sinirlerden (adından da anlaşıldığı gibi) kaynaklanır ve vücudun bazı bölgelerinde hissizlik ve karıncalanmaya neden olabilir.

Parkinson Hastalığı

Parkinson hastalığı, dopamin üretimi eksikliği veya bu temel MSS nörotransmitterinin anlaşılamamasından kaynaklanmaktadır. Genellikle 50 yaşın üstündeki erişkinlerde ortaya çıkan hastalığın belirtileri; titreme, sertlik ve yürüme problemleri gibi motor disfonk-

siyon ile başlar. Bu erken belirtiler hastalığın ilerlemesi ile sonunda bunama gibi bilişsel ve sosyal güçlüklere neden olur.

Hastalığı önleme ve semptomların yönetimi konusunda pek çok bilimsel araştırma yapılmaktadır ancak henüz Parkinson hastalığının tedavisi yoktur. Birçok çalışma, antioksidanlar (C vitamini gibi) ile Parkinson hastalığının önlenmesi arasında bağlantılar olduğunu kaydetmiş ancak bir çözüme kavuşulamamıştır.

Dopamin üretiminde bir düşüş gösteren hastalar için, nörotransmitterin daha uzun bir aktif ömre sahip olmasını sağlayan ilaçlar semptomları azaltmada etkilidir. Genel olarak, dopamin sinapslara salındığında, monoamin oksidaz (MAO) adı verilen bir enzim dopamini parçalamaktadır. MAO inhibitörleri enzimin etkinliğini düşürür, dopaminin aktif ömrünü uzatır ve daha büyük doz dopamin varlığını kopya eder.

Alzheimer Hastalığı

Bunama vakalarının yaklaşık yüzde 60-70'ini oluşturan Alzheimer hastalığı, öncelikli olarak 65 yaş üstü erişkinleri etkileyen nörodejeneratif bir bozukluktur. Nedeni iyi anlaşılmamış olsa da, hastalığa kimlerin yakalanabileceğinin belirlenmesinde kalıtımın büyük bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Birkaç hipotez, hastalığa yol açan hücresel/moleküler olayları açıklamaya çalıştı ancak bunların içinde en önemli hipotez, amiloid plak proteinlerinin (APP) rolü ve bunların nöronları çevreleyen alanda fazladan birikimi üzerine odaklanmaktadır. APP birikimini ortadan kaldıran aşıların (plaklar), bu hastalardaki bunamayı tersine çevirmemesinden ötürü APP'lerin Alzheimer'a neden olup olmadığı net değildir.

Alzheimer'in başlangıç semptomları kısa süreli hafıza kaybı olup zamanla daha şiddetli bilişsel bozukluklara yol açar. Oryantasyon bozukluğu ve dil ile ilgili sorunlar, bireyin kendisini izole etmesine neden olabilir. Hastalığın daha da gelişmesi, sistemik bedensel işlevlerin kaybına ve ölüme yol açar.

Kaza Sonucu Beyin Hasarı

Sinir sistemine yönelik birçok yaralanma kazalar ve yaralar sonucunda oluşur. En yaygın olanlarından biri sarsıntıdır; kafaya ani bir darbeyle (bir kazada başın direksiyona çarpması gibi) ve bazen de vücuda ani bir darbeyle (bir futbol maçında top kapma mücadelesinde yaşanan çarpışma gibi) oluşan bir beyin hasarıdır. Beynin aniden hareket etmesi bilinç kaybına, beynin şişmesine veya kanamaya neden olabilir. Çoğu beyin sarsıntısı önemsizdir ve kalıcı bir zarara neden olmaz, ancak tekrarlanan veya ciddi beyin sarsıntıları beyin hasarına neden olabilir.

Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu

Çocuklarda görülen bir nörogelişimsel bozukluk olan dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB) veya dikkat eksikliği bozukluğu (DEB), çocuğun motor aktivitesi yüksek olan veya olmayan görevlerde birkaç dakikadan fazla dikkatini yoğunlaştırma yeteneğini etkiler. Bu çocuklarda bozukluk, bir göreve devam etmede başarısız oldukları ve/veya belli bir süre boyunca sessizce oturamadıkları için toplumsallaşmaya başladıklarında (okul öncesi veya ilkokul) tespit edilir. DEHB veya DEB tanısı konulan çocuklardan bazıları tam anlamıyla sosyalleştirilemez veya ev içinde gerekli davranışlar öğretilemezken, diğerleri bu bozukluklar için patofizyolojik bir temel taşıdıklarından danışmanlık ve ilaç tedavisinden faydalanabilirler. Uyarıcılar, her zaman en iyi çözüm olmasa da DEHB veya DEB'li çocukları tedavi etmede en popüler ve en etkili araçtır.

Otizm

Bu hastalık erken çocukluk döneminde ortaya çıkmaya başlar ve sosyal işlev bozukluğunun yanı sıra dil gelişiminde gecikme yaşanmasına neden olur. Ancak en önemli belirtisi tekrarlayan dav-

ranışlardır. Bu davranışlar otizm ve DEHB veya DEB arasındaki ayrımda yardımcı olur.

Birçok nöronal bozukluk patofizyolojik veya kimyasal temellere sahipken, otizmin altında yatan neden tam olarak anlaşılamamaktadır. MSS boyunca sinapsların kusurlu oluşumu ihtimal dahilindedir. Bu da sinir sistemi boyunca sinyalleri geciktirir ya da yanlış yönlendirir.

Pek çok makale, çocukluk dönemi aşıları ile otizm arasında bir ilişki olduğunu belirtmiştir. Bugün ise, ikisi arasındaki bağlantı, tıp ve bilim camiasında geniş ölçüde itibarını kaybetmiş durumdadır.

DUYU SİSTEMİ ALIMI VE ALGILAMA

Yaşamı Tecrübe Etme

Sağlıklı ve uzun bir ömür için daha iyi koşullar sağlamak isteyen insan vücudu, bilinçli ya da bilinçsiz bir yanıt elde etmek amacıyla beyne etrafta olup bitenler hakkında bilgi sağlayan karmaşık bir algılama sistemine sahiptir. Duyusal sistem vücudunuzun düzgün çalışmasını sağlamak için 7/24 çalışır.

Alma ve Algılama

İç ya da dış dünya hakkında bilgi edinmek, iki adımlı bir işlemdir. Bilgi, uyaranları algılayabilen özel hücreler yoluyla edinilmeli ve yanıt verilmeden önce beyinde bir bağlam içerisinde yorumlanmalıdır.

Vücudunuzdaki reseptörler beyne denge ve vücut pozisyonunun yanı sıra, iç ve dış sıcaklık, kan basıncı, ışık, ses, tat ve koku gibi geniş bir bilgi dizisi sağlar. Bu reseptörlerden herhangi biri aksarsa, bilgiler beyne ulaşmaz ve algılanmaz. Dolayısıyla, ne refleks ne de tepkiye bilinçli olarak yanıt verilebilir.

"Hayalet Uzuv"un Sebebi

Alma ve algılama genellikle uyarıcı gerektirirken beyin, girdi kaybından sonra bile devam eden duyusal bilgilerle ilgilenen modeller oluşturmuş olabilir. Örneğin uzuv kaybı yaşayan bir ampute, genellikle "hayalet uzuv" olarak bilinen bir algı yaşar. Uzuv gitmiş olmasına rağmen beyin kişiye o uzva dokunma, ağrı veya sıcaklık hissi sinyalleri verir. Bu beynin gücünü ve bir uyaranı algılamadaki önemini gösterir.

Reseptörlerden gelen bilgiler, algılayan beyin tarafından doğru bir biçimde anlaşılmalıdır. Tatların, kokuların ve imgelerin ya-

şamın ilk yıllarında öğrenilmesi ve tekrar karşılaşıldığında tek tek ayıklanabilecek biçimde bir duyusal bilgi kütüphanesinde toplanması gerekir. Eğer beyin yaşamın ilerleyen zamanlarına kadar duyusal girdilerden mahrum bırakıldığından ötürü bu erken kalıpları hiçbir zaman geliştirmezse, bilgileri asla doğru bir şekilde yorumlayamayabilir ve dolayısıyla kişi belirli uyarıları algılayamayabilir. Örneğin, göz problemleri nedeniyle doğuştan kör olup sonradan görme yetisine kavuşan kişiler genellikle derinlik algısı konusunda zorluk yaşarlar.

Bir bireyin içinde bulunduğumuz ve yaşadığımız iç ve dış dünyayı yeterince fonksiyonel hale getirebilmesi ve gözlemleyebilmesi için duyu sisteminin iki yönünün de uyum içinde çalışması gerekir.

Özel Duyular

Duyusal reseptörler, vücutta nasıl lokalize veya yaygın olduklarına bağlı olarak gruplara ayrılırlar. Tek bir yerde lokalize olanlar, özel duyuların organları olarak adlandırılır. Bu grup koku, tat, görme, işitme ve denge için gerekli olan hücreleri ve dokuları içerir. Dokunma, (dengenin yerine) "5" duyuları arasına dahil edilmişti. Bununla birlikte, vücudun dış yüzeyinin büyük bir kısmı dokunmayı basınç olarak algılayabilir. Bu nedenle dokunma genel duyu kategorisine sokuldu.

Genel Duyular

Özel duyuların aksine, genel duyu reseptörleri tüm vücuda yayılır. Sıcaklık, basınç, ağrı ve vücut pozisyonu algısı vücut yüzeyinin büyük bir kısmında oluşur ve beyne duyusal bilgi bolluğu sağlar.

Dokunma

Derinin üst tabakası (epidermis) ile daha alt tabakası (dermis) arasında dokunma reseptörleri bulunur. Bazı reseptörler basınçtaki

değişiklikleri algılamada maharet gösterirken diğerleri titreşimlere veya sürekli basınca tepki verirler. Daha yaygın reseptörlerden ikisi Meissner ve Pacinian cisimcikleri, sırasıyla yavaş ve hızlı titreşimlere tepki verirler. Aynı zamanda, Pacinian cisimciği derin basınç da algılar. Bu hücreler, mekanik basıncın bir sinyal iletim kaskatına ve nöronal sinyallemeye yol açacağı şekilde ayrılır ve açıklanır. Beynin dokunmayı algılama biçimi böyledir.

Ağrı nasıl algılanır?

Ağrı reseptörleri (nosiseptörler) ağrının algılanmasına sebep olan çeşitli uyaranlara tepki veren, serbest sinir uçlarıdır. Aşırı sıcaklıklar, aşırı mekanik kuvvetler ve kimyasal hasar, bu serbest uçların ağrı olarak algılandığı yaygın uyaranlardan birkaçıdır.

GÖRME

Bir Görüyorsun, Bir Görmüyorsun

Bu son derece karmaşık sistem, ışık enerjisini hissedip beynin görsel korteksine gönderilen elektriksel bilgiyi aktarmak amacıyla düzenlenmiştir. Enteresan bir biçimde sağ gözdeki ışık girişi beynin sol kısmında, sol gözdeki ışık girişi ise sağ kısmında algılanır. Bu bilgi geçişi ve gözlerin hafif ofset konumu, beynin derinlik algısı dahil farklı boyutları algılamasını sağlar.

Gözün Anatomisi

Gözler, ışık enerjisini özel görsel algılama hücreleri bulunan gözün arka kısmında tutup ona odaklanan organlardır. Gözün yapıları şunlardır:

- fotoreseptör hücreler içeren retina
- gözün dış kabuğunu oluşturan sklera
- sklera'nın hemen arkasında bulunan ışık fotonlarının göze geçişine izin veren, kornea (gözün saydam kısmı)
- korneanın altında bulunan, geçen ışığın miktarını ayarlamak için açılıp kapanan küre biçiminde bir diyafram olan iris
- irisin ortasında bulunan gözün arka kısmının koyu olmasından dolayı siyah bir boşluk olan göz bebeği
- iris arkasında, gözbebeğinin ise hemen arkasında bulunan ve göze giren ışığa odaklanan mercek
- merceği yerinde tutan ve esnetmek için göze gerginlik uygulayan veya göze giren ışığın odak uzaklığını değiştirmek için kasılmasına izin veren (nesneleri yakından ve uzaktan görmek için değişiklik yapmak için) kirpiksi kas
- ışığın göze girdikten sonra içinden geçtiği, göz küresinin geniş kısmını kaplayan ve merceğin odaklandığı jelatinimsi bir madde olan camsı cisim

Retina

Göz küresinin arka tarafında retina adı verilen fotoreseptör hücrelerden oluşan bir katman bulunur. Işık, foton etkisinden önce nöronların ve birbirine bağlı hücrelerin birkaç katmanından geçer ve retinanın daha derin kısımlarına gömülmüş bir fotoreseptör hücresini harekete geçirir. Retinanın fotoreseptörlerden daha derin olan tek kısmı, ışığı emen ve dış ışığı azaltmak için yansımasını önleyen ve ince detay geliştiren pigmentli epitel hücrelerin bir tabakasıdır.

Bazı Hayvanlar Geceleri Nasıl Görürler?

Gece hayvanlarının epitellerinde, ışığı doğrudan fotoreseptöre yansıtan ve böylece tek bir foton ile birçok kez uyaran ve düşük ışıkta görme gücünü geliştiren yansıtıcı pigmentler bulunur.

Fotoreseptörler

Derin retinada bulunan bu hücreler, bir ışık fotonu tarafından aktive edildiğinde şekil değiştirip bir sinyal iletim kaskatına yol açan ve sonuç olarak beyindeki görsel kortekse sinyal veren bir nöronda elektrik sinyali üreten bir fotopigment içerir.

Fotoreseptörün bir türü çubuk hücrelerdir. Saç tarağınızın şeklinde, tarağın dişlerini andıran katlı membran çubukları sıralar aktive edildiğinde bağlı bulunduğu büyük molekülün (opsin) şeklinde değişikliğe yol açan fotopigment rodopsin içerir. Bu fotopigment kompleksinin vazgeçilmez bir bileşeni, A vitamini ile ilişkili olan retinal denilen bir moleküldür. Çubuklar, iki fotoreseptör türünün daha hassas olanlarıdır ve çoğu siyah-beyaz görüş olarak adlandırılan düşük ışıkta görmeden sorumludur.

İnsanlar Neden Havuç Yemenin Görme Gücünü Geliştirdiğini söyler?

Havuç, fotopigment kompleksinin bir parçası olan zengin bir A vitamini kaynağıdır.

Koniler ikinci fotoreseptör olup retinadaki renkli görmeden sorumludur. Bu hücrelerin de fotopigment kıvrımları vardır, ancak çubuklardan daha kısadır ve gittikçe incelen veya adı gibi koni şeklindedir. Kırmızı, yeşil ve mavi koniler farklı ışık dalga boylarını tespit eder.

Hangi konilerin hangi dereceye kadar uyarılacağı gönderilen ve algılanan ışığın rengini belirler. Bu durum bu üç aynı rengin spektrumda herhangi bir görsel rengin harmanlanması için kullanılan televizyon ekranından veya bilgisayar monitöründen farklı değildir. Koniler, genel olarak retinadaki çubuklardan çok daha azken, retinanın foveasında (keskin merkezi görmeden sorumlu retinanın merkezi kısmı) çubuklardan çok daha fazladır.

İŞİTME, DENGE, KOKU VE TAT

Muhteşem Dörtlü

İki özel duyu olan işitme ve denge, hissi algılamak için mekanik enerji kullanırken, koku ve tat özel duyuları kimyasal sinyaller algılar.

İşitme

Ses dalgaları (mekanik enerji) havada hareket eder ve dış kulak (pirn) aracılığıyla östaki borusuna aktarılır. En dipte bulunan kulak zarı (timpanik membran) ve bu kanal, dış kulağı oluştururlar. Dalgalar kulak zarına vurduğunda zar ve karşısında, orta kulakta bulunan bir dizi küçük kemik geçirilen enerji ile titreşir. Orta kulaktaki küçük kemikler malleus, incus ve stapestir (sırasıyla çekiç, örs ve üzengi olarak da bilinir). Ses dalgalarının mekanik enerjisini kulak zarından alarak işitsel alıcılar barındıran iç kulak organı kokleaya aktarırlar. Stapes, kokleanın üzerindeki oval bir pencereye bağlıdır. Dalgalar sarmal kokleanın sıvı dolu tüneline aktarılır.

Koklea bir salyangoz kabuğuna benzer. Ses dalgalarının geçtiği uzun sıvı dolu tüp içeride bulunmaktadır. Tüp, Corti duyu organı tarafından bir üst ve alt bölüme ayrılmıştır. Tüpün en ucu açık kalır ve üst bölmedeki ses dalgalarının tüpün tamamına yayılmasına izin verir. Bunu yaparak, sıvı boyunca akan dalgalar, Corti organında bir membranı sıkıştırabilir; bu da elektrik sinyali oluşturması için reseptör tüyleri sıkıştırır.

Corti organı gibi bu reseptör tüyler tüpün tamamına uzanır. Reseptörlerin uyarıldığı kokleadaki alan sesin dalga boyuna tekabül eder ve düşük tonları yüksek tonlardan ayırır. Piyano tuşuna basılmasını düşünün. Bastığınız tuşa göre, farklı bir ses ortaya çıkacaktır.

İnsanlarda Frekans Aralığı

İnsanlar tüm ses dalga boylarını algılayamazlar. Normal işitme duyusu olan kişiler 20 Hz (Hertz) ila 20.000 Hz frekans aralığını algılayabilirler. (Hertz, saniyede 1 devir olup bir devir, alternatif akımın yönünü veya frekansını ne sıklıkta değiştirdiğini gösterir.) Birçok hayvan ultrasonik (20.000 Hz'ten yüksek) ve infrasonik (20 Hz'ten düşük) gibi insanların duyamayacağı sesleri duyabilir. Köpekler ultra sesleri algılayabilirler, bu yüzden de posta kamyonunun gelişini sizden çok önce duyabilirler.

Denge

Son yıllarda özel duyular listesine eklenen denge, aynı zamanda iç kulakta bulunan ve koklea ile bağlantılı reseptörlere de sahiptir. Ses, kokleada algılanırken, denge, kokleaya bağlı üç yarı dairesel kanalda izlenir. Hareketi üç boyutlu algılayan üç düzlemde konumlandırılmış bu kanallar, ivmeye ve yavaşlamaya tepki verirler ve eylemsizlik yasasını kullanırlar.

Eylemsizlik Yasası

Newton'un Birinci Hareket Yasası olarak da adlandırılan eylemsizlik yasası, hareketsiz bir nesnenin hareketsizlik eğiliminde olduğunu ve hareket halindeki bir nesnenin, karşıt bir kuvvet tarafından etkilenmedikçe hareket eğiliminde olduğunu söyler.

İç kulak sıvısı adı verilen sıvı her iki yarı dairesel kanalı doldurur ve herhangi bir cisim gibi vücuda bağlı hareket eder ve eylemsizlik yasasını izler. Reseptör hücreler tüyleri yukarıya doğru, bu sıvıya yansıtır. Hareketsizken tüyler düz durur ve vücuda herhangi bir sinyal gönderilmez. Bununla birlikte, vücut hareket etmeye başladığında, tüy hücreleri (ve silia) vücutta aynı oranda hızlanır.

Fakat iç kulak sıvısı; reseptörlerin tüylerini büküp hareketin başlatıldığı bir elektrik sinyalini dönüştürmeye yetecek kadar bir süre hareketsiz kalır. Aynı şekilde, vücut durduğunda, sıvı hareket halinde olmaya devam eder ve tüyleri diğer yöne büker. Beyin bunu durma olarak algılar.

Koku

Koku alma veya olfaksiyon, burun boşluğu duvarında başlar. Salgı hücreleri, soluk alma esnasında burun boşluğuna getirildiklerinde kimyasal maddeleri yakalamak için işlev gören protein zengini bir sıvı ile burun epitelinin yüzeyini kaplarlar.

Bu kimyasallar sulu yüzeye sıkıştıklarında, epitelden daha çok nörona benzeyen olfaktör reseptör hücreleri tarafından algılanır. Yüzeylerinde, sulu-kimyasal-dolgulu sıvıya yansıyan, genellikle tüy denilen dendritler vardır. Tüyler, proteinlerin kimyasallara bağlanabildiği yüzey alanını artırır ve beyne gönderilen bir elektrik sinyali oluşturan bir sinyal iletim yolu açar. Bu hücrelerin tabanında, aksonlar, olfaktör yoluyla beynin koku merkezlerine bağlı olfaktör ampul olarak adlandırılan yerde bulunan mitral hücrelere elektrik sinyalleri gönderir.

Koku alma sistemi çoğunlukla yanlışlıkla koku duyusu olarak adlandırılır. Bununla birlikte, koku alma reseptörlerinin aksonları topluca düzgün koku alma siniri (filia olfactoria) oluştururlar.

Tat

Tat (güstasyon), kimyasal vasıtalı özel duyuların ikincisidir ve tat alıcıları adı verilen varil şeklindeki yapılar vasıtasıyla dilin dorsal yüzeyi üzerinde başlar. Özel papillerin (projeksiyonlar) yan kısımlarında bulunan tat alıcılar, tat için kullanılan destekleyici hücreler ve reseptör hücrelerin bir koleksiyonudur. Reseptör hücrelerdeki tüy gibi mikroviller, dil yüzeyindeki tükürükte çözünen kimyasalları toplamak için bu açıklığa doğru uzanır. Bu reseptör hücreleri,

tat alıcıları tabanında duyu nöronları ile sinapsler oluşturur ve bilgiyi dilden uzaklaştırır ve beynin tat merkezine iletir.

Tat alıcılar birkaç kimyasal uyarıyı algılama yeteneğine sahiptir, ancak bir veya iki tanesinde uzmanlaştığı düşünülmektedir. Dilin yüzeyine dağılırlar ve yalnızca bulundukları papil lokasyonları tarafından sınırlandırılırlar. Reseptörler, uyarı iletmek ve onu elektrik enerjisine dönüştürmek için farklı sinyal iletim mekanizmaları gerektiren beş temel tat uygularlar. Tatlı, tuzlu, ekşi ve acı onlarca yıldır tanımlanmış olan dört temel tattır. Pek çok insan bunlara aşina olsa da, temel tatların en yenisi, Asya mutfaklarında yaygın, iştah açıcı bir lezzet olan umamidir.

DUYUSAL SİSTEM HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Sinyal Ulaşmadığında

Uyarıyı algılayan ve yanıt veren karmaşık sistemler bazen arızalanabilir veya problem yaşayabilir. Yaralanmalar, enfeksiyonlar ve kanserler duyuları etkiler. Diğer duyu sistemi hastalıkları ve bozuklukları şunlardır:

- Beynin uyarıları aldığı, ancak tutarlı bir şekilde organize edemediği duyusal işleme bozukluğu
- Retinada kan dolaşımının bozulmasıyla görme kaybına neden olan yaşa bağlı maküler dejenerasyon (sarı nokta hastalığı)
- Çoğunlukla alerjiler veya enfeksiyonların neden olduğu, burun polipleri denilen burunda iyi huylu (kanserli olmayan) büyüme

Renk Körlüğü

Bu durum, retinada bulunan bir veya birden fazla koninin yetersizliği, bozukluğu veya sakatlığından kaynaklanmaktadır. Renk körlüğünün en yaygın türü, kırmızı-yeşil renk ayrımının düşük olduğu kırmızı-yeşil renk körlüğüdür. 12 erkekten 1'ini etkileyen bu durum kalıtsal olup X-bağlı kalıtım olarak adlandırılır, yani sorun gen X kromozomundadır. Bu, resesif (çekinik) bir mutasyondur. Baskın bir genin varlığı bu durumun üstesinden gelebilir ve birey sadece renk körü geninin bir taşıyıcısı olarak kalır.

Anosmi

Anosmi, koku alma duyusunun olmaması demektir. Koku ve tat birbirlerinin repertuvarını genişletmek amacıyla yakından ilişkili olan iki duyudur. Koku duyusu olmayan bir kişinin, işlevsel bir koku sistemine sahip bireylere kıyasla çok daha az ayırt edici bir

damak tadı vardır. Sinüs enfeksiyonu sırasında genellikle geçici anosmi meydana gelebilir. Hastalık süresince yiyeceklerin tatsız tuzsuz gelmesinin nedeni budur.

Vertigo

Vertigo, iç kulağın, özellikle yarı dairesel kanalların işleyişi ile ilgili komplikasyonların bir sonucudur. Denge ile ilgili bilgi eksikliği veya yanlış bilgi, aşırı baş dönmesi, bulantı ve kusmaya neden olabilir ve düşme riskini artırır. Bilhassa yaşlı bireylerde sorun yaratır.

Taşıt Tutması

Vertigo ile bazı aynı belirtilere sahip olan taşıt tutması (araba tutması veya uçak tutması olarak da adlandırılır), beynin görsel merkezlerindeki çapraz sinyallerden kaynaklanır. Neler olduğuna dair beynin düşündüğü ile beyindeki denge merkezlerinin düşündüğü arasında bir karışıklık vardır.

Örneğin, birçok insan, geminin penceresi olmayan bir bölümünün içindeyken deniz tutması yaşar. Görsel korteksleri zemini, duvarları ve tavanını görür ve vücut ile ilgili bir hareket yoktur. Bununla birlikte, gemi dalgalarla yukarı ve aşağı hareket ettiği için vücut aslında hareket halindedir ve bu durum, iç kulağın yarı dairesel kanalları tarafından algılanıyor durumdadır.

KARDİYOVASKÜLER SİSTEM VE KALP YAPISI

Kalbin İyi Olsun

Kardiyovasküler sistem, hücre ve dokuların onlar olmadan hayatta kalamadığı maddeleri tüm vücuda aktarır. Oksijenin dokulara taşınması ve karbondioksitin akciğerlere geri iletilmesi bu sistemin temel bir fonksiyonudur. Bununla birlikte, hormonlar ve bağışıklık sistemi hücreleri gibi diğer kritik maddeler de kan içinde taşınmaktadır. Kardiyovasküler sistem, yalnızca bir pompa ve gaz taşıyan tesisattan çok daha fazlasıdır.

Kalp Yapısı

Kalp kardiyovasküler sistemin itici gücüdür. Bu kas organı, kalp embriyo içerisinde tam olarak oluşmadan önce pompalanmaya başlar ve yaşam boyu kendiliğinden ve tutarlı şekilde atar. Dört odacığa bölünmüş, sağ ve sol kısımlara ayrılmış olan kalp iki dolaşım için bir pompa olarak işlev görür: vücut için sistemik dolaşım ve akciğerler için pulmoner dolaşım. Her ikisinin birden kullanılması, dokulara taze oksijen temin ederken karbondioksiti vücuttan atar.

Odacıklar

Kalbin iki süperiyor (üst) odacığı, embriyonik gelişme esnasında tek bir odacık olarak başlayan ve daha sonra sağ ve sol odacığa bölmek için bir duvar (interatriyal septum) oluşturan kulakçıklarıdır (atrium). Bu ince duvarlı odacıklar, vücuttan (sağ kulakçık) ve akciğerlerden (sol kulakçık) geri dönen kanın temel bekleme alanlarıdır. Kanın kulakçıktan aşağıya doğru ilgili karıncıklara (ventrikül) hareket ettirilmesi öncelikle düşük basıncın kanı aşağıya doğru çekmesiyle tamamlanır.

Kulakçıklar gibi karıncıklar da, kalın bir kas duvarı (interventriküler septum) ile sağ ve sol odacıklara ayrılmış tek bir odacık olarak başlarlar.

Kalbin Pompa Sistemi Nasıl Çalışır

Sağ kulakçıktaki oksijeni tükenmiş kan, kalp atışlarının gevşeme aşamasında (diyastol) duvarları genişledikçe sağ karıncığa çekilir. Aynı şekilde sol kulakçıkta oksijen bakımından zengin kan sol karıncığa çekilir. Sağ karıncıktaki kanın sadece akciğerlere ve kalbe geri pompalanması için yeterli basınca sahip olması yeterliyken, sol karıncık en kalın kas duvarlarına sahiptir çünkü bu taraftaki kan tüm vücuda ve kalbe geri pompalanmalıdır.

Kalp Kapakçıkları

Kalp kapakçıkları, bir odacıktan diğerine kan akışını düzenlemenin yanı sıra kanın sadece bir yönde akmasını sağlar. Atrioventriküler kapaklar, kulakçık ve karıncıklar arasındaki kan hareketini düzenler. Bu kapakların yapısı hem sağ hem de sol atrioventriküler kanallarda benzerdir. Kan, kulakçıktan karıncığa çekilirken, ince bağ dokusu tabakalarından (cusp) oluşan triküspit kapak (sağda) ve biküspit kapak (solda), karıncık duvarına itilir. Karıncıklar kasılmaya başladığında (sistol) kan karıncıklarda sıkışır ve yukarı doğru zorlanır. Karıncıktan çıktıktan sonra en açık yol kulakçığa geri çıkan yoldur.

Kan yukarı kalktığında, kalp kapakçıklarını oluşturan, şişmiş tabakaların (cusp) altına zorlanır ve yukarı, kulakçığa doğru hareket ettirilir. Eğer cusp'lar sadece kapakçıkların yapısal kısmı olsaydı, kan yukarıya doğru çıkarken kulakçığın içine çekilirdi. Ancak böyle olmaz, çünkü her cusp'ta sert bağ dokusundan yapılmış kordonlar (korda tendineae) bulunmaktadır. Bu kordonlar, karıncıkta mevcut olan ve karıncık gibi kasılan büyük kalp kası kümelerinin (papiller kas) içine demirlenir.

Böylece, kan, ventriküler kasılma nedeniyle yükselirken, papiller kaslar, yukarı doğru hareket eden kanla aynı kuvveti kullanarak kordonlardan aşağıya doğru çekilirler. Bu kuvvetler eşit olduğundan, cuspların atrioventriküler kanala dizilene kadar yukarı doğru hareket etmesine izin verirler. Bu kanalı kapatır ve kanın geriye doğru akmasını önler (regürjitasyon). Bu kapakların kapanması kalp atışı olarak duyulan ilk kalp sesini, "lub"u üretir.

Bir başka kapakçık grubu olan, semilunar kapakçıklar, kanın ana damarlardan kalbe geri akmasını önler. Bu kapakçıklar kalbin hemen dışındaki büyük damarlarda bulunur. Sağ karıncıktaki kan pulmoner gövdeye (iki pulmoner artere bölünen ana damar) girer ve akciğerlere sevk olur. Sol karıncıktaki kan aort damarına (kalbe bağlanan aort kökü) taşınır ve vücudun geri kalanına itilir. Bu damarların her birinin içinde keseye benzeyen üç adet cusp bulunur. Bu cusplar kan karıncığa geri dönmek için aşağı inerken şişer, geçiş yolunu etkin bir şekilde kapatır ve kanı damarda tutar. Semilunar kapakçıklar kanın karıncıklardan çıkmasına izin verir, ancak geri dönmesine izin vermez.

KALP AYARLARI

Kalbin Her Attığında

Kalbin benzersiz bir özelliği, kendiliğinden ve ritmik olarak tek başına atmasıdır. Kalp herhangi bir sinir sistemi sinyalini gözetmeksizin, siz doğmadan atmaya başlar ve ölümünüze kadar tutarlı bir biçimde, sürekli atar.

Pacemaker ve İleti

Kalpteki tempoyu ayarlamak sağ kulakçıktaki "pacemaker" dokusunun görevidir. Nasıl bir metronom bir kez başladıktan sonra devamlı tıklamaya devam eder, pacemaker da bir kez oluştuktan sonra ömrü boyunca atar. Embriyonik sinüs venosusta doku olarak başlayan, vücuttan kan alan ilk ve embriyonik odacık olan pacemaker, gelişme ilerledikçe sağ kulakçık duvarına dahil olur. Pacemaker, embriyonik kökenlerini ve nihai ergin konumunu belirtmek için sinoatrial düğüm (SA düğüm) olarak adlandırılır.

Sinoatriyal düğümün hücreleri, interkale disklerin geçirgen bağlantılar yoluyla kulakçığın kas hücrelerine bağlanmış, değişikliğe uğramış kalp kasıdır. (Geçirgen bağlantılar, doğrudan hücreden hücreye teması sağlar; interkale diskler, kasılmayı sağlayan kalp kasının özellikleridir.) SA düğümünün hücreleri kendiliğinden bir etki potansiyeli ürettiğinde, bu bağlantılar yoluyla her iki kulakçığın tüm hücrelerine yayılır.

Kulakçık ve karıncık kasları, SA düğüm sinyalinin karıncıklara kendiliğinden yayılmasını önleyen, kalp kapakçıkları ve septumları için temel bağlantıyı oluşturan, anülüs fibrozüs adı verilen bir bağ dokusu halkası ile ayrılır. İlave geçirgen hücreler elektrik sinyalini toplar ve anülüs yoluyla karıncıklara doğru iletir.

Sözcüğün Anatomisi

Septumlar

Septum bir duvardır. Kalpte, septumlar kalbin dört odacığını birbirinden ayırır. Sol ve sağ kulakçığı ayıran septum, atrial septum veya interatrial septumdur. İnventriküler septum (veya ventrikül septumu) karıncıkları ayırır.

Triküspit kapakçığının uzağında olmayan sağ atrioventriküler bölge, atrioventriküler düğüm (AV düğüm) adı verilen yenilenen kalp kasının başka bir alanıdır. AV düğüm hücreleri, geçirgen bağlantılarla (SA düğümünün kulakçığa bağlandığı gibi) atrial kasa bağlanır, böylece SA düğümünden yayılan elektrik sinyali tarafından uyarılırlar. AV düğümü sinyali algıladıktan sonra karıncıklara iletmeden önce duraklar. Bu, karıncıkların kasılmasından hemen önce kulakçıkların kasılmasını ve bu nedenle bir sonraki kasılmadan önce karıncıkların tamamen kanla dolmasını sağlar.

Durakladıktan sonra, AV düğüm hücreleri, anülüs fibrozun arasından geçen ve ventriküllerin, yani karıncıkların tepesine doğru ilerleyen bir doku demeti halinde düzenlenmiş, yenilenen kas hücreleri vasıtasıyla sinyali iletirler. Bu AV demeti (his demeti) elektrik sinyalini, dokuların ventrikül boyunca yayıldığı ve ventriküler kas içindeki elektrik sinyalini yeniden kurarak kasılma meydana getirdiği kalbin tabanına aktarır.

EKG

Kalp işlevinin durumu ve sağlığı, kalpte meydana gelen elektriksel değişiklikleri tespit ederek dolaylı ve noninvaziv olarak değerlendirilebilir. Göğüste konumlanan elektrotlar, elektrik potansiyellerini alabilir ve onları, kalbin farklı odacıklarındaki elektriksel aktiviteye benzeyen bir dizi tepe veya dalga silsilesi halinde görüntüleyebilir. Bu görüntüleme elektrokardiyogram (EKG) olarak adlandırılır.

EKG Kısaltması Nereden Geliyor?

EKG, elektrokardiyogramı ifade etmek için kullanılır çünkü Almancada, kalp Kardia demektir. Ayrıca, bu kısaltma, EKG ile echokardiyogram (ECG) veya elektroensefalografi (EEG) gibi diğer teşhis testlerinin karıştırılmasını önlemeye yardımcı olur.

Bir kalp döngüsünün başlangıcında görülen ilk küçük uç, P dalgasıdır ve atrium (kulakçık) kasının atriumun kasılmasından önce gelen depolarizasyonunu temsil eder. Bir sonraki dalga en büyük ve en keskin olanıdır. Bu, ventriküler depolarizasyon sırasında oluşan dalganın alt başlangıç noktası (Q), sivri ucun üst kısmı (R) ve alt noktası (S) olarak adlandırılan QRS kompleksidir (ventrikülün kasılmasından önceki depolarizasyon). QRS kompleksten sonraki orta büyüklükte bir dalga olan, T dalgasıdır ve hem ventriküllerin hem de atriumun repolarizasyonu sırasında oluşur. Dalgaların boyutundaki herhangi bir değişikliğin veya tepeler arasındaki zamanlamanın kardiyologlar açısından tanısal değeri vardır.

Kalp Atış Hızı

Kalp kendi başına atma yeteneğine sahip olsa da, aktivite seviyesine bağlı olarak atış hızını ne zaman yükselteceğini ya da azaltacağını bilme yeteneğine sahip değildir. Otonomik sinir sisteminin görevi budur. Ağır egzersiz sırasında kalbin, sıkı çalışmakta olan kaslara oksijen gibi gerekli maddeleri sağlamak için atış hızını artırması gerekir. Nöronlar norepinefrin üretir ve salgılarlar ve böbreküstübezi epinefrin (adrenalin) üretir. Bu moleküller, pacemaker hücrelerinin ateşleme oranını artırmasına ve genel kalp hızında artışa neden olur. Buna karşılık, uyku gibi hareketsizlik dönemlerinde diğer nöronlar pacemakerın yavaşlamasına ve hızı düşürmesine neden olan asetilkolin salgılar.

Kasılmanın Gücü

Daha hızlı atmanın yanında, gereksinimin arttığı dönemlerde, her atışta daha fazla kan püskürtmek için kalp daha sert kasılabilir. Bu kasılma kuvveti, dış sinyallere bağlı değildir, ancak kalp kasının içine yerleşmiştir. Normal aktivite dönemlerinde, her aktinin miyozin ile çapraz köprü oluşturamadığı durumda aktin ve miyozin filamentleri çakışır. Yalnızca kalp giderek kanla dolup lifler gerilerek uzaklaştığında aktin miyozini tamamen tutar ve en yoğun kasılmayı sağlar. Böylelikle, kas liflerinin dizaynı, gereksinim arttığı zaman kalp daha fazla kanla dolduğunda kullanılmak üzere sabit bir stok sağlar ve bu da kalpten daha fazla kan pompalanmasına sebep olur.

KAN DAMARLARI

Vücudunuzun Otoban Sistemi

Vasküler sistem insan vücuduna nüfuz eden ve hem hücresel hem de moleküler gerekli tüm maddeleri taşıyan kan damarlarından oluşur. Bazı damarlar, diğerlerinin (damarlar) kalbe dönerken aşırı düşük basınçlı kanlara destek olması gerekirken, direnmek zorunda kaldığı yüksek tansiyona (arterlere) maruz kalırlar. Diğer damarlar, kan ve vücudun dokuları arasında doğrudan madde alışverişine izin veren, sadece bir kırmızı kan hücresi çapındadır.

Vücuttaki Vasküler Sistem Ne Büyüklüktedir?

Uçtan uca bağlansa, vücudun tüm kan damarları yaklaşık 90.000 km uzanırdı. Düşünün ki ekvatorda yeryüzünün çevresi 40.000 km kadardır.

Arterler (Atardamarlar)

Kalpten kan nakli yapan damarlara arter denir. Arterlerde taşınan kanların hepsi oksijen açısından zengin değildir, pulmoner arterler sağ ventrikülden akciğerlere oksijen olmayan kan taşır. Arterler, her damar tipi gibi endotel tabaka adı verilen epitel tabakasına sahiptir. Bu hücreler, toplam net negatif yüzey yükleri ve moleküler kompozisyonu nedeniyle kan hücreleri ve trombositler arasında akması için düşük bir sürtünme yüzeyi sağlar.

Bir arterin üç tabakası şunlardır:

- Endotel (damarların epitel veya endotel tabakasının adı) ve alt bağ dokusu birlikte tunika intima olarak adlandırılan bir taba-

kada gruplandırılır. Bu, arter ve damarların çoğunda bulunan üç tabakanın en iç kısmıdır.

- Arterlerde en belirgin olan orta tabaka, tunika mediadır ve çeşitli sayıda düz kas hücrelerinden ve elastik lif tabakalarından (elastik tabakalar) oluşur. Elastik bileşen (yüksek basınç sonrasında geri tepme yapan) ve düz kas hücreleri (damar çapının daralmasını veya genişlemesini kontrol eden) hem kan basıncını hem de farklı damarlarda kan akışını sürdürmeye yardımcı olur.
- Damarların en dış tabakası tunika adventisyadır ve damarı çevreleyen bağ dokusu tabakasından oluşur.
- Aort gibi en büyük çaplı arterler, tunika mediada bulunan çok sayıda elastik tabaka nedeniyle elastik arterler olarak tanımlanır. Kan kalpten bir anda çıktığında basınç en yüksek seviyededir ve bu damarlar, elastik liflerin yüksek basınç gerilmesine karşı direnmesini ve geri tepmesini gerektirir. Orta ölçüye sahip damarların çoğu, tunika mediada 40-50 kat kalınlığa kadar ulaşabilen düz kas tabakalarına sahiptir.
- Kan kalpten uzaklaşırken arteryel duvarın tabakaları azalır ve tunika mediadan kalanlarla birlikte bir veya iki düz kas hücresi olana kadar damarın çapı azalır. Bunlara arterioller (arterin küçük dalları) denir ve vücudun mikrosirkülasyonunu oluşturan küçük damarlar olan kılcal damarlardan hemen önce gelirler. Bu damarların düz kası genellikle, kılcal damar ağına girmeden önce kan basıncının aşırı yüksek olmasını önlemek için bir basınç regülatörü görevi görür.

Kılcal Damarlar

Kılcal damarlar, damar ve doku arasındaki maddelerin değiş tokuşuna doğrudan izin veren küçük damarlardır. Bunlar, eğer varsa, bağ dokusu içeren tek bir endotel tabakadan oluşur.

Vücuttaki kılcal damarların çoğu aralıksız kılcal damar şeklinde sınıflandırılır. Bu kılcal damarların endotel hücreleri hücreler

arasında sıkı bloklar oluşturur ve yalnızca hücreden geçen madde taşınır. Vücutta aralıksız kılcal damarların kan-beyin bariyerinin bir parçası olduğu beyinden daha belirgin hiçbir yer yoktur. Diğer alanlarda maddenin daha hızlı taşınması gerekir ve özgüllük (*örn.* taşınan molekül türü) ciddi bir öneme sahip değildir. Böbrek gibi bölgelerdeki endotel hücreler, daha büyük maddenin daha hızlı taşınmasını sağlayan küçük gözeneklere sahiptir. Fenestra adı verilen bu delikler açık olabilir veya neyin geçebileceğini belirlemek (yani malzemenin türünü tanımlar) için ince bir zar ile kaplanmış olabilir. Her iki durumda da, bunlara fenestra kılcal damarları denir. Son kılcal damar türü, bu damarlarda neredeyse hücrelerden daha fazla delik bulunduğundan peynire benzer. Hücrelerin kanın plazma bileşeninin birçoğu ile temas halinde olduğu karaciğer gibi organlarda, sadece sinüsler veya sinüzoidler olarak adlandırılan hücrelerin açık alanlara erişimi kısıtlanır. Diğer tüm maddeler bu büyük deliklerden geçebilir. Bu nedenle bunlar sinüzoidal kılcal damarlar olarak adlandırılır.

Damarlar

Kan, kılcal damarlardan geçtiği zaman, kan basıncı büyük ölçüde azaltılmış olur. Aortta kan basıncı yaklaşık 100 mmHg idi. Kan sonunda kalbe geri döndüğünde, basınç neredeyse 0 mmHg'ya düşer. Kılcal damarlarda madde değiş tokuşu ve küçük çapı, bu düşük basınçlı kanın içeri girip kalpten geri dönmesine izin verir.

---

mmHg ne demek?

mmHg tıpta birim başına kuvvet ölçümü olarak kullanılır. Temeli cıvanın (ağır bir metal) diğer basınç türlerine (*örn.* kan basıncı) uyguladığı basınç miktarını karşılaştıran eski bir yönteme dayanmaktadır. 1 mmHg, 1 milimetre yüksekliğindeki cıva sütunuyla oluşturulan basınç miktarıdır. 1/760 atmosfere eşdeğerdir. Atmosfer, inç kare başına yaklaşık 14,7 pound'a eşit bir ölçü birimidir.

Venüller adı verilen damarlar öncelikle tek bir endotel tabakasıdır. Bununla birlikte, çapları kılcal damarlarınkinden daha büyüktür. Genellikle arteriole bitişiktirler. Kan ince damarlardan giderek daha geniş çaplı olan damarlara geçer. Çapta meydana gelen bu artış kanın toplanmasına ve ayrıca basıncının düşmesine neden olur.

Arterlerin aksine, en kalın damar tabakası adventisya veya dış bağ dokusu tabakasıdır. Damarların tunika mediasında çok az miktarda düz kas bulunur. Damarların bir diğer belirleyici özelliği, damar duvarının kalınlığından daha büyük olan çaplarıdır (tam tersi de arterler için geçerlidir). Damardaki kan akışı, kalbe kanı geri pompalamak için yeterli basınçtan yoksun olduğundan damarlar tek yönlü kapakçıklara sahiptir. Kalbin her kasılmasıyla birlikte, kan, yerçekiminden dolayı geriye doğru akmasını önlemesi için rahatlama halinde kapanan bir dizi kapakçık vasıtasıyla yukarı doğru hareket ettirilir.

DOLAŞIM

Kanınız Nasıl Gezinir

Kanı kalpten akciğerlere, kalpten bedene taşımak ve kalbe geri getirmek, vücutta kilometrelerce damara ihtiyaç duyulan muazzam bir iştir. Bu bölümde, insan vücudunun vasküler sistemini daha iyi anlamak isteyen herkesin bilmesi gereken önemli arter ve damarların listesi bulunuyor.

Başlıca Arterler

Kan kalbin ventriküllerinden ayrılınca, "büyük damarlar"dan birine geçer. Kan sağ ventrikülden kısa bir süre sonra akciğerlere giden yolda sağ ve sol pulmoner arterlere bölünecek olan tek bir büyük pulmoner gövdeye (aort) doğru hareket eder. Kan, büyük damarların vücudun üst kısmına ve kollara hizmet etmesi için sol ventrikülden kalbin üst bölümünün üzerindeki aort kemerine girer.

Sözcüğün Anatomisi

Brakiyosefalik

Brakiyo kol ve *sefalik* kafa anlamına gelir; bu nedenle aorttan ilk olarak ayrılan arterin adı olan brakiyosefalik dallarının başa ve kola gittiğini ifade eder.

Aort kemerinin ilk dalı, baş ve boyun dahil vücudun sağ tarafına kan gönderen brakiyosefalik arter olarak bilinir. Vücut duvarı boyunca ve kollara brakiyal arter olarak uzanan sağ ana karotis arter ve sağ subklaviyen arter olmak üzere iki artere ayrılır.

Brakiyosefalik arterin hemen ötesinde iki ek arter, sol ana karotid ve sol subklavian arter, doğrudan aort kemerinden uzanır. Aort 180 derece kavis çizmeye devam eder ve diğer arterlerin geri

kalanlara bölündüğü yerden sistemik veya inen aorta olacak şekilde vücuda iner. Aortun en büyük kolu, üst sindirim sisteminin organlarını sağlayan çölyak arterdir. Çölyaktan birçok arter çıkar:

- Karaciğere giden arter hepatik arterdir
- Mideye giden arter gastrik arterdir
- Dalağa giden arter splenik arterdir
- Sağ ve sol böbreklere giden arter renal arterlerdir

Aşağıya doğru ilerledikçe, üst ve alt mezenterik arterler aortadan filizlenir ve sırasıyla ince ve kalın bağırsak parçalarını tamamlar.

En altta, aort, her iki bacağa doğru inerek pelvik bölgede dış iliak arter haline gelen sağ ve sol ortak iliak arterlere bölünür. Damarlar, bacağın ve ayağın kaslarına ayrılan femoral arterler olarak her bacağa doğru inmeye devam eder.

Başlıca Damarlar

Vücuttaki başlıca damarların çoğu, arteryel dolaşımdaki benzerlerini yansıtmaktadır. Ayaklar ve bacaklardaki kanlar, femoral damar yoluyla dokudan ortak iliaka boşaltılır. Bu da kanı, oksijenden arındırılmış kanı sağ atriuma geri taşıyan büyük damar olan inferior vena kavaya (posterior vena kava olarak da adlandırılır) taşır. İnferior vena kava, vücudun karın ve alt bölümü için ana venöz drenajı temin eder.

Karın damarlarının çoğu arteryal muadiller (superior ve inferior mezenterik, gastrik, dalak) olarak adlandırılmasına rağmen sindirim sistemi organlarından gelen damarların büyük bir kısmı kanı karaciğere nakleden, hepatik portal ven olarak adlandırılan büyük bir damara gider.

Kan karaciğerde, sinüzoidal kılcal damarlardan, metabolize olduğu karaciğer hücrelerine geçer. Maddeler burada işlenebilir,

atılabilir veya depolanabilir. Bu sinüzoidlerden kan hepetik ven tarafından inferior vena kava içine taşınır.

Baş ve boyundaki kan, içe ve dış boyun şahdamarı denilen, kanı sağ kavise veya sol brakiyosefalik vene boşaltan büyük damarlardan akıtır. Bunlar, kanı sağ atriuma döndüren superior vena kava oluşturmak için vücudun orta hattında birleşirler. Kan kollardan yukarıya, subklavyen damar haline gelen kol damarına doğru hareket eder ve kalbe dönmek için brakiyosefaliye katılır.

Tansiyon nedir?

Hidrostatik basınç (kan basıncı) kasılma nedeniyle kalp ventriküllerinin (karıncıklarının) kanın damar duvarlarına uyguladığı basınçtır. Her ventriküler kasılma (sistol) ile yüksek basınçlı kan vücudun damarlarına atılır. Ortalama bir kişi için, bu kontraksiyon sırasında kol arterindeki basınç yaklaşık 120 mmHg'dır ve buna sistolik basınç denir. Ventrikülün genişleyerek ve atriumdan (kulakçıktan) kan almak için daha düşük bir basınç alanı oluşturduğu bir ventriküler gevşeme (diyastol) sırasında, ventriküller içerisinde basınç 0 mmHg'ya düşecektir. Bununla birlikte, büyük damarlardaki benzer kapaklar ve bu arterlerin elastik yapısı nedeniyle, kan basıncı ortalama 80 mmHg'nın altına düşmeyecek ve bu da kişinin diyastolik basıncını temsil edecektir.

Kardiyovasküler Sistem Hastalıkları ve Bozuklukları

Kalbin pompalama hareketinin düşmesine veya vücudun belirli alanlarına kan akışının kısıtlamasına neden olan herhangi bir problem yaşam süresinin kısalmasına veya olması yakın ölüm tehlikesine neden olabilir.

İskemi

Beslenme düzeni veya kalıtım nedeniyle birçok kişi kan dolaşımında yüksek kolesterol seviyesine sahiptir. Tedavi edilmezse, uzun

vadede bu madde kan damarlarının duvarlarında birikebilir ve iskemi adı verilen bir durumla kan akışını engeller. Daralan damar kalpte, akciğerlerde veya beyinde olursa, tehlike ölümcül olabilir. Kandaki bazı lipoproteinler, kan damarındaki bu kolesterol birikimlerini gidermeye yardımcı olurken bazıları durumu daha da kötüleştirir. Genellikle "iyi" veya "kötü" kolesterol olarak adlandırılan bu lipoproteinler test edilebilir ve iskemi iyileştirmeye yardımcı olacak beslenme ve yaşam tarzı düzenlemeleri yapılabilir.

Miyokardiyal Enfarkt

Kalbi besleyen damarlarda iskemik bir durum meydana gelirse, hipoksik (düşük oksijenli) koşullar altında işlev görecek şekilde tasarlanmamış olan kalp kası, tahrip olarak bir kalp krizine neden olabilir. Kalp krizi aslında kasların ölümü ve kalp kasının dejenerasyonudur. Yeniden oluşmaz, ancak bağ dokusu yenilenebilir.

Tahmin edilebileceği gibi eğer yeteri miktarda kas ölürse, kalp ya iyi işlev görmez ya da hiç işlev görmez. Kalp fonksiyonu açısından kritik önem taşıyan ve açık kalması gereken bir damar left anterior descending –sol ön inen– (LAD) koroner arterdir. Sol ventrikül kasının üçte ikisini sağlar ve eğer tıkanırsa, kişi hayatta kalmanın pek mümkün olmadığı büyük bir kalp krizi geçirir.

KIRMIZI KAN HÜCRELERİ (KKH)

İnsan Vücudunun Refleksi

Kardiyovasküler sistem vücudun şehirlerarası otoyol sistemi olarak düşünülürken, kan ve onun birçok bileşeni kesinlikle vücudun araçları, taşıyıcıları, nakliyecileri ve vücuda gerekli malzemeleri sürekli tedarik eden işçileridir. Ayrıca, bu bileşenlerden bazıları çöpleri temizleyerek ve dokuları sağlıklı tutarak çöp kamyonu gibi işlev görmektedir.

Hücresel Fonksiyon

Oksijen taşıyıcı kırmızı kan hücreleri (KKH'ler, alyuvarlar da denir), hücrelere kırmızı rengini veren, oksijen bağlayıcı molekül hemoglobin ile doludur. Akciğerlerden vücudun dokularına oksijen gönderirler. KKH'ler, CO_2'nin işlenmesi ve plazmada bikarbonat olarak taşınması için gereklidir.

Hücre Oluşumu

Eritropoez, prekürsör hücrelerden KKH'leri oluşturma sürecidir. Bir yetişkinde, KKH'ler uzun kemiklerin iliğinde üretilir. Ancak, bazı durumlarda, karaciğer ve hatta dalak, eritropoez içinde işlev görebilir.

Yeni oluşan KKH'ler günlük dolaşımdan çıkarılan eski KKH sayısına eşit olduğu için kandaki KKH sayısı sabit kalır. Bu denge, sayıların işlevsel bir aralığın ötesinde artıp eksilmemesini sağlamak için hormonal olarak kontrol altındadır.

Vücut, mevcut ve taşınan oksijen (hipoksi) miktarında azalmalar tespit ettiğinde, böbreklerden eritropoietin hormonu (EPO) salınır ve kemik iliğinde KKH sentezinde artışa neden olur. Bu ilave hücreler dokulara yeterli oksijen taşınmasına yardımcı olur. KKH'lerin sayısı, vücutta mevcut oksijen ve oksijen kullanımıyla

dengelendikten sonra, EPO seviyeleri azalır ve KKH oluşumu normal seviyelere döner.

Hücre Yapısı

KKH'ler kemik iliğinde geliştikçe, hücreler kademeli olarak küçük ve sitoplazma hemoglobin ile dolduğunda daha kırmızı renkte olurlar. Büyümenin sonuna doğru, ortokromatofilik eritroblastlar adı verilen yuvarlak KKH öncü hücreleri, KKH hücre iskeletinin tipik ve son iki-içbükey şeklini almasını sağlayan (ve artık retikülosit olarak adlandırılır) çekirdeklerini terk eder.

Bu şekil, oksijene bağlanabilen hemoglobin moleküllerinin sayısını en yükseğe çıkarır. Eğer hücre yuvarlak kalsaydı, merkezdeki moleküller plazma membranından çok uzakta olacağı için hiçbir zaman oksijenle karşılaşmazdı.

Hemoglobin

Hemoglobin, birbirine katılan 4 protein molekülünden oluşur. Yetişkin hemoglobin, heme grubu adı verilen, her biri inorganik demir molekülüne bağlanabilen bir aminoasit yapısına sahip 2 alfa ve 2 beta zincirinden oluşur. Demir molekülü, tersine çevrilebilir bir şekilde oksijene bağlanır (yani, oksijen bağlanır ve serbest kalır). Bu nedenle, her hemoglobin molekülü 4 oksijen molekülüne bağlanır. Oksijen hemoglobine (oksihemoglobin) bağlandığında, KKH'ler kırmızı renge dönüşür. Tersine, oksijen hemoglobinden boşaldığında (deoksihemoglobin), hücreler mavimsi bir renk alırlar.

Tahribat

KKH'ler yaşlanıp 120 günlük yaşam sürelerine yaklaştıkça, plazma membranları daha katı hale gelir ve genel olarak hücre daha az esnektir. Bir kılcalın yalnızca tek bir KKH çapında (8 mikrometre) olduğunu unutmayın. Bu nedenle, KKH'ler kılcal damarlardan tek

sıra halinde itebilecek kadar esnek olmak durumunda. Aksi halde kılcal damarları tıkayabilir. Hücreler yayılırken, dalaktan geçer ve kovan şeklindeki sinüsleri sıkıştırır. Sağlıklı KKH'ler sinüzoid alanlarını etkili bir şekilde geçer ve geçerken yüzeylerindeki atıklardan temizlenmiş olur. Bununla birlikte, daha yaşlı, sert KKH'ler dar alana sıkıştırıldığı için parçalanır ve böylece tahrip olur ve dolaşımdan çıkarılır.

Dalak ayrıca, vücudun elektrikli süpürgeleri sayılan bol miktarda yerleşik makrofaj içerir. Bu fagositik hücreler hücresel kalıntı ve atık maddeleri çıkarır.

Kan Grupları

Kırmızı kan hücrelerinin yüzeyinde bulunan belirleyici proteinler ve karbonhidratlar, klinik ve acil durumlarda kan verenle alan kişinin kan hücrelerinin tanımlanıp eşleşmesini sağlamak için gruplar halinde oluşturulur.

ABO Grubu

Kan grupları içinde en yaygın olan ve "kan grubu" sorulduğunda en çok söylenen ABO kan grubudur.

Tüm KKH'ler hücre yüzeyinde aynı temel proteine sahiptirler. Bu temel moleküle H antijeni denir (antijen, vücudun bağışıklık sistemi tarafından tanınabilen bir moleküldür). Bu H antijenine ilave karbonhidrat modifikasyonu yoksa bu hücreler O-tipi kan oluştururlar. A-grubu kana sahip olan bir kişi, H antijeni üzerinde ek bir n-asetilgalaktozamine sahiptir, buna karşılık B grubu kana sahip olan bir kişi, temel H antijeni üzerinde ek bir galaktoz karbonhidrata sahiptir. ABO genetiği, kodominant kalıtımın bir biçimi olduğu için AB kan grubunda bir kişi A tipi karbonhidratlı birkaç H antijene sahip olurken diğer H antijenleri B grubu karbonhidrata sahip olurdu. Aynı H antijeni üzerinde kesinlikle her iki karbonhidrat antijeni olmazdı.

Antikorlar Bağışıklık Sisteminin Hiç Karşılaşmadığı Bir Antijene Karşı Nasıl Gelişebilir?

Pek çok bilim insanı, bu sorunu, kan gruplarına benzer çevresel ajanların veya bu antijenleri sağlayan virüslerin, çocukluğun ilk aylarında ve yıllarında her insana bulaştığını ve antikorların üremesini tetiklediğini varsayarak açıklamaya çalıştılar.

Rh Faktörü

Rhesus (Rh) kan grubu adını ilk tanımlandığı maymunlardan dolayı almıştır. Tek bir antijen olmak yerine, birkaç farklı gen kırmızı kan hücresi yüzeyinde açığa çıkabilir ve kişinin Rh pozitif olmasına neden olur (en yaygın Rh antijeni RhD'dir). Aslında, insan nüfusunun büyük çoğunluğu Rh pozitiftir. Sadece RBC yüzeyinde Rh antijeni olmadığında kan Rh negatif olarak nitelendirilir. Rh faktörüne karşı antikorlar ancak Rh negatif bir kişinin kanının Rh-pozitif kanıyla temasa girmesi durumunda üretilir. Normal hayatta, bu çoğu insan için nadir bir olaydır. Ancak, Rh faktörü taşıyan bebeklere hamile kalan Rh negatif kadınlar da komplikasyonlar ortaya çıkabilir.

BEYAZ KAN HÜCRELERİ (BKH)

Enfeksiyon Savaşçıları

Kan hacminin %1'inden azını oluşturmasına rağmen beyaz kan hücreleri (lökositler/ akyuvarlar da denir) bağışıklık sisteminde önemli rol oynar; hücresel ve patojenik enkazın vücuttan temizlenmesine yardımcı olurlar.

Lökopoiez

BKH'ler için kök hücreler, kemiklerin iliklerinde ve birtakım gelişim aşamaları vasıtasıyla olgunlaşır ve belirli işlevleri için belirlenir. BKH'ler için kök hücreler, kemik iliklerinde bulunur, birtakım gelişim aşamaları vasıtasıyla olgunlaşır ve birtakım işlevler için belirlenir. Bununla birlikte birçok WBC, özellikle de lenfositler (yabancı bir maddenin spesifik doğasını belirleyen hücreler), kemik iliğinde tam olarak olgunlaşmak yerine timüs, dalak ve lenf düğümleri gibi lenfoid dokuda gelişirler.

Bu olgunlaşma süresi boyunca, BKH'ler kendilerini spesifik granüllerin varlığına (veya yokluğuna) göre ayırırlar. Granüllü (mikroorganizmaları yok eden enzimler içeren) hücrelere topluca granülositler denir ve granülsüz olanlara da agranülosit denir.

Granülositler

Bu gruptaki hücreler, hepsi fagositik hücrelerdir, yani bu hücreler, plazma membranlarıyla patojenleri ve atıkları yutar. Hücresel membran bu maddeyi tutunca kesecikler bu madde ve içeriği ile birleşirler. Lizozom adı verilen bu keseciklerin bazıları, membran kısmında bulunan patojenleri veya atıkları parçalayan hidrolitik enzimler içerir. Bu hücreler, kemotaksis adı verilen bir işlemle kimyasal izleri patojenik bölgeye kadar takip etme yeteneğine sahiptir. Bu hücreler vücudun dokularına bağışıklık kazandırmak için dolaşımdan ayrılırlar.

Sözcüğün Anatomisi

Diyapedez

Diyapedez, kılcal damarların endotel hücrelerinden sıkışan WBC'lerin çıkması ve doku bölmelerine erişme sürecidir.

Nötrofiller

Bir granülosit türü olan nötrofiller BKH'lerin en bol miktarda olanıdır ve sağlıklı bireylerde BKH nüfusunun yaklaşık yüzde 60-70'ini oluştururlar. Bu hücreler ortalama 12 saat yaşarlar ve bir enfeksiyon olayında her zaman ilk olarak ortaya çıkanlardır. Aynı zamanda bir patojeni içine alıp kendileri ile birlikte yok ederek ilk olarak ölenler de bu hücrelerdir. Nötrofillerin bir diğer ayırıcı özelliği de, çok loblu çekirdeğidir. Nötrofil yaşlandıkça çekirdeğin üzerinde gittikçe artan, azami beş loba kadar yükselen miktarda lop görünür. Bu farklı görünüşteki hücreler genellikle polimorfonükleer (PMN) lökositler olarak adlandırılır.

Eozinofil

Eosinofiller tüm BKH'lerin yüzde 2,5'ini temsil etmektedir. Bu fagositik hücreler, paraziter organizmaları yok eder ve alerjik reaksiyonlar sırasında işlev görürler. Her ne kadar nötrofiller ile tam olarak aynı boyutta olsalar da, bunlar daha büyük granüllere sahiptir. Çoğu zaman, granülleri öylesine büyüktür ki bu hücrelerin iki loblu çekirdeğinin gözlemlenmesini engellemektedirler.

Bazofil

Bazofiller, granülositlerin son üyesidir ve dolaşımdaki kanda BKH'lerin yüzde 1'inden fazlasını oluştururlar. Bu hücreler çekirdeğin doğrudan gözlenmesini engelleyen en büyük granüllere sahiptir. Bazofiller ayrıca dolaşımdan ayrıldıkları zaman farklı bir isim alan granülositlerin tek üyesidirler. Vücudun dokularında mast

hücreleri olarak adlandırılırlar. Granülleri, heparin (kan pıhtılaşmasını önler) ve histamin (vasküler geçirgenliği artıran) dahil birçok inflamatuvar mediyatörler içerir.

Agranülositoz

Granül yoksunu diğer BKH'ler, BKH'lerin en büyüğünü ve en küçüğünü oluşturur. Monocytes, BKH'lerin en büyüğü ve KKH'nin yaklaşık üç katıdır ve BKH nüfusunun yaklaşık yüzde 8-10'unu oluşturur. Bunlar vücudun elektrikli süpürgeleridir. Oldukça fagositik olarak, dolaşımdan içeri ve dışarı hareket ederler, patojenleri yakalayıp yok eder ve diğer BKH'ler (lenf düğümleri, timus) ile doldurulan bölgelere geri dönerler, ayrıca bağışıklık tepkisini başlatmak üzere bağışıklık hücrelerine antijenler verirler.

BKH'lerin en küçük ve ikinci en bol olanları lenfositlerdir. Lenfositler iki gruba ayrılır. Kemik iliğinde olgunlaşmaya başlayan B lenfositleri, vücudun humoral (antikor aracılı) bağışıklığından sorumlu hücrelerdir. Timusta olgunlaşan T lenfositleri hücre aracılı bağışıklık sisteminde işlev görürler. Her iki lenfosit türü de KKH'ler ile aynı büyüklüktedir ve geniş bir yuvarlak çekirdek etrafında hilal şekli oluşturan çok az miktarda sitoplazmaya sahip olarak tanımlanmaktadır.

PLAZMA VE TROMBOSİTLER

Kan Sudan Kalındır

Kan denildiğinde çoğu insanın aklına kırmızı kan hücreleri gelir. Aslında, bu hücreler ve oluşmuş olan diğer elementler, kanın sıvı kısmıyla karşılaştırıldığında toplam kan hacminin daha küçük bir yüzdesi olan plazmayı oluşturur. Kan, aynı zamanda ihtiyaç duyulana kadar aktif olmayan başka bir bileşen olan trombosit içerir.

Plazma

Ortalama bir yetişkinde, plazma toplam kan hacminin yüzde 55'ini oluşturur. Öncelikle sudan oluşur fakat aynı zamanda çözünmüş gazlar, sodyum ve potasyum gibi yüklü iyonlar, yağlar, karbonhidratlar, vitaminler, mineraller ve proteinler içerir.

Albumin

Plazmada çözünen en bol madde plazma proteinidir. Karaciğerde üretilen albumin, plazma proteinlerinin çoğunu oluşturur ve plazmada öncelikli olarak "madde" görevi görür. Albumin varlığı, suyun vücudun dokusundan çekilmesine ve kanın içine çekilmesine neden olan bir dengesizlik yaratır.

Sözcüğün Anatomisi

Kolloid Ozmotik Basınç

İyonlar, tuzlar veya diğer maddeler yerine proteinler, çözünen maddeler olarak işlev gördüğünde –başka bir maddede çözülmüş bir madde, bir sıvı– su çekme kuvveti, kolloid ozmotik (onkotik) basınç olarak adlandırılır.

Bu geniş albumin kaynağı olmadan, kılcal damarlarınızdan sızan sıvıların çoğu vücudun dokularında kalır ve ciddi şişmeye (ödem) neden olurdu. Karaciğer hasarı veya hastalığı durumunda protein üretimi düştüğünde klinik ödem ortaya çıkabilir. Albumin de ayrıca taşıyıcı madde görevi üstlenmektedir. Kan dolaşımında taşınması gereken birçok malzeme büyük bir engel teşkil eden suda çözünmez (yani çözülmez) çünkü kan çoğunluk itibarıyla sudur. Albumin suda çözünür olduğundan, çözünmeyen diğer maddelere bağlanabilir, onları tamamen kaplayabilir ve alıp götürebilir.

Globulin

Plazmada bulunan proteinlerin en zengin ikinci grubu, alfa-, beta- ve gama-globulin olarak adlandırılan üç alt kategoriye ayrılmış olan globulinlerdir. Alfa ve beta globulinler, lipitler ve bazı vitaminler gibi suda çözünmeyen materyalleri taşımakla yükümlü taşıyıcı moleküller olarak işlev gören, suda çözünür proteinlerdir. Gama-globulini daha kolay tanınabilir kılan bir isim de antikordur. Dolayısıyla, gamma globulinler, vücuttaki bulaşıcı ajanlarla mücadele etmek ve uzun süreli bağışıklık kazandırmak için bağışıklık sisteminin bir parçası olarak işlev görürler.

Fibrinojen

Fibrinojen, bir kan damarında hasar olması durumunda bir acil tamir protezi işlevi görür. Başka bir deyişle, kan pıhtısı oluşmasını sağlayarak kan kaybının önlenmesinde çok önemli bir rol oynar. Fibrinojen, plazmada pıhtılaşma faktörlerinin en bol miktarda olanıdır.

Trombositler

Plazmayı ve beyaz kan hücreleri (akyuvarlar) ile kırmızı kan hücreleri (alyuvarlar) gibi kanda oluşan elementleri artık biliyorsunuz.

Ancak, kanın bir başka temel bileşeni olan trombositleri görmezden gelmemeliyiz. Bunlar hücresel parçacıklar olup bütün hücreler değildir ve ana işlevleri kanamayı durdurmaktır.

Trombosit Oluşumu

Kemik iliğinde yer alan, megakaryositler diye adlandırılan çok çekirdekli hücreler, sitoplazmalarından ve membranlarından trombosit diye bilinen küçük parçacıklar dökerler. Trombositler düşük olduğunda vücut yeni megakaryositlerin ve trombositlerin gelişimine benzeyen trombopoietin hormonunu salgılar.

Trombosit Yapısı ve Aktivasyonu

Trombositler, membrana sarılı enzimler ve diğer maddelerden oluşan destelerdir. KKH'lerin yaklaşık yarısı kadardır. Bir mikrolitrelik kan, yarım milyon kadar trombosit içerebilir. Herhangi bir vasküler yaralanma meydana gelene kadar pasif kalır. Aktive olduklarında, muhteviyatlarını yüzeye salgılar ve aşırı yapışkan bir hal alırlar.

Kan damarını kaplayan endotel hücreleri, nitrik oksit ve prostasiklin gibi maddeler salgılayarak trombositleri pasif tutar. Bununla birlikte bu hücreler, güçlü bir trombosit aktivatörü olan von Willebrand faktörü (vWF) olarak adlandırılan bir molekülle temel bağ dokusunu zenginleştirirler. Endotel hasar görmediği ve bitişik olduğu sürece, trombositler hiçbir şekilde vWF ile karşılaşmaz ve pasif kalırlar. Bir yaralanma meydana geldiğinde, trombosit yüzeyindeki reseptörler trombosit içeriğinin hızlı bir şekilde salıverildiğini bildiren vWF'ye bağlanır; vasküler daralmaya neden olur (kan kaybını önlemek için) ve diğer trombositleri aktive eder. Trombositler yara bölgesine, birbirlerine ve KKH'ler ile ve BKH'lere yapışır ve trombosit tıkacı oluşturarak damardaki kan kaybını yavaşlatır. Trombosit tıkaç, kan pıhtısının oluşumuyla sonuçlanan bir dizi basamağın ilkidir.

HEMOSTAZ

Vücut Kanamayı Nasıl Durdurur?

Vasküler bir yaralanma durumunda kanamayı hızla durdurmak için vücudun çeşitli mekanizmaları çalışır. Kanamayı durdurma işlemi hemostaz olarak adlandırılır. İlk olarak kan akışını ve kan kaybını sınırlamak için hasar görmüş kan damarlarındaki düz kas otomatik olarak sıkışır. Daha sonra kan kaybını yavaşlatmak için trombosit tıkacı oluşturulur. Ancak, kanamayı tamamen durdurmak için bir pıhtının oluşturulması gerekir.

Kontakt Aktivasyon (İntrinsik) Yolu

Küçük, bölgesel bir kesilmeye tepki olan pıhtılaşma aktivasyonu, kan plazması içinde ve sürekli dolaşım halinde bulunan ve pıhtılaşma faktörleri olarak adlandırılan kandaki proteinlerde bir grup enzimatik değişiklik ile tamamlanır. Bağ dokusu maddeleri bu plazma-pıhtılaşma faktörlerine maruz kaldığında, bir aktivasyon kompleksi düzenlenir.

Kan pıhtılaşmasının başlaması, prekallikrein ve FXII (Hageman faktörü) gibi çeşitli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler kollajene bağlandığında, prekallikrein, FXII'yi aktive eden kallikrein'e dönüştürürler. Bu, FXII'nin FIX'i aktive eden FXI'i aktive etmesiyle aktivasyon zincirini başlatır. FIX aktive edildiğinde, pıhtılaşma için ortak yolun ilk adımı olan FX'i aktive eden moleküler bir kompleks oluşturmak üzere FVIII, fosfolipitler ve kalsiyum ile birleşir.

Doku Faktörü (Ekstrinsik) Yolu

Her iki başlama yolu da (intrinsik ve ekstrinsik) aynı anda ortaya çıkar. Ekstrinsik yolda, endotel hücreleri hasar gördüğünde, FVII dolaşımdan ayrılır ve FX'yi aktive etmek ve ortak pıhtılaşma yolunu başlatmak için fosfolipitler ve kalsiyum ile bir aktivasyon kompleksi oluşturan TF'ye (doku faktörü) bağlanır.

Ortak Yol

İster intrinsik ister ekstrinsik yol ile aktive edilsin FX, protrombinaz kompleks oluşturmak için FV, fosfolipitler ve kalsiyum ile birleşir. Bu kompleks pasif plazma proteini protrombinini fibrinojeni aktif ve yapışkan ipliksi molekül fibrin haline getiren aktif enzim trombine dönüştürür. Yaralanma bölgesinde bir fibrin ağı oluşmaya başlar ve hücreler, trombositler, moleküller ve daha fazla fibrin pıhtılaşması olarak kan pıhtısının temeli haline gelir ve kanamayı durdurur. Pıhtı oluşmuş olsa da, hâlâ kırılgandır ve fibrin filamentlerinin stabil kalması için FXIII tarafından çapraz bağlanmalıdır. Pıhtının tamamen stabilize olması 45 dakika kadar sürebilir.

Pıhtıları Önleme

Kalsiyumun çıkarılması kan pıhtılaşmasını önlemenin bir yoludur. Kan ekli EDTA molekülleri (etilendiamintetrasetik asit) ve sitrik asit kalsiyumu bağlayarak pıhtılaşmayı engeller. Warfarin (Coumadin) ilk olarak, parazit beslenmesi esnasında kan pıhtılaşmasını önlemek için bu maddeyi kullanan sülüklerden tanımlandı. Hücresel seviyede bir K vitamini eksikliği yaratarak ve pıhtılaşma için gerekli olan bir kalsiyum bağlayıcı aminoasit oluşumunu önleyerek çalışır.

Pıhtı hayat boyu sürmez. Yara iyileştikçe fibrin dokusu geri çekilir ve sağlıklı dokuları birbirine çekmeye yardımcı olur. Sonunda pıhtı tamamen yok olur ve iyileşme süreci tamamlanır.

KAN HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Kandaki Problemler

Kandaki pek çok bileşenin çok sayıda biyolojik faaliyet için gerekli olması sebebiyle hastalıkların ve bozuklukların bu sistemi ve kanın kendisini etkilemesi şaşırtıcı değildir. İşte bunların bazı yaygın olanları:

Orak Hücreli Anemi

Aşağı Sahra Afrika kökenli nüfuslarda yaygın olan orak hücreli anemi (OHA), hemoglobin genindeki bir değişimin, molekülün katılaşmasına yol açtığı ve KKH'de kristal yapılar oluşturduğu bir durumdur. Bu anormal moleküller KKH'lere bir orak şekli verir ve kılcal damarların dar geçitlerinden daha az etkin bir biçimde akmalarına neden olur.

Hemoglobin, 4 protein zincirinden oluşur; OHA'lı bir kişi beta zincirlerinde bir mutasyona sahiptir. Beta zinciri geninde yalnızca tek bir nükleotid değişikliğe uğramış durumdadır ancak bu, glutamik asitin aminoasit 6'da bir valine dönüşmesi ve hastalığı yaratması için yeterlidir.

Bu genin kalıtsallığı, sıtma enfeksiyonu olan bölgelerde hayatta kalmasından kaynaklanır. Sıtma parazitleri kendini üzerinde barındığı insanın KKH'sinde çoğaltır. Bununla birlikte, bu mutasyonu taşıyan kişi (bu hastalığı taşımayan, yalnızca bir tane değişken geni olan kişi) parazitle enfekte olduğunda, parazitin çoğalmasını imkânsız hale getiren parçalanmış KKH'lere sahip olacaktır. Fakat bu gen, sıtmaya maruz kalmayan nesiller boyunca geçtiğinden, durumun görülme sıklığı arttı.

Anemi

Bu durum, en çok KKH'si az olan (çoğu kişide yüzde 40'tan daha az hematokrit veya kan hücresi oranı bulunur) kişiyle ilişkilidir.

Bununla birlikte, KKH'lerinde yeterli sayıda hemoglobin bulunmaması halinde de kişi anemik olabilir. Aneminin beslenme düzeninde yetersiz demir alımı, eritropoietin üretiminde düşmeye neden olan böbrek bozuklukları ve kemik iliğindeki kök hücre anormallikleri gibi birtakım nedenleri vardır.

Aneminin bir başka sebebi ise pernisiyöz (kötücül) anemi olarak adlandırılan, B_{12} vitamini eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Bunun sebebi diyetsel yetersizlikten kaynaklanıyor olsa da, pernisiyöz anemi, B_{12}'nin çoğunlukla midedeki hücreler tarafından üretilen bağırsak epiteli intrinsik faktörü tarafından absorbe edilmesinde gerekli olan bir kofaktörün yokluğudur. Bu kofaktör genellikle ince bağırsak hücrelerinin B_{12} besinini etkili bir şekilde absorbe etmelerine olanak sağlar. O olmadan B_{12}'den faydalanılamaz ve KKH oluşumu azalır.

Orak Hücreli Anemi ve Talasemi Arasındaki Fark Nedir?

Orak hücreli anemi, hemoglobin için niteliksel bir bozukluk iken talasemi, bir veya daha fazla sayıda hemoglobin zinciri yeterli miktarda üretilmediğinde ortaya çıkar. Talasemi bir anemi türüdür. Sorun beta zinciri ile ilgili ise beta talasemi; alfa zincirinin üretiminde bir eksiklik varsa, alfa talasemi olarak sınıflandırılır.

Yenidoğanlarda Hemolitik Hastalığı

Bu durum yalnızca Rh negatif bir kadının Rh-pozitif bir bebeğe hamile kaldığı durumlarda ortaya çıkar. Eğer baba Rh negatif ise bunun olma olasılığı yoktur. Ancak, eğer baba Rh pozitif ise bebeğin Rh pozitif olma ihtimali yüzde 50-100 arasında değişir (babanın 1 veya 2 Rh aleli olup olmadığına bağlı olarak değişiklik gösterir).

Annenin plazmasında dolaşan, önceden var olan anti-Rh-faktör antikorları olmadığından ilk gebelikte Rh-pozitif bir bebek için

herhangi bir tehlike yoktur. Ancak doğum sürecinde plasentanın cenin kısmı rahimden ayrılırken cenin ve anne kanları birleşerek annede bir bağışıklık tepkisi uyandırır. Artık Rh faktörüne karşı üretilen antikorlar plazmada dolaşıyor durumdadır ve sonraki gebelikte bebeğe önemli bir risk oluşturur (eğer bu bebek de Rh pozitif ise). Bu antikorlar bebeğin plasentasından geçerek Rh pozitif KKH'leri yok eder ve hastalığa neden olur.

Annenin bebeğinin kanına bağışıklık tepkisi geçirmesini önlemenin kolay bir yolu vardır. Doğumdan önce, anneye anti-Rh-faktör antikorları iğnesi yapılır. Bu antikorlar, annenin kan akışına giren herhangi bir Rh faktörüne bağlanır. Bu da yaramaz Rh faktörünü kanından etkili bir şekilde yok eder, bir bağışıklık tepkisi yaratmasını imkânsız hale getirir ve olacak bebekleri korur. Bu prosedürün her potansiyel Rh-pozitif gebelik ile yapılması gerekir.

LENF VE LENFATİK DOLAŞIM

Su Alan Gemiyi Boşaltmak

Lenf sistemi, maddeyi vücuda taşıyan bir başka ağdır. Kılcal damarlardan dokuya sızan plazmanın büyük bir kısmı bu damarlardan geri gönderilirken, bazı sıvılar geri gönderilemez. Eğer bu interstisyel sıvı dokularda kalırsa ve daha fazla birikirse şişme (ödem) meydana gelir. Lenfatik sistem, sızdıran sıvının dolaşım sistemine geri gönderilmesine yarayan bir araçtır.

Ayrıca, bu sıvı dokularda yıkandığı için sürekli olarak hücresel atıkları ve patojenleri toplar. Lenfatik sistem bu maddelere karşı bir bağışıklık tepkisi belirlemek ve bağlamak için maddelerin patojen olup olmadığını belirler.

Lenf Kompozisyonu

Yüksek kan basıncı kılcal damardayken, plazmanın damarların dışındaki dokular olan çatlak dokulara itilmesine sebep olur. Bu, kılcal damarda kalan plazmasının basıncını düşürerek kılcal damarın sonunda (venül haline gelmeden önce) basınç çok daha düşük olur.

Plazma, tıpkı albümin gibi, dokulara sızmak için çok büyük olan protein açısından zengindir. Bu nedenle, kılcal damarın venöz ucundaki kan basıncı düşükken, protein içeriği yüksek kalır ve dokulardaki sıvı üzerinde ozmotik çekme kuvveti güç sarf etmeye devam eder. Bu şekilde, proteinler suyu çekmek için çözünen maddeler olarak etkimektedir ve bu çekici kuvvet, daha fazla sıvıyı dışarı atmaya çalışan kan basıncından daha güçlüdür. Bu nedenle güç dengesizliği, kılcal damara dönen sıvıyı destekler ve plazmanın bir kısmını (eksi proteinler) kılcal damarın dışında dokularda bırakır. Bu plazma eksi proteinlere artık lenf denir.

Sözcüğün Anatomisi

Filtrasyon

Filtrasyon sıvının kılcal damardan çıktığında ve adsorpsiyon doku sıvısı kılcal damara geri döndüğünde olur.

Az protein içeriği ve üzerindeki pompasız (kalp gibi) basınç uygulamasıyla, lenfin lenfatik dolaşıma girmek için çok az nedeni vardır. İnterstisyel dokuları saran organlar –özellikle kas– tarafından uygulanan basınca bağlıdır. Yürüme, nefes alma veya herhangi bir hareket lenflerin basıncını geçici olarak artıran organların yer değiştirmesine neden olur. Bu dış basınç, sıkışmış lenfi lenfatik sisteme iter.

Lenfatik Dolaşım

Lenfatik sistem dokulardan lenf toplayan ve kalbe geri huni gibi akıtan dar, ince duvarlı ve kör uçlu damarlarla başlar. Yol boyunca, bu damarlar lenfleri, filtreleme sistemi olarak işlev gören lenf düğümleri olarak adlandırılan küçük organlara salıverir. Lenf düğümleri, fagositik hücreler (makrofajlar) ve lenfositler (bağışıklık hücreleri) ile doludur. Makrofajlar lenf düğümleri içindeki birikintiyi kaldırır, inceler ve eğer herhangi bir patojen bulunursa, bağışıklık tepkisini uyarmak için lokal lenfositlere maddeyi bir patojen olarak temsil eden moleküller (antijenler) sunar. Lenf düğümünden ayrıldıktan sonra lenf, daha büyük lenfatik damarlarda, sıvı kalıntı ve patojenlerden temizlenene kadar, subklavyan damarlar vasıtasıyla dolaşıma ulaşana kadar devam eder.

Lenfatik Kılcal Damarlar ve Damarlar

Kılcal damarlar, maddelerin doğrudan değiş tokuşuna olanak sağlayan tek damarlardır. Dolayısıyla lenf dokulardan lenfatik dolaşıma geçmek için kılcal damarlardan akmak durumundadır. Bu-

nun için kullandığı kılcal damarlara lenfatik kılcal damarlar denir. Sıvıya uygulanan basınç, lenfi bu kılcal damarların gevşek ve üst üste gelen eklemler arasına girmeye zorlar. Esas itibarıyla, eklemler, lenfin içeri girmesini ancak dışarı çıkmamasını sağlamak için tek yönlü kapakçık görevi görür. Ayrıca, lenfatik kılcal damarların endotel hücreleri lifler vasıtasıyla periferik bağ dokusu hücrelerine bağlanır. Bu lifler basınç sıvıyı damarın içine iterken, lenfatik kılcal damarların lümenini (iç boşluğunu) açık tutmaya yardımcı olur.

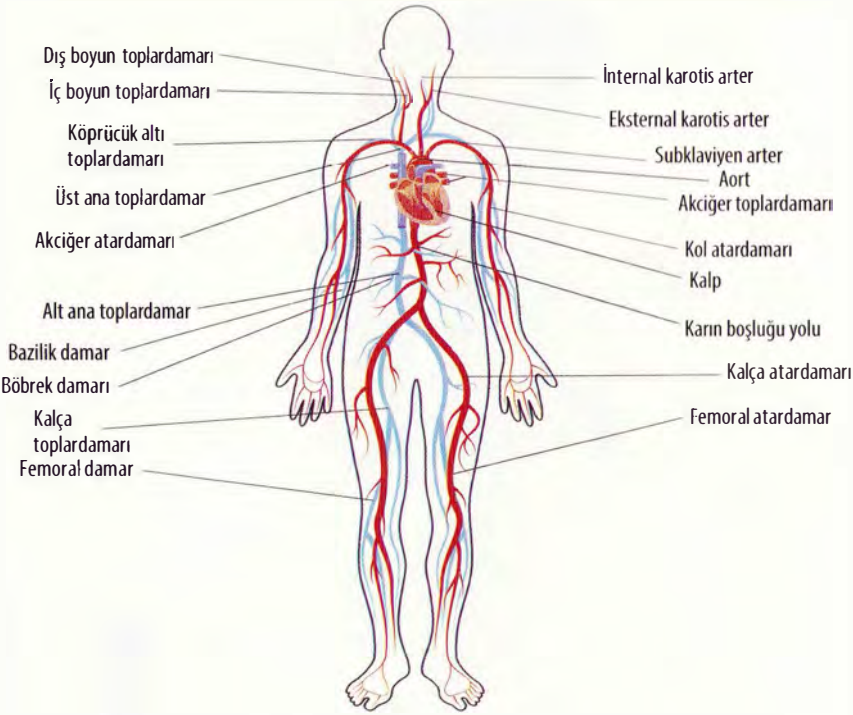
Dolaşım sisteminin kılcal damar tabakalarında bulunan lenfatik kılcal damarlar, sistemik kılcal damarlardan dolaşım sistemine dönmediğinde lenf biriktirmek için mükemmel bir konumdadır. Ayrıca, gastrointestinal sistemde bağırsak yüzeyinin her çıkıntısında (villus) büyük lenfatik kılcal damarlar bulunur. Burada, bağırsaklardan emilen maddeler hızla ve kolayca lenfatik sisteme girebilir ve sonra lenf düğümlerinde dolaşım sistemine geçişi sağlanmadan önce temizlenip korunabilir.

Lenfatik kılcal damarlar içindekileri dolaşım damarlarıyla aynı üç tabakadan (tünikler) oluşan daha büyük lenfatik damarlara boşaltır. Lenfatik damarlar damarın ince duvarı ile karşılaştırıldığında büyük lümen çapındaki toplardamara daha çok benzemektedir. Ayrıca, lenfatik damarlar da toplardamarlar gibi alçak basınç lenfinin kalbe dönmesine yardımcı olan tek yönlü kapakçıklar içerir.

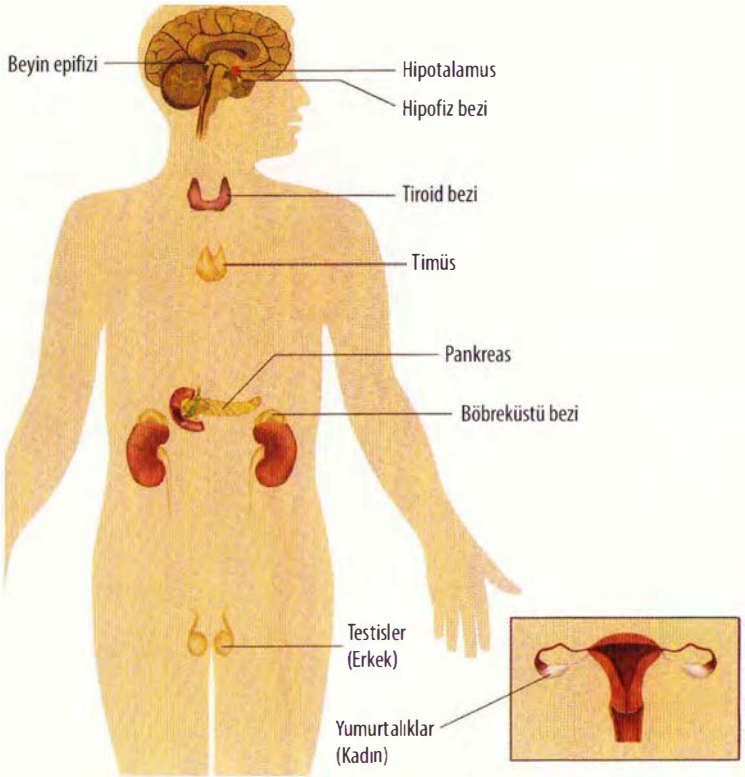
Lenf Damarları Toplardamarlardan Nasıl Ayırt Edilebilir?

Lenfatik bir damarı bir toplardamardan ayırmanın en kolay yolu KKH varlığı veya yokluğudur. Lenfatik damarlarda lenfositler ve beyaz kan hücreleri (BKH) bulunurken, sadece toplardamarlar kırmızı kan hücreleri içerir.

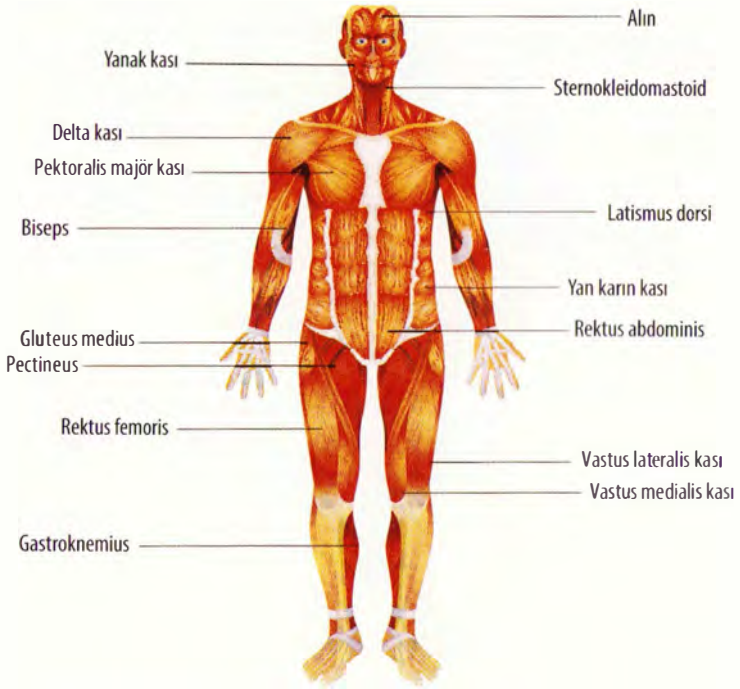
Büyük damarlar lenfatik gövdeleri oluşturmak üzere birleşirler. Bu gövdeler iki lenf kanalından birine boşalır ve boşalmış lenfi iki subklaviyen damardan birine aktarır ve böylece dolaşım sistemine dönüşünü tamamlarlar.



KARDİYOVASKÜLER SİSTEM



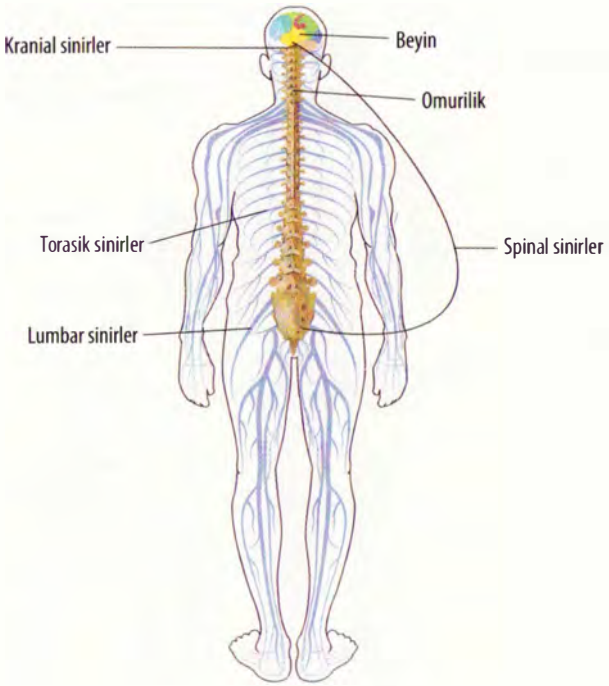
ENDOKRİN SİSTEM



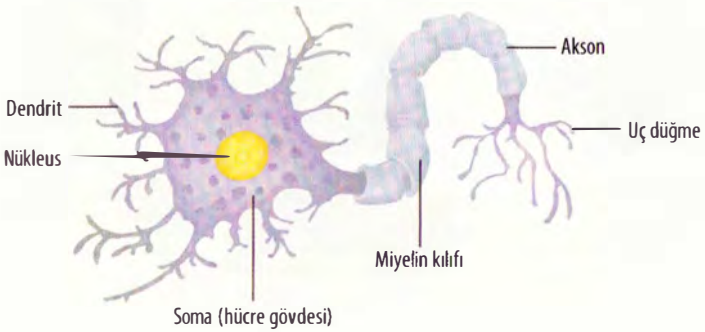
KAS SİSTEMİ



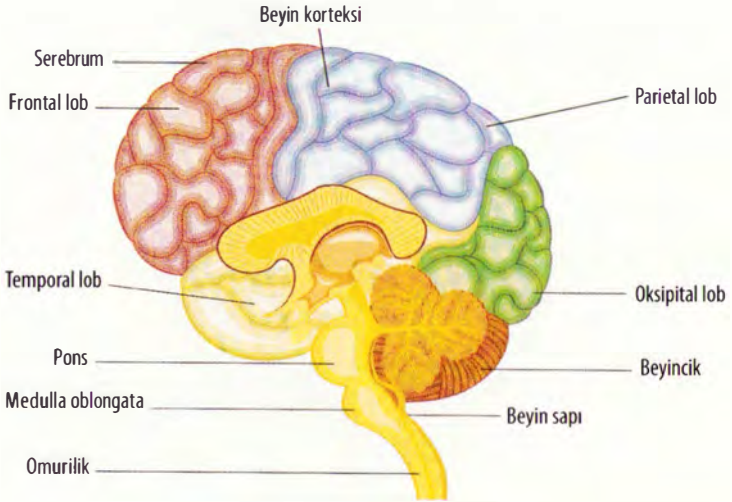
KAS ÇEŞİTLERİ



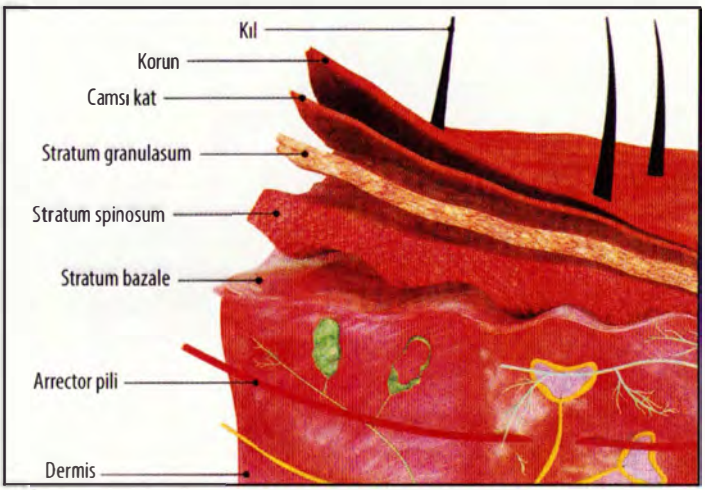
SİNİR SİSTEMİ



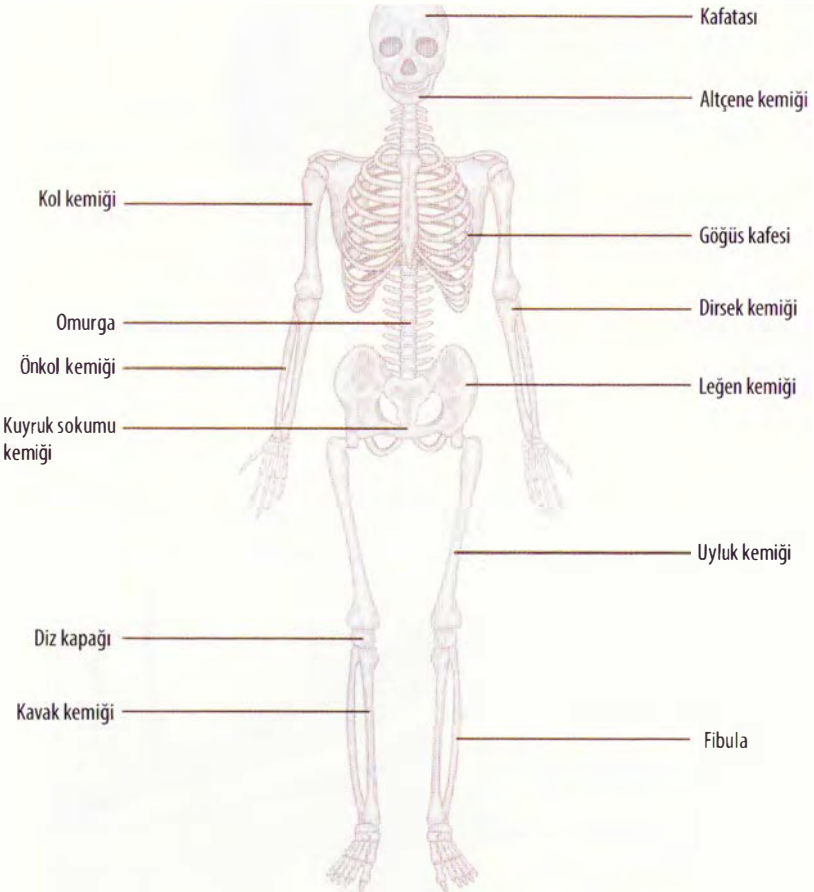
SİNİR DOKUSU



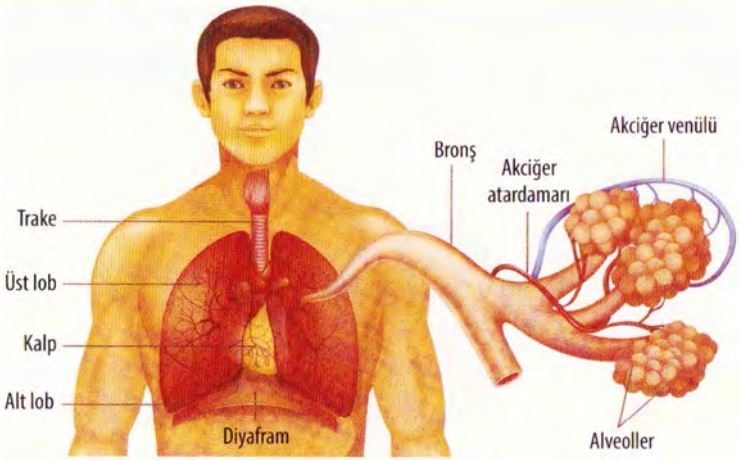
BEYİN



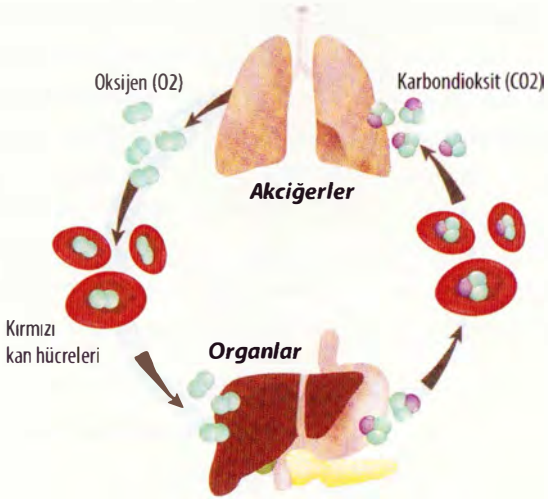
CİLT ANATOMİSİ



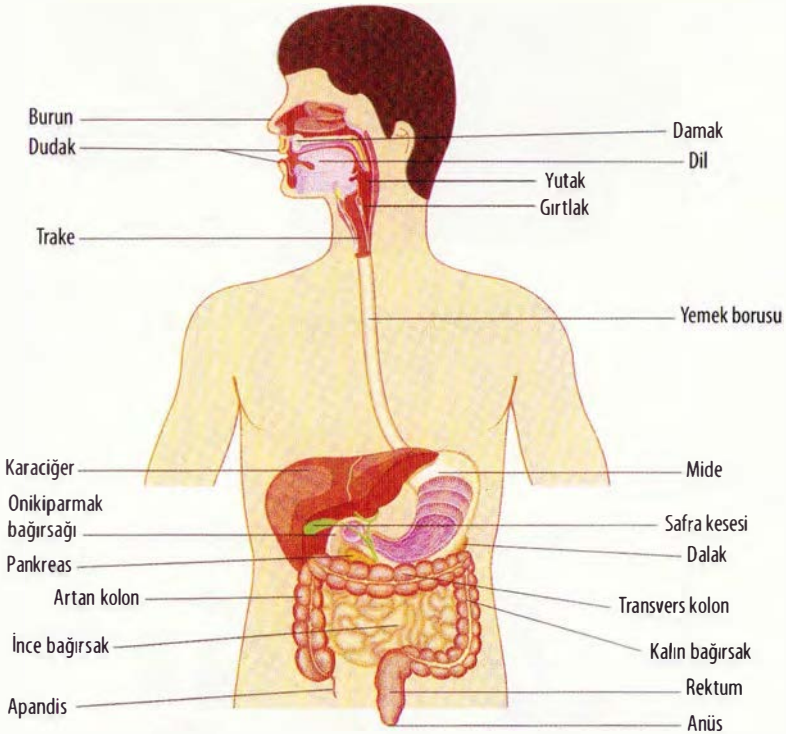
İSKELET SİSTEMİ



SOLUNUM SİSTEMİ



İNSANLARDA GAZ ALIŞVERİŞİ



SİNDİRİM SİSTEMİ

BİRİNCİL VE İKİNCİL LENFOİD ORGANLAR

Temizleme Ekibi

Lenf sistemi, fonksiyonlarını yerine getirmek için çeşitli organları kullanır. Birincil lenfoid organlar, lenfositlerin oluştuğu ve olgunlaştığı organlardır. İkincil lenfoid organlar, lenf sisteminde filtre olarak işlev gören organlardır.

Birincil Lenfoid Organlar

Tüm BKH'ler kemik iliğinde nihai olgunluğuna (ayrılmış) erişemez. Agranular lenfositler iki olgunlaşma bölgesi arasında bölünür.

Kemik İliği

Tüm lenfositler yaşamlarına kemik iliğinde başlarken, sadece B lenfositleri orada olgunlaşır. Toy durumdaki (olgunlaşmamış) B hücrelerinin, antijenleri, reseptörlerinden tanımaları mümkün değildir ve dolayısıyla bir bağışıklık tepkisi oluşturamazlar. Kemik iliği, bu olgunlaşmamış hücrelerin denetlemeden geçip aynı zamanda olgunlaşıp dolaşıma salıverilene kadar sistemik dolaşıma girmelerinin mümkün olamayacağı biçimde bölümlere ayrılır.

Bir hücre, antijene çok sıkı veya çok zayıf bağlayan bir B hücre reseptörü üretirse, o B hücresi yok edilir. En yaygın yöntem apoptozistir (programlı hücre ölümü veya hücresel intihar). B hücrelerinin dolaşıma girmesine izin verilmeden önce ev sahibi hücreler ve dokular ile yabancı patojenler arasındaki ayrımı da yapabilmelidir.

Hücre Adının Verilmesi

"B hücrelerindeki" B, kemik iliğindeki olgunlaşmayı gösterirken, "T hücrelerindeki" T, bu hücrelerin olgunlaşma sürecini tamamlamak için timüse hareket etmesinden gelir.

Timüs

Orta toraksta (göğüs) daha çok mediasten olarak bilinen bir yerde bulunan timüs, aortik kemerin üstünde oturan ve yukarı boyuna doğru uzanan biloblu, şekilsiz bir organdır. Bağ dokusu tüm organı örter ve kapsüllü lenfoid organ haline getirir. Timus içten bölünür ve retiküler hücreler diye adlandırılan hücreler tarafından vücuttan immünolojik olarak soyutlanır. Bu hücreler lenfositler için yapısal destek sağlar ve üretilmelerini uyaran hormonları salgılarlar.

Bağ dokusu kapsülünün altında korteks ve onun altında da soğanilik denilen daha derin bir orta bölge bulunur. Farklı retiküler hücreler bu lokasyonlara özeldir ve timüsün her bölgesini başka bir hücreden soyutlar. Örneğin, bazı hücreler kapsülü sıralar ve timüsü vücuttan soyutlarken, diğerleri beyin zarı ve soğanilik arasında bir sınır oluştururlar. Diğer hücreler kan timüs bariyeri oluşturmak için kılcal damarları ve kan damarlarını örter ve yaramaz T lenfositlerinin vücutta taranarak kaybolmasını önlerler.

Toy T hücreleri, B hücrelerinde meydana gelenle benzer bir tarama sürecine girerler. Timüste, ilk önce antijen bağlama becerileri açısından taranırlar. Soğanilikte ev sahibi hücreler ve dokular ile yabancı patojenler arasında ayrım yapma becerileri açısından taranırlar. Eğer başarılı olurlarsa, timüsten ayrılırlar.

Olgunlaşınca, lenfositler gövdeden göç eder ve tek başına duran lenfoid organlarının yanı sıra sindirim ve solunum yollarının organları gibi çeşitli lokasyonlarda birikirler. Burada patojenlerle hızlı ve etkili bir şekilde karşılaşabilir ve bir bağışıklık tepkisi oluşturabilirler.

İkincil Lenfoid Organlar

İkincil Lenfoid Organlar lenfatik sistemde filtre olarak görev yapan organlardır.

Lenfoid Nodüller

Genellikle lenf düğümleri ile karıştırılan nodüller sadece lenfositlerin birleşmesidir. Büyük oranda B lenfositlerinden oluşan nodüller de antijen sunan hücrelerden, yapısal ve ankoraj için retiküler hücrelerden oluşur. Nodül yoğun koyu renkli ise birincil nodül (folikül) olarak adlandırılır. Bu, nodül hücrelerinin antijenle henüz karşı karşıya kalmadıklarını gösterir. Antijenik meydan okumadan sonra lenfositler ürediğinde, nodül merkezinin (germinal merkez) rengi açılır ve antikor üreten plazma hücreleri haline gelir. Daha açık renk merkezli bu nodüllere ikincil nodüller adı verilir. T lenfositleri de nodüller arasında bulunur ancak daha az düzeydedir.

Lenf Düğümleri

Bu fasulye şeklindeki kapsüllü lenfoid organlar, daha büyük lenfatik damarların yolunu kesmektedir. Lenfatik damarlar düğümün dışbükey yüzeyine eklenirler. Lenfleri, trabeküller olarak adlandırılan kapsülün bağ dokusu uzantıları ile bölmelere ayrılan lenf düğümü korteksine boşaltırlar. Bu korteks yuvarlak lenf düğümlerinin olduğu bölgede bulunur.

T lenfositleri, düğümün daha derininde veya korteksaltı denilen bölgesinde bulunur. Lenf korteks boyunca ve boşlukların veya sinüslerin lenfin düğümden lenfatik damarlara boşalmasına izin verdiği omurilik soğanının (daha derin orta kısım) içine akar.

Dalak

Dalak lenfoid özelliklere sahip olmasının yanı sıra, ölü KKH'lerin temizlenmesi, yok edilmesi ve çıkarılması işlevini de görür. Dalak arteri dalağa girerken, kademeli olarak daha küçük çaplı damarlar dallara ayrılır ve dalak kütlesinden geçer. Merkezi arterler, periarteriyel lenfatik kılıf (PALS) oluşturan lenfositlerle çevreli daha küçük kollardır. Bu PALS daha sonra lenf düğümünde olduğu gibi

lenfoid nodül tarafından da çevrelenir. PALS ve nodüller dalağın beyaz pulpasını oluştururlar.

Damarlar beyaz pulpa arasındaki bölgede splenik sinüs oluşturuncaya kadar nodüller boyunca yayılmaya ve kollara ayrılmaya devam ederler. Burası kırmızı pulpanın yeridir. Plazma bu sinüslerden, antijen sunucu hücrelerin antijenler yakalayıp lokal lenfositlerde sergilediği beyaz pulpa da dahil olmak üzere, dalak boyunca serbestçe akar.

Bademcikler

Ağzın arkasında, lenf sisteminin temizleme işlevine katkıda bulunan üç bademcik seti bulunur.

- lenf bezleri
- dil kökü bademcikleri
- palatin bademcikleri

Genellikle insanlar "bademcikler"e atıfta bulunduklarında palatin bademcikleri yani bademcik iltihabını kastederler. Bu organlar, tonsilit nedeniyle iltihaplanabilir ve çoğunlukla cerrahi işlemle çıkarılırlar. Lenfoid nodüllerle dolu, ağız ve farinjiyal boşluk arasındaki sınırda konumlanan bu organlar, oral kavite yoluyla vücuda girmeye çalışan patojenleri tespit etmek için mükemmel bir konumdadırlar.

Ayrıca daha az derecede de olsa ağız boşluğu, dil kökü bademcikleri ile de korunur. Bunlar dilin yanal kenarlarında bulunur ve kitlesel olarak palatin bademciklerden daha küçüktür. Lenfoid nodüller ile doludurlar.

Son bademcik grubu, daha çok lenf bezi olarak bilinen farinjiyal bademciklerdir. Bunlar, ağız ve farinjiyal boşluklar arasındaki sınırda farinksin (yutak) üzerinde bulunur ve vücuda girmek isteyen patojenlere karşı koruma sağlar.

Peyer Plakları

Lenfositler vücuda dağılırken ve geçici olarak enfeksiyon bölgelerinde birikirken, ince bağırsağın son kısmında Peyer plakları adı verilen kalıcı lenfoid nodüller bulunur. Bağırsaklardaki bakteri üremesini izlerler ve burada oluşabilecek enfeksiyonu önlerler.

Diffüz Lenfoid Doku

Kalıcı nodüller olmasa da hem gastrointestinal hem de solunum yollarının altında yatan tabakalarda kalıcı lenfositler bulunur. Diffüz lenfatik doku veya mukoza ilişkili lenfoid doku (MALT) olarak sınıflandırılır, gastrointestinal sistemde bağırsakla ilişki lenfoid doku (GALT) olarak bilinir ve solunum sisteminde bronşla ilişkili lenfoid doku (BALT) adı verilir.

DOĞUŞTAN GELEN VE DOĞAL BAĞIŞIKLIK

Vücudunuzun Temel Savunma Sistemi

Her ne kadar konakçı organizma gibi nice organizmaya zarar verse de, dünya hayatta kalmayı ve çoğalmayı isteyen faydalı ve zararlı organizmalarla doludur. Kendinizi makroorganizmalara ve predatörlere karşı korunmak oldukça kolaylaştı. Neyse ki, vücudunuz hem patojenlerin vücudunuza girmesini önleyen hem de hasara neden olmadan önce giren patojenlerinizi yok eden bir sistem geliştirmiştir.

Fiziksel ve Kimyasal Bariyerler

Vücudunuzun enfeksiyonu önlemek için kullandığı birincil fiziksel bariyer cildinizdir. Cildiniz bitişik hücreler tabakasıdır ve patojenlerin girmesine izin vermez. Ayrıca cilt, patojenlerin vücudun daha derin bölgelerine ve dolaşım sistemine erişebilmesi için durmaksızın yol almasını zorunlu kılan çeşitli hücresel tabakalardan oluşur. Eğer bu patojenler için yeterince zor bir engel olmasaydı, cildin tabanına sürekli olarak yeni deri hücreleri eklenir ve eski hücreler kademeli olarak yukarı doğru hareket ettirilirdi. Bu nedenle bir patojenin bozulmamış deriye nüfuz etme mücadelesi, somon balığının yukarı doğru yüzmek için verdiği mücadeleye benzer.

Hücrenin üst katmanı günlük olarak dökülür, yani patojenlerin ölü cilt hücreleri ile birlikte atılmadan önce sınırlı bir süreleri vardır. Çoğu virüs, hayatta kalabilmek ve üremek için üzerinde tutunabileceği canlı bir hücresel konakçıya ihtiyaç duyar. Cildin dış katmanları aslında çok sıkı bir bariyerde bir araya sıkıştırılmış ölü hücrelerdir. Virüsler, yüzeyden dökülmeden bu bariyerde üreyemez.

Cilt son derece etkili patojenik bir bariyer olmasına rağmen patojenlerin iç dokularınıza erişmek için kullandığı başka yollar da

vardır. Yediğiniz veya içtiğiniz herhangi bir şey patojenik faktörler içerebilir. Birçok gıda zararlı mikroorganizmaları yok etmek üzere işlenmesine rağmen yemeden hemen önce yiyeceklere ellerinizle dokunmanız (özellikle eller yıkanmadan) kirlenmesine neden olabilir. Bademciklerde lenfositlerden kaçma şansını yakalama ihtimali olan bu patojenlerin çoğu, kısa bir süre sonra midede konukseverlik gösterilmeyen bir ortamla karşılaşırlar. Kimyasal olarak yiyeceklerimizi sindirmek için üretilen hidroklorik asit (HCl), denatüre olur ve mideye giren birçok patojeni yok eder.

Bir başka koruma yöntemi de patojenleri kapana kıstıran mukus adında kalın proteinli (protein dolu) bir maddedir. Burun ve solunum yollarında goblet hücreleri, patojenleri tutmak için mukus salgılarlar, sonra kirpikli hücreler mukusu yukarıya, maddenin yemek borusuna ve HCl dolu mideye aktarıldığı gırtlağa doğru hareket ettirir. Benzer şekilde, gözakını nemlendirmek ve yağlamak için gözyaşı üretilir. Gözyaşı da mukus içerir, yüzeyde bulunan herhangi bir patojeni yakalar ve burun boşluğuna akan nazolakrimal kanal vasıtasıyla gözden çıkarıp atar.

Fagositoz ve Opsonizasyon

Birçok beyaz kan hücresi, patojenler ve atıklardan fagositoz yoluyla kurtulur. Özellikle makrofajlar bu konuda uzmandır. Bu hücreler, herhangi bir yabancı maddeyi ne olduğuna bakmaksızın uzaklaştırırlar. Ayrıca, patojenler antikorlarla bezendiğinde ve/veya kompleman faktörler (ileride anlatılacak) olarak adlandırılan bazı işaretlerle kaplandığında, bu hücrelerin fagositik aktivitesi artar. Patojenlerin daha hızlı çıkarılmasını sağlayan fagositik aktivitenin yükselmesi, opsonizasyon olarak adlandırılır.

Kompleman Faktörler

Bir bağışıklık kaskatında, pıhtılaşma kaskatında olanın aksine, kan plazmasında protein olan eski pasif kompleman faktörler patojenik bir saldırıda aktif hale gelir.

Klasik aktivasyon yolu, önce C4, sonra C2'yi harekete geçirmek için kompleman faktör 1 (C1) 'i tetikleyen bir patojenin antikor opsonizasyonu vasıtasıyla başlatılır. Bunlar C3'ü enzimatik olarak etkinleştirmek için bir araya getirilir. Bu faktörler a ve b olarak iki kısma ayrılır. Böylelikle C3, aktivasyon C3a ve C3b'ye bölünür.

Karbonhidratlar teşhis edildiğinde alternatif bir yol, doğrudan C3 aktivasyonuna neden olabilir. Karbonhidratlar insan vücuduna yabancıdır ancak bakteri hücreleri duvarlarında oldukça tanıdıktır.

Bölündükten sonra, C3'ün bütün kısımları biyoaktiftir, yani insan dokuları üzerinde bir etkiye sahiptir. C3a başka bir fragman olan C5a ile birlikte, lokal dokularda iltihap artışına neden olur. C3b, antikorlarla birlikte patojeni daha fazla opsonize eder. Ayrıca C3b, patojenlerin plazma membranına girerek ölümüne neden olan protein kanalı oluşturmak için C5-C9 faktörlerini aktive eder. Oluşturulan yapıya atak kompleksi denir.

Sitokinler

Bağışıklık sistemi hücreleri tarafından üretilen ve salgılanan birçok kimyasal madde, vücutta çok geniş kapsamlı ve güçlü etkilere sahiptir. Bu maddelerin tümüne kemokin, sitokin veya limfokin denir. Bu kimyasal aracıların geniş bir kısmı bu bölümün kapsamı dışındadır ancak, aksiyonun genel konsepti bağışıklık fonksiyonunu anlamak açısından önemlidir. Bu sitokinlerin çoğu bağışıklık tepkisi süresince bağışıklık sisteminin aktivasyonunda kritik roller oynarken diğerlerinin böyle bir tepkiyi yavaşlatması ve hatta durdurması beklenir.

İltihap

Sitokinlerin birçoğu kan damarını etkiler ve daha fazla kanın dokuya akmasına (vazodilatasyon) ve kılcal endotel hücrelerinin BKH'ler arasında daha kolay geçmesine izin verir (vasküler geçirgenliği artırır). Sonuç olarak, plazma interstisyel dokulara, lenf

damarları ile çıkarılana göre daha hızlı sızar. Bu noktada, şişme (ödem) oluşur. Mast hücreleri (dolaşımdan ayrılan bazofiller), histamin gibi damarların sızmasına neden olan güçlü *enflamatuar sitokinler* salgılarlar. Ayrıca, trombin aktivasyonunu önleyerek pıhtılaşma kaskatını engelleyen bir molekül olan heparin salgılarlar. Eğer damarlar sızıntı yapsaydı ve heparin üretilmeseydi, bir kan pıhtısı hızla oluşacak, sıvı ve BKH'lerin dokulara geçmesini önleyecekti.

Ateş

Bazı sitokinlerin bir diğer etkisi de vücudun sıcaklığını normalin üstüne çıkarmaktır. Ateşe neden olma yeteneklerinden ötürü bir grup sitokine endojen pirojenler denir. Artan sıcaklık, enfeksiyonla mücadeleye yardımcı olur. Yüksek vücut sıcaklıkları bazı patojenleri doğrudan yok eder ve bakterilerin vücutta oluşturabileceği toksinlerin etkisini azaltır. Artan sıcaklık, bağışıklık sistemi hücrelerinin bölünmesini, taşınmasını ve metabolizmasını artırır ve onlara birçok patojene karşı bir atak avantajı sağlar.

Ateş Ne Zaman Tehlikelidir?

Vücut ısısı ancak 40,6°C'ye ulaşır veya aşarsa, hücreler yok olur. Bununla birlikte, birkaç günden fazla süren ve 38,3-38,9°C'yi aşan bir ateş, doktor tarafından klinik tedaviye yönlendirilmelidir.

EDİNİLMİŞ BAĞIŞIKLIK

Öğrenilmiş Öz Savunma

Spesifik (edinilmiş) bağışıklık sistemi, humoral bağışıklık sistemi ve hücresel bağışıklık sistemi olmak üzere iki bileşene ayrılır. Vücudunuz spesifik patojenleri teşhis etmeyi ve bu spesifik patojenlerden korunmak için adım atmayı öğrendiği için bu sistemler doğuştan gelen bağışıklık sisteminden farklıdır.

Humoral Bağışıklık Sistemi

Humoral bağışıklık sistemi, antikor üreten plazma hücreleri oluşumuna yol açan B hücrelerine dayanır. Antikorlar üretildiğinde, vücuda dağılmalarını önlemek ve fagositik hücreler için daha büyük bir hedef sağlamak amacıyla patojenleri çok daha büyük kitlelerle birbirine bağlar. Antikorlar ayrıca patojenlerin BKH'ler tarafından daha hızlı giderilmesi için opsonize eder.

Antikorlar

B lenfositleri karşılıklı patojenleri tarafından aktive edildiğinde, hızla bölünmeye ve kendilerini plazma hücrelerine (aktif antikor üreten hücre) veya bellek B hücrelerine klonlamaya başlarlar. Bellek B hücreleri aktif değildir ve aynı antijene sonraki maruz kalma için tutulurlar.

Antikorlar (ayrıca immünoglobulinler –kısaca Ig– olarak da anılır) bitişik sistein aminoasitler arasında disülfür bağlar vasıtasıyla birbirine bağlı dört aminoasit polimerinden oluşan proteinlerdir. Antikorun şekli hakkında genel bir fikir edinmek isterseniz vücudu Y harfi olacak biçimde, kolları yukarıya doğru açık ve bacakları kapalı ayakta duran bir insanı hayal edin. Vücudu sağ ve sol yarım parçalara ayırırsanız, antikor oluşturan iki ağır zincir oluşturmuş olursunuz. İki ek zincir, hafif zincirler, yalnızca kollara bağlı daha küçük proteinlerdir.

Tıpkı bir şeyi kavramak için ellerinizi kullanmanız gibi antikor, belirli antijenlere tutunan (bağlanan) çeşitli bölgelere sahiptir. Bu bölgeler gerektiğinde adapte edilebilir ve değiştirilebilir olarak bir antikorun neredeyse sonsuz sayıda antijen dizisine karşı vücudu korumasına imkân sağlar.

Antikorun, gövde ve bacaklar olan kısmı, sabit bir parçadır. Bu, aynı izotipin (genetik ailenin) antikorlarının değişik bölgelere sahip olması durumunda, sabit kısımların aynı olduğu anlamındadır. Bu sabit kısımlar, değişken bölge veya izotipe bakılmaksızın, fagositik hücreler için opsonin olarak işlev görür.

İzotipler

Antikorların değişken bölgeleri antijenleri için spesifik iken sabit kısımlar antikordan aynı izotipin antikoruna kadar aynıdır. Sabit kısım genleri, belirli gelişim evrelerinde veya belirli tepkiler için bir antikor oluşturmak üzere kullanılabilen farklı izotiplere bölünür.

Bu izotipler kromozom üzerinde kullanılabilecekleri sıraya göre düzenlenir. Kullanılan ilk izotipler yukarıda veya kromozomun 5' kısmında iken, son izotip ise 3' ucundadır (DNA replikasyonunda, 3' veya 3 asal ve 5' veya 5 asalın nasıl çeşitli noktaları işaret ettiğini hatırlayın).

Bir izotipten diğerine geçiş, yukarı genlerin eklenmesiyle sonuçlanır, yani bir kromozom üzerinde bir izotip geçtiğinde, bu gen ortadan kalkar ve artık hayat boyunca o hücreye veya klonlarına geçiş yapamaz demektir.

IgM izotipi (sınıf M immünoglobülin) naif B hücreler olarak ilk ifade edilenlerdir. Bu sabit kısım, beş IgM antikor monomerinin, sabit zincirleri (antikorun sabit parçasını oluşturan ağır zincirler) ile birbirine bağlanmasını ve bir defada 10 antijen bağlayabilen büyük bir pentamer molekülü yapmasını sağlar (tıpkı iki ele sahip olmanız gibi, tek bir antikor iki değişken bölgeye sahip olup iki antijeni bağlayabilir).

Bir sonraki izotip IgD izotipidir. Dolaşan plazmada bulunan baskın antikor budur. Ayrıca humoral bağışıklıktan büyük oranda sorumlu proteindir. IgD gibi, IgG antikorları yapı olarak monomeriktir. Bunlar hamilelik sırasında plasentayı geçebilen ve gelişmekte olan fetusa pasif bağışıklık sağlayan tek antikorlardır. Bununla birlikte, bu izotipler plasentayı da geçebilir ve yenidoğanın hemolitik hastalığı da dahil olmak üzere tahrip edici etkilere yol açabilir.

Bir sonraki izotip IgA izotipidir, sabit kısım üzerinden birleşen iki monomerden oluşan bir dimerik antikordur. Bu antikorlar özellikle bozulmaya karşı dirençlidir ve gözyaşı, tükürük ve anne sütü gibi birçok mukoz salgı içinde bulunur.

Son izotip IgE türüdür. Bu tip vücudun en güçlü bağışıklık tepkilerini oluşturabilir. Bu monomerik antikorlar çoğunlukla bir IgE sabit kısım reseptörü ile mast hücrelerinin yüzeyine bağlıdır. Eğer bir antijen varsa, eş zamanlı bağlanan iki bitişik antikorun oluşmasına ve hücresel bir tepkiyi tetiklemek için iki reseptörün birbirine yakın olmasına neden olabilir.

Bu şekilde, mast hücreler, iltihaplı sitokinleri degranüle etmek veya hızla salgılamak üzere uyarılırlar. Kitlesel bir patlamada bu mast hücreler kimyasal aracılarını yeterli miktarda salgıladığında, tehlikeli bir alerjik reaksiyona neden olup anaflaktik şoka yol açabilir.

Birincil Bağışıklık Tepkisi

Vücut belli bir antijene ilk kez maruz kaldığında, B lenfositleri, granülositler ve makrofajlar birincil bağışıklık tepkisini harekete geçirir. Lökositler, fagositoz madde (fagositoz yoluyla tüketim veya yutma) ve sitokin sinyalleri ve B lenfositleri ile bölünmeye başlar. Bir antijen B hücresi reseptörüne (bu da B hücresinin ürettiği bir antikordur) bağlandığında, hücre kendini daha fazla B hücresine klonlamaya başlar.

Yaklaşık iki hafta boyunca, tüm bağışıklık sistemi patojenleri yok etmek ve daha fazla hasarı önlemek için savaştığından has-

ta, hastalığın semptomlarını yaşamak durumunda kalır. Bu doğal birincil bağışıklık tepkisidir. Bununla birlikte, birkaç IgG antikor ortaya çıkmış olsa da, bu tepkinin başlıca ürünü çok sayıda bellek B hücresidir. Bunlar bedende kalır ve muhtemelen birey tüm ömrü boyunca yaşayabilir. Bunlarla birlikte, aynı antijenle tekrar karşılaşıldığında, çok daha hızlı ve daha dirençli bir tepki verilir.

Aşı Yoluyla Bağışıklık Sistemini Adapte Etme

Aşılar, bireylere bağışıklık tepkisi verme, bellek hücrelerini oluşturma ve hastalığı önleme olanağı sağlayan klinik yollardır. Birçok durumda yapay olarak uygulanan patojen ya ölüdür ya da çoğalamamaktadır, bu da canlı bir patojenin zararlı etkilerini değil bağışıklık hücrelerinin aktivasyonunu sağlamaktadır.

İkincil Bağışıklık Tepkisi

Birincil bağışıklık tepkisinin amacı, hasara yol açmadan patojeni hızlı bir şekilde çıkarmak için özel B hücreleri ve bellek hücreleri oluşturmaktır. Birincil tepki birkaç gün hatta birkaç hafta sürerken, patojene bir sonraki maruz kalma durumu, dolaşımı birkaç saat içinde istila eden IgG antikorlarının yoğun şekilde üretilmesine neden olur. Bu şekilde, patojen ortadan kalkar ve birey semptomlardan mağdur olmaz.

Hücresel Bağışıklık Sistemi

Spesifik (edinilmiş) bağışıklık sisteminin ikinci bileşeni, T lenfositleri içerir ve hücreler arasında fiziksel temas gerektirir. Bu nedenle hücresel bağışıklık adı verilir. Dört çeşit T lenfosit vardır. Her birinin, vücudun hücrelerinde karşılıklı bir reseptöre bağlanabilen belirli reseptörleri vardır. B hücreleri aktivasyonunun bellek B hücrelerinin üretilmesine yol açması gibi, T hücrelerinin uyarılması bellek T hücrelerinin oluşumuna yol açar.

T Lenfositleri

Bilinmesi gereken ilk T lenfositleri yardımcı T hücreleridir. Bu hücreler sitokinler ile doludur ve bağışıklık sisteminin kimyasal uyarımı ve aktivasyonundan sorumludurlar. Bu esas olarak T lenfositleri ve daha az derecede B hücreleri ve lökositler için geçerlidir. Histolojik olarak diğer T hücrelerinden ayırt edilemeyen yardımcı T hücreleri, bir patojen mevcut olduğunda aktive olabilmek için antijen sunucu hücreler üzerinde kompleman reseptör ile birlikte kullanılan bir glikoprotein olan CD4 adı verilen bir reseptör görüntülerler. Bu nedenle, yardımcı T hücrelerine CD4 pozitif T hücreleri denir.

Sitotoksik T hücreleri yüzeylerinde, CD8 diye adlandırılan, KKH dışında vücudun tüm hücrelerinde bir kompleman reseptörü bulunan farklı bir CD reseptörü ifade eder. Bu şekilde, herhangi bir hücre viral olarak enfekte olur veya tümör oluşturucu hale gelirse, CD8 reseptörü bu yabancı maddeyi tanır ve bir tepki aktive eder. Tepki aktive edildiğinde, sitotoksik T hücresi potansiyel olarak apoptoza (hücre ölümü) maruz kalan bir sitokin barajıyla problemli hücrelere saldırır.

Düzenleyici T hücreleri bir bağışıklık tepkisi sırasında da üretilir. Bu hücreler direkt olarak patojenik hücrelere bağlanmasa veya bağışıklık sistemindeki artışlara işaret etmeseler de homeostazda hayati bir rol oynamaktadır.

Bir bağışıklık tepkisi, olumlu bir geribildirim döngüsü biçimidir: aktive olmuş bağışıklık hücreleri, daha fazla bağışıklık hücresi aktive eder. Bu zincirleme reaksiyonu durdurmak için düzenleyici T hücreleri, yardımcı ve sitotoksik T hücrelerine bağlandıkları ve apoptoza maruz kalma ve eylemlerini durdurma sinyalleri verdiği, alt sınırda hücre üretene kadar kadar bölünürler. Bununla birlikte, bu hücreler, yedekte tutulan bellek T hücrelerini etkilemez.

Majör Histokompatibilite Kompleksi Antijenler

T hücrelerindeki CD proteinleri için kompleman reseptörler, majör histokompatibilite (doku uyum) kompleksi (MHC) antijenleridir.

Bu moleküllerin eşleşmeleri, KKH'ler haricinde vücudun her hücresinde yer alan ve sitotoksik T hücrelerinin CD8'inin bağlanma ortağı olan MHC sınıf I'dir. Hücre normal ve sağlıklıysa, sitotoksik T hücresi aktive edilmemiştir. Bununla birlikte, MHCI ile birlikte bir viral veya tümör belirtisi gösterilirse, bu T hücresi aktivasyonuna ve hücresel yıkıma yol açar.

Yardımcı T hücrelerinin CD4 reseptörüne karşılık gelen protein, makrofajlar ve dendritik hücreler gibi antijen sunucu hücreler üzerinde bulunan MHC sınıf II'dir. Bu fagositik hücreler, patojenleri yok eder, MHCII molekülünde belirli antijenler sergiler ve patojen için en doğru eşleşmeyi bulmak ve uygun tepkiyi aktive etmek için onları T hücrelerine sunarlar.

BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Bağışıklık Sistemi Çöktüğünde

Çevredeki patojenlerin sayısı, bağışıklık sistemindeki genlerin düzenlenmesi ve oluşan taramalar göz önüne alındığında, bağışıklık sisteminde daha fazla terslik olmaması şaşırtıcıdır. Bununla birlikte evrim, vücut için bu oldukça kompleks koruma sisteminin etkinliğini test etti. Yine de zaman zaman, bağışıklık sistemi bozuklukları ortaya çıkar. Aşağıdakiler en iyi bilinen bazılarıdır.

AIDS/HIV

Edinilmiş bağışıklık yetmezliği sendromu (AIDS), kişinin bağışıklık sistemi, hayatta kalabilmek ve çoğalmak için bağışıklık sisteminden yararlanan, insan bağışıklık yetersizliği virüsü (HIV) tarafından enfekte olduğunda ortaya çıkar. HIV, diğer yardımcı T hücrelerini çoğaltabilen ve daha fazla enfekte edebilen T hücrelerinden konukçu olarak faydalanır. İlk başlarda hasta, semptomları, birkaç hafta içinde atlatılan soğuk algınlığından farklı hissetmez. Hastalığın kendisini ve tehlikeyi atlattığını göz önünde bulunduran hasta, genellikle klinik müdahale ihtiyacı duymaz ve hemen hemen 7-10 yıl kadar herhangi bir semptom göstermez. Bu HIV enfeksiyonunun klinik olarak asemptomatik (semptom vermeyen) olduğu, yardımcı T hücreleri yavaşça yok edilerek virüsün sessiz sedasız arttığı dönemidir. Sonunda, bağışıklık sistemi işlevsizleşir ve hasta fırsatçı patojenlerden birine yenik düşer. Bu geç evre semptomlarını biz genellikle AIDS olarak düşünürüz.

AIDS / HIV kan nakli yoluyla, mikroplu iğnelerle ve anneden çocuğa yayılabileceği gibi çoğunlukla cinsel temas yoluyla yayılır. Asemptomatik dönem yıllarca sürebildiği için hasta farkında olmadan bu virüsü birçok insana bulaştırabilir.

Alerjiler

Alerji, bağışıklık sisteminin mutasyonu veya bozulması değil, iltihaplı sitokinlerin (tip I hipersensitive/aşırı duyarlılığı) büyük bir salınımını uyaran ortak bir antijene (alerjene) tepki oluşturan bağışıklık sisteminin örnekleridir. Bu anlık alerji türü alerjen solukla içe çekilir veya başka şekilde vücuda girerse tehlikelidir. Bağlanan IgE moleküllerine sahip çok sayıdaki mast hücre sistemi, histamin ve heparin ile baskın yapar, kan basıncında ve sistemik ödemde (akciğerler ve solunum yollarını içerir) büyük bir düşüşe neden olur. Buna anafilaktik şok denir ve eğer klinik müdahale olmazsa, birkaç dakika içinde ölümle sonuçlanabilir.

Anafilaktik Şokların Tedavisi

Anafilaktik tepkiyi tersine çevirmek için epinefrin (adrenalin) uygulanmalıdır. Şiddetli tip I hipersensitivite, özellikle gıda alerjileri ve böcek sokmalarına maruz kalan birinin, her an hazır bulunan bir EpiPen (epinefrin otoenjektör) olması gerekir.

T hücreleri de alerjik tepkilerle ilgilidir. Bunlara gecikmiş (tip IV) hipersensitivite denir. Bu bulgular çoğunlukla bir temas sonucu cildin yüzeyinde görülen döküntüler, kurdeşen ya da ağız kuruluğu olarak görülür. Bununla birlikte, eğer doku hasta için yeterince yakın bir eşleşme olmamışsa, doku nakli reddinden sorumlu mekanizma da budur.

Doku Reddini Önleme

Donör ile alıcı arasındaki büyük histokompatibilite kompleks antijenleri (MHC) molekülleri bu noktada eşleştirilmektedir. Kardeşler (özellikle tek yumurta ikizleri) en çok benzer MHC moleküllerine sahip olduklarından, en iyi donörlerdir.

Otoimmün Bozukluklar

İnsan otoimmün hastalıklarının listesi gün geçtikçe daha da büyür. Üretilen hücrelerin sayısıyla birlikte, tesadüfen ve otoimmün hastalıklar ortaya çıkmaktadır. Bilinen bozukluklardan bazıları şunlardır:

- Crohn gastrointestinal sistem hastalığı
- Lupus, sistemik iltihaplı durum
- Kadınlarda guatrın en yaygın nedeni olan Hashimoto'nun tiroiditi

SİNDİRİM SİSTEMİ

Çizginin Altında Neler Oluyor

İnsan vücudu güç kazanmak için yakıta ihtiyaç duyar. Bu güç, enerji haline gelen hammaddeden alınır ve bu enerji sindirim sisteminde işlenir. Sindirim sistemi, uzun bir iç boru (sindirim kanalı) olarak düşünülebilir. Yiyecekler ağzınıza girer ve sindirim sisteminizde itilerek mekanik ve kimyasal sindirim yoluyla işlenir. Bu borunun son kısmında, bağırsaklarınız yiyeceği sindirmeyi durdurur ve besin maddelerini lenfatik ve dolaşım sistemlerine çekmeye başlar. Daha sonra, hücrelerinizin ve dokularınızın hayatta kalmak için kullandıkları temel malzemeler vücuda dağıtılır.

Ağız

Ağız boşluğu (ağız), dudakların (ön taraf), yanakların (yan taraf) ve damağın (üst taraf) sınırladığı alan olarak tanımlanır. Bu alanda besinler, mekanik yollarla işlenir (dişler), kimyasal olarak değişime uğrar (salya) ve dille yemek borusuna taşınır. Hammaddeler bu yolculuğa ilk önce dudaklar diye tanımlanan açıklıktan geçerek başlarlar.

Dişler

Vücuttaki en zor maddeden oluşan ve pek çok açıdan kemiğe benzer şekilde olan dişler, yutulan yiyeceklerin mekanik parçalanmasına başlamış olan kesme ve öğütme aletleridir. Tüm dişler, taç olarak adlandırılan dişeti çizgisinin üst kısmı (gingiva) ve dişeti çizgisinin alt kısmından (kök) oluşur. Dıştacını örten, mine denilen parlak beyaz, kalsiyum bakımından zengin bir maddedir. Kemikten farklı olarak minenin hücresi yoktur ve onarım yapamaz ve yeni mineler üretemez. Mine zamanla aşınır ve bakteriyel enzimler (diş çürükleri) tarafından parçalanır. Minenin altında diş kemiğin-

den oluşan dişin çekirdeği bulunur. Bu canlı doku, kemiğe benzer fakat daha serttir ve kan damarlarının ve sinirlerinin bulunduğu pulpa boşluğu çevrelemektedir. Kan, diş kökündeki bir açıklıktan girip çıkan damarlarla pulpa boşluğunun içine ve dışına taşınır.

Süt Dişler

Bebeklerin ilk dişleri 6. aydan başlayarak diş etinden patlar ve yaşamın ilk birkaç yılında patlamaya devam eder. Bu süre zarfında, ilk diş seti (süt dişler) oluşur. İlk set, çene başına 5 çift veya toplamda 20 tane içerir.

İkincil Dişler

Yaşam boyu sürecek olan ikinci ve son diş seti, diş etinden 6 yaş civarında patlamaya başlar. 20'li yaşların başlarına kadar patlamayı bitiremeyebilirler. Erişkin dişler çiğnemeyi (mastikasyon) kolaylaştırmak için daha büyük olsa da yapısal olarak her iki diş seti de aynıdır. Bir çocuğun ağzında bulunan 20 aynı dişe ek olarak, yetişkin ağzında her bir çenenin birer çift birinci, ikinci ve üçüncü azıdişi bulunur. Yetişkin ağızdaki ikincil dişlerin toplamı 32'dir.

Dil

Dil sindirimde önemli bir rol oynar. Çene kasları ve yiyecekleri kesen, parçalayan, öğüten dişler gibi, gıdayı küçük parçalara bölmek için dil de ağızda ileri geri hareket eder (ağız içi nakliye). Dil, yutakta kas kasılması ile gıdayı yemek borusuna hareket ettirir.

Kalın sert bir epitel ile kaplı iskelet kasından yapılmış dil, çok yönlü bir organdır. Bireysel kaslar dil içinde sayısız yöndeki hareketi kolaylaştıran en az beş farklı düzlemde düzenlenmiştir.

Dilin yüzeyinde epitelin uzantıları bulunur ve gıdayla (dil dorsumu) temas eder. Bazıları onları çok sert ve aşındırıcı (ipliksi papiller) hale getiren ölü hücrelerin kalınlaşmış katmanlarına sahiptirler. Diğer papiller, daha yassı olup çoğunlukla yanal sınırla-

rı oyuktur ve böylece maddeyi biriktirir ve papillerin duvarlarına saklı tat tomurcukları sayesinde tat algılamaya yardımcı olabilir.

Tükürük Bezleri

Dişler ve dil, yutulan maddenin mekanik sindirimini kolaylaştırırken, üç büyük tükürük bezinden kanallar yoluyla tükürük adı verilen enzimatik bir karışım eklenir. Bu madde, yemek borusundan aşağıya geçmek için maddenin kayganlaşmasının yanı sıra kimyasal sindirim işlemine başlar.

Sözcüğün Anatomisi

Parenkima

Tükürük bezlerinin salgı kısmına parankim denir (bir organın parankimi, destekleyici dokulardan ayrılmış olan fonksiyonel dokudur) ve genellikle ya seröz (sulu, enzimatik) ya da mukus (viskoz, kaygan) salgılarından oluşmaktadır. Tükürük bezi dokusunun histolojik tanımlanması büyük ölçüde salgı bezini oluşturan her bir türün yüzdesine bağlıdır.

Parotis (kulak altı) Bezler

Parotis, çene ve kulak tabanı yakınında yüzün yan kısımlarında bulunur. Parotis bezlerinin özel dokusu tamamen doğal serözdür ve karbonhidratların parçalanmasına yol açan tükürük amilazı gibi enzimleri içerir. Bu salgılar, Stensen kanalından (parotid kanal olarak da bilinen bir kanal) ağıza aktarılır ve maksillanın (üst çene) her iki tarafındaki ikinci azı dişinin yanından ağız boşluğuna boşaltılır. Tükürük bezlerinin en büyüğü olmasına rağmen parotis tükürüğün büyük kısmını üretmez.

Submandibular (çene altı) Bezler

Adından da anlaşılacağı gibi, bu bezler alt çenelerin hemen içinde bulunur ve tüm tükürüğün yaklaşık yüzde 60'ını üretir. Parotidin

aksine, submandibular 50:50 seröz ve mukus salgı yapan hücrelerden oluşur. Wharton kanalı tükürüğü bezden ağız boşluğuna aktarır ve frenulumun (ağız tabanından dilin altına bağlanan zar) her iki tarafındaki şişliklere salgılanır.

Sublingual (Dilaltı) Bezler

Tükürük bezlerinin en küçüğü, neredeyse tamamen mukus üreten hücrelerden oluşan dilaltı bezidir. Bu materyal diğer bezlerden gelen seröz sekresyonlara eklenecek ve yutmadan önce yiyeceklerin kayganlaşmasına yardımcı olacaktır.

ÜST GASTROİNTESTİNAL SİSTEM

Sindirim Organları

Sindirim sisteminin (sindirim kanalı) ağızdan mideye kadar olan bölümü olan üst gastrointestinal sistem öncelikle gıdanın parçalanmasından sorumludur. Sindirim kanalının farklı bölümleri spesifik yapıları ve işlevleri bakımından çeşitlilik gösterebilirken, her kısım aynı dört katmanlı temele sahiptir.

Mukoza

Sindirim kanalının iç tabakası mukozal tabakadır ve işlenmiş gıda ile temas eden lüminal epitelden oluşur. Bu katmanda, belirli bölgenin işlevine bağlı olarak çeşitli hücreler bulunabilir. Epitelin altında gevşek bağ dokusu ve bol miktarda lenfosit bulunan lamina propriada vardır. Mukozanın sınırı, materyalin mekanik işlenmesinde faaliyet gösteren muskularis mukozası adında ince bir düz kas tabakasıdır.

Submukoza

Bağ dokusunun bu kısmı mukozanın altında bulunur ve kan damarları, lenfatikler ve kanalın kas kasılmalarını (peristaltikleri) kontrol eden sinir sistemi pleksuslarını içerir. Meissner pleksus (mukozanın altında olan pleksus) bu katmanda bulunur ve belli bir bölgedeki çeşitli salgıların parasempatik kontrolünü sağlar. Bu, otonom sinir sisteminin, özellikle de enterik sinir sisteminin (gastrointestinal sistemin işlevini denetleyen iç sinir sisteminin bir parçası) bir parçasıdır.

Sözcüğün Anatomisi

Pleksus

Pleksus birbirine bağlı sinirler (veya damarlar) ağıdır. Pleksuslar ("Pleksi" de denir) bu ağlar grubunu ifade eder.

Muskülaris

Düz kasların kalın katmanlarından oluşan sindirim kanalının bu üçüncü tabakası, her bir bölgenin peristaltik hareketini kolaylaştırır. Muskülarisin genel yapısı, düz kasın iç tabakası ve uzun kasın dış tabakasıdır. Hem dairesel hem de uzunlamasına kas tabakalarının ritmik kasılmaları, materyali sindirim kanalından kademeli olarak aşağıya doğru hareket ettirir.

Bu kasılmalar, Auerbach pleksusunun (myenterik pleksus) adı verilen dairesel ve uzun düz kas tabakaları arasında yer alan, enterik sinir sisteminin bir başka bileşeni tarafından kontrol edilir.

Adventisya/Seroza

Sindirim kanalının en dışındaki bağ dokusu tunika adventitiyondur. Bu bağ dokusu, sindirim kanalının belirli bölgelerdeki vücut duvarı bağ dokusuna sabitlenmesini sağlar. Diğer lokasyonlarda kanal vücuda bağlanmaz, ancak viseral peritoneum adı verilen ince bir iç zar katmanı (yassı hücre zar) ile kaplıdır. Bu dış tabakaya seroz adı verilir.

Yutak ve Yemek Borusu

Besin tükürükle karışınca, dişler ve dil tarafından işlenir ve bolus adı verilen yuvarlak bir kitleye dönüşür. Bu bolus yutmaya hazırlanırken ağız arkasına taşınır. Bolus ağız boşluğundan genellikle boğaz olarak bilinen orofarinks içine taşınır.

Yutak bir boru olarak kabul edilirse, sıhhi tesisatta T borusu olurdu. Orofarinks, T'nin gövdesidir ve burun boşluğundan (nazo-

farenks) inen üst kısma ve alt kısma bağlı gırtlak ve yemek borusuna (larengoarenks) bağlanır.

Yiyecekler yutulurken (deglütisyon), kıkırdaklı flep epiglot, glotisi (trakenin açılması) refleks olarak örter ve maddenin solunum yolu içine çekilmesini engeller. Ayrıca, epiglot, bolusun yemek borusuna yönlendirilmesi için bir rampa oluşturur.

Ağız boşluğununki ile özdeş bir epitelden oluşan yemek borusu gıdayı aşağı doğru ve mideye itmek için muskularis kullanır. Yemek borusunun üst kısmı muskularis tabakada yüksek oranda iskelet kası içerir ve bu istemli veya istem dışı kontrol altına alınabilir. Yemek borusu inerken kas, iskelet kasından yumuşak kasa dönüşür. Yemek borusu mideye bağlandığında, bir kısmı yemek borusu alt sfinkter olan ve asit dahil olmak üzere mide içeriğinin yemek borusuna çıkarak kusmayı önleyen kas, yüzde yüz düz kastır. Yemek borusu üst abdominal boşluğun içinde bulunan mideye bağlanmak için diyaframdaki bir açıklıktan (boşluk) geçer.

Mide

Mekanik ve kimyasal sindirim midede yükselir. Midenin iç astarı boş olduğunda gastrik ruga adı verilen kıvrımlar barındırır. Bu kıvrımlar organın genişlemesi için uygundur.

Hücreler

Midenin kardiyasında (yemek borusunun mideye bağlandığı yer), mukozal astar hücreleri, sürtünmeye direnen yemek borusu epitelinden mideyi çizen ve sert kimyasal çevrelere direnç gösteren bir epitele dönüşür. Yüzey astar hücreleri (SLC'ler) midenin lümen yüzey çizgisini çizmektedir. Bu hücreler mide içeriğinin altta yatan dokuya sızmasını önlemek için su geçirmez bir bariyer oluşturan bitişik hücreler arasında sıkı jonksiyonel komplekslere sahiptir. Mide epiteli mukozada çukurlar oluşturur. Bu gastrik çukurlar lamina proprianın altındaki epitelin invajinasyonlarıdır. Epitelin yü-

zey alanını büyük ölçüde artırarak ve salgı hücreleri için çukurlarda korunan bir ortam yaratarak tüm mukoza tabakasını doldururlar.

Gastrik çukurların üst veya boyun bölgesindeki hücreler, SLC'leri kaplayan ve midede bulunan zararlı HCl'den koruyan, bikarbonat bakımından zengin, görünür bir mukus üretirler. Bu çukurlarda ayrıca, çok sayıda parietal hücreler bulunur. Bunlar, midenin HCl üreten (oksyntik) hücreleridir. Çukurların tabanının doldurulması, enzim açısından zengin bir karışım üreten, salgılayan ve zimojen hücreler olarak sınıflandırılan esas hücrelerdir. Midede bulunan son hücre kategorisi, glukagon (karaciğer glikojenini harekete geçirmek için), gastrin (HCl üretimi sinyali vermek için) ve serotonin (mide peristaltizmini uyarmak için) dahil olmak üzere mide aktivitesine karşılık olarak bir dizi hormon üreten enteroendokrin hücrelerdir.

Bölünmeler

Mide kardiyasında mukus üreten hücreler açısından zengin gastrik bezler, midede bulunan zararlı asite karşı koruma sağlar. Mide fundusu, yani kubbe şeklindeki üst kısım ve midenin gövdesi, mide bezleri (fundik bezler) yoğun bir şekilde parietal hücrelerle doludur. İnce bağırsağa bağlanmadan hemen önceki en alt bölge olan pilor, kalp bölgesi gibi mide içeriğini bağırsağa aktarmadan önce mide asidini nötralize eden mukus üreten hücreler bakımından zengindir. Son olarak, karın ve bağırsağın birleşme yerinde, midenin iç dairesel tabakası, maddenin mideden ince bağırsağın ilk bölgesine (onikiparmak bağırsağı) geçişini düzenleyen pilorik sfinktere uzanır.

ALT GASTROİNTESTİNAL SİSTEM

Sindirim Organlarının Devamı

İnce bağırsaktan anüse kadar olan alt GI sistemi yiyeceklerin son dökülmesinden, vücutta emiliminden ve atık ürünlerin ortadan kaldırılmasından sorumludur.

İnce Bağırsak

Sindirim kanalının en uzun kısmı olan ince bağırsak, yaklaşık olarak 20 fit (6 metre) uzunluğundadır. Çiğ sindirilmiş maddeleri kan ve lenfatik sisteme absorbe eder. Üç bölgeye ayrılmıştır. Birincisi ve en kısa olanı mideye bağlı duodenumdur. Bu bölgede, asit nötralize edici mukus üreten çok miktarda hücre bulunur. Jejunum (boş bağırsak), ince bağırsağın orta bölgesi olup ince bağırsağın son bölgesi ileumla (kıvrımlı bağırsak) neredeyse eşit uzunluktadır.

Emilime yardımcı olmak için lümen mukoza, yüzey alanını artırmak üzere genişletilir ve katlanır. Bu katlı kıvrımlar veya kanat benzeri çıkıntılara plicae circularis denir ve bir kurutma makinesinin içindeki bıçaklara (materyali hareket ettirmeye yardımcı olur) çok benzer bir biçimde işlev görür. Bağırsak villüsü adı verilen daha küçük kıvrımlar mukozal yüzeyin tamamında emici hücrelerin olduğu yerde bulunur. Ayrıca, astar hücrelerde mikrovillus adı verilen apikal değişiklikler emici alanı en üst düzeye çıkarır.

Artan yüzey alanına ek olarak, bağırsak villüsü, materyalin bağırsak yolundan vücudun geri kalanına geçmesine izin vererek vasküler ve lenfatik kılcal damarlar için bir alan sağlar.

Bağırsak villüsü ve lamina propriaya doğru uzanan kısım arasında mukozal epitelyum uzantıları bulunur. Bunlar midedeki gastrik çukurlara benzer ve Lieberkühn kriptleri (bağırsak kriptleri) olarak adlandırılır. Burada emilim dışında, hormonların salgı-

lanması, enzimler ve asit nötralize edici mukus gibi işlevleri olan hücreleri bulacaksınız.

Hücreler

Bağırsak yolunun astarında bulunan baskın hücre tipi, yüzey absorptif hücredir (SAC). Çok sayıda mikrovilliler barındıran bu hücreler, bağırsak lümenindeki maddeleri emmeye uygundur. Hücreler arasındaki sıkı jonksiyonel komplekslerle, lümendeki hiçbir maddenin bağırsağın daha derin dokularına girmemesini sağlar.

Materyal sindirim kanalı boyunca ilerledikçe giderek daha az miktarda sulanır ve sonuç olarak dokulara zarar vermeden hareket etmesi zorlaşır. Bu nedenle mukoza astarında, mukus salgılayan hücreler (goblet hücreleri) daha bol olurlar.

Kriptler, hormon üreten enteroendokrin hücrelerle doludur. Bu hücreler ayrıca gastrik inhibitör peptid (HCl üretimini durdurmak için) ve kolesistokinin (safra kesesinin peristaltik kasılmalarına neden olur ve safrayı beslenme kanalına atar) üretirler.

İnce bağırsaktaki ileum (son segment) lenfoid nodülleri (Peyer plakları) ve M (mikrofold) hücreleri içerir. Makrofajlara benzeyen antijen sunucu hücreler vardır. Bağırsak kriptlerinin tabanında bulunan büyük Paneth hücreleri, salgı maddelerini serbest bırakmak için patojenler tarafından tetiklenir. Paneth hücreleri, çeşitli antimikrobiyal enzimler ve lizozim gibi etkenler üretir ve ayrıca bağışıklık sistemi işlevi için gerekli olan birkaç bağışıklık sistemi sitokini salgılarlar.

Kalın Bağırsak

Geniş bağırsakta (kolon) absorbe etmeye odaklanmış olmasına rağmen çoğunlukla su (günde yaklaşık 1400 ml) emer ve maddeyi vücuttan atılana dek kolonun alt tarafında depolanan katı atığa (dışkı, günde 100 ml) sıkıştırır. Sindirilmiş madde, ince bağırsak ileumundan bir sfinkter kas (ileokolik kapakçık) yoluyla ve kolonun başlangıcına geçer.

Kolonun bağırsak villüsü yoktur. Kriptler mevcuttur, ancak dışkı rektuma yaklaştığında (kalın bağırsağın sonu) kısalır. Yaklaşık 5 fit (1,5 m) uzunluğundaki kolon, sindirim kanalının en uzun kısmı değildir ve ince bağırsaktan (2,5 cm'ye 7,5 cm) daha büyüktür.

Bir diğer önemli histolojik ve makroskopik anatomik fark da dış longutudinal kasın taenia coli adı verilen düz kas kitlesinin sadece 3 bandında bulunmasıdır. Bunlar kalın bağırsak üzerinde belirli bir temel gerginlik seviyesi sağlar ve kalın bağırsak kıvrımlarına (kesecikler) neden olur. Ayrıca, spazmodik kasılmalar, dışkı maddesinin kalın bağırsak boyunca ilerlemesine yardımcı olur.

Körbağırsak ve Apandis

Kolonun başlangıcı, ileokolik kapağın altında çekum adı verilen kör uçlu bir ceptir. Madde yukarı doğru kolonun ilk yükselen kısmına doğru hareket ettirilir ancak, bazı malzemeler sürekli olarak çekumda sıkışır. Çekumdan çıkınca, lamina propriada bulunan lenfoid nodüllerin olduğu, solucan benzeri bir uzantı olan apandis (vermiform appendix) kısmıdır.

Kolon

Çekumdan, karnın sağ tarafından 90° bükülmeden ve vücudun karşı bölümüne, transvers (karşı) kolon olarak uzanmadan önce ascending (yükselen) kolon yükselir. Vücudun sol tarafında, yükselen kolon bir başka 90° dönüş yapar ve karın boşluğunun sol alt kadranına kadar uzanan kolon oluşturur. Vücudun orta çizgisiyle hizalanmak için sigmoid kolon, S şeklinde bir bükülme yapar ve daha sonra doğrudan rektum olarak aşağıya doğru devam eder.

Rektum

Kolonun son düz kısmı rektum olup dışkının depolanması ve çıkarılması (defekasyon) işlevini görür. Anüsten (rektumun dışa açılması) hemen önce, iki kaslı sfinkter maddeyi gönüllü serbest

bırakana kadar içeride tutar. İç anal sfinkter istemsiz kontrol altındadır ve her zaman kasılma halindedir. Dışkı basıncı ile tetiklenir. Dış sfinkter, gönüllü olarak veya istemsiz kontrol edilebilir ve iskelet kasından oluşur.

Pankreas

Sindirime yardımcı bezlerden biri olarak düşünülen pankreas, mide kapısının yakınındaki duodenum kıvrımında bulunur. Burası, pankreastan gelen dış salgılar pankreatik kanaldan, ortak safra kanalına geçtiği ve Oddi sfinkteri yoluyla duodenuma girdiği için mükemmel bir yerdir.

Kolikistokinin (bağırsak enteroendokrin hücreleri tarafından üretilir) ve nörotransmitter asetilkolin (otonom sinir sisteminin geri kalanında ve sindirmede aktif olarak) gibi hormonlar tarafından tetiklenen pankreatik hücreler aynı zamanda karbonhidratları, proteinleri ve yağları daha da düşüren, pankreas sıvısı olarak sindirim enzimlerinin bir solüsyonunu salgılarlar.

Endokrin hücreler pankreasın karakteristik özelliğidir. Küçük kitlelere toplanan bu hücreler Langerhans adacıklarını (pankreatik adacıklar) oluştururlar ve pankreas ekzokrin hücreleri ile çevrilidirler.

Karaciğer

Vücuttaki en büyük bez olan karaciğer karın boşluğunun mide üstündeki kısmında bulunur. İki büyük lob (sağ ve sol) ile iki küçük lob (kare lob, safra kesesi yakınında bulunurken, kaudat lob kapı toplardamarı girişine yakındır) olarak ikiye ayrılır. Sindirim kanalından gelen kan karaciğer kapı toplardamar yoluyla karaciğere getirilir ve porta hepatis adı verilen dört karaciğer lobunun birleşiminde karaciğere girer. Bu besin açısından zengin kan, karaciğerin açık alanlarına yayılır (sinüzoidler) ve bu materyali metabolize edebilen karaciğer hücreleri (hepatositler) ile temas kurmaya zorlanır.

Yenilenen Organ

Karaciğer vücuttaki en rejeneratif (yenileyici) dokudur. Karaciğerin üçte ikisi yok olabilir ve geri kalan kısmı yok olan kısmı yeniler.

Yapı

Karaciğerinizi yüksek verimli bir filtre olarak düşünün. Kan karaciğer hücre dizileri (karaciğer kordları) arasındaki uzun kanallara boşaltılır ve merkezi bir damara doğru akar. Bu hücre dizileri ve sinüzoidler seri halinde düzenlendiğinde, akslara (merkezi damar) doğru yayılan teller (hücre dizileri) ile 6-taraflı bir tekerleğe benzer bir şey oluştururlar. Altıgen üzerindeki çevresel noktaların üçünde veya daha fazlasında bir hepatik damar, bir hepatik arter ve bir safra kanalı düzenlemesi bulunur. Bunlar her zaman bu noktalarda ortaya çıkar ve dolayısıyla karaciğer üçlüsü olarak adlandırılır.

Bu kan hepatik sinüzoidlerden geçerken, boşlukları çizen ve kan hücrelerini alttaki karaciğer hücrelerinden ayıran kılcal damarlarla temas halindedir. Bu kılcal damarların endotel hücreleri, peynirinkine benzeyen büyük deliklerle doludur. Bu büyük delikler, hücreler ve trombositler dışında kandaki tüm maddelerin sinüzoidal kılcal damarlar ile hepatositler arasındaki boşluğa (Disse boşluğu) boşalmasına izin verir. Maddenin temizlenmesi bu alanda olur. Kupffer hücreleri olarak adlandırılan yerleşik makrofajlar, karaciğer sinüzoidlerinde bol miktarda bulunur ve vücuda zararlı olabilecek tüm maddeleri çıkarıp atar.

Fonksiyonlar

Kan filtreleme ve safra üreten aktivitelere ek olarak karaciğer, karbonhidrat (glikojen) ve vitaminler (A, D ve B) için bir depolama tesisidir. Bu, karaciğerin karbonhidratları işlemesini gerektirir. Glikozu glikojen haline polimerize edebilir ve tersine depoladığı glikojeni parçalayabilir ve glikozu kan akışına geri döndürebilir.

Karaciğer ayrıca protein metabolizması ve plazma bileşiminde önemli bir rol oynar. Karaciğer, kan akışında ozmotik basıncın korunmasında önemli bir rol oynayan, en bol plazma proteini olan albumin üretir. Bilirubin, daha sonra karaciğer tarafından idrar ve dışkılarla giderilebilen suda çözünebilen bir form haline getirilen kırmızı kan hücresi yıkımı ve hemoglobin metabolizmasının yan ürünleridir.

Yağlar aynı zamanda karaciğer tarafından metabolize edilir ve düzenlenir; kolesterol ve lipoproteinler karaciğer tarafından üretilir.

Son olarak, karaciğer kanı detoksifiye eder. Toksik maddeleri enzimatik olarak daha az zararlı bir biçimde işler. Etil alkol bunun en güzel örneğidir. Eğer karaciğerinizin metabolize edebileceğinden daha hızlı alkol tüketirseniz, kandaki alkol düzeyi artar ve koordinasyon ve muhakeme azalır.

BESLENME

Ateşi Körüklemek

İnsan vücudu materyalleri kullanışlı maddelere dönüştürme ve aşırı enerjiyi daha sonra kullanmak üzere rezervlere depolamada çok iyi olmasa da iç dengeyi (homeostasi) korumada ihtiyaç duyduğu yakıt ve maddeler için çevresel kaynaklara güvenir.

Protein

Kas temelde işi kolaylaştıracak şekilde organize edilen proteinlerdir. Bu materyaller ömür boyu sürmez ve sürekli bir tadilat ve tamir halindedir. Bu nedenle insan fonksiyonu için gerekli bu kritik yapıtaşını sağlamak amacıyla beslenme kaynağı olarak mutlaka protein alınmalıdır.

Vücut, mevcut materyalleri bazı aminoasitlere (protein yapısı birimi) dönüştürebilir. Ancak bazı önemli aminoasitler yalnızca sindirilmiş gıdalardan elde edilebilir. Etten ya da sebzeden yeterli miktarda protein tedarik edilmediğinde, insan vücudu atrofiye uğrar, büyüme durur ve erken ölüme neden olabilir. Bununla birlikte, tek başına proteinlerden oluşan bir diyet de sağlıklı vücut fonksiyonu için gerekli maddelerin tamamını sağlamaz.

Karbonhidratlar

Karbonhidratlar, medyada ve zayıflama taraftarları tarafından yerden yere vurulup duruyor. Ancak, karbonhidratlar vücudun tüm hücresel aktivitesinin temel kaynağıdır. Karbonhidratlar olmasa, vücut hayatta kalma yakıtı olarak lipit ve protein kullanır. Bu durumda yan ürünler kan dolaşımında birikir ve kan pH'nın düşmesine (metabolik asidoz) neden olur.

Bununla birlikte, tüm karbonhidratlar sağlığınız için iyi değil. Parçalanan ve kan akışına hızla istila eden karbonhidratlar (yük-

sek glisemik indeks karbonhidratlar), yüksek şeker glikojen ve yağ olarak depolandığı için hormonal olarak düşürülmüş olan kan şekerinde bir artışa neden olur. Buna ek olarak, kısa bir süre içinde kan şekeri hızla azalır ve vücut metabolik dişlileri değiştirmeye ve depolanmış şekeri kan akışına geri döndürmeye çalıştığı için kişi zayıf ve halsiz hisseder.

Yağlar

Yağ ve kolestrol beslenme kaynakları, yeni hücre zarının yanı sıra vücut için steroid hormonları üretiminde de önemlidir. Aşırı yağ tüketimi koroner arter hastalığı da dahil olmak üzere birçok sağlık sorununa neden olabilir, bu nedenle yağ alımı dikkatle izlenmeli ve düzenlenmelidir.

Sağlıklı Kilonun Korunması

Yediğimiz gıdaların kompozisyonu beslenme ve sağlığın önemli bir unsuru olmakla birlikte, fiziksel aktivite seviyesi kıyas alınarak yenen *miktar,* genellikle göz ardı edilmektedir. Sağlıklı beslenme, vücudun günlük olarak ihtiyaç duyduğu miktardan fazla kalori içermemelidir. Bunun üzerine alınan herhangi bir kalori miktarı, vücutta biriken yağ depolarına dönüşür. Günlük tüketilen ek bir 500 kalori (enerji için kullanılmaz), bir hafta boyunca biriken 1 libre yağ demektir. Aynı şekilde, günlük 500 kalori azalması, bir haftada 1 libre yağ yanması demektir. Dolayısıyla, düşük glisemik indeksli karbonhidratlarla protein açısından zengin besinler ve harcanan enerjiye kıyasla alınan kontrollü yağ miktarı, ömür boyu devam edebilecek sağlıklı bir yaşam tarzı elde etmenizi sağlar.

SİNDİRİM SİSTEMİ HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Gaz Çıkarmadan Fazlası

Bu kadar kapsamlı ve çeşitlilik gösteren bir sistem olan sindirim sisteminde sayısız sorun, arıza ve hastalık vardır. Aşağıda, yaygın olarak karşılaşılan sindirim problemlerinden sadece birkaçı verilmiştir.

GERD

Batılılaşmış kültürlerde büyümekte olan bir bozukluk, gastroözofageal reflü hastalığıdır (GERD). Temelde, bu kronik bir mide yanması durumudur. Normalde asit nötralize edici mukusun yüzey astar hücrelerini hasardan koruduğu mide ile sınırlı olan gastrik asit, yenilen yiyeceği alt yemek borusu sfinkterinden geçip yemek borusuna geri çıkarır. Yemek borusu hücreleri asitten korunamaz ve bir yanma hissi ile sonuçlanır.

GERD'in Tehlikeleri

GERD'in neden olduğu rahatsızlığa ilave olarak, yemek borusu dokusunun uzun süre asite maruz kalması, yemek borusu kanserine yol açabilir.

GERD genellikle, midenin bölümlerinin diyaframdaki boşluktan göğüs boşluğuna kadar uzandığı genişlemiş bir hiatus (boşluk) veya hatta hiatal herninin (mide fıtığı) bir sonucudur. Normal olarak, alt yemek borusu sfinkteri, boşlukla aynı seviyededir ve böylelikle diyafram kası, bu önemli kapağın kapanması ve asidi midede tutmak için ekstra destek sağlar. Böyle bir hasarın onarımı çoğunlukla GERD'i düzeltmek için yeterlidir.

Diğer durumlarda, beslenme veya yaşam tarzı nedeniyle oluşabilen aşırı asit üretimi, yemek borusuna akan asit oluşumunu artırabilir. Midenin HCl üretimini sınırlamak için proton pompası inhibitörleri içeren ilaçlar verilebilir. Ayrıca, daha küçük, daha sık yemek yiyip yemekten hemen sonra uzanır vaziyette olmamak, GERD sorununu en aza indirebilen yaşam tarzı değişiklikleridir.

Mide Ülseri

Midenin kendi hücrelerini asidin zararlı etkilerinden korumak için doğal yolları olsa da, bazı durumlarda mukoza duvarında hasar meydana gelir ve asidin alttaki bağ dokusuna nüfuz etmesine ve daha fazla hasara neden olmasına izin verir. Submukozada bulunan hassas ağrı reseptörleri, özellikle yemek yedikten sonra asit yükseldiğinde ağrıyı uyarır. Birçok durumda bu yara, etrafında toplanan yerli bakterilerin (*H. pylori*) çokluğundan dolayı düzgün bir şekilde iyileştirilememektedir. Antibiyotikler genellikle bu küçük ülserlerin giderilmesinde etkilidir ve yaranın iyileşme sürecinde mukozayı kapatmasına izin verir.

İshal

Bağırsak kript hücreleri tipik olarak günde antibakteriyel enzim içeren bir salgı üretir (bağırsak sıvısı). Bağırsaklarda veya mukozal tabakada patojenler veya parazitler tespit edildiğinde, bu bezler aşırı yükleme yapar ve sindirim kanalını boşaltmak için muazzam miktarda sıvı üretir. Ayrıca, sorunlu maddeleri atma umuduyla daha fazla maddenin sistemi boşaltmasına izin vermek için emilim azalır. Eğer ishal hafiflemezse ve sıvılar tutulamazsa, kısa bir süre içinde dehidratasyon (su kaybı) başlar ve yeterince şiddetli olması durumunda ölümle sonuçlanabilir.

Şiddetli İshal Vakaları

Bu durum bazılarına küçük bir rahatsızlık gibi görünse de, pek çok kişi için hayatı tehdit eden bir durumdur. Dünya Sağlık Örgütü'ne

göre, 5 yaş altı bir milyon çocuğun dörtte üçünden fazlası her yıl ishal nedeniyle ölüyor.

Hepatit

Kelime anlamı karaciğer iltihabı demek olan hepatit, cinsel yolla bulaşan virüsler (en yaygın neden), kronik alkol tüketimi ve otoimmün hastalıklar gibi pek çok nedene bağlıdır. Enflamatuar süreç boyunca, bağışıklık sistemi hücreleri karaciğer dokusunu istila eder ve öncelikli olarak normal karaciğer fonksiyonlarına saldırır. Bu nedenle, cildin sararması (sarılık), mide bulantısı, kusma veya ishal ve iştah kaybı gibi karaciğer hasarından kaynaklanan semptomlar oluşur.

Hastalığın nedenine bağlı olarak, prognoz (öngörü) değişiklik gösterir. Karaciğerin kronik hasarıyla, yara dokusu büyür ve karaciğerin yenilenme kabiliyetini bloke eder ve kalıcı hasara ve işlev kaybına neden olur. Bu nedenle, önlem alma şiddetle tavsiye edilir (bu bir aşı ile gerçekleştirilebilir). Hepatit A ve B için aşıların erken uygulanması, bu hastalığı önlemede büyük başarı sağlamaktadır (yüzde 90-100 etki).

SOLUNUM SİSTEMİ

Bir Nefes Taze Hava

Solunum sisteminin rolü oldukça basittir: dokulara oksijen (O_2) verip vücuttan karbondioksiti (CO_2) çıkarmak. Bu sistem, havanın taşındığı ancak gazlarla kanın yer değiştirmediği iletim bölgesi ve gazların solunum yolları ile kan arasından geçtiği solunum bölgesi olarak ikiye ayrılır.

Solunum Yolu Epiteli

Solunum yolları astarı, ciğerlere girmeden önce sistemden geçerken havayı ısıtır, nemlendirir ve temizler. Özel hücreler bu işlevleri kolaylaştırır. Solunum yolunda, epitelyum çok tabakalı görünümünü veren bir hücre yığını olan solunum mukozaya yerleştirilir. Bununla birlikte, her hücre bazal membrana eklenir. Ancak, bir pseudostratified sütunlu epitel örneği olarak, her hücre, çekirdeğin farklı seviyelerde olmasına sebep olan lümene ulaşmaz.

Silindirik Epitel

Yüzey epitel hücrelerinin uzunlukları genişliklerinden fazla olduğu için sütun görünümündedirler. Bu şekil katmanın düzeninden kaynaklanır, pratikte bir önemi yoktur. Bununla birlikte, apikal membrandaki değişiklikler (lümene veya yüzeye bakan kısım) solunum sistemi için çok önemli bir rol oynamaktadır.

Hücre zarı uzantıları, lümene tüy olarak uzanır. Tabanda (bazal gövde) hücre iskeletine demirleyen ve tüyün ana gövdesi olarak serbestçe dışarıya doğru uzanan mikrotübüllerden (sitoskeletal polimer) oluşan bir çekirdeğe sahiptirler.

Tüy ve Kıl Arasındaki Fark Nedir?

Tüyler genellikle kıllarla karıştırılır ama moleküler organizasyonda ve ölçekte tamamen farklıdır (kıllar hücrelerden oluşur ve tüy tek bir hücrede yüzlerce oluşur).

Mikrotübül ilişkili proteinler (MAP'ler) kullanılarak, dinein ve neksin, mikrotübüllerin çekirdeği birbirine destek yapılabilir ve cilianın bükülmesine neden olabilir. Dinein, ATP gerektiren bükme döngüsünü tamamladığında, ortaya çıkan gevşeme ve geri sekme doğada oldukça elastik olan neksin tarafından oluşturulur. Bu aktif bükme ve geri tepme, siliyeri ileri geri dalgalandırır ve yüzey materyalini hareket ettirebilen bir akım oluşturur. Bir araya geldiğinde, solunum sisteminin tüm sütunlu hücreleri, materyali hareket ettirmek için beraber atar. Parçacıklı malzemeyi tutan yapışkan bir madde bu harekete yardımcı olur. Böylece daha verimli bir şekilde taşınabilir.

Goblet Hücreler

Bunlar kalın, yapışkan bir mukus üreten sindirim sisteminde bulunan hücrelerle aynıdır. Solunum sisteminde mukus, havadaki parçacıkları kapmak için bir toz tutucu gibi davranır, böylece daha verimli bir şekilde yukarı doğru ve sonunda solunum sisteminin dışına taşınabilir.

Burun

Burun boşluğu, ağız gibi, havanın vücuda girebildiği, iki yoldan biridir. Hava burun deliklerinden (dış burun delikleri) geçer ve nazal septum nedeniyle sağda ya da sol tarafta kalır. Boşluklara giren hava önce partiküllerin temizlenme sürecine başladığı solunum yolu epiteli ile karşılaşır. Ayrıca hava ısınır ve nemlenir. Bu işlemlerin hepsinde azami etkinliği sağlamak için burun boşluğunun

duvarları, burun boşluğunun içine yönelen ve solunum yolunda ilerlemeden önce havanın işlenebileceği yüzey alanı genişleten birkaç büyük kıvrıma sahiptir.

Hava daha sonra burun boşluğunun arkasına doğru ve boğazın üst kısmına (farenks/yutak) giden dar geçişlerden (iç burunlar) geçerek hareket eder. Bu nazofarenks, burun boşluklarını ağız boşluğunun arkasındaki orofarinksle birleştirir.

Farenks ve Larenks

Genellikle boğaz ve ses kutusu olarak adlandırılan farenks (yutak) ve larenks (gırtlak) sırasıyla solunum borusunun başlangıcını işaret eder ve sıvı ve katı materyalin solunum yollarına çekilmesini önler. Bu alan aynı zamanda seslendirme için gerekli yapıları (ses) da içerir.

Nazofarenks ve/veya orofarinksten gelen hava aşağıya larengofarenksa doğru hareket eder. Bu kısım epiglottis (küçük dil) sayesinde sıvı ve partiküler maddelerden korunur. Hava, epiglottis etrafında yolunu kolayca bulur ve larenks içine geçer.

Larenks içerisinde, geçiş yolunun ve kasların yanal bölümleri üzerindeki bağ dokusu rafları, hava aralarında hareket ederken titreşen ayarlanabilir kordonlar oluşturarak sesi ortaya çıkarır. En üstteki kıvrımlar (raflar veya akorlar) daha alttaki daha hassas akorlara koruyucu bir şemsiye sağlamak için yapı olarak daha kalın ve daha büyüktürler. Bunlara vestibüler kıvrımlar denir ve vokal kıvrımları (vokal akorları) korurlar.

Bu narin, ince bağ dokusu rafları, larengeal açıklık boyunca uzanır ve titreşen akorlardan çıkan sesin eğimini değiştiren daha büyük veya daha küçük bir açıklık sağlamak için gergin veya gevşek olur. Bu bölgedeki kıvrımlara yanal olan vokalis kası, bu gerilimi akorlar üzerine yönlendirir.

Trake ve Bronş Ağacı

Trake (genelde nefes borusu olarak adlandırılır), tüm havanın akciğerlere giriş ve çıkışı için tek geçiştir. Özofagusun (yemek boru-

su) hemen altındadır ve bazıları akciğer dokusunun dışında ama çoğunluğu içerde olmak üzere birkaç dala ayrılır. Her daldan geçiş yolu oldukça dardır ve boruların duvarları, çıkılmaz bir hale gelene ve hava ile kan arasında gaz değiş tokuşuna sebep olana kadar gittikçe daha fazla incelir.

Trake gövde uzunluğu boyunca aralıklı kıkırdak halkalardan oluşur. Bu tamamlanmamış, C şeklindeki halkalar özellikle nefes alındığında, düşük basınç nedeniyle iyi desteklenmeyen bir borunun kendi üzerine çökmesi ihtimaline karşı trakeye destek sağlar.

Bronş ağacının (dallanmış hava geçişleri) ilk dalları akciğer dokusunun dışındadır (akciğer dışı). Bu bölünme ile sağ ve sol ana bronş oluşur. Sağ akciğerin üç, sol akciğerin iki lobu olması nedeniyle sağ tarafa daha fazla hava akımı gereklidir, bu nedenle sağ bronşun çapı sola göre daha büyüktür.

Ana bronşlar, akciğer dokusunda bölünerek birinci intrapulmoner (akciğer içi) bronşları işaret eden ikincil bronşları oluşturur. Sağ bronş, her biri sağ akciğerde bir loba giden ve üç ikincil bronşa ayrılır ve sol bronş, sol akciğerin her bir lobu için iki ikincil bronşa ayrılır.

Üçüncü bronşlar, ağaçta oluşan ve bronkopulmoner segment olarak adlandırılan akciğer dokusunun ayrık ve izole edilmiş bir bölümüne hava sağlayan bir sonraki dallardır. Bağ dokusu septaları bu bölgeleri akciğerlerin diğer bölümlerinden ayırır. Kendi vasküler tedarikleri ve solunum yolları ile tamamen bağımsızdırlar. Sağ tarafta, akciğerler lobları arasında eşitsiz bir biçimde bölünen 10 ve her lob, her biri dört segmente bölünerek 8 segment bulunur.

Bronşların bu üç seviyesi, geçitlerin bronşçuklara dönüştüğü bir sonraki dallara ayrılma düzeni ile sonuçlanır. Bronşçukların çapı bronştan çok daha küçüktür ve bronşların kıkırdak halkaları ya da plaklarından yoksundur. Düz kas tabakaları, otonom sinir sisteminin gerektirdiği şekilde sıkışmasını veya genişlemesini sağlamak

için çapları giderek küçülen bronşçukların etrafına sarılır. Üçüncü bronştan, iletim bölgesinin sonuna gelene kadar (havanın vücudun içinden geçtiği alana kadar) yaklaşık 17 dallanmış sıra devam eder ve solunum bölgesi (gaz değişimi gerçekleşir) başlar.

Terminal bronşçuk iletken bölgenin son bölümünü (bu nedenle terminal denir) işaret eder. Bu geçiş yollarının çapları çok ince olup sadece bir veya iki düz kas tabakası mevcuttur.

Akciğerler

Bu önemli organları oluşturan doku asıl yapıdan daha boş alana sahiptir. Bronşçuk ağacı, kan damarlarını ve sinirleri çıkarınca, geri kalan aşırı gözenekli bir süngere benzer. Bu ince duvarlı ve gözenekli alan, hava ile kan arasında gaz alışverişi olabilen solunum bölgesinin büyüklüğünü gösterir.

Solunum Bölgesi

Hava terminal bronşçuklardan, solunum bronşçukları olarak adlandırılan solunum bölgesinin ilk kısmına geçer. Bunların histolojik tanımı genellikle zordur çünkü yapıları alveollerin varlığı dışında terminal bronşçuk ile aynıdır. Bunlar akciğerler için solunum bölgesinin sonunu gösteren milyonlarca küçük kabarcıklardır. Yassı epitel hücrelerden oluşan ve yaklaşık 0,5 µm çapa (mikrometre veya metrenin binde biri) sahip bu yapılar gaz alışverişi alanını işaret eder.

Akciğerde Kaç Alveol Bulunur?

Akciğerde 300-500 milyon arası alveol vardır. Bilim insanları, bu milyonlarca alveolün gaz değişimi için yaklaşık 30-50 metre yüzey alanı oluşturduğunu tahmin ediyor. Bu da, yaklaşık olarak standart bir tenis kortu büyüklüğündedir.

Solunum bronşçuklarını takip eden hava, alveolar kanala girer. Bu ince duvarlı geçitler daha çok alveoller tarafından belirlenir. Bununla birlikte, bu kanaldan dışarı çıkıntı yapan alveollerin açıklıkları, bu alanlara giren havayı düzenlemek için hücresel bir sfinkter oluşturan tek bir düz kas hücresine sahiptir. Bunlar, alveol kanalının yanal cephesi üzerinde bulunan düğmeler gibi görülür.

Sonunda, hava, bir salkım üzüme benzeyen ve alveol kese diye adlandırılan bir alveol demetinin içine girer. Hava kesenin ortak atriumundan, bağlı alveollerin herhangi birine geçer ve böylece gaz alışverişi mümkün olabilir. Bitişik alveoller arasında, tüm alveollerin hava basıncının korunmasına yardımcı olmak için alveol kesesinin bir parçası olan küçük birer delik veya gözenek bulunur. Bunlar, alveolar gözenekleri veya Kohn gözenekleri olarak tanımlanır.

NEFES ALIP VERME VE GAZ ALIŞVERİŞİ

Aldığın Her Nefes

Akciğerlerin içine veya dışına hava iten aktif mekanizma genellikle bir aspirasyon pompası olarak adlandırılır. İnsanlarda pompa akciğerler değil göğüs boşluğudur.

Torasik ve Plevral Boşluk

Bu düzeni göstermek ve göğüs boşluğunu tanımlamak için vücudun dışından başlamak ve içeri doğru ilerlemek en kolay yöntemdir. Dış taraftan bakınca, insan gövdesini oluşturan ilk tabaka, deri ve kaslardır. Ardından, nefes alıp vermeye yardımcı olan genişleyen ve büzülen göğüs kafesi gelir (aşağıda detaylı bir biçimde anlatılmıştır).

Göğüs kafesini kaplayan ve plevral boşluğun (akciğer zarı – akciğerlerin iki plevrası arasındaki potansiyel boşluk) dış sınırını oluşturan, parietal plevra (karın zarının plevral boşluğu) adı verilen ince bir mezotel (iç zar) katmanıdır. Bu mezotelyum tabakası yalnızca plevral boşluğu kapatmaz; akciğerlere baskı yapan, az sürtünmeli ve yapışkan olmayan bir yüzey oluşturur.

Akciğer dokusunun yüzeyinde bulunan bir diğer mezotelyum tabakası visseral plevradır. Bu iki mezotel katman birbirine bitişik olarak intraplevral boşluk oluşturulur. İntraplevral boşluktaki hava basıncı her zaman akciğerlerdeki basınca göre biraz daha düşüktür (intrapulmoner basınç). Bu nedenle, visseral plevra her zaman parietal plevraya baskı yapar ve ikisi arasında bulunan tüm boşluğu ortadan kaldırır. Bu, sadece plevranın hasar görmesi ve basıncın dengelenmesi durumunda var olan bir "potansiyel alan" oluşturur.

Sözcüğün Anatomisi

Pnömotoraks

Pnömotoraks, vücut duvarında oluşan hasarın (ve parietal plevrada), intraplevral basıncın atmosfer basıncıyla dengelenmesine ve akciğerlerin plevral duvardan uzaklaşmasına (çöküşe) neden olan bir durumdur.

Plevral boşluk temelde akciğerleri çevreleyen, normal şartlar altında hava almayan veya kaybetmeyen izole bir boşluktur. Bu boşluk içinde akciğerlerin iç kısmı, dış ortamla bronş ağacı yoluyla serbestçe hava alışverişi sağlayabilir. Havanın akciğerlere girmesini sağlamak için intrapulmoner basınç atmosferik basıncın altında olmalıdır. Havanın akciğerlerden çıkmasını sağlamak içinse, intrapulmoner basınç atmosferik basıncın üzerinde olmalıdır.

Nefes Alma

Akciğer dokusu kaslı değildir ve bu nedenle kendiliğinden genişleyip daralmaz. Ventilasyon (hava verme) işini yönlendiren pompa, göğüs boşluğunda kaslardan oluşan bir birikimdir. Göğüs boşluğunu genişletip daraltarak, intraplevral basınç düşürülür veya artırılır. Göğüs boşluğu genişlediğinde, intraplevral boşluk içindeki basınç azalır ve akciğerler genişler. Göğüs boşluğu daraldığında, intraplevral boşluk içindeki basınç artar ve akciğerler daralır.

Ventilasyon ile ilgili temel kaslardan biri diyaframdır. Bu kubbe şeklindeki kas otonom kontrolü altındadır (ancak istemli olarak kontrol edilebilir) ve torasik ve plevral boşlukların alt sınırını oluşturur. Gevşediğinde, diyaframın üst kubbe kısmı, göğüs boşluğunun içine, yukarı doğru çıkıntı yapar. Kasıldığında, diyafram yassılaşır ve aşağıya doğru hareket eder, bu da göğüs boşluğunun hacmini artırır.

Bunun dışında, kaburgalar arasındaki iki kas takımından biri (dış interkostallar) de kasılır. Bu kuvvet göğüs kafesinin yukarı

doğru dayanmasına neden olur ve böylece göğüs boşluğunu yanal olarak genişletir. Bu eylemlerin her ikisi de akciğerleri genişletmek için gerekli olan düşük basıncı oluşturur ve böylece bir nefes alma sırasında havayı akciğerlere çeker.

Solunum hızlarının arttığı aktivite dönemlerinde solunum daha derin ve daha hızlıdır ve ek kas desteğine ihtiyacı vardır. Bu destek, göğüs kafesinin üst kısmına bağlı sternokleidomastoid, parasternal kaslar ve skalenlerden oluşan çeşitli aksesuar kaslardan gelir.

Nefes Verme

Nefes alma ile karşılaştırıldığında nefes verme basit ve edilgendir. Nefes aldıktan sonra göğüs boşluğunun hacmini azaltmak için nefes alma görevine katılan tüm kaslar rahatlar ve yerçekiminin kaburga kafesini aşağı doğru çekmesine izin verir. Nefes aldıktan sonra diyafram normal kubbe şekline geri döner ve göğüs boşluğunu daha fazla daraltır, bu da akciğerler içinde yüksek basınç oluşmasına neden olur. Böylelikle hava dışarı doğru itilir.

Aktif nefes almada olduğu gibi aktif nefes vermede de ek bir kas yardımına ihtiyaç duyulur. İçsel interkostallar, dışa olanlara farklı bir düzendedir, böylece kasıldıklarında kaburga kafesin daha hızlı inmesine ve daha kuvvetli nefes verilmesine yardımcı olurlar.

Solunum sürecinin bu noktasında, gazlar solunum membranı boyunca hareket eder (dağılma yoluyla) ve vücuda girmek veya çıkmak için kan ögeleriyle etkileşime girer.

Kan-Hava Bariyeri

Hava ve kan hiçbir şekilde doğal yollardan karışmaz, ancak gazların dağılımının etkin ve etkili bir şekilde gerçekleşmesi için birbirlerine yakın olmalıdırlar. Bu nedenle her alveol, gaz değişimine izin veren tek kan damarları olan kılcal damarlar içerir. Alveollerin astar hücreleri ve kılcal damarların endotel hücreleri birlikte ince kan-hava bariyeri oluşturur.

Bu hücreler alveollerde, kılcal endotel hücrelere çok benzer bir şekilde düzleşir ve tip I pnömositler (tek katlı yassı epitel) olarak adlandırılır. Alveol seviyesinde mevcut olan diğer bir hücre tipi, tip II pnömositlerdir (ayrıca büyük alveolar hücreler olarak da adlandırılır). Bunlar, alveollerin lümenine çıkıntı yapan büyük yuvarlak hücrelerdir. Gaz alışverişine yardımcı olmazlar, daha ziyade alveolleri açık tutmaya yardımcı olan yüzey aktif madde (sürfaktan) üretirler. 0,5 mikrometre çapında suyun yüzey gerilimi kuvveti, alveolleri kendi içlerine doğru çökertmek için yeterlidir. Ancak, fosfolipid bakımından zengin yüzey aktif madde, su molekülleri ile etkileşime girerken aynı zamanda hidrofobik zincirler diğer su moleküllerini de belli mesafelerde tutar. Böylece, alveolleri açık tutmak için gereken basınç, yüzey aktif madde ile tamamen ortadan kaldırılır.

Dış Solunum

Dış solunum, gazlar ve konumlarını ifade eder. Bu durumda dış hava akciğerlerin içine, alveol derinlerine çekilir. Bununla birlikte, hava hâlâ kan gaz alışverişi yapması gereken atmosferik ya da "dış" havadır.

Gazların hareketi tamamen difüzyon ile sağlanır. Bu nedenle, kandaki gazların basıncına karşı havadaki basınç difüzyon yönünü belirler. Alveol içinde, O_2'nin kısmi basıncı yaklaşık 105 mm Hg iken kanda (sadece damarlarda geri dönen) 40 mmHg değerindeki en düşük basıncına sahiptir. Bu, O_2'nin alveollerden kana difüzyonunu sağlar. Buna karşılık, alveoldeki CO_2 basıncı 40 mmHg olup, bu değer kandakinden (46 mm Hg) daha düşüktür. Bu da CO_2'yi kandan, bir sonraki nefes verme ile vücudun dışına atılan alveollere doğru iter.

İç Solunum

İç solunum sırasında gazlar dokulara ve hücrelere aktarılır. Doku seviyesinde, basınç eşitsizlikleri, oksijeni kandan ve dokulardan

çıkarır ve CO_2, hücrelerden kana geri döner. Dış solunum sırasında akciğerlerde meydana gelen yön tersine olsa da, hareket yönü hâlâ yüksek basınçtan düşük basınca doğrudur.

Gaz Taşımacılığı

Kana karışan gazların bazıları sıvı plazmada kalırken, birçoğu bağlanıp taşınır (oksijenden hemoglobine) veya işlenebilir ve başka bir formda taşınabilir (CO_2, bikarbonat iyona dönüşür).

Oksijen

İnsan vücudunun tamamında kırmızı kan hücreleri O_2 için ana ulaşım yoludur. Oksijen, kırmızı kan hücresine dağılır ve daha büyük protein olan hemoglobindeki heme grubu tarafından tutulmuş bir demir atomuna bağlanır. Akciğerlerde deoksihemoglobin (oksijensiz hemoglobin) oksijene bağlanır ve oksihemoglobine dönüşür, böylelikle vücuda taşınır. Atmosfer koşullarında hemoglobin, hemoglobin moleküllerinin yüzde 97'sinin oksihemoglobin olduğu bir yerde bulunur. Aslında, hemoglobinin oksijen sevgisi o kadar fazladır ki, havadaki oksijenin kısmi basıncı 100 mmHg'dan 60 mmHg'ye düşse bile hemoglobin yaklaşık yüzde 90 doygun kalır.

İç solunumda, oksijen gradyanı hemoglobine olan bu ilgiyi aşar ve difüzyon yoluyla kandaki dokulara boşalır. Normal aktivite için oksijenin yaklaşık yüzde 20-22'si dokulara boşaltılır. Bu ilk başta atık gibi görünebilir, ancak aslında bir korumadır. Ağır egzersiz koşullarında, yüzde 80 oksijen dokulara boşaltılabilir.

Karbondioksit

Deoksihemoglobinin bir kısmının CO_2'ye bağlanıp karbaminohemoglobine dönüşmesine rağmen bu, kanda taşınan CO_2'nin küçük bir kısmını oluşturur. CO_2'nin çoğunluğu (%70), kan dolaşımında plazmada çözünen bikarbonat iyonları olarak taşınır.

Karbondioksit difüzyon yoluyla, kan dolaşımına daha sonra da kırmızı kan hücresine girer. İç solunum sırasında doku seviyesinde olan gibi yüksek CO_2 seviyeleri durumunda, karbonik anhidraz, CO_2'nin hızlıca ve kendiliğinden hidrojen ve bikarbonat iyonlarına ayrışan karbonik aside dönüşmesini kolaylaştırır. H^+ iyonlarından bazıları hemoglobine bağlanırken diğerleri plazma içine taşınır ve kan pH'ında düşüşe neden olurlar. Bikarbonat iyonları ayrıca klor kayması adı verilen bir süreçle hücrenin dışına taşınır. Bu işlem sırasında, bikarbonat taşınmasıyla oluşan yük farkını telafi etmek için klorür iyonu içeri doğru taşınırken, bikarbonat dışa doğru hareket eder.

Kan akciğerlere döndüğünde ve dış solunum sırasında bu işlemin tamamı tersine döner.

SOLUNUM HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Durup Biraz Soluklanamadığında

Kan ile akciğerler arasında gaz alışverişi verimliliğini ve kolaylığını azaltan herhangi bir sorun, vücudun tüm sistemlerini zarara uğratacaktır. Hastalık ve enfeksiyonlar bazen, zatürree ve bronşit gibi geçici solunum zorluklarına neden olabilir. Diğer hastalıklar daha uzun sürelidir ve tedavi edilemez.

Sözcüğün Anatomisi

Hipoksi

Hipoksi, kandaki düşük oksijen seviyesidir. Bu durumu telafi etmek için solunum ve kalp hızının artmasını sağlar. Ancak bu daha fazla enerji ve daha fazla oksijen gerektirir ve normal bir fizyolojik fonksiyon seviyesi olarak sürdürülemez.

Solunum Güçlüğü Sendromu

Solunum güçlüğü sendromu (RDS), yeni doğanlarda, özellikle prematüre bebeklerde, yüzey aktif maddenin (sürfaktan) yetersiz üretimi nedeniyle oluşur. Tip II pnömositler normal şartlarda, alveolleri açık ve fonksiyonel tutmak için gebeliğin son birkaç haftasında, önemli miktarda sürfaktan üretmeye başlarlar. Eğer bebekler çok erken doğarlarsa, sürfaktan seviyeleri optimal olmadan, alveoller açık kalamaz ve dış solunum gövdesinin oluştuğu solunum bölgesinin bu seviyesini çok daha az miktarda hava doldurur.

RDS Nasıl Tedavi Edilir?

Solunum güçlüğü sendromu olan bebekleri tedavi etmede olabildiğince çok alveol açabilmek için bebeğin solunum yolu ve akciğerlerine eksojen (yapay) sürfaktan uygulanır. Bu, bebeğin kendi vücudu yeterli miktarda sürfaktan üretene kadar devam eder.

Astım

Astım nefes almayı zorlaştıran kronik bir obstrüktif bozukluktur. Alerjik veya iltihaplı bağışıklık mediatörleri tarafından tetiklenen bronşiollerin düz kasları, spazmodik olarak ve istemsizce kasılır ve havanın akciğerlere akışını azaltır. Hırıltılı solunum ve nefes darlığı oluşur, ancak solunum yolundaki beta 2 adrenerjik reseptörleri bloke ederek bu durumu tersine çevirebilir, böylelikle bronşiolleri genişleten bir otonom sinir sistemi tepkisini taklit etmiş olur.

Anfizem

Amfizem, özellikle alveollerin akciğer dokusunun geri döndürülemez biçimde tahrip olmasıdır. Tip I pnömositlerin ölümüne ve bağ dokusu hücreleri (yara dokusu) ile değişimine neden olan çevresel veya herhangi bir başka hasar, akciğer dokusunun etkinliğini azaltır. Belirtiler diğer solunum bozukluklarına benzerdir ancak astımdan farklı olarak geri döndürülemez ve kalıcıdır.

Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH)

KOAH solunumu zorlaştıran obstrüktif bir hastalıktır. Hastalığın, batılı kültürlerde giderek artan sayıda insanın sigara içmesinin bir sonucu olduğu iddia ediliyor (sigara dünya çapında KOAH'nın bir numaralı nedeni). Bu hastalık, bir astım ve amfizem kombinasyonudur. Öncelikle duman sebebiyle akciğer tahrişi başlar, bağışıklık tepkisi ve iltihaplanma meydana gelir. Akciğer dokusunun duman

içindeki sert kimyasallara maruz kalması kronik inflamasyon ve refleks bronkospazm tepkisi ile sonuçlanır.

Bununla birlikte, astımdan farklı olarak, solunum yollarındaki bu sıkışmalar, geri döndürülemez ve kalıcıdır. Çevresel stres faktörleri yok edilmezse, düşük hava akımı alveoler doku hasarına (amfizem) yol açar. Astımsı biçimde düşmüş hava akımı amfizem ile bir araya geldiğinde KOAH'ta meydana gelen tedavi edilmesi son derece zor, ana problemleri oluşturur.

Kistik Fibröz

Kistik fibröz, öncelikle akciğerleri etkileyen genetik bir hastalıktır fakat aynı zamanda pankreas ve böbrekler gibi vücudun diğer organlarını da etkiler. Bu organlarda kalın, yapışkan bir mukus oluşur. Akciğerlerde olduğunda mukus nefes almayı zorlaştırır, etkin gaz değişimini engeller ve akciğer hasarına neden olur. İyileşme ihtimali yoktur, tedavi ise akciğer enfeksiyonlarının önlenmesi, mukusun gevşetilmesi ve giderilmesi üzerine odaklanmaktadır. Bu hastalığı olan bireylerin yaşam beklentisi son yıllarda artmış olmakla birlikte, hastalık halen yaşamı tehdit eder durumdur.

ENDOKRİN SİSTEM

Hormonlar Nasıl Ürer?

Endokrin sistem insan vücudundaki metabolizma, üreme, büyüme ve aktivite seviyesi dahil ancak bunlarla sınırlı olmayan birçok fonksiyonu kontrol eder.

Hormonlar

Endokrin sistemin kimyasal aracıları topluca hormonlar olarak adlandırılır ve dolaşım sistemi aracılığıyla vücuda dağıtılır. Fizyolojik bir tepkinin yoğunluğu, üretilen hormon konsantrasyonuna ve uygun dokuların hücre yüzeyinde beliren reseptör yoğunluğuna bağlıdır. Örneğin, yüksek bir hormon seviyesine bile bağlanacak reseptörler mevcut değilse, hücresel tepki başlatılmaz.

Hormon Tam Olarak Nedir?

Kanda taşınan ve hücresel bir tepkiye neden olan herhangi bir madde bir hormon olarak adlandırılabilir.

Aminoasit Türevleri

Genellikle protein üretmek için kullanılan bireysel aminoasitler, hormonlar gibi biyolojik olarak önemli moleküllere dönüşebilir. Katekolaminler adı verilen bir grup hormonun başlangıç maddesi olan tirozin aminoasit için durum böyle. Fenilalanin aminoasit tirozine dönüşür ve tirozin, bir çeşit katekolamin olan dopamine daha fazla işlenebilir. Dopamin, meydana geldiği yere ve ne şekilde nakledildiğine bağlı olarak bir hormon veya bir nörotransmitter olarak işlev görür.

Dopaminin Fonksiyonu Nedir?

Dopamin beyinde, ödül ve haz ile ilişkili ruh halinin yanı sıra motor kontrolü için de önem arz eder. Sinir sisteminin dışında dopamin, başka bir katekolamin olan noradrenalin için güçlü bir damar açıcı ve düzenleyicidir.

Tirozin işleminden bir sonraki aşamada, dopamin, önemli bir vücut hormonu olan epinefrine (adrenalin) dönüşmeden önce noradrenaline dönüşür. Ayrıca, tirozin, tiroid hücreleri tarafından, tirosin veya triiodotironin olmak üzere, iyot içeren farklı bir formda işlenebilir.

Triptofan, hormon haline getirilebilen başka bir aminoasittir. Pineal bezde serotonin ve melatonin triptofandan elde edilir ve diurnal (uyku/uyanıklık) döngülerinde rol oynar.

Proteinler

En büyük moleküler hormon grupları protein hormonlarıdır. Bunların birçoğu, hipofiz bezinde (ana endokrin bez) oluşur ve böbreklerde su tutmadan (antidiüretik hormon, ADH), tiroit hormonu salgısı (tiroid uyarıcı hormon, TSH) ve çoğalmaya (luteinize edici hormon, LH; folikül uyarıcı hormon, FSH) kadar tüm fonksiyonları kontrol altında tutar.

Pankreas adacık hücreleri de kan akışındaki karbonhidrat seviyesini düzenleyen insülin ve glukagon gibi protein hormonları üretir ve salgılarlar. Diğer protein hormonları, (kalsitonin ve parathormon) kan dolaşımındaki kalsiyum seviyesini düzenler.

Steroidler

Kolesteroller çoğunlukla olumsuz bir ışık altında görülse de onlar olmasa insan vücudunda steroid hormonlar olmayacaktı. Kolesterol, üzerine steroid hormonlarının dayandığı başlangıç madde-

sidir. Bunlar, insan üremesinde görev yapan testosteron, östrojen ve progesteron hormonlarıdır. Kortizol (kortizon), adrenal (böbreküstü) bezde oluşan ve özellikle kan dolaşımında karbonhidrat salınımı gibi metabolizmanın birçok işlevinde yer alan, diğer bir steroid hormondur.

Hipofiz Bezi

Pitofiz (hipofiz), insan vücudunun ana düzenleyici bezidir. Bu endokrin bez, diğer bezlerden diğer endokrin hormonların salınmasına yol açan kan dolaşımına hormonlar üretir ve salgılar.

Hipofiz bezi beynin tabanında bulunur ve hipotalamustan daha aşağı olan bir sapla (hipofiz sapı) asılı durur. Yalnızca bir bezelye büyüklüğünde olan hipofiz, tamamen farklı embriyolojik dokulardan elde edilen iki lobdan oluşur.

Ön Hipofiz Bezi

Ön hipofiz bezi (pars distalis ve adenohypofiz olarak da adlandırılır) embriyonik kaynağı nedeniyle bez epiteline benzemektedir. Hipofiz hücreleri kromofiller olarak adlandırılır ve şunları içerir:

1. Ön hipofiz bezinde en bol hücre türü olan asidofiller. Bu hücreler, salgıladıkları hormonlara göre daha alt bölümlere ayrılır:
   - Somatotropinler büyüme hormonu somatotropini üretirler.
   - Mammotroplar prolaktin salgılarlar. Oksitosin hipofiz hormonu tarafından harekete geçirilen bu hormon süt verme döneminin yanı sıra meme bezi gelişimini de destekler.

2. Bazofillerin alt bölümleri:
   - Adrenokortikotropik hormon (ACTH) üreten kortikotroflar. Bu hormon, adrenal (böbreküstü) bezdeki kortikal hücreleri, diğer endokrin hormonları serbest bırakması için ha-

rekete geçirir. Bir başka bazofil hücre tipi olan tirotroplar, tiroid uyarıcı hormonu (TSH, tirotropin) üretir ve salgılarlar. İsminden de anlaşılacağı gibi bu hormon, tiroid hormonları olan tiroksin ve triiodotironin üretimini ve salımını uyarır.

- Bazofilin son türü, folikül uyarıcı hormon (FSH) ve lüteinleştiren hormon (LH) üreten gonadotropinlerdir. Kadınlarda bu hormonlar yumurtalık foliküllerinin olgunlaşmasına, olgun bir folikülün yumurtlamasına ve gebeliğin sonunda meme laktasyonuna (emzirme) yol açar. Erkeklerde ise FSH sperm kök hücrelerinin (spermatosit) gelişimini sağlar ve LH, testis hücrelerini uyararak testosteron üretir.

Posterior (Arka) Hipofiz

Hipofiz bezinin bu kısmı glandüler (bezel) değildir. Aslında, pituisitler (posterior hipofiz hücreleri) nöroglia hücrelere çok benzer. Bu doku, embriyonik önbeyin dokudan elde edilir ve bu hücreler, aksonları hipotalamustan hipofiz bezin arka lobuna uzanan nöronları destekler.

Hipotalamusta üretilen hormonlar, hipofiz sapından taşınır ve posterior hipofiz bezde son bulurlar. Burada akson terminallerde Herring organları adı verilen granüller halinde depolanırlar.

Posterior hipofiz tarafından salınan hipotalamik hormonlar, antidiüretik hormon (ADH) ve oksitosin içerir. Düşük kan basıncı algılanması durumunda ADH (vasopressin) salgılanır.

Tiroid Bezi

Tiroid bezi, larenksin (gırtlak) altında ve ventral olarak yerleştirilmiş iki loblu bir endokrin bezdir. Çoğu zaman, iki lob trake orta çizgisi boyunca tiroid dokusunda dar bir şerit (istmus) ile birleştirilir. Buna ek olarak, popülasyonun yaklaşık yarısı, orta hat istmustan yukarı larenkse doğru doğru çıkıntı yapan bir loba (piramidal lob) sahiptir.

Tiroid dokusu, hücrenin dışında bir tiroid hücre küresi (foliküler hücreler) ile sınırlı kolloid halinde depolanan hormon havuzları ve dengeleyici proteinler şeklinde düzenlenir. Tiroidin temel birimi, tiroid folikülü oluştururlar. Foliküler hücrelerin işlevi, hipofizden elde edilmiş TSH ile tiroid hücrelerinin uyarılma durumuna göre tiroid hormonlarını üretmek, depolamak ve salıvermektir.

Foliküler hücreler tiroid hormon üretimine tiroglobulin adı verilen bir baz glikoprotein ile başlarlar. Bu protein aminoasit tirozin açısından zengindir. Hücreler, tirozin üzerine iyot eklerler.

Triyodotirozin (T_3) ve tiroksin (T_4), tiroid folikülünün merkezinde bulunan koloidden toplanır ve öncelikle karbonhidrat metabolizmasını, kalp atış hızını, iştahı ve solunumu artırma işlevi görür. Aynı zamanda, kolesterol ve trigliseridlerin üretimini düşürür ve vücut ağırlığının azaltılmasına yardımcı olurlar.

Tiroid foliküler hücrelerine ek olarak, diğer hücreler foliküllerin hemen çevresinde bulunur. Bu hücreler küp şeklindeki foliküler hücrelere göre daha büyük, daha yuvarlak hücrelerin birleşimi olarak görülür. Bunlar parafoliküler hücrelerdir. Parafoliküler hücreler, kemik geri emilimini inhibe eden bir hormon olan kalsitonin üretir ve salgılarlar; böylece kemiğin matrisinde daha fazla kalsiyum depolanır ve kan dolaşımında bulunan serbest dolaşımdaki kalsiyum seviyelerini azaltır. Parafoliküler hücrelere C hücreleri denir.

Paratiroid Bezi

Tiroid bezinin her lobunun arka kısmında bulunan paratiroid bezleri dört küme halindedir (sağ ve sol lobların üst ve alt bölümleri). Bu bezin birincil hücresi baş hücredir. Endokrin doğası gereği, kan kalsiyum düzeylerini artıran parathormon (PTH) üreten baş hücrelerdir. Bunu, kemik geri emilimini uyararak, idrarda kalsiyum kaybını önleyerek ve böbreklerdeki D vitamini üretimini artırarak yapar.

Adrenal (Böbreküstü) Bezler

En çok stresli koşullar altında ürettiği adrenalin ile bilinen adrenal bez, her böbreğin üst kısmında bir kapak olarak konumlanmıştır. Bu bez genellikle böbreküstü bezi olarak anılır. Bezin korteks adı verilen dış kısmı ve medulla adı verilen bir iç kısmı vardır. Adrenal bezi kütlesinin yaklaşık yüzde 80-90'ını oluşturan dış korteks ayrı ve işlevsel olarak birbirinden farklı 3 bölgeye ayrılır:

- **Zona glomerulosa:** Korteks tabakalarının en dış kısmı zona glomerulosa'dır. Hücreleri küresel yapıdadır. Bu hücrelerin temel işlevi, aldosteron gibi mineralokortikoidlerin üretilmesidir. Aldosteron salgılandığında, böbrek tübüllerinde daha fazla sodyum emilimine ve potasyum salgılanmasına sebep olur. Sonuç suyun muhafazası ve idrar hacminde azalmadır.
- **Zona fasciculata:** Orta korteks tabaka, sitoplazması ona süngerimsi görünümünü veren keseciklerle dolu hücre dizilerinden oluşur. Bu hücrelere spongiosit denir ve kortizol gibi glukokortikoidler üretirler. Bu hormonlar genel metabolizmayı kontrol eder ve hem anabolik (yapım) hem de katabolik (yıkım) etkiler gösterirler.
- **Zona retikülaris:** En küçük tabaka ve adrenal medullaya bitişik olan bölgedir. Bu hücreler hafif erkekleştirici etki yapan androjenler üretirler.

Medulla neredeyse tamamen büyük küresel kromaffin hücreleri ile doludur ve adrenalin (epinefrin) üretimi alanıdır. Bu, kromafin hücreleri salgılananın büyük kısmını oluştururken, salgılarının yaklaşık yüzde 15'i, tirozini adrenaline dönüştürmek için gerekli olan norepinefrindir.

Pankreas Adacıklar

Pankreasa ait ekzokrin hücrelerle çevrili endokrin hücre adalarına benzediği için böyle adlandırılan pankreatik adacık hücrele-

ri metabolizma, sindirim ve pankreatik işlevle ilişkili hormonlar üretir.

- Adacıklardaki alfa hücreleri, düşük kan şekeri seviyeleri tespit edildiğinde salgılanan bir hormon olan glukagon üretir. Bu hormon, glikojen glikolizine ve kan akışına glikoz ilavesi ile sonuçlanır ve böylece kan şekeri seviyeleri yükselir.
- Beta hücreleri insülin üreten hücrelerdir. Bu pankreas endokrin hormonu, glukagon düşmanıdır ve yüksek kan şekeri seviyeleri tespit edildiğinde salgılanır. Buna karşılık, hücreler kandaki glikozu çıkarır, glikozu glikojen olarak polimerize eder ve hücrelerarası olacak biçimde depolarlar. Karaciğer ve kas hücreleri, bu tür karbonhidrat depolamada oldukça ustadır.
- Delta hücreleri somatostatin (büyüme engelleyici hormon) üretir. Adından da anlaşılacağı üzere işi, büyümeyi teşvik eden diğer endokrin hormon salgılarını düzenlemek ve böylece insanlarda büyüme sürecini yavaşlatmak veya durdurmaktır.
- Gamma hücreleri, protein açısından zengin bir yemekten sonra ve oruç veya egzersiz sonrası uyarılır. Bu aktiviteler kan şekeri seviyesinin düşmesine ve hücrelerin pankreatik polipeptit (PP) salgılamasına neden olur. Bu hormon pankreası düzenler, karaciğerdeki glikojen depolarını etkiler ve sindirim kanalını uyarır.
- Son olarak epsilon hücreleri, açlık hissettiğinizde, mide boşaldığında ghrelin hormonu salgılarlar.

Epifiz Bezi

Bu küçük çam kozalağı şeklindeki bez, epitalamus bölgesinde, beyin yarıkürelerinin merkezine yakın konumda bulunur. Uyku döngüleri ve sirkadiyen ritimleri (24 saatlik ritimler) kontrol ettiği bilinen melatoninin üretimine katılır.

ENDOKRİN SİSTEM HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Hormonlar Düzgün Çalışmadığında

Hormonlar insan vücudunun neredeyse her fonksiyonunu kontrol ettiği için oluşum ve dağılımlarında ortaya çıkan herhangi bir problem ciddi sonuçlar doğurmaktadır. Aşağıda, endokrin sisteme ilişkin sorunların, özellikle de hipofiz bezinden kaynaklanan birkaç problemin listesi bulunmaktadır.

Endokrin sistemi hastalıkları öncelikle hormonların aşırı ya da yetersiz üretilmesi veya bezler üzerindeki tümörler ile ilgilidir.

En Yaygın Endokrin Bozukluk Nedir?

Diabetes mellitus (şeker hastalığı) en sık görülen endokrin bozukluktur. Yaklaşık olarak 30 milyon insan bu hastalığı taşıyor.

Jigantizm ve Akromegali

Bu koşulların her ikisi aşırı aktif bir hipofiz bezi veya hiperpituitarizmden kaynaklanır. Hormon üretimindeki bu artış, özellikle büyümeyle ilgili hormonlarda, insan vücudunun tamamında daha büyük boyutlara sebep olan abartılı özelliklere (jigantizm) veya izole olmuş büyük vücut parçalarına (akromegali) neden olur.

Bir insanın ömrü boyunca, doğuştan veya gelişimsel bir düzensizlik nedeniyle büyüme hormonunun aşırı üremesine neden olan hipofiz bezi aktif durumdaysa, o kişi jigantizm (devlik) özellikleri gösterir. Bununla birlikte, ergenlik sonrasında hipofiz hiperaktif hale gelirse, özellikle de uzun kemiklerin büyüme plakaları kemikleştiğinde, vücudun yalnızca bu büyüyebilen kısımları boyutta artış gösterir. Bu evrede hastalık akromegali olarak adlandırılır ve

el, ayaklar, alt çene ve alnı kapsayan vücut bölümlerinde aşırı büyüme görülür.

Graves Hastalığı

Aşırı aktif bir hipofizin jigantizme neden olması gibi, aşırı aktif bir tiroid bezi de Graves hastalığına neden olur. Bu otoimmün hastalık tiroid boyutunun iki katına çıkmasına (guatr), hipertiroidiye ve tiroid hormonları tarafından kontrol edilen fizyolojik aktivitelerde artışa neden olur. Graves hastalığına yakalanmış bireylerde hipertansiyon (artan kalp atış hızından kaynaklanır), uykusuzluk hastalığı, kilo kaybı (artan metabolizma nedeniyle) ve aşırı yorgunluk ve kas güçsüzlüğü olur. Bununla birlikte, Graves hastalığının en klasik işareti göz çıkıklığıdır (egzoftalmi).

Diyabet

Şeker hastalığı (diabetes mellitus), insülin üretim eksikliği veya insülin reseptörlerinin salgılanan insülini algılama ve yanıt verme yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. Moleküler bozukluk ne olursa olsun, fizyolojik sonuç kandaki şeker seviyesini düşürmede yetersizlik olur. Kan glikoz seviyeleri arttıkça (hiperglisemi), glukoz idrarla atılır (glikozür) ve sonunda bireyi bilinçsiz hale getirecek seviyelere yükselir. Şeker hastalığının semptomları, kilo kaybı ve iştah artışı gibi hipertiroidizmde görülenlerden farklı değildir. Bununla birlikte, daha sık idrara çıkma ve idrar hacmi artışı diabetes mellitus'u herhangi bir tiroid durumundan ayırır. Bireyin bu hastalıkla baş edebilmesinin yolları, manuel insülin uygulamasıyla beraber kan şekeri düzeylerinin yakından izlenmesidir.

Diabetus İndipus

Şeker hastalığı olarak adlandırılmasına rağmen (Yunanca "sifon" anlamına gelen) bu durumun glikoz veya karbonhidrat seviyeleri ile ilgisi yoktur. Bununla birlikte, her iki koşul da artan miktarda

idrarın üretilmesine yol açar, dolayısıyla adına diyabet denir. Diabetus insipidus (şekersiz diyabet), hipofiz bezinde ADH reseptörleri üretilememesi veya böbrek tübüllerindeki ADH reseptörlerinin ADH'yi algılamada ve tepki vermede başarısız olmasıdır. ADH olmadan suyun yeniden emilimi düzenlenemez. Bu, bol miktarda seyreltilmiş idrar üretimine yol açar. Genellikle, bir kişi günde yaklaşık 1,5 litre idrar üretir. Bununla birlikte, DI hastası olan bir kişi günde 3 litreden fazla ve muhtemelen 15 litreye kadar idrar üretir.

Hipertiroid ve Hipotiroid

Hipertiroid, tiroitte üretilen hormon tiroksininin aşırı üretilmesidir. Kilo alınamamasına yol açar. Hipotiroid ise, hormonun az üretimi, kilo verememe durumudur.

BOŞALTIM SİSTEMİ YAPISI

Gitmen Gerektiğinde

Üriner (Boşaltım) sistemin başlıca işlevi, toksinleri kan plazmasından uzaklaştırmak ve idrar halinde vücuttan atmaktır. Böbrekler bunu günlük olarak yaparken, kandan büyük miktarda (günde yaklaşık 180 litre) plazma süzer. Bu süzme işleminden kalan yaklaşık 1,5 litre sıvı, idrar olarak vücuttan atılır.

Üretilen idrar hacmine karşı tutulan sıvıya bağlı olarak böbrekler de, vücudun akışkan hacmini değiştirerek kan basıncını düzenleme işlevi görürler. Ayrıca, böbrekler süzülen maddeden gerekli tüm bileşenleri tekrar emer ve kan dolaşımına geri döndürür. Bu elementler arasında proteinler ve karbonhidratlar (glikoz) bulunur. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda, böbrekler aslında toksin atmada küçük, ancak önemli bir rol oynayan muhafız organlardır.

Böbrekler

Çift taraflı böbrekler karın alt bel bölgesinde bulunan fasulye biçiminde organlardır. Her ikisi de tek bir böbrek arterinden kan tedarik eder ve tek bir böbrek toplardamarı kanı alt ana toplardamara geri gönderir. Böbrek fonksiyonu için sürekli bir kan akışı gereklidir çünkü idrar üretimi, plazmanın modifiye edildiği, konsantre olduğu ve idrarla atıldığı böbrek tübüllerine giren süzülmüş kan plazmasıyla başlar.

Anatomi

Böbrek, vücudun orta hattına bakan bir girinti (hilum) ve karın boşluğunun ikinci kısmına bakan bir dışbükey yüzeye sahiptir. Hilumda, idrarı böbrekten mesaneye aktaran boru olan üreter gibi kan damarları girer ve çıkar. Birey vücuda hizmet eden iki böb-

rekten birini kaybetse de geri kalan tek organ hayatta kalmak için yeterli olur.

Kan Akışı

Böbrek, adrenal bez gibi organlarınkine çok benzeyen, bir dış korteks ve bir iç medulla halinde düzenlenir. Böbrek atardamarından, interlobar arterler medulla boyunca dallanır ve yukarı doğru, medulla ve korteks sınırına ulaştığı yere kadar uzanır. Bu noktada (jukstamedallar bölge), kavisli arterler dallanır ve böbreğin dışbükey eğriliğini taklit eden bu bölgenin eğriliğini izler. Kavisli arterden dikey dallar interlobüler arterler halinde yukarıya kortekse doğru uzanırlar. Burada, afferent glomerüler arteriyoller denilen dallar, kanın plazmasından süzülüp idrar üretiminin başladığı glomerülüs olarak adlandırılan kılcal damar yumağına kan akışı sağlar.

Tipik bir dolaşım sisteminde venüller kılcal damarları takip ederken, böbrekte efferent glomerül arteriol, glomerülün kılcal damarlarını takip eder. Böbreklerin tüm hücreleri için iç solunum uygulayan peritubular kılcal damar ağını sağlar. Bu, vena recta (düz venüller) yoluyla kortekse doğru yukarı dönmeden önce arteria recta (düz arteriyoller) olarak ilk önce aşağıya medullaya doğru giden damarların düz uzantıları olarak böbrek korteks bölgesinde başlar. Bu iki düz damar, böbreklerin vaza rektal bileşenini oluşturur ve iki düz damar arasındaki peritubüler kılcal damarlara uzanır, bu nedenle arteriolden venüle dönüşür.

Venöz kan, böbreklerden arteryal eşlerini (kavisli damarlar, interlobüler damarlar ve böbrek damarı) yansıtan kanları uzaklaştıran kalan damarlar ile artık interlobüler bir damara boşaltılmış durumdadır.

Böbrek Piramitleri

Böbreğin iç kısmı böbrek piramitleri olarak adlandırılan birimler halinde bölünür. Aslında, böbrek tübülleri ve hücreleri, her biri

tepe noktası aşağı doğru hiluma bakacak biçimde üçgen şeklinde düzenlenir. Böylelikle, idrar üretildiğinde, idrar yoluyla böbrekten ayrılan bu tek noktaya boru biçiminde uzanmış olur. 10-12 piramidin her biri kendi uçlarına gelince (renal papilla) biter ve idrarını küçük kalyuk adı verilen huni şeklindeki üç borudan ilkine boşaltır. Birkaç küçük kaliks, daha sonra tek bir büyük boru olan, idrarı, idrar yoluna akıtan renal pelvis tarafından boşaltılan 3-5 büyük kaliks içine boşaltır.

Nefron

Plazmadan alınan süzüntüyü idrara nakleden ve değiştiren ağ boruları, yavaş yavaş böbreklerin korteks ve medulla yoluna ilerler. Tübüllerin başlangıcında glomerüler kılcal damarları çevreleyen ve damarları terk ettiği sırada tübüllere girerken süzülmüş plazmayı yakalayan bir kapsül bulunur.

Glomerülüs, kan plazmasının bir nefronun başlangıç alanından çıktığı ve girdiği kılcal damar kümesidir. Bowman kapsülü süzülen sıvıyı (glomerüler kapsül), kapsülün iç tabakası (iç organ tabakası) ile dış tabakası (paryetal tabaka) arasındaki boşlukta yakalamak için glomerülü çevreler. Bu düzenlemeyi, yumruğunuzu diğer elinizin avucuna koyup parmaklarınızla yumruğu kaplayarak anlayabilirsiniz. Yumruk glomerülüse ve yumruğu kaplayan el ve parmaklarınız ise Bowman kapsülüne benzer. Glomerülüs ve ona bitişik kapsül beraber böbrek cisimciği olarak adlandırılır ve sadece böbreğin korteksinde bulunur.

Glomerüler süzüntü, Bowman boşluğundan ve böbrek cisimciğinin idrar torbasındaki proksimal kıvrımlı tübülün (PCT) başlangıcına akacaktır. Nefronun bu kısmı böbrek cisimciği gibi böbrek korteksi ile de sınırlandırılmıştır. PCT içerisindeki hücreler, gerekli materyalin süzülen maddeden kan dolaşımına geri emilme işlemine başlamaları için çok uygundur. Normal fizyolojik koşullar altında tüm glikoz ve tüm proteinler, süzüntünün boru ağının bir sonraki bölümüne girdiği aşamada yeniden emilir.

Buna ek olarak süzüntüdeki sodyum klorür (NaCl) ve suyun yüzde 65'i PCT'de aktif ve tutarlı şekilde yeniden emilir. Tuz ozmotik bir basınç üreten ve süzüntüden PCT hücreleri vasıtasıyla su çeken bir hipertonik ortam (daha fazla çözünen konsantrasyon) yaratır.

Filtrasyon (Süzüntü) ve Reabsorpsiyon (Geri Emilim) Arasındaki Fark Nedir?

Filtreleme, maddelerin kan akışını bıraktığı süreçtir. Emilim (yeniden emilim) ise malzemeleri kan dolaşımına geri gönderme işlemidir.

Orta Döngü

PCT'den sonra, modifiye edilmiş filtrat, ara döngü (Henle kulpu) olarak adlandırılan medüller bir döngünün ilk bölümünde korteksten aşağı medullaya inmeye başlar. Buna orta döngü denir çünkü PCT ile nefronun bir sonraki kortikal kısmı olan distal kıvrımlı tübül (DCT) arasındadır. Döngünün ilk kısmı PCT'ye aittir ve dolayısıyla döngünün kalın inen kolu olarak adlandırılır. Bu bölgeden, tuz ve suyun yüzde yirmilik bir kısmı daha PCT ile aynı mekanizmaları kullanarak yeniden emilmektedir. Bu noktada, günde üretilen 180 L filtrattan 27 L, filtrasyonda kalır; bunun da, hormonal kontrol altında elimine edilen yaklaşık 1,5 L idrarı geri emilebilir.

Medulla'nın daha derini, inen ince kol ve bir kıvrımı izleyerek yükselen ince bir kol olarak ifade edilebilecek çok daha dar bir döngü kesitidir. Bu bölgeler aktif bir şekilde su geri emilimine katılırlar. Bir sonraki boru şeklindeki bölüme histolojik ve kısmen işlevsel olarak benzeyen döngünün yükselen kalın bir bölümünü takip eden süzüntü, DCT'ye girer.

Böbrek cisimciği ve PCT gibi, DCT de böbrek korteksinde bulunur ve nefronun daha önceki bölgeleri boyunca işlenmiş süzüntü-

leri taşır. Bu bölge, suyun yeniden emilmesi için çok az şey yapar. Bununla birlikte, idrarın asit-baz dengesinde önemli bir rol oynar ve böylece kanın pH'ını etkilenir.

Nefronun son segmenti olan DCT'den ayrıldıktan sonra süzüntü, daha büyük bir çapa sahip bir toplama kanalına girer. Birkaç nefron, süzüntüyü bir toplama kanalı içine boşaltır ve süzüntü (ve idrarın) böbrek pelvisine ve idrar yoluna akıtma işlemine başlar. Süzüntü toplama kanalı altına doğru ilerledikçe çapı, piramitlerden birinin böbrek papillerine yaklaştıkça yavaş yavaş artar. Kanallar artık papiller kanallar (bellini kanalları olarak da adlandırılır) olarak adlandırılır ve papilladan ayrılır; papillanın cribrosa bölgesi yoluyla küçük bir kalis alana girer.

Toplama Kanalı Nefronun Bir Parçası mı?

Nefronun bir parçası olmasa da, nefron ile birlikte bir toplama kanalı böbreğin fonksiyonel birimi olarak kabul edilir ve uriniferous tubule olarak adlandırılır.

İdrar Yolu

Bu kas borusu (3-4 mm çapında) böbreği mesaneye bağlar. Sindirim kanalında olduğu gibi, üreterin düz kasları idrarı mesaneye doğru itmek için peristaltik hareketlerde spazmodik olarak daralmaktadır. Bu, idrar yolundan geçen böbrek taşlarının farkına varıldığı yerdir. İdrar yolu astarı, geçiş alanı idrarla dolduğunda uzayabilen geçişken epitel olmasına rağmen çoğu taşın serbestçe geçmesi gereken düzeye kadar genişleyemez.

Mesane

İdrar kesesi, idrar yolu vasıtasıyla her iki böbrekten de idrar alır ve yaklaşık 500 ml ila 1 L idrar saklayabilir. Mesane astarı, düz kasın altındaki katmanların topluca detrusor kası olarak adlandırılmasının

yanı sıra idrar yolundaki ile aynı uyumlu geçişken epiteldir. Bu katmanlar otonomik sinir sistemi kontrolü altındadır ve uzatıldığında idrar yapmak için (miktasyon) refleks olarak kasılırlar.

Mesanenin alt tepesinde idrarın mesaneden vücudun dışına iletildiği idrar yolu üretra açıklığı bulunur. İdrarın üretra içine sızmasını önleyen iç üretral sfinkter burada bulunur. Üretra alt pelvisin perineal kasından geçerken, iskelet kası dış üretral sfinkteri oluşturur.

Üretra

Kadınlarda erkeklerdekinden çok daha kısa olan bu idrar kanalı, idrar yolundan daha düz kaslıdır ve mesane yakınlarındaki geçişken epitelden dış üretral delik (üretranın bitimindeki açıklık) yanındaki çok katlı yassı epitele (deri benzeri) geçiş yapar.

BOŞALTIM SİSTEMİ FONKSİYONLARI, HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

İdrar Üretimindeki Derimsi Şey ve Bununla İlgili Sorunlar

İdrar üretimi, plazma glomerülden ayrılıp Bowman alanına girdiğinde başlar. Materyaller nefron ve toplama kanalı boyunca, süzüntüden çıkarılır (tekrar emilir) veya gerekli materyali muhafaza etmek, fazlalığı elemek, kan seviyelerini dengelemek ve toksinleri atmak için boru şeklindeki hücreler (salgılama) yoluyla süzüntüye eklenir.

İdrar Üretimi

İdrar üretimi, kan plazmasının üriner sistemden süzülmesinden sonra ortaya çıkar. Bu işlemin gerçekleştirilebilmesi için birtakım özel kanallar gereklidir.

Glomerüler Filtrasyon Nedir?

Glomerüler filtrasyon (süzüntü) genellikle kanda bulunan plazma ile aynı olmadığı için ultrafiltrat olarak adlandırılır. Aslında, plazma Bowman alanına girmeden önce üç filtreleme mekanizmasından geçer.

Glomerüler Kılcallar

Glomerüler kılcal damarlar, fenestrasyonlu bir kılcal damar türüdür. Bu, materyallerin önce hücrenin içine dağılıp sonra dışarıda diğer tarafa dağılmak yerine, kan dolaşımının daha kolay çıkarılması için endotel hücre içindeki gözenek boyunca geçebileceği anlamına gelir. Bu gözenekler yaklaşık 70-90 nm (nanometre) çapındadır. Sadece KKH'ler, BKH'ler ve trombositler gibi unsurlar kan damarlarında tutularak plazma, bu fenestradan serbestçe akabilir.

Bazal Lamina

Her bir epitel hücrenin tabanında, bazal lamina adı verilen zengin bir moleküler katman bulunur. Bazal lamina iki bölgeye ayrılır. Hücre bazal zarının hemen bitişiği, lamina rara olarak adlandırılan daha az yoğun bir bölümdür. Laminin ve fibronektin gibi yapışkan glikoproteinlerin çok olması hücrelerin bu hücre dışı temele bağlanacağı bağlantı noktaları sağlar. Ayrıca heparan sülfat proteoglikanları lamina rara'da bulunur. Bunlar uzun doğrusal protein çekirdeklerinden oluşur. Glikozaminoglikanlar adı verilen disakkaritler polimerleri bu çekirdeklere bağlanır. Bu karmaşıklık esas olarak, süzüntü haline geldiğinde plazmadan gelen pozitif yüklü materyali yakalamak için bu katmanda yüksek bir sülfat konsantrasyonunu (negatif yüklü) lokalize etmek içindir. Bu nedenle, lamina rara süzüntü oluşumunda bir iyonik filtreleme adımı sunar. Ayrıca, bu tabaka glomerülüse bitişik olduğu için daha spesifik olarak lamina rara interna olarak adlandırılır.

Bu tabakanın altında çok daha kalın ve daha koyu renkli lamina densa bulunur. Rara ile kıyaslandığında bu tabakanın daha yoğun olması, bir balık ağına benzeyen bir ağ örgüsü gibi düzenlenmiş olan tip IV kollajenin varlığına bağlıdır. Birlikte dokunduğunda, karşıt kolajen molekülleri arasındaki boşluklar, malzemelerin 69 kDa'dan (kilodaltonlar) daha küçük bir alana geçişini kısıtlar ve bir ölçü filtrasyon adımı oluşturur. Bir diğer lamina rara olan üçüncü kat, lamina densanın altındadır, ancak dış epitel tabakasına bitişiktir. Buna lamina rara externa denir. Lamina rara interna ile aynı bileşenlerden oluşur.

Kilodalton Nedir?

Bir kilodalton 1000 daltondur. 1 dalton atomik ya da moleküler (çok minik) bir ölçektir. Bir hidrojen atomu 1 daltonluk bir kütleye sahiptir.

Bowman Kapsülünün İç Yüzey Katmanı

Bu tabakanın hücreleri glomerüler kılcal damarların her halkasına sıkı sıkıya yapışır ve süzüntünün geçmesi için fonksiyonel bir bariyer (filtre) yaratır. Bu tabakayı oluşturan modifiye epitel hücrelerine, podositler denir (pod ayak anlamındadır), çünkü kılcal döngüleri tamamen kaplayan kapsamlı ve karmaşık hücresel işlevlere sahiptirler. Podositler su içmek için ellerinizi bir araya getirerek parmaklarınızı birbirine yapıştırmanıza benzer bir şekilde birbirine kenetlenirler. Bunu yaptığınızda, parmaklar arasında hâlâ suyun sızabileceği bir boşluk vardır. Bu filtrasyon yarıkları, böbrek cisimciğindeki üçüncü filtrasyon adımının bir bölümünü oluşturur. Bu yarıklar arasında, materyalin Bowman alanına geçişini düzenlemek için bir membran uzanır.

Karşıakım Çarpanı

Orta döngüde, böbreğin medulasında süzülen maddedeki suyun osmozunu takip eden kesintisiz bir tuz geri emilimi döngüsü oluşturulur. Su, yükselen kolda meydana gelen Na'nın (ve Cl'nin pasif dağılımı nedeniyle) aktif pompalanmasına bağlı olarak inmekte olan kol seviyesinde yeniden emilir.

Sodyum-potasyum pompaları, Na^+'yı aktif olarak interstisyum (doku çevrimini çevreleyen) içine taşır ve Na^+ kaybını telafi etmek için K^+ süzülen maddeye pompalanır (salgılanır). Klorür Na^+'nın elektrostatik çekimini izler ve medullar interstitiyuma yayılır ve Na^+ ile birleşir. Yükselen kolun suyu geçirgen olmadığına dikkat etmek önemlidir, bu nedenle süzüntü tuzla daha az konsantre hale gelir ki bu da onu hipotonik yapar.

Yükselen kol NaCl interstisyumda biriktikçe, medullanın daha derin seviyeleri ve inen koldaki süzüntü daha hipertonik (1200-1400 mOsm) hale gelir. Döngünün bu bölgesinde ilave Na^+/K^+ pompası yok ancak inen kol suya geçirgen olup, suyun interstitiyuma yeniden absorbe edilmesine izin verir. Bu, filtratın giderek

daha fazla hipertonik (döngü tabanında 1400 mOsm) olmasına neden olur.

Tuz ve su böbrek medullasına geri emildikçe, vasa rekta ve peritubular kılcal damarlar aşırı tuz ve suyun alınması ve kan dolaşımına geri dönülmesinden sorumludur. Eğer bu materyal çıkarılamasa, böbreklerin tuz konsantrasyon seviyesine fazla ulaşması ve daha fazla artması mümkün olmaz ve böylelikle onları kapatırdı. Bu nedenle, böbrekten gelen tuz ve suyun çıkarılması, bu materyallerin filtrattan çıkarılması kadar önemlidir, böylece döngü devam edebilir.

Toplayıcı Sistem

Çözeltilerin medullar interstitiyum içine aktif (ve pasif) hareketleri ve suyun vasa rekta tarafından uzaklaştırılması nedeniyle, toplama kanalı içindeki süzüntü plazmadan bile daha seyreltiktir (yani, hipotoniktir). Toplama kanallarının kalikslere giden yol üzerinde medullar boyunca ilerlediğini ve tuz bakımından zengin bir ortam olan orta döngüden su çeken hipertonik ile karşılaştığını unutmayın.

Bu noktada, orijinal süzüntünün son 27 L'si esas olarak antidiüretik hormondan (ADH) hormonal kontrol altındadır. Su, toplama kanalı hücrelerinin (ana hücreler) plazma zarındaki sukropinleri (özellikle suyun pasif hareketine izin veren protein kanalları) aracılığıyla toplama kanalından çıkabilir. ADH, membranlarda artan sukafin sayısına ve dolayısıyla suyun daha fazla emilimine neden olur. Bununla birlikte, dehidrasyon sırasında bile, ADH, interstisyel sıvının üzerinde daha fazla konsantre idrara neden olamaz.

Günde En Az Üretilen İdrar Miktarı Nedir?

Böbrekler ciddi dehidrasyon karşısında bile günde en az 400 ml idrar üretir. Buna zorunlu su kaybı denir. Bu hacim, atıkları kandan uzaklaştırmak için gereklidir.

Makula Densa

Yükselen döngü medulladan kortekse geri döndüğünde, DCT'ye geçer ve hemen kendi böbrek cisimciğinin vasküler kutbundan (glomerüler arteriollerin giriş ve çıkış noktası) geçirir. Glomerülüsün yanındaki bu bölgede, DCT hücreleri birlikte makula densa'ya sıkıştırılır (tam çevirisi "karanlık nokta"). Bu özel hücreler, sodyum ve klorür konsantrasyonunu ve dolayısıyla kan basıncını izler. Örneğin, azaltılmış kan basıncı, makula densa'da sodyum ve klorür iyonlarının konsantrasyonunda azalmaya neden olur. Bunun nedeni glomerülün filtrasyonunun azalmasıdır. Buna karşılık, makula densa hücreleri, proliferatif olarak arteryalleri astarlayan granülatik jukstaglomerüler (JG) hücreleri tetikleyen prostaglandinleri salgılarlar ve enzim renini kan dolaşımına salarlar ve bu da susuzluk yaratan kimyasal maddelerin üretimini uyarır ve kan damarlarının sıkışmasına, artan tansiyona neden olur. Kan basıncını ve su dengesini düzenleyen bu işleme renin anjiotensinal deosteron sistemi (RAAS) denir.

Makula densa'nın yanında jukstaglomerüler (JG veya granüler) hücreler, jukstaglomerüler aparat olarak adlandırılanlara katkıda bulunurlar.

Elektrolit Denge

İnsan vücudundaki herhangi bir sistemin homeostatik dengesinde olduğu gibi, bir bölgedeki değişiklikler veya bir element konsantrasyonu bir diğerinde ciddi etkilere neden olabilir. Bu nedenle, sodyum ve klorür (suyun korunması için) yeniden emilir ve sodyumun muhafazasını dengelemek için potasyum salgılanırsa, dikkatle düzenlenmezse elektrolitlerde kolayca ve hızla bir dengesizlik ortaya çıkabilir.

Asit-Baz Dengesi

H^+ idrar içine salınabildiğinden, böbrekler uygun kanın ve dolayısıyla vücudun pH'ının korunmasında önemli bir rol oynamakta-

dır. H^+ iyonları glomerüller yoluyla filtrelenir ve DCT'de Na^+ ile bir antiport mekanizması vasıtasıyla süzüntüye salınabilir. Bu durum idrarın hafif asitli yapısını açıklayabilir.

Hastalıklar ve Bozukluklar

Üriner sistemin etkililiğini azaltan herhangi bir durum kan basıncı (düzensiz kan hacmi nedeniyle) ve vücut toksisitesi (atıkların tutulmasından ötürü) üzerinde ciddi etkiler yapabilir ve sonuç olarak böbrek yetmezliğine ve ölüme neden olabilir.

Böbrek Taşları

Böbrekler idrarı aşırı konsantre hale getirirse, bazı mineraller fazlasıyla doymuş hale gelir ve çekirdeklenme yoluyla bir kristal oluşturmaya başlamaları için daha büyük bir şans verir. Bir tohum kristali oluştuğu için, mineraller kristal üzerinde birikir ve çapında artış olur. Renal taş olarak da adlandırılan bu böbrek taşları, eğer kristal boyutu 3 mm'den küçük ise (üreterin ortalama çapı) idrarla geçirilebilir. Bu durumda, taş fark edilmeyebilir. Bununla birlikte, engebeli kenarları olan daha büyük taşlar, idrar basıncı taşı üreterin altına itinceye kadar üreterin içine yerleşebilir. Bu da önemli derecede ağrıya neden olur. İdrarda genellikle üretere ait kan görülür (hematüri). Bir taş güvenle geçemeyecek kadar büyük olursa, taşı bombalamak ve idrar yolundan geçmesi için onu yeterince küçük parçalara bölmek için ses dalgaları kullanılabilir. Bu teknik, litotripsi olarak adlandırılır (lito, "taş" anlamına gelen Yunanca sözcükten türetilmiştir). Taşı daha küçük parçalara bölmek için kullanılan diğer bir teknik ise, lazer ışınını doğrudan taş üzerine odaklayan lazer kateterizasyonudur.

Nefrit

Nefrit böbreklerde, genellikle enfeksiyonun neden olduğu bir iltihaptır. Diğer nedenler, böbreklerin toksik ajanlara maruz kalma

oranının artması veya böbrek fonksiyonlarını azaltan bir otoimmün reaksiyon olabilir. Tipik olarak, hastada idrarda azalmış idrar üretimi, muhtemelen idrarda kanama (hasar görmüş böbrek cisimcikleri nedeniyle) ve kanda az miktarda azotlu atık(üremi) birikimi görülür. Vücut enfeksiyonları seyrek olmasa da ve bu enfeksiyonların çoğu hayatı tehdit edici nitelikte düşünülmese de, nefrit ciddi bir hastalıktır ve dünya genelinde insan ölümü nedeni olarak ilk sekiz hastalık arasında yer alır.

İdrar Yolu Enfeksiyonu

Üriner sistemin herhangi bir enfeksiyonu idrar yolu enfeksiyonu (İYE) olarak adlandırılabilir. Üst idrar yollarındaki enfeksiyonlar, alt istasyonlardan çok daha ciddidir. En yaygın neden olarak sindirim kanalı bakterilerinden (E. coli) kaynaklanan enfeksiyon, idrar yolunda başlar ve bakteriler çoğaldığında idrar yolundan yukarı doğru uzanır. İYE semptomları bunlarla sınırlı değildir:

- Ağrılı idrar yapma (dizüri)
- İdrarda fazla sayıda bakteriye bağlı bulutlu idrar
- Artan baskı hissi
- İdrara çıkma sıklığında artış

Daha düşük bir İYE için antibiyotikler ve sıvı alımı artışı (bakterileri üriner sistemden temizlemek için idrar üretiminin artmasını sağlama) en yaygın tedavi yöntemleridir.

ERKEK ÜREME SİSTEMİ

Bebek Yapma, Bölüm 1

Herhangi bir organizmanın esas amacı, üremek ve türlerin oluşmasını sağlamak için yeteri kadar uzun süre hayatta kalmaktır. İnsanların çoğalması için bir sperm hücresinin dişi üreme sistemine girmesi ve bir yumurtayı döllemesi gerekir. Böylece yeni bir hayat yaratılmış olur.

Testisler

Testisler dişi yumurtalıklarıyla benzer şekilde spermin oluştuğu yerdir. Aynı zamanda genital kanalların başladığı yerdir.

Anatomi

Erkek pelvisin perinesinden (bacak arası) asılı bilateral (iki taraflı) testisler skrotum adı verilen deri ile kaplıdır. Skrotum testis için sadece bir kılıftan daha fazla işlev görür; Skrotum ve altındaki ince kaslar, toplanıp pelvise daha fazla çekilerek (testisleri ısıtmak için) veya rahatlayıp vücuttan uzaklaşmasına izin vererek (testislerin sıcaklığını düşürmek için) testislerin sıcaklıklarını düzenler.

Skrotumun derisinin altında, tunika albuginea adı verilen her iki testisi saran yoğun bir bağ dokusu kapsülü bulunur. Bu bağ dokusu ayrıca mediastinum testis oluşturmak için testislerin arka kısmında birikir. Bu noktadan itibaren, dokuyu loblara bölmek için testis boyunca bağ dokusu septaları yayılır. Bölünmüş her lob, spermin yanı sıra sperm germ hücrelerinin geliştiği bölgeler olan 1-4 seminifer tübülleri içerir.

Hücreler

Germ hücrelere ilaveten, daha büyük vücut kılları, daha ağır kemik yapısı ve kas kitlesi, kadınlara kıyasla daha düşük vücut yağı yüz-

desi ve erkek genital gelişimini içeren ikincil erkek cinsiyet özelliklerinin korunmasının yanı sıra testislerde spermatozoa üretiminde önemli rol oynayan iki büyük hücre tipi bulunur.

Sertoli hücreleri (hemşire hücreler) seminifer tübüller boyunca bulunur ve gelişmekte olan spermleri korumak ve devamını sağlamak için çalışırlar. Sperm germ hücreleri mayoz hücre bölünmeleri ve genetik rekombinasyona (birleşme) maruz kaldıklarından, ortaya çıkan sperm üretildikleri erkekten genetik ve immünolojik açıdan farklıdır. Sertoli hücreleri bir kan-testis bariyeri oluşturmazsa, yeni oluşan spermatozoa bir bağışıklık tepkisi ortaya çıkarır ve yok olur. Ayrıca, bu hücreler spermleri seminifer tübül lümeni içindeki korunaklı ortamlarında besleyen, fruktoz bakımından zengin bir salgı üretirler.

Seminifer tübüllerin dışında testis interstisyumunda Leydig interstisyel hücreleri bulunur. Bu hücreler doğasında endokrin olup androjen testosteron üretirler.

İntratestiküler Sistem

Spermin testislerden dişi üreme kanalına geçmek için kullandığı yola topluca erkek genital kanalları veya üreme kanalı denir. Sperm seminifer tübüllerde oluştuktan sonra mediastinum testise ve seminifer tübüllerin tubuli recti denilen düz, dar terminal bölümlerine doğru hareket ederler (birebir tercümesi "düz tüpler"-dir).

Bu kısa düz geçitler, spermatozoanın mediastinum testiste (rete testis) bulunan anastomotik (birbirine bağlı) labirentlere geçişine izin verir. Bunlar da spermlerin, genital kanal sisteminin bir sonraki bölümü olan efferent kanallara hareket etmesine izin verir. Spermatozoayı testislerden ekstratestiküler yolun ilk kısmı olan epididimise taşıyan bu kanallardan 10-20 kadar bulunur.

Spermatogenez

Spermatogenez, erkek germ hücrelerini (spermatogonia) serbest, hareketli sperm haline getiren hücresel ve moleküler süreçlerin tümünü kapsayan genel terimdir.

Spermatositogenez

Bu evrede spermatogonia, hem kendilerini çoğaltmak için hem de gelişimsel süreçte birincil spermatosit hücrelerin bir sonraki aşamasını üretmek için bölünür. Spermatogonia, seminifer tübüllere bitişik Sertoli hücreleri arasındaki bazal bölgede yer alırken, birincil spermatosit lümen ve tübülü erkek testislerin geri kalanından ayıran sıkı birleşim kompleksleri vasıtasıyla lümene doğru göç eder.

Şu ana kadar hücre bölünmeleri, mitoz veya hücrelerin klonlanmasıyla gerçekleştirildi. Daha sonraki aşamalarda genetik materyalin yarısı (haploid veya 1N hücreler) olan hücreler üretmek için mayoz bölünme olmak durumunda. Seminifer tübülde görünen başlıca hücreler, spermatogonia (koyu renkli çekirdekli bazal bölgede bulunur) ve primer spermatosit (yoğunlaşmış kromatin nedeniyle daha büyük, kesecikli çekirdek) şeklindedir. Bir sonraki aşama hücresel ara madde, birinci mayozun iki haploid ikincil spermatosite bölünmesiyle oluşturulur. Bu iki hücre, ikinci mayoz bölünme sırasında hızla dört spermata bölünür.

Spermatidogenesis

Spermatidlere bölünme (spermatidogenez) işlemi o kadar hızlı gerçekleşir ki, ikincil spermatositler histolojik bir preparatta genellikle görünmezdir. Mayoz, tek bir ana spermatositi 4 erken evre spermatide dönüştürmek için oluşmuş olsa da, sadece çekirdekler bölünmüştür. Bu 4 yavru hücrenin sitoplazması, sitoplazmik köprüler vasıtasıyla birbirine bağlı kalır.

Spermiyogenez

Sperm oluşumundaki bu son aşama, yuvarlaklaşmış erken evre spermatidlerini geç evre spermatidlere dönüştürür ve bu daha sonra diğer yavru hücrelerden ayrılır ve spermatozoa olarak seminifer tübülün lümenine salınır. Sertoli hücresinden ayrılmadan önce sperm hücrelerinin ve moleküler bileşenlerin hepsini şekillendirmek ve oluşturmak için dört farklı aşama meydana gelir.

Spermiyogenezin ilk aşaması, enzimlerin serbest bırakıldığı ve spermin başının yumurtayla birleşip içine sokulabileceği bir vasıta sağlayan Golgi evresi olarak adlandırılır. Sperm başında bu olurken, karşı tarafta sentriyoller, flagellum (aksonem) üretmek için flagellum çekirdeği içinden de geçen bir mikrotübül organizasyon ünitesi oluşturur.

Bir sonraki aşama başlık aşamasıdır. Bu aşama, tüm granüllerin spermatid çekirdeğinin hemen üstüne doğru hareket ederek akrozomu (akrozomal başlık) oluşturmasıyla başlar. Mitokondri, aynı zamanda, fragellum hareketini yönlendiren ve sperm hücrelerini iten enerjiyi sağlamak için fragellum tabanına taşınır.

Üçüncü aşama, mikrotübüllerin, plazma zarını dışarı doğru itmek ve spermatozoaya hareketlilik sağlayan uzunlamasına yapıyı oluşturmak için uzadığı kuyruk oluşumudur. Bu noktadaki spermatidler, konik kafaları seminifer tübülün lümenine dönük şekilde yönlendirilir.

Nihai olgunlaşma evresi boyunca aşırı sitoplazma dökülür ve spermatidler kardeş hücrelerinden kurtulup bağımsız hücreler oluştururlar. Spermozoalar seminifer tübülün lümeninde iken spermasyon (sperm salınımı) adı verilen bir işlemle kalan diğer sitoplazmalar çıkarılır. Ancak bu noktada, spermatozoa hareketsizdir ve bir yumurta dölleme yeteneğine sahip değildir.

Ekstratestik Üreme Sistemi

Spermatozoa efferent kanalları terk ettikten sonra ekstratestiküler kanallara girerler. Bu kanalların ilk kısmı skrotumda bulunur. Daha

sonraki kısım pelvise yükselen ve idrar yolu ile birleşerek vücuttan çıkmak için alt karına giren spermatik kordondur.

Epididim

Ekstratestiküler kanalın ilk kısmı, spermi depolayan ve sıvıyı tekrar emen epididimdir. Çok sayıda halkadan oluşan bu tüp, bir başa sahiptir ve efferent kanallardan sperm elde eder. Epididimin gövdesi testisin alt kısmında kuyruk oluşturmadan önce, testisin üst kısmından aşağı doğru uzanır. Burası esas olarak spermlerin 2-3 aya kadar depolandığı yerdir. Epididimin epitel hücreleri aynı zamanda üreme sistemi içindeki materyalin tekrar emilimine yardımcı olmak için de uygundur. Lümen içine uzanan uzun hücresel işlemlere stereocilia adı verilir. Stereocilia, maddenin hareketine yardımcı olmaz; bunlar maddenin azami düzeyde yeniden emilimi için hücresel yüzey alanını artırarak işlev gören aşırı derecede uzun mikrovilüdür.

Sperm Kanalı

Sperm kanalı epididimin kuyruk başlangıcından başlayarak spermatik kordondaki skrotumdan yukarı doğru uzanır ve alt pelvisteki bir açıklıktan vücuda girer. Bu, düz kasın aşırı derecede kalın katmanlarından dolayı erkek üreme kanallarının en kalınıdır. Bunlar ejakülasyon sırasında aktif hale gelir ve spermleri erkek üreme kanalı boyunca ve dışarı doğru iten peristaltik kasılmalar meydana getirir.

Ejakülasyon Kanalı

Sperm kanalı idrar yoluna (idrar ve sperm için ortak kanal) yaklaşırken, sperm kesesi olarak bilinen aksesori cinsiyet bezden bir kanal ile birleşir. Bu birleşme meydana geldiğinde, sperm kanalının bu terminal parçası ejakülasyon kanalı olarak yeniden adlandırılır.

İdrar Yolu

Erkek üreme sisteminin son kanalı, idrarı atan idrar yoludur. İdrar, sperm için zararlıdır. Bu nedenle, erkek üreme sisteminin bu bölümü boyunca, spermleri beslemek ve korumak için çeşitli aksesori cinsiyet bezleri bulunur.

Erkek Üreme Sistemi Bezleri

Spermler temelde kromozomların yarı tamamlayıcısı olan bir çekirdek olduğundan –mitokondriyum (flagellar harekete enerji sağlamak) ve ovositin (dişi yumurta) nüfuz etmesi için kullanılan enzimlerin bir torbası (akrozom)– mitokondri için yakıt olarak kullanılacak maddelerin üremesi ve işlenmesi için vasıtaları yoktur. Bunun yerine, bu maddeleri aksesori cinsiyet bezlerinin salgılarından almaları gerekir. Ayrıca, idrar yolunda kalabilecek asidik idrara karşı koruma sağlamak için diğer salgılar çevresini etkisizleştirip tamponlar ve yolun sonuna yaklaşan spermleri erkek üreme sistemi yoluyla korur ve besler.

Sperm Kesesi

Aksesori bezleri, sıvının büyük bir kısmını toplam meni hacminde sağlar (yaklaşık yüzde 70 burada üretilir). Bu salgı maddesi, erkek üreme sisteminin kalan kısmına itilmesini güçlendirecek ve kadın üreme sisteminde özgürce yüzecek olan sperm tarafından kullanılan fruktoz bakımından zengin bir sıvı içerir.

Prostat Bezi

İdrar yolunun ilk kısmı etrafında yer alan prostat bir ceviz büyüklüğündedir. Bu bez, maddeleri esasen alkali nitelikte olan prostatik üretranın içine salgılar ve hem erkek hem de kadın üreme sisteminin asitliğini azaltarak spermin yaşayabilirliğini uzatır. Buna ek olarak, prostat geri kalan meni hacmine büyük katkıda bulunur.

Bulboüretral Bezler

Penisin tabanında ve membranöz/süngerimsi üretral sınır çevresinde bulunan bulboüretral bezler (Cowper bezleri), orgazm başlangıcında atılan ve boşalma sırasında meniyi penisin dışına çıkaran bir yağlama sıvısı üretir.

Dış Genital Organ

Embriyonik ve erken fetal gelişim sırasında, gonadlar (yumurtalıklar ve testisler) ve dış genital bölge erkeklerde ve kadınlarda ayırt edilemez. Erkek veya kadınlarda dış genital organı yapmak için aynı gelişim dokusu kullanılır. Kadınlarda, embriyonik doku açık kalır ve orta hat boyunca birleşmez. Ancak, erkek gelişiminde bu embriyonik doku, erkek hormonların kontrolü altında skrotum ve penise kadar kapanır.

Skrotum

Daha önce de belirtildiği gibi, bu testisleri içine alan ve erkek gonadların sıcaklığını düzenleyen deri bölmesidir. İki testis arasındaki skrotumun orta çizgisi boyunca, embriyonik dokunun bir çuval (testislerin içine indiği) oluşturmak için kaynadığı dikiş olan skrotal rafe adı verilen skrotum uzunluğunda uzanan yükseltilmiş bir çizgi vardır. Ayrıca gonadlar erken gelişim evresinde aynı karın bölgesinde, benzer bir şekilde oluşmaya başlar. Embriyonik dokuyu bir testise dönüştürme süreci tamamlanma aşamasındayken, testisler kasık açıklığından inip skrotuma düşer.

Penis

Erkek cinsel organı penis, deri ile çevrili bir boru ya da bağ dokusu içine sarılı dört tüpten oluşur. İç tüplerden üçü, uyarılma esnasında ereksiyon oluşturmak için hızlı bir biçimde kanla dolabilen dokunun süngerimsi sütunlarıdır. Erektil dokunun bu süngerimsi sütunlarını boşaltan damarlar, ereksiyon sırasında kapanır, boşal-

ma ve orgazmı takiben açılır. Penisin dorsal yüzünde yan yana duran iki büyük sütun corpus cavernosa'dır. Küçük sütun, sadece iki büyük sütunun birleşme yerine ventral olup penil üretra içerir.

Penisin sonu glans penise (penis başı) uzanır. Bu penis başı doğumda derinin (sünnet derisi) bir uzantısı ile örtülüdür. Ereksiyon sırasında penis bu derinin uzantısından dışarı doğru genişleyebilir.

Sünnet Nedir?

Sünnet toplumsal, dini veya estetik nedenlerden dolayı genellikle doğumdan kısa bir süre sonra yapılan penis başındaki deri flepinin (sünnet derisi) cerrahi olarak çıkarılması işlemidir. Sağlık açısından bir fayda gösterdiği konusunda çok az kanıt bulunmuştur.

Erkek Seks Hormonları

İndiferant gonadı ve cinsel organı erkek geçiş yoluna doğru kaydırmak ve bu fizyolojiyi korumak zorunda olan erkek hormonları, normal erkek gelişimi ve fonksiyonu için kritik önem taşır. Embriyonik gelişimin başlangıcında, moleküler ve hücresel geçişleri başlatarak erkek gelişimine neden olan testis belirleyici faktör (TDF) hormonu üretilir.

TDF'nin önemli bir fonksiyonu, erkek cinsel gelişimine devam eden Leydigin interstisyel hücrelerle testosteronu başlatmaktır. Testosteron hormonu, bu faaliyetleri yetişkinlik döneminde sürdürmek için kullanılır. Düşük testosteron seviyeleri (Düşük T), enerji kaybına, vücut yağında artışa ve potansiyel ereksiyon bozukluğuna ve/veya kısırlığa yol açar.

Bununla birlikte, indiferant embriyo dokusu ile erkek genlerini açmak yeterli değildir. Dişi üreme kanalı oluşturmak için kullanılmış olan doku etkisiz hale getirilmelidir. Bu, TDF tarafından tetiklenen hücresel bir olaydır. Bu dişi "kapalı" sinyaline olanak sağlayan

hücreler Sertoli hücreleridir. Bu hücreler kadın üreme gelişimini kapamak için gelişim sürecini değiştiren bir hormon yaparlar. Bu "kapalı" sinyalin ne kadar gerekli olduğu göz önünde bulundurulduğunda, insanlardaki cinsiyet gelişimi için varsayılan yolun dişi olması gerekir (Y kromozomu bu yolu kapatmak ve erkek gelişim mekanizmalarını açmak için mevcut değilse).

ERKEK ÜREME SİSTEMİ HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Seks ve Üreme ile İlgili Sorunlar

Erkek üreme sistemi ve/veya cinsel organla ilgili herhangi bir problem, birey için fizyolojik zorlukların yanı sıra sosyal ve duygusal zorluklar da oluşturabilir. Bu nedenle, üreme becerisiyle ilgili herhangi bir durumu takip eden sağlık uzmanları, aynı zamanda bireyin olduğunu varsaydığı ve/veya karşılaşabileceği zihinsel keder ve toplumsal damga gibi meselelerle de ilgilenmelidirler.

Kriptorşidizm

Testislerin karından skrotuma inmemesi durumu kriptorşidizm olarak adlandırılır. Bu yeni ebeveynler için oldukça endişe verici olmakla birlikte çoğunlukla, yaşamın ilk birkaç ayında kendiliğinden çözülür. Ancak, eğer çözülmezse, orşiopeksi adı verilen bir cerrahi işlemle düzeltilebilir.

Testis Torsiyonu

Yukarda bahsedilen cerrahi prosedür, testis torsiyonu (testis burulması) durumunu gidermek için de kullanılır. Daha önce de açıklandığı gibi sperm kanalının yanı sıra arter, damar ve lenfatik damarlar da spermatik kordonu oluşturur. Testis skrotum içinde dönerse, sperm kanalı kord içerisinde bükülüp örgü hale geldiğinde bu damarlar boğulabilir. Çözülmezse, testise giden kan akışının azalmasıyla testiste doku ölümüne yol açar.

Erkek Kısırlığı

Erkek kısırlığının başlıca nedenleri düşük sperm sayısı ve düşük sperm motilitesidir (hareketlilik). Menide sperm olması yeterli değildir, kadın üreme kanalının sonuna gelen bu spermlerin, yumur-

tayı döllemek için sayısının da yeterli olması gerekir. Birçoğunun, yumurtayı koruyan dış tabakalardan koparılması gerekir ki böylece bir tanesi (yalnızca bir tanesi) döllenebilir. Ayrıca, sperm sayısı yeterli fakat motilitesi düşükse, döllenme için gereken zamanda sayısı da düşer.

Sperm Motilitede (Hareketlilik) Niçin Azalma Gösterebilir?

Sperm şeklindeki veya oluşumundaki kusurlar, hareket etme yeteneklerini azaltır. Yaygın kusurlardan biri iki kuyruğa sahip olan spermdir. Dalgalı hareketleri spermlerin etkili bir şekilde hareket etmesine izin vermez.

Erektil Disfonksiyon

Erektil disfonksiyon (ED) (ereksiyon bozukluğu) çok araştırmanın kaynağı olmuş ve bu sorunun giderilmesine yardımcı olabilecek birçok ilaç ve tedavi yöntemi geliştirilmiştir. Erkekler yaşlandıkça penisteki erektil sütunlarda kanı kapayan ve yakalayan damarların etkililiği daha az olur ve ortaya çıkan ereksiyon cinsel aktivite için yetersiz kalır.

Prostat Kanseri

Prostat bezi kanseri genellikle kadınlardaki meme kanserinin erkek yapısı olarak düşünülür. Erkekler yaşlandıkça prostat normal olarak büyür, idrar torbası ve hatta cinsel işlev bozukluklarına neden olabilir. Bununla birlikte, prostatın hızla büyümesi prostat kanseri hücrelerinin hızlı bölünmesine bağlı olabilir. Genellikle 50 yaş üzerindeki erkeklerde yavaş büyüyen kanser görülür. Dolayısıyla, 40 yaşın üzerindeki erkeklerin yıllık kontrollerin bir parçası olarak dijital rektal muayeneye de başlamaları önerilir.

PSA Kan Testi Kanser Tespitinde Ne Kadar Etkili?

Prostat spesifik antijen (PSA) için yapılan bir kan testi, hekimi, muhtemelen kanserden dolayı, hastanın prostat dokusunda bir artış olduğu konusunda uyarabilir. Ancak PSA testi, saptanan hastalığın hastaların ömrünü uzatmadığını gösteren karışık verilerle birleştirilir. Kuşkusuz, bireyin kanseri gelişim riskinde genetiğin etkisi vardır. Baba, amca, hatta büyükbabada prostat kanseri varsa, bu kanser türünün gelişme riski artar.

KADIN ÜREME SİSTEMİ

Bebek Yapma, Bölüm 2

Bazı gelişim biyolojistleri insan için sadece bir yumurtanın başka bir yumurta yapma yolu olduğunu öne sürmektedir. Bu bağlamda, kadın üreme sistemi yumurtanın yapıldığı araçtır. Ayrıca, spermin yumurtayı döllediği ve döllenmiş yumurtanın bölündüğü, olgunlaştığı ve bağımsız, canlı bir birey haline geldiği bir yerdir.

Yumurtalıklar

Yumurtalıklar, yumurtanın depolanması, gelişmesi, olgunlaşması ve son olarak salıverilmesi için kullanılan organlardır. Bu çift organ, sağ ve sol taraftaki alt karıncık kadranlarında bulunur ve kemik bağ dokusuyla pelvise bağlanır.

Anatomi

Eşleştirilmiş badem şeklinde yumurtalıklar, dış korteks ve iç medulla olarak ikiye ayrılır ve tunica albuginea adı verilen bağ dokusu kapsülü ile örtülüdür.

Gelişimin çeşitli aşamalarında korteks içinde, yumurtalık folikülleri ve stromal hücreler bağ dokusu ağı bulunur. Her bir yumurtalık folikülü bir yumurta öncülü (oogonia) ve gelecekteki yumurtayı çevreleyen destekleyici hücreler (foliküler hücreler) barındırır.

Yumurtalıkların medüllerinde, daha büyük olgunlaşma folikülleri ve dejenerasyon ve regresyonun çeşitli aşamalarında olan önceki döngülerden foliküllerin kalıntıları bulunur.

Foliküller

Foliküller, yumurta (oosit) ve yumurtayı çevreleyen destekleyici hücrelerin temel birimleridir ve yumurtalık içindeki çeşitli gelişim aşamalarında ortaya çıkar.

En bol foliküller ve korteksin çeperinde, kapsülün bitişiğinde bulunanlar, primordial foliküllerdir. Bunlar, primer oositi (yumurta) çevreleyen yassı foliküler hücrelerin tek bir katmanından oluşur. Foliküllerin en küçüğü olan (yaklaşık 25 mm), oosit, hormonlar tarafından uyarıldığında devam eden ve oositin olgunlaşmasını sağlayan bir süreç olan mayozların I. evresinde duraklar.

Folikül gelişiminin bir sonraki aşaması unilaminer (tek tabanlı) primer foliküldür. Adından da anlaşılacağı üzere bu, çok daha büyümüş olan (yaklaşık 100-150 mm) bir oosittir ve diğer foliküler evrelerle kıyaslandığında bu aşamanın asıl karakteristiğini oluşturan küp şeklinde tek bir hücre tabakası ile çevrilidir. Foliküler gelişim boyunca bu hücrelere genellikle granüloza hücreleri denebilir. Primordiyal ve primer foliküller arasındaki bir diğer fark, oosit ve zona pellucida adı verilen granüloza hücreleri arasında yer alan moleküler bir bölgenin oluşumudur. Bu katman, yumurtlamadan sonra bile yumurtayla bağlı kalır ve yumurtayı döllemek için spermin girmesi gereken moleküler bir bariyer oluşturur.

Hâlâ primer bir foliküldür, ancak çoklu granüloza katmanları ile çok katmanlı bir primer folikül, folikül olgunlaşmasının bir sonraki aşamasını işaret eder.

Granüloza hücreleri, hücreler arasındaki boşluklara salgılanan ve katmandaki sıvı dolu alanlara salıverilen bir sıvı üretmeye başlarlar. Bu küçük havuzlar, daha fazla sıvı üretildikçe antrum adı verilen tek bir büyük boşluk oluşana kadar bir araya gelir. Likör folikülü denilen bu sıvı, progesteron gibi hormonları içerir ve tam bir yumurtalık boyutuna gelene kadar folikülün genişlemesinin arkasındaki itici güçtür. Bu, folikülü ve yumurtalık kapsülünü kıran hidrostatik bir basıncın ortaya çıkmasına neden olur (yumurtlama).

Antrum oluştuğunda, zona pellusidanın yanında tek kat bir granüloza hücresi kalır. Buna korona radiata denir. Bu da sperm için bir döllenme bariyeri oluşturur. Diğer granüloza hücreleri (diğer bir deyişle, kümülüs ooforu) korona hücrelerini sarar ve aynı

zamanda yumurtayı, genişleyen folikül için dış bölmeyi oluşturan çevresindeki stromal hücrelere bağlar.

Birkaç folikül gelişimine başlaması için uyarılırken, genellikle sadece tek bir folikül kadın üreme sistemine yumurta bırakma noktasına kadar ilerler. Oosit, zona pellusida ve korona radiata sarmalı, folikülün duvarlarından ayrılır ayrılmaz sıvı içinde serbestçe yüzer ve buna olgun veya Graafian folikül denir. Yumurtalıkta milyonlarca yumurta bulunurken, kadının üreme hayatı boyunca yalnızca yaklaşık 500 yumurta olgunlaşır ve salınır (yumurtlanır). Geriye kalanlar ise bozulur.

Kadın Üreme Sistemi

Kadın üreme sistemi, döllenmeyi ve türün devamını sağlamak için üç önemli fonksiyona olanak sağlar. Birincisi, serbest bırakılan oosit döllenmenin gerçekleştiği bölgenin içine taşınır. Bu, spermlerin göç etmesi gereken bir yol olan ikinci önemli rolü gerektirir. Son olarak, kadın üreme sistemi, nispeten bağımsız olarak hayatta kalabilecek duruma gelene kadar, yeni yaratılan bireyin gelişebileceği güvenli bir sığınak sağlar.

Yumurtalık Tüpleri

Fallop tüpleri olarak da adlandırılan kadın üreme sisteminin bu kısmı, oositi uterusa (rahim) doğru yönlendirir, spermin tüp içinde taşınmasına izin verir ve döllenme için bir yer sağlar. Yumurtalık tüpü uterusa bağlanır ve tüpün gövdesi (istmus) ampullayı oluşturmak için yumurtalığın yakınında genişlerken sağ ve sol tarafta yanal olarak uzanır. Bu genişlemiş bölge, implantasyon ve gebelik oluşumu için başarılı döllenmenin gerçekleşmesi gereken yerdir. Tüpün ağzı, infundibulum, yumurtalığı çevreleyen ve yumurtlanan oositi sisteme kanaldan göndermeye yardımcı olan birçok parmak benzeri çıkıntılarla (fimbriae) sınırlıdır. Ayrıca, uterus tüpünü bağlayan hücrelerin bazıları yüzeylerinde, uterusa doğru

hareket eden ve akım yaratan, böylelikle oositi doğru yönde çeken, tüylere sahiptir.

Rahim

Rahim (uterus), gebelik sırasında gelişmekte olan bireyin korunup beslendiği üreme sisteminin genişlemiş olan kas bölümüdür. Kalın kas tabakaları nedeniyle, aynı zamanda doğum (parturisyon) esnasında bebeğin doğumunu yönlendiren motordur.

Anatomi

Pelvik bölgenin ortası boyunca sağ ve sol yumurta kanalları arasında konumlanmış olan rahim, aynı zamanda mesane ve rektum arasında da bulunur. Başlangıçta yaklaşık 50-60 gram ve sadece 3 inç uzunluğunda olan rahim, hamilelik döneminde büyümekte olan bebeğe uyum sağlamak için ciddi oranda genişleyebilir. Rahmin en üst kısmı fundustur (şekil olarak mideyi andırır), orta kısım ve rahimin büyük kısmı vücuttur ve vajinaya bağlı olan alt kısmın daralmış boynu da servikstir (rahim boynu). Uterusun duvarını iki kat oluşturur: iç endometrium ve dış miyometrium.

İç endometrium tabakası, gelişmekte olan bireyin implantasyonunu kolaylaştırır, başlangıçta büyüyen embriyoyu besler ve plasentanın oluşumuna yardımcı olur. Rahim duvarının bu kısmı her ay genişler ve bir embriyo implantasyonu ihtimaline hazırlıklı olarak spiral kan damarları ve endometriyal bezlerle dolar. Bununla birlikte, eğer implantasyon belli bir süre içinde (implantasyon penceresi) gerçekleşmezse, endometrium (yüzey işlevsel katman) kütlesi menstrual periyod sırasında (adet dönemi) dökülür. Endometriumun tabanı (bazal tabakası) kalır ve bir sonraki aylık döngü için kalın endometriumu yeniden büyütmek üzere bölünür.

Miyometrium gebeliğin sonlarına doğru hormonal sinyallere yanıt veren üç kat düz kasa bölünür ve bebeği doğurmak için kendiliğinden ve ritmik olarak kasılır. Bebeğin sinyalini alan annenin

hipofiz bezi ilk kasılmaları sağlayan oksitosin salgılar. Bu kasılmalar oksitosin üretiminde artışa, daha güçlü ve daha sık kasılmalara neden olur. Bu döngü bebek ve plasenta doğumuna kadar devam eder ve sonra kasılmalar yavaşlar ve durur.

Sancı Öncesindeki Başlangıç Kasılmalarına Ne Denir?

Braxton-Hicks kasılmaları (yalancı kasılmalar), hormonal olmayan sinyallerden kaynaklanan myometrial kasılmalardır ve gerçek sancıyla alakası yoktur.

Vajina

Vajina dişi üreme sisteminin uç noktasıdır ve bebek doğumuna bir yol sağlamanın yanı sıra kadın çiftleşme (seks) organı olarak işlev görür. Cinsel ilişki sırasında erkek penis bu kas tüpüne yerleştirilir. Sperm olgunlaşmasının son gelişme aşaması için gerekli olan mukus bezleri ve diğer salgı hücreleri vajina duvarında bulunur. Dışa boşalmış spermler yumurtayı dölleyemez. Spermin kapasitasyonu (olgunlaşması) vajinada gerçekleşir ve spermlerin yumurta döllemesiyle sonuçlanır. Vajinanın alt tarafı açıkken, spermin kanaldan geri kalanı almak için geçmesi gereken küçük bir açıklık içeren üst tarafı serviks ile sınırlıdır.

Dış Genital Organ

Erkek cinsel organı ile aynı gelişimsel yapı malzemelerinden oluşan kadın dış genital organı, vajina ve idrar yolunun etrafını çevreleyen etli doku katları olarak açık kalır. Buna ek olarak, erkeklerde penis başı (glans penisi) haline gelen fallik doku kadınlarda klitorise dönüşür.

Labia

Vajinanın ağzını çevreleyen iki çift kat doku kıvrımları olan labia (dudaklar) beraber vulvayı oluştururlar. En dış çift, daha kalın, daha etli ve genellikle kıl ile kaplı olan kısım labia majoradır. Bunlar erkeklerde skrotum oluşumu için kullanılan dokudan (labioskrotal şişme) üretilirler. Labia minora daha derin ve daha medial. Bunlar, vajina ve idrar yoluna (vulval vestibül) giden boşluğu hemen çevreleyen daha ince, daha uzun katlardır.

Klitoris

Kadınların fallik organı klitorisdir. Klitoris, labia ventral kavşağında (hem minora hem de majora) bulunan son derece hassas bir doku demetidir. Cinsel ilişki sırasında kadının uyarılmasında önemli bir rol oynar, orgazma ve vajinal duvarların spazmodik kasılmalarına yol açar ki bu da kadın üreme sistemi boyunca spermlerin ilerlemesine yardımcı olur.

Kadın Seks Hormonları

Bu steroid hormonları, kadınlarda adet döngüsünü (yumurta üretimi) ve östrüs döngüsünü (cinsel arzu) düzenler.

Östrojen

Aslında bu, en bol östrojenlerin kadınların üreme yıllarında olduğu, estradiol içeren bir grup steroid hormonudur. Kadınlarda östrojen, büyümüş göğüsler gibi ikincil kadın özelliklerinin ortaya çıkmasına yol açar ve adet döngüsünde endometriyal tabakayı genişletme işlevi de görür.

Progesteron

Kadın vücudunun baskın progestojen hormonu olan progesteron aynı zamanda östrojen gibi işlevlerde bulunur. Genellikle gebelik hormonu olarak adlandırılan bu hormon göğüsleri etkiler ve

süt üretimi ve emzirme işlevlerini görür. Aynı zamanda kadınların adet döngüsünde östrojen ile birlikte döngüsel bir rol oynar.

Üreme Döngüsü

Kadınların aylık üreme döngüsü genellikle adet döngüsü olarak adlandırılır çünkü eğer döllenme ve implantasyon meydana gelmezse adetler (endometrium ve kanama dökülmesi) sürekli devam eder.

Folikül Olgunlaşması

Adet döngüsünün ilk yarısı, foliküler faz, birkaç primordial folikül gelişimle başlar. Bu, folikül uyarıcı hormon (FSH) adı verilen hipofiz hormonunun üretiminde bir artış ile tetiklenir. FSH seviyeleri döngünün ilk birkaç gününde tepe noktasına gelir ve yumurtlamayı tetikleyen bir lüteinizan hormon (LH) artışı olduğunda on ikinci gün civarında yavaş yavaş incelir. Bu noktada, östrojen yükselmeye başlamış ve düşmeye başlamadan önce yumurtlamada zirveye ulaşmıştır. Progesteron seviyeleri bu evrede düşük kalır.

Bu hormonlar foliküler olgunlaşmayı yönlendirirken, aynı zamanda endometriumun genişlemesine neden olurlar. Buna rahim astarı için proliferatif faz denir.

Yumurtlama

Graaf folikülünün likör folikülleri, thecal hücrelerin ve yumurtalık kapsülünün kapasitesinin ötesine geçince folikül ve yumurtalık rüptürü ve oositin serbest yüzen birimi ve onun destekleyici hücreleri karın boşluğuna atılır. Bununla birlikte, rahim tüpünün infundibulumu yakındadır ve oosit genellikle kadın üreme yoluna kolayca geçiş yapar. Hacim ve basınçtaki bu son artış, hipofiz bezinden gelen LH seviyesindeki bir artışla tetiklenir. O anda progesteron seviyeleri de yavaş yavaş bir sonraki aşamanın ortasına, tepe noktasına doğru artmaya başlar.

Luteal Faz

FSH ve LH, hem progesteron hem östrojen üretebilen geçici bir yapı olan bir korpus luteuma dönüşmesi için foliküler parçanın geri kalan teka hücrelerini (lutein hücreleri) tetikler. Bu, hipofizin hem FSH hem de LH üretimini durdurmasına neden olur. Bununla birlikte, bu hormonlar korpus luteum işlevini sürdürmek için gereklidir. Hamilelik gerçekleşmezse, korpus luteumun yok olması an meselesidir. Sonra progesteron ve östrojen seviyeleri düşer, bu da adet periyodunun tetikleyicisidir.

Bu faz aynı zamanda endometriumun, eğer olmuşsa, embriyoyu beslemek ve desteklemek için endometriyal glandüler salgılar ürettiği rahimin salgı dönemine karşılık gelir.

Gebelik oluşursa, plasentanın gelişmekte olan embriyo ve öncü hücreleri, endometriyal astar kaybını önlemek için korpus luteumu daha aktif olarak tutan hormonlar üretir (embriyo buna bağlıdır). Üretilen büyük hormon, birçok erken gebelik testinin hedefi olan insan koryonik gonadotropinidir (HCG).

Menopoz Nedir?

Bu aşama, kadınlar için üreme döngüsünün sonunu işaret eder. Menslerin yokluğuyla karakterize edilir (adetten kesilme olarak bilinir). Bu genellikle yumurtalık foliküllerinin olgunlaşma, yumurtlama ve endometriyal astarı dökme yeteneğini kaybetmesine neden olan vücudun hormon seviyelerindeki yavaş yavaş oluşan değişikliklerden kaynaklanır.

KADIN ÜREME SİSTEMİ HASTALIKLARI VE BOZUKLUKLARI

Kadın Üremesinde Sık Karşılaşılan Sorunlar

Dişi üreme ile ilgili iki önemli konu kadın kısırlığı ve dış gebeliktir. Bu sorunlardan biri, kadınlarda şiddetli fiziksel ve psikolojik baskılara neden olabilir ve hatta ölümle sonuçlanabilecek ciddi tıbbi komplikasyonlar yaratabilir.

Kadınlarda Kısırlık

Kadınlarda kısırlığın başlıca nedeni rahim tüpünün tıkanması olup spermin yumurtlamış yumurtalara erişmesini ve/veya döllenmiş bir yumurtanın rahime ulaşmasını engeller. Tıkanma nedeni genellikle endometriozisdir. Bu durumda, endometrial hücreler istemeden rahim tüpünün içine girerler. Bu hücreler büyür ve döngüsel hormonlara tepki verirler, ancak onları her ay kaldıracak bir mekanizma yoktur. Bu, tüpün içinde sürekli bir büyümeye ve bu yanlış yerleştirilmiş doku yüzünden tüpün bloke olmasına neden olur.

Tüpün diğer ucundan tıkanmasına neden olan bir diğer durum polikistik over sendromudur (PCOS). Bu durumda, birkaç folikül gelişir ancak yumurtlamaz ve geri dönmezler. Sonunda, bu kistler koparak hücre materyalini ve döküntülerini fallop tüpüne (normalde bu miktarda bulunmaz) enjekte ederek tüpü tıkayabilir.

Rahim Uru

Rahim uru adı verilen küçük, iyi huylu tümörler kadınlarda sıklıkla görülür ve bazı vakalarda rahimin şeklini değiştirerek veya fallop tüplerini tıkayarak doğurganlığa müdahale ederler.

Dış Gebelik

Açık rahim tüpleriyle bile olsa döllenmiş bir yumurtanın tüpe dönüşmesinin bir garantisi yoktur. Aslında, bu döllenmiş yumurta çoğu kez karın boşluğunda kalır ve rahimin dışındaki dokulara yapışır. Bu rahim tüpün kendisinin dışından da gelebilir ki bu tür gebelikler genellikle tubal gebelikleri olarak adlandırılır. Bununla birlikte, herhangi bir doku, bir şeye bağlanmak için enzimler kullanan implante embriyo için bir hedef olabilir. Bunlar genellikle yoğun karın ağrısıyla keşfedilir ve çok fazla hasar oluştuysa üreme kanalı parçalarının alınmasına neden olabilir.

Mantar Enfeksiyonu

Her kadın kısırlık veya dış gebelik yaşamasa da, yaklaşık yüzde 75'i hayatlarının bir bölümünde mantar enfeksiyonlarından etkilenecekleridir. Mantar, *Candida albicans*, kadın üreme sisteminde az sayıda bulunan bir organizmadır. Vulva ve vajinanın sıcak nemli ortamında bulunan bir şey, enfeksiyona neden olmak için vajinal kaşıntı ve yanma ile bu organizmaların büyümesini tetikler. Sık kullanılan tedavi metodu antifungal merhem veya fitillerdir.

DİZİN

A

Adenin 26, 44, 45, 54, 55
Adrenalin 123, 148, 193, 230, 234
Ağrı 72, 81, 111, 112, 131, 132, 133, 212, 250, 273
AIDS/HIV 192
Aksiyel iskelet 85, 89, 90
Alerji 80, 81, 141, 193
Alerjik reaksiyonlar 80, 163, 188
Alzheimer 128
Aminoasit 18, 21, 22, 23, 49, 50, 51, 117, 159, 169, 170, 186, 209, 229, 230, 233
Anemi 170, 171
Apendiküler iskelet 89
Asit 18, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 27, 30, 34, 35, 44, 53, 54, 62, 117, 169, 170, 183, 201, 202, 203, 204, 211, 212, 243, 249
Astım 227, 228
Atom 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 24, 25, 29, 44, 224, 246
Atomaltı parçacıklar 12, 14
ATP 36, 39, 54, 55, 105, 108, 109, 110, 215

B

Bağ dokusu 57, 61, 62, 63, 72, 76, 87, 89, 93, 95, 111, 113, 144, 146, 150, 151, 153, 157, 167, 168, 175, 178, 179, 199, 200, 212, 216, 217, 227, 252, 258, 264
Bağışıklık sistemi 80, 143, 160, 161, 162, 164, 166, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 192, 193, 204, 213
Baz 18, 19, 26, 27, 30, 32, 44, 45, 233, 243
Bazal lamina 61, 246
Beyaz kan hücreleri (BKH) 75, 76, 83, 162, 163, 164, 166, 167, 175, 177, 183, 184, 185, 186, 245
Beyin 68, 69, 114, 117, 119, 120, 121, 122, 127, 129, 131, 132, 135, 139, 142, 152, 157, 178, 230, 235
Boşaltım sistemi 239, 245
Bronşit 226

C

Cilt hastalıkları 78, 81

D

Damar 58, 77, 79, 94, 145, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 167, 173, 174, 175, 176, 179,

180, 185, 196, 200, 207, 223, 230, 240, 241, 258, 261, 262
Diyabet 237, 238
DNA 18, 26, 27, 33, 35, 41, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 79, 114, 187
Doku 9, 10, 18, 28, 29, 30, 40, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 69, 72, 76, 77, 79, 82, 93, 95, 100, 103, 113, 114, 116, 117, 118, 123, 124, 125, 132, 143, 146, 147, 150, 151, 155, 158, 162, 163, 165, 166, 168, 169, 173, 174, 177, 178, 181, 182, 184, 185, 190, 193, 195, 196, 197, 201, 204, 207, 211, 213, 214, 217, 218, 220, 221, 223, 224, 225, 227, 228, 229, 231, 232, 233, 247, 252, 258, 259, 261, 263, 268, 269, 272, 273

E

EKG 147, 148
Elektron 13, 14, 16, 17, 18, 36, 54, 55
Element 10, 11, 12, 15, 16, 28, 165, 166, 239, 249
Endokrin sistem 229, 236
Enzim 21, 29, 35, 45, 46, 48, 52, 53, 128, 162, 167, 169, 195, 197, 202, 204, 206, 212, 249, 255, 257, 273
Epiderm 70
Epidermis 70, 71, 72, 73, 75, 79, 132
Epifiz bezi 235
Epitelyum 203, 214
Erkek üreme sistemi 252, 257, 261

F

Fizyoloji 9, 11, 58, 259

G

Gastrointestinal sistem 175, 181, 194, 199

H

Hemostaz 168
Hepatit 213
Hipoksi 158, 226
Hormonlar 26, 30, 31, 78, 83, 84, 96, 123, 143, 158, 167, 178, 202, 203, 204, 206, 210, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 248, 258, 259, 260, 265, 269, 270, 271, 272

İ

İskelet sistemi 82, 83
İyonik bağ 16

K

Kadın üreme sistemi 257, 264, 266, 269, 272, 273
Kalsiyum 29, 30, 82, 83, 84, 93, 95, 96, 97, 108, 110, 168, 169, 195, 230, 233
Kan basıncı 29, 124, 131, 151, 152, 156, 173, 193, 232, 239, 249, 250
Kan damarları 63, 65, 68, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 94, 95, 124, 127, 150, 157, 166, 167, 168, 178, 184, 196, 199, 218, 222, 239, 245, 249, 267
Kan hastalıkları 170

Kan hücreleri 11, 75, 82, 83, 150, 160, 170, 207
Kanser 79, 80, 96, 111, 141, 211, 262, 263
Karbondioksit 37, 38, 143, 214, 224, 225
Kas dokusu 58, 62, 63, 65
Kas kasılması 30, 105, 106, 107, 108, 110, 196, 199
Kılcal damar 151, 152, 153, 155, 159, 160, 163, 166, 170, 173, 174, 175, 178, 203, 207, 222, 240, 241, 245, 247, 248
Kırmızı kan hücreleri (KKH) 31, 83, 150, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 166, 167, 170, 171, 172, 175, 179, 190, 191, 208, 224, 225, 245
Kolesterol 25, 26, 32, 33, 156, 157, 208, 230, 233
Kovalent bağ 18
Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı (KOAH) 227, 228

L

Lenf 162, 164, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 184

M

Mantar enfeksiyonu 273
Menopoz 96, 271

N

Nöroglia 66, 67, 68, 232
Nöronlar 56, 66, 67, 68, 103, 104, 105, 113, 114, 116, 117, 120, 121, 123, 125, 126, 128, 135, 139, 140, 148, 232
Nörotransmitter 67, 103, 104, 110, 116, 117, 118, 123, 125, 126, 127, 128, 206, 229

O

Omurilik 68, 69, 114, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 179
Osteoporoz 84, 96
Otizm 129, 130

R

Raşitizm 96, 97
Refleks 75, 119, 123, 131, 158, 201, 228, 244
RNA 22, 26, 27, 33, 34, 48, 49, 50

S

Septumlar 143, 144, 146, 147, 215
Sindirim sistemi 65, 124, 155, 195, 199, 211, 215
Sinir dokusu 62, 66, 119
Solunum hastalıkları 226
Solunum sistemi 10, 181, 214, 215
Sperm 42, 43, 232, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 261, 262, 264, 265, 266, 268, 269, 272

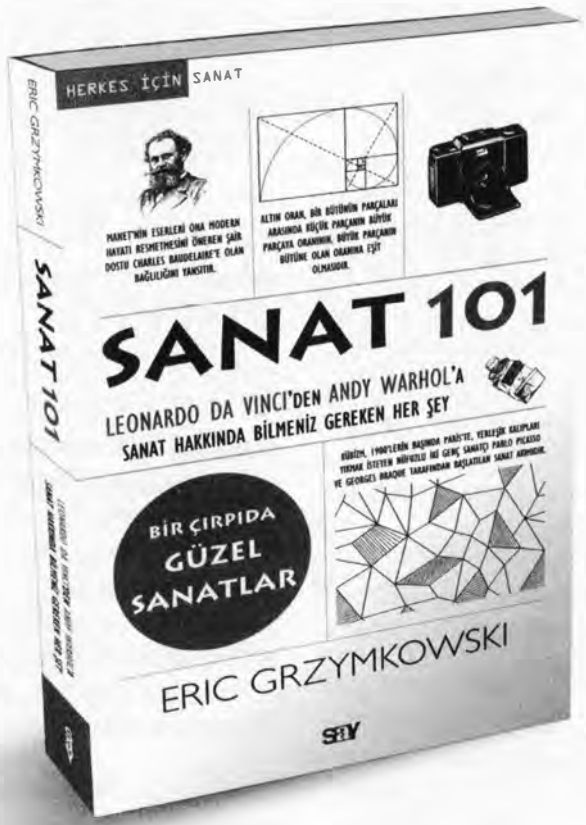
T-U

Trombosit 75, 150, 165, 166, 167, 168, 169, 207, 245
Üreme sistemi 252, 255, 256, 267, 268

Y-Z

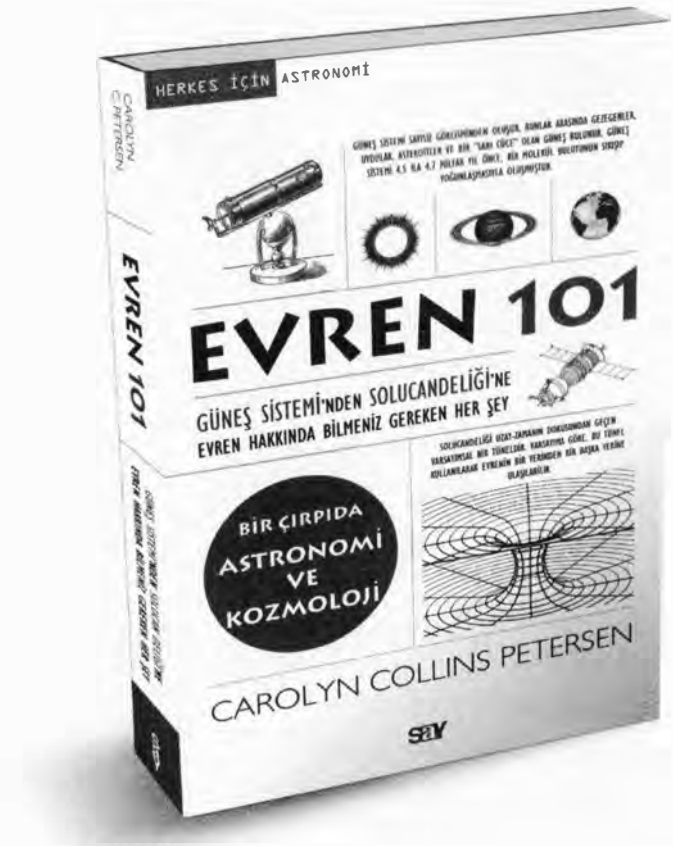
Yumurtalık 232, 252, 258, 264, 265, 266, 270, 271
Zona 234, 265, 266

SANATIN BÜYÜLÜ DÜNYASINI KEŞFEDİN!



Sanat 101, sıkıcı ayrıntılara ve uzayıp giden açıklamalara girmeden, Leonardo da Vinci ve El Greco'dan Pablo Picasso ve Andy Warhol'a dek dünyanın en büyük sanatçılarını ve başyapıtlarını keşfetmenizi sağlayacak bir bilgi dağarcığını sizlere kısa bölümler halinde sunuyor. Okuduklarınız sizi hem bilgi sahibi yapacak hem de şaşırtacak.

UZAY YOLCULUĞUNA ÇIKMAYA HAZIR MISINIZ?



Ders kitapları genellikle uzayın güzelliklerini ve gizemini sıkıcı tartışmalarla arka planda bırakırlar: Galileo da böyle bir şey istemezdi tabii ki! Bu yüzden, *Evren 101* sıkıcı ayrıntılara ve uzun anlatılara girmeden, yıldızlarla bezenmiş gökyüzümüzün ardında saklanmış olanları keşfetmenizi sağlayacak ve ilginizi her daim canlı tutacak ilginç bilgileri sizlere eğlenceli bir dille sunmak için hazırlandı.

İNSAN VÜCUDUNA HEYECAN VERİCİ BİR YOLCULUK!

İnsan vücudunun karmaşık mekanizması ve organların fonksiyonları kafanızı karıştırıyor, Latince isimlerle uğraşmak size zor geliyor değil mi? İşte, *Anatomi 101* bu sıkıcı ayrıntılara ve gereksiz detaylara son veriyor ve insan vücudu ile ilgili herkesin bilmesi gereken en önemli konulara değiniyor. Birçok işleve olanak sağlamak için karmaşık bir düzene sahip olan hücrelerin, doku ve organların yapısını ve bunların nasıl işlediğini nedenleriyle açıklıyor. Her bölümde insan vücudunun farklı bir kısmını ele alıyor, sistemlerin nasıl şekillendiğini ve hastalıkların vücudumuzu nasıl etkilediğini açıklıyor.

- **Detaylı insan vücudu haritaları,**
- **Vücudumuzu meydana getiren başlıca sistemlerle ilgili görseller,**
- **Tıbbi terminolojiyi kolayca anlamanızı sağlayacak terimleri açıklayan bölümler,**

sayesinde insan vücudunun gizemini çözeceksiniz.

Kaslar ve kemiklerden organlar ve sistemlere kadar *Anatomi 101* başka yerden edinemeyeceğiniz bilgilerle dolu.



5. BASKI

internet satış
saykitap.com
30 TL

ISBN 978-605-02-0632-6

9 786050 206326

SAY YAYINLARI

sayyayincilik.com
facebook.com/sayyayinlari
twitter.com/sayyayinlari
instagram.com/sayyayincilik