

VETERİNER HEKİMLİĞİ

FİZYOLOJİ

AKIL NOTLARI

Prof. Dr. Fikret ÇELEBİ

- Fizyoloji Temel Kaynaklarının **Özetleri**
- Akılda Kalmayı **Kolaylaştıran Format**
- Kolay Öğrenmeyi Sağlayan **Tablolar**
- Öğrenmeyi Kolaylaştıran **Görseller**
- Uyarıcı **Dikkat Kutuları**

**BİLİNMESİ
GEREKENLER
ÖZETLENDİ**



**GÜNEŞ TIP
KITABEVLERİ**

VETERİNER HEKİMLİĞİ

FİZYOLOJİ



Akıl Notları

Referans Kaynaklar Sizin İçin Özetlendi !

Editör

Prof. Dr. Fikret ÇELEBİ

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi

Veteriner Hekimliği Temel Bilimleri

Veterinerlik Fiziyojisi Anabilim Dalı



GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

VETERİNER HEKİMLİĞİ FİZYOLOJİ AKIL NOTLARI

Copyright © 2024

Bu Kitabın her türlü yayın hakkı **Güneş Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.**'ne aittir.
Yazılı olarak izin alınmadan ve kaynak gösterilmeden kısmen veya tamamen kopya edilemez;
fotokopi, teksir, baskı ve diğer yollarla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-625-6065-22-2

Seri Editörü: Prof. Dr. Ender Yarsan

Genel Yayın Yönetmeni: Murat Yılmaz

Genel Yayın Yönetmeni Yardımcısı: Polat Yılmaz

Yayın Danışmanı ve Tıbbi Koordinatör: Dr. Ufuk Akçıl

Yayına Hazırlama: Güneş Dizgi-Grafik Tasarım Birimi

Baskı: Ayrıntı Basım Yayın ve Matbaacılık Hiz. San. Tic. A.Ş.

Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20 Kahramankazan / Ankara

Telefon: 0312 802 00 53-54

Sertifika No: 49599

UYARI

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

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3

06410 Sıhhiye / Ankara

Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92

Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak

No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul

Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak

No: 4 / A Kadıköy / İstanbul

Tel: (0216) 546 03 47

www.guneskitabevi.com

info@guneskitabevi.com



ÖNSÖZ

Veteriner Hekimliği Akıl Notları serisinin bir halkası olan Veteriner Fizyoloji Akıl Notları kitabı, biyolojik bilimlerin temel bileşenlerinden olan Fizyoloji alanında, Veteriner Fizyolojinin temel kurallarını ve önemli konularını özetle anlaşılır bir şekilde ele almış bir çalışma olarak hazırlanmıştır.

Fizyoloji bilimi canlılık olaylarının nasıl sürdürüldüğünü, bir canlı organizmanın yaşamını devam ettirirken hangi mekanizmalarla ve organizasyonlarla bu işi başardığını anlatır. Dolayısıyla fizyoloji canlıların tanınmasında, davranışlarının ve biyolojilerinin neden, niçin ve nasıllarının öğrenilmesinde önemli bir bilim alanıdır.

Fizyoloji canlıyı ele alırken en küçük canlılık birimi olan hücrenin yapı ve fonksiyonlarından başlayarak, doku ve organlar sisteminin sistematik olarak incelenmesine, nihayetinde bir canlı organizmanın canlılığını ve yaşamını nasıl sürdürebildiğini bütün ayrıntılarıyla ele alır. Ayrıca canlıyı oluşturan organ ve organ sistemleri arasındaki ilişkileri ve işbirliğini mekanizmalarıyla anlatmaya çalışır.

Hazırlamış olduğumuz bu kitapta da Fizyolojinin temel prensipleri sistematik olarak anlaşılabilir bir anlatımla ve özetle sunulmaya çalışılmıştır. Başlangıçta fizyoloji biliminin tanımı ve kapsamı üzerinde durulmuş, devamında en küçük canlı ünite olan hücrenin yapı ve fizyolojisi hakkında özet bilgi verilmiştir. İlerleyen bölümlerde kan dokusu fizyolojisi, kan dolaşımı fizyoloji, solunum sistemi fizyolojisi, boşaltım sistemi fizyolojisi, sindirim sistemi fizyolojisi, sinir sistemi fizyolojisi ve üreme sistemi fizyolojisi başlıklarıyla ilgili sistemler hakkında özet bilgiler açıklayıcı şekillerle beraber sunulmuştur.

Fizyoloji bilimi canlıların ne olduklarının, nasıl bir yaşam sürdürdüklerinin bu süreçte farklı canlı türleri ile olan ilişkilerinin düzenlenmesinde nasıl davranışlar sergilediklerinin, doğayla olan münasebetlerinde nasıl bir mücadele ve davranış içine girdiklerinin anlaşılmasına ve ayrıntıların görülmesine de ışık tutmaktadır. Bu suretle insanın bir canlı varlık olarak kendisini tanımasına ve diğer canlı varlıklarla ve doğayla olan ilişki ve iletişimini düzenlemesine yardımcı olmaktadır. İçinde bulunduğu mikro ve makro çevrenin, ekosistemin işleyişinin canlılığın geleceğine yönelik öngörülerin oluşmasına, dünyamızı tehdit edebilecek her türlü zararlı süreçlerin önüne geçilmesi noktasında gerekli önlemlerin alınmasına yönelik hassasiyetlerin gelişmesine katkı sağlar. Bu nedenle fizyolojiyi bilmek canlıyı bilmek ve öğrenmektir. İnsanın kendisini de tanıması ve bilmesi anlamına da gelmektedir.

Fizyoloji öğrenme sürecine bu bakış açılarıyla yaklaşılacak olursa fizyoloji biliminin biyolojik bilimler içerisinde ne kadar zevkli ve ne kadar merak uyandırıcı bir bilim alanı olduğu hemen anlaşılacaktır. Bu kitabın okuyucuları, konuları incelerken bu bakış açılarıyla olayları inceleyecek olurlarsa fizyolojinin heyecan verici, merak uyandırıcı ve daha çok öğrenmeye sürükleyici olduğunu göreceklerdir. Kitabın tüm okuyuculara yararlı ve faydalı olmasını diliyorum.

Bu kitabın hazırlanması için öneride bulunan Veteriner Hekimliği Akıl Notları Serisi Editörü Sayın Prof. Dr. Ender Yarsan Hocama, kitabın yayınlanmasında emeği geçen Güneş Tıp Kitabevleri çalışanlarına, çalışmalarım sürecinde desteklerini esirgemeyen eşim Doç. Dr. Neslihan Çelebi'ye, kızım Neva Beste Çelebi ve oğullarım Ahmet Furkan Çelebi ve Mehmet Kaan Çelebi'ye teşekkür ediyorum.

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	iii
BÖLÜM 1: FİZYOLOJİYE GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2: HÜCRE FİZYOLOJİSİ.....	19
BÖLÜM 3: KAN DOKUSU FİZYOLOJİSİ.....	39
BÖLÜM 4: DOLAŞIM SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ	93
BÖLÜM 5: SOLUNUM SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ	155
BÖLÜM 6: BOŞALTIM SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ	205
BÖLÜM 7: SİNDİRİM SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ	243
BÖLÜM 8: SİNİR SİSTEMİ FİZYOLOJİSİ	317
BÖLÜM 9: ÜREME FİZYOLOJİSİ	399

arasındaki sürekli sıvı ve madde alışverişi, hücrelerin içinde bulundukları bu sıvı ortamın yani iç ortamın dengede tutulmasını ve hücre içi sıvı ortamın da dengede kalmasına olanak sağlar.

- Hücrelerin ve dokuların ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin hücre dışı ortama getirilmesinde kaynak olan yapıları şu şekilde sıralayabiliriz.
- Solunum sistemi; vücuda O_2 sağlar ve doku hücreleri tarafından üretilen CO_2 'i vücuttan uzaklaştırır.
- Sindirim sistemi; sindirim kanalına alınan besin maddelerini sindirir ve karbonhidratlar, yağ asitleri ve amino asitlerin vücuda emilimini sağlar vücuda alınan bu maddeler daha sonra bütün vücut dokularının ihtiyaçlarını karşılamak üzere kan yoluyla dokulara ulaştırılır.
- Karaciğer; alınan besin maddelerinin daha farklı formlara dönüşmesini ve vücut için gerekli molekülere sentezini sağlar.
- İskelet sistemi ve kaslar; vücudun şeklini muhafaza etmesini ve kas dokusu fonksiyonlarıyla hareket etmesini sağlar. Örneğin intestinal kanal düz kaslarının fonksiyonları olmadan sindirim faaliyetleri sürdürülemez, iskelet kasları fonksiyon yapmadan besine ulaşamaz.
- Canlı organizma faaliyetleri esnasında sürekli olarak metabolizma artışı ürünler oluşturur. Bu artık ürünlerin vücuttan uzaklaştırılmasında ve vücutta su ve tuz dengesinin sağlanmasında böbrekler görev alırlar. Böbrekler aynı zamanda vücut sıvı hacmini ve bileşimini düzenlemiş olmakla kan hacmini ve kan basıncını da düzenlemeye katkı sağlamış olurlar.

Kutu 1. 1.

Pozitif geri bildirim mekanizmaları ise daha büyük bir eylemin tamamlanabilmesi için, belirli bir işlemin belirli bir eşiğe ilerlemesi gerektiğinde kullanılır. Bunun güzel bir örneği doğum esnasında gerçekleşir. Bir yavru uterusu belirli bir büyüklüğe ulaştığında başı uterus ağzına baskı yapmaya başlar bu durum annenin kan dolaşımına oksitosin hormonu salgılaması sürecini başlatır. Daha sonra oksitosin uterusu kasılmaya neden olur ve bu da yavrunun kafasının uterus ağzına doğru daha kuvvetli itmeye devam eder. Bu olumlu bir geri bildirim mekanizmasıdır. Çünkü oksitosin salınımı daha fazla oksitosinin salınmasına neden olur. Bu süreç gelişmeye devam eder ve uterus ağzı tamamen genişleyene ve kasılmalar yavruyu doğum kanalından dışarı itecek kadar güçlü olana kadar gelişir.

- Canlılarda, hücrelerin değişen iç ve dış koşullara uyum sağlayarak homeostasisi oluşturabilmeleri için kullandığı feedback (geri bildirim) mekanizmaları vardır. Bu geri bildirim mekanizmaları negatif geri bildirim (nedatif feedback) ve pozitif geri bildirim (pozitif feedback) mekanizmaları olarak tanımlanır.
- Negatif geri bildirimde geri bildirim yapılan işi durdurma, yavaşlatma yada ortadan kaldırmaya yönelik mekanizmaları devreye sokarken, pozitif geri bildirim

- **Seyreltik çözelti;** Çözücüsü fazla çözüneni daha az olan çözeltilere denir.
- **Derişik çözelti;** Çözücüsü az fakat çözünen maddesi fazla olan çözeltilerdir.
- **Doymuş çözelti;** Bir çözeltide, çözünen maddenin konsantrasyonu, dengedeki çözünürlük değeriyle belirtilen konsantrasyonu aştığında çözeltide aşırı doygunluk meydana gelir. Bu tür çözeltilere doymuş çözelti denir. Bu çözeltiye daha fazla çözünen madde eklenirse bu madde çözülmez çözeltinin dibinde kalır.
- **Molar çözelti;** Bir maddenin 1 mol gramının yada 1 formül gramını 1000 ml lik bir kapta, 1000 ml ye tamamlayacak kadar saf su ilave edilerek elde edilen çözeltiye molar çözelti denir. Nihai toplam hacim 1000 ml dir.
- **Normal çözelti;** Bir maddenin 1 eşdeğer gramının saf su ilavesiyle 1 lt hacıma tamamlanarak elde edilen çözeltisine normal çözelti denir.
- **Molal çözelti;** Bir maddenin 1 mol gramının ya da bir formül gramının 1000ml saf su içinde çözünmesiyle elde edilen çözeltiye molal çözelti denir ve hacmi 1000 ml den fazladır.

Kutu 1. 4

Osmolalite Aşağıdaki eşitlikle hesap edilir:

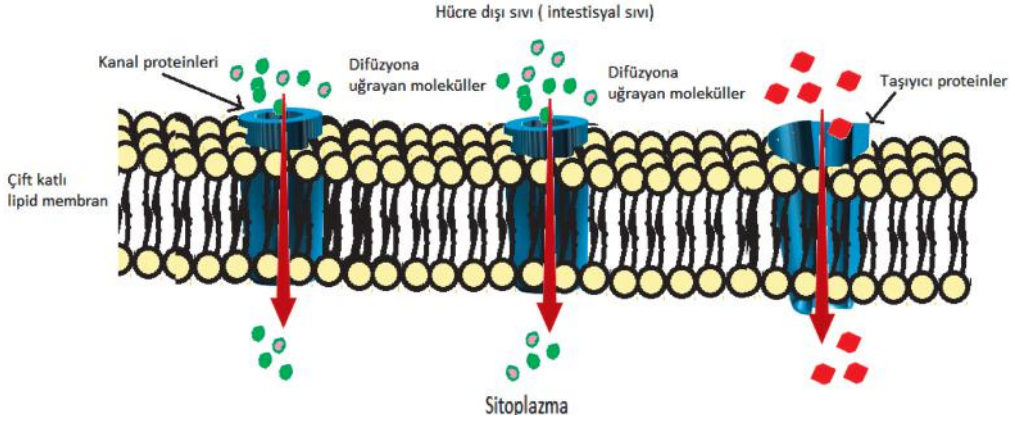
$$\text{Osmolalite} = \frac{\text{Maddenin ağırlığı (gram)} \times \text{Maddenin ayrıldığı iyon sayısı}}{\text{Maddenin molekül ağırlığı} \times \text{çözücü ağırlığı (kg)}}$$

Örenk Problem: 300 mOsmol NaCl çözeltisi hazırlamak için kaç gr NaCl 'e ihtiyacımız vardır?

$$\text{Çözüm: } 300 \text{ mOsmol (0.3 osmol)} = \frac{\text{Maddenin ağırlığı (gram)} \times 2}{58,5 \times 1}$$

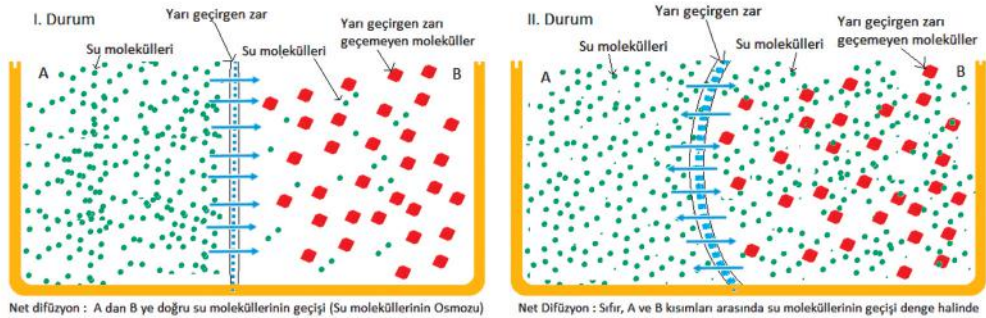
$$\text{Maddenin ağırlığı (gram)} = (58,5 \times 0.3) / 2 \\ = 8,775 \text{ gr NaCl 'e ihtiyacımız vardır.}$$

- **Ozmolal çözelti:** 1 molekül gram maddenin 1 kg saf su içindeki çözeltisine ozmolal çözelti denir. Osmol ozmotik basıncın belirlenmesinde kullanılan bir birimdir. Bir çözeltinin bir osmol basınç oluşturabilmesi için $6,02 \times 10^{23}$ tane parçacığının çözeltinin birim hacminde çözünmüş olması gerekir.
- **Ozmolar çözeltisi:** Bir maddenin bir molekül gramının 1 litre su içerisindeki çözeltisine ozmolar çözelti denir. Osmolal çözeltide çözücü ağırlığı olarak hesaplanan 1 kg yerine ozmolaritede çözücü hacmi 1 litre olarak alınır.
- **İzotonik çözeltiler;** canlı organizmalar açısından vücut sıvıları ile aynı ozmolaliteye veya çözünen madde konsantrasyonuna sahip olan çözeltilerdir. İzotonik bir çözeltiye bir kırmızı kan hücresi konulduğunda, hücre içine yada hücre içinden çözeltiye doğru suyun net bir hareketi olmayacaktır.
 - **Hipotonik çözeltiler;** vücut sıvıları ile karşılaştırıldığında daha düşük çözünen madde konsantrasyonuna sahip bir çözeltidir. Hipotonik bir çözeltiye kırmızı kan hücresi konulduğunda ozmotik kurallar gereği çözeltiden hücre içine doğru su geçişi olur ve hücre şişer (deplazmoliz).



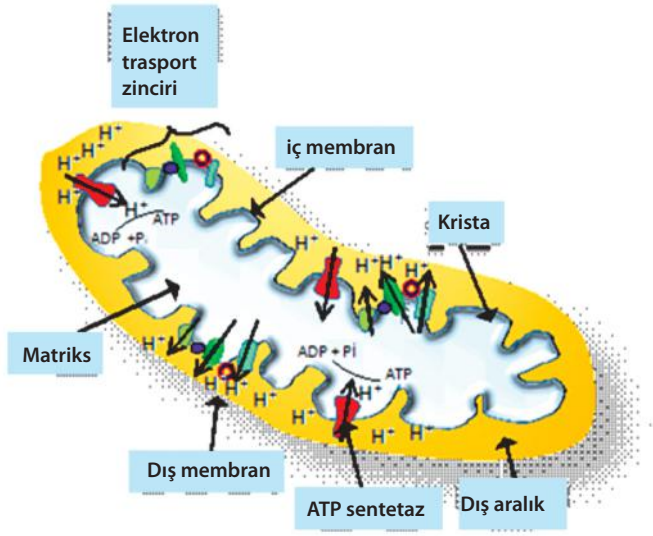
Şekil 1.5. Kolaylaştırılmış difüzyon olayı

- Kanal proteinleri, taşıyıcı proteinlere göre daha az seçicidir. Taşıyıcı proteinler daha seçicidir ve genellikle yalnızca belirli bir molekül tipinin geçmesine izin verir. Maddelerin difüzyonla hücre içine yada dışına, çıkışları için hücre tarafından herhangi bir enerji harcaması olmaz. Maddeler bulundukları ortamlardaki konsantrasyon yoğunlukları doğrultusunda hareket ederler. Difüzyonla maddeler hücre zarından geçişlerini hücre zarında bulunan porlar, hücre zarı üzerindeki kanal proteinleri ve hücre zarı üzerindeki taşıyıcı proteinler aracılığıyla iki yönlü olarak gerçekleştirebilirler.



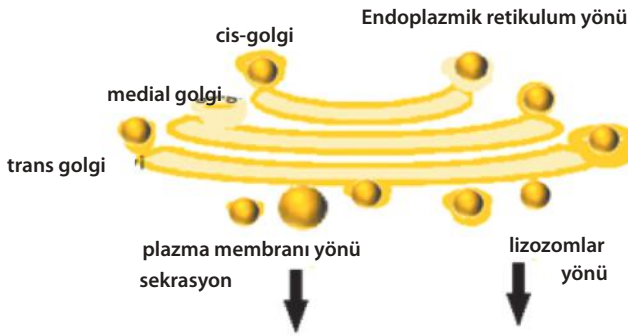
Şekil 1.6. Su moleküllerinin osmozu

- Osmoz;** Fizyolojide osmoz, suyun yarı geçirgen bir zar boyunca net hareketidir (Şekil 1.6.). Eğer bir zar, çözünen bir madde için geçirgen değilse ve suya karşı geçirgense, su, daha düşük su konsantrasyonunun olduğu tarafa (ve dolayısıyla daha yüksek çözünen madde konsantrasyonunun olduğu tarafa) yayılarak kendi konsantrasyonunu eşitleyecektir. Şekildeki yarı geçirgen zarı geçemeyen molekül-



Şekil 2.3. Mitokondrinin yapısı

Golgi aygıtı:



Şekil 2.4. Golgi aygıtı

- Golgi aygıtı ya da Golgi kompleksi olarak ifade edilen bu yapılar, endoplazmik retikulumdan gelen sentez ürünlerinin işlendiği ve hedef organellere gönderilmek üzere (lizozomlar, plazma zarı veya salgı) tasnif edildiği bir hücre organelidir (Şekil.2.4).



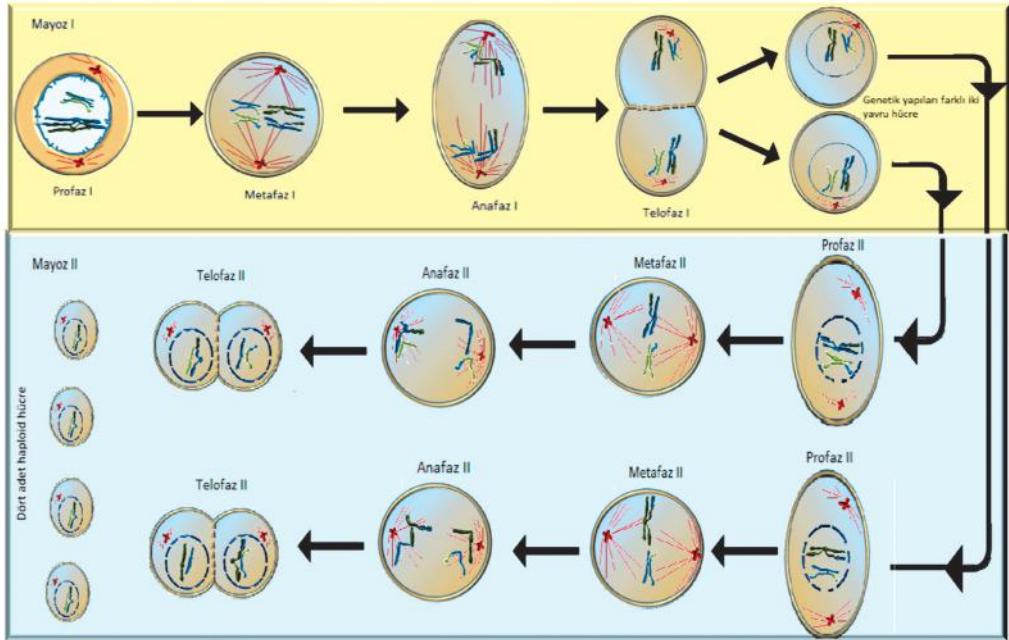
- Salgı yapan hücrelerde iyi gelişmiştir.

- Mayoz II mitoz bölünmeye benzer, mayoz II nin de ilk aşaması profaz II dir. Yine kromozomlar yoğunlaşır, çekirdek zarı parçalanır iğ iplikçikleri oluşur. Profaz II ile profaz I arasındaki en büyük fark yavru hücrelerinin her homolog kromozomunun yalnızca bir kopyasına sahip olmasıdır. Yani Faz II de homolog kromozomların sinapsları ve korsing overları yoktur.
- Metefaz II de kromozomlar hücrenin ekvatorunda hizalanır. Dizilim yine rast gelelidir. Kardeş kromatitler artık aynı olmadığından bu kromozomların dizilişlerinin farklı kombinasyonları olacaktır.
- Anafaz II de mikrotubüller kısaltıldıkça kardeş kromatitler ayrılır, aynı zamanda mikrotubüller uzadıkça hücrenin uçları birbirinden daha da uzaklaşır.
- Telofaz II de nükleer membran yeniden şekillenir ve sitoplazma iki haploid yavru hücreye bölünür. Bu bölünmeye de sitokinez denilir. Mayoz II iki hücreyle başladığından ve bu hücrelerin her biri de iki hücreye bölündüğünden mayoz bölünmenin sonunda birbirine benzemeyen dört farklı haploid hücre meydana gelmiş olur (Şekil 2.6).



- Bu hücreler gametlerdir. Yani eşey hücreleridir. Biri anneden (ovum) biri babadan (sperm) gelen iki gamet diploid bir embriyo oluşturabilir.

- Ortaya çıkan embriyo daha sonra pek çok mitoz bölünme aşamalarıyla büyümesini sürdürür.



Şekil 2.6. Mayoz bölünme

Kutu 3. 2.

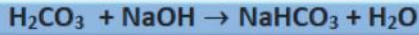
○ Bikarbonat –Karbonik asit tampon sistemi

Sodyum bikarbonat (NaHCO_3), HCl gibi kuvvetli bir asitle temas ettiğinde zayıf bir asit olan karbonik asit (H_2CO_3) ve NaCl oluşur



(sodyum bikarbonat) + (kuvvetli asit) $\rightarrow$ (zayıf asit) + (tuz)

○ Karbonik asit, NaOH gibi kuvvetli bir bazla temas ettiğinde bikarbonat ve su oluşur.

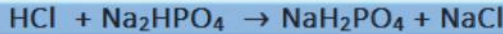


(zayıf asit) + (kuvvetli baz) $\rightarrow$ (Sodyumbikarbonat) + (su)

Kutu 3. 3.

○ Fosfat tampon sistemi

Kandaki fosfatlar zayıf bir asit olan sodyum dihidrojen fosfat ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4^-$) ve zayıf bir baz olan sodyum monohidrojen fosfat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4^{2-}$) şeklinde iki formda bulunur.

○ $\text{Na}_2\text{HPO}_4^{2-}$, HCl gibi güçlü bir asitle temasa geçtiğinde, baz, zayıf asit $\text{Na}_2\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ve sodyum klorür NaCl'yi oluşturmak için ikinci bir hidrojen iyonunu alır .

(kuvvetli asit) + (zayıf baz) $\rightarrow$ (zayıf asit) + (tuz)

○ $\text{Na}_2\text{HPO}_4^{2-}$ (zayıf asit), sodyum hidroksit (NaOH) gibi güçlü bir bazla temas ettiğinde zayıf asit, zayıf baza geri döner ve su üretir. Asitler ve bazlar hala mevcuttur ancak iyonlar molekül içerisinde tutulmuşlardır, serbest değildir.

(kuvvetli baz) + (zayıf asit) $\rightarrow$ (zayıf baz) + (su)

○ Kandaki tampon sistemler kanyon (H^+) yada anyonların (HCO_3^-) bir moleküle bağlanarak tamponlanmasını sağlarlar. H^+ ve HCO_3^- iyonlarının vücut sıvılarındaki miktarları, vücutta tutulmaları yada vücuttan atılmaları vücudun ihtiyacına göre böbreklerin tubuler fonksiyonları ile dengelenir.

- Albumin ve kan pıhtılaşma proteinleri (fibrinojen) karaciğerde yapılır. Karaciğer hastalıklarında bu proteinlerin miktarı önemli derecede azalır. Plazma globülinleri vücudun pek çok yerinde retikuloendotelial sistem tarafından yapılmaktadır. Vücudun savunması ile ilgili olarak görev yapan makrofajlar, karaciğerin kuffer hücreleri, akciğerlerin alveolar fagositik hücreleri, lenf yumruları ve dalak sinüzoid retiküler hücreleri gibi yapılar retikulo endotelial sistem doku ve hücrelerini oluştururlar.
- Kanın önemli özelliklerinden biri de pıhtılaşma yeteneğinin olmasıdır.



- Pıhtılaşmış kanın sıvı kısmına ise **serum** denilmektedir. Serumda plazmadan farklı olarak pıhtılaşma faktörleri ve özellikle fibrinojen bulunmaz.

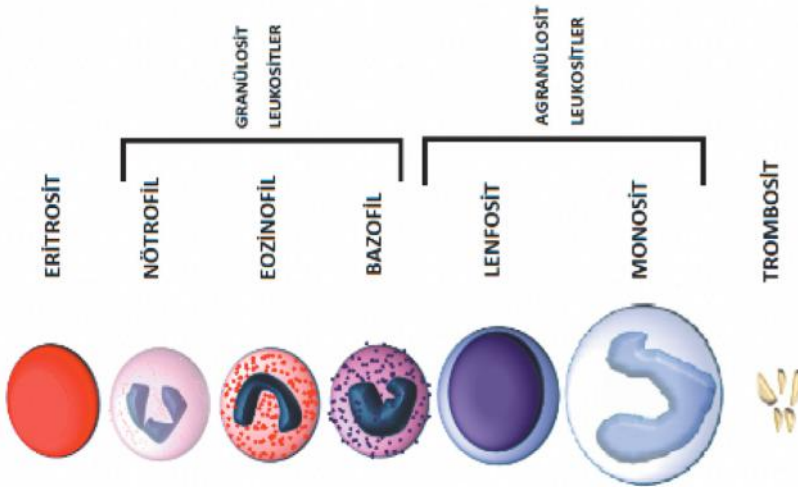
- Sözü ettiğimiz bu protein ve faktörler pıhtılaşma sürecinde pıhtı kitlesinin oluşumuna katıldıkları için kanın sıvı kısmından ayrılarak pıhtıya geçer ve pıhtı oluşumunda kullanılırlar.

Kanın hücresel elemanları:



- Kanda bulunan hücresel yapıların büyük bir çoğunluğunu (% 98-99) eritrositler (alyuvarlar) oluşturur. Eritrositlerin dışında lökositler (akyuvarlar) ve trombositler (kan pulcukları) kanın diğer hücresel elemanlarıdır (Şekil 3.3).

- Kan hücreleri kemik iliğinde hemopoietik kök hücrelerden üretilirler.



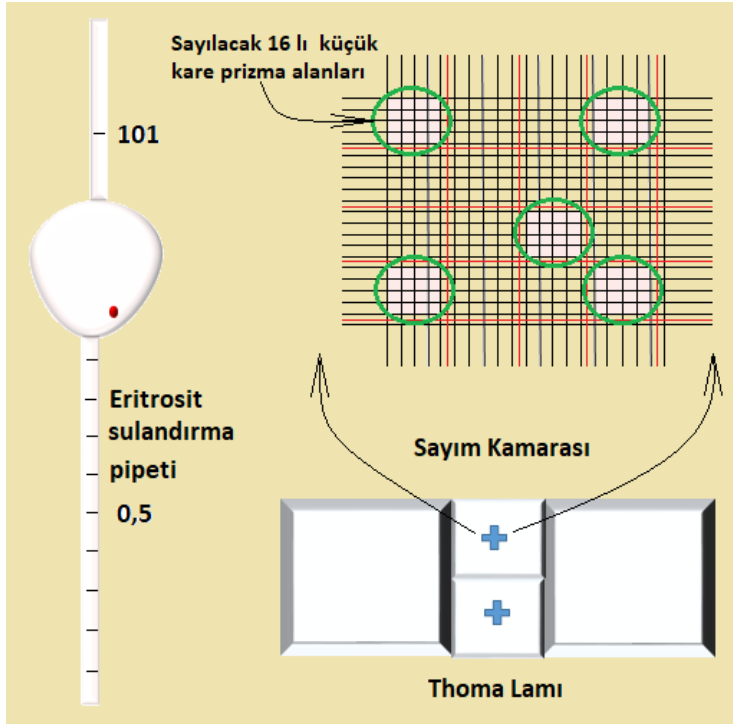
Şekil 3.3. Kan dokusunu oluşturan hücresel elemanlar.



- Eritrosit sayıları hayvan türleri arasında değişiklikler gösterir. Aynı zamanda cinsiyet, yaş, rakım, beslenme durumu, ırk ve fiziksel aktiviteler eritrosit sayılarında farklılıklara neden olabilecek faktörler arasında sayılabilir.

- Bazı hayvan türlerinde eritrosit sayıları tablo 3. 2. de verilmiştir. Eritrosit sayılarında gün boyunca %5 oranında değişimler söz konusu olabilir. Bu değişiklikler fizyolojik sınırlar içerisindedir. Vücudun değişik bölgelerinden alınan kan örneklerinde eritrosit sayıları ve diğer kan hücrelerinin sayılarında farklılıklar olabilir. Bu nedenle standart olarak belirlenmiş bölgelerden kan alımının yapılması gerekir. Yüksek rakımlarda atmosferdeki parsiyel oksijen basıncındaki düşüklük nedeniyle dokulara yeteri kadar kan taşınması için dolaşımdaki eritrosit sayılarının artışına sebep olur. Dolaşım kanında eritrositlerin yanında % 1 oranında genç eritrositler olarak da ifade edilen retikülositlere rastlanması normaldir. Retikülosit sayısındaki artış veya azalma, özellikle anemi ve kemik iliği fonksiyon bozukluğuna bağlı olarak eritropoez aktivitesinin yetersizliğinin bir göstergesi olabilir.

Eritrositlerin sayımı:



Şekil 3.7. Eritrosit sayımı

- Kan miktarının total azlığına ise oligemi adı verilmektedir. Erkekler için hemoglobinin 13.5 g/dL, kadınlar için 12.0 g/dL ve hamile kadınlar için 11.0 g/dL nin altına düşmesi, hematokrit değerinin erkeklerde %39, kadınlarda %36 altında olması ve eritrosit sayılarının erkeklerde 4.2 milyon hücre/ μ L, kadınlarda 3.8 milyon hücre/ μ L düzeyinin altında olması anemi tanısını akla getirebilir. Anemiler eritrosit çapında görülen değişikliklere göre mikrositer, normositer ve makrositer anemiler olarak tanımlanmaktadır. Eritrosit hücresi içerisinde bulunan hemoglobin miktarına göre de hipokrom, normokrom ve hiperkrom anemi tanımları yapılmaktadır. Eritrosit çapı ve eritrositlerin taşıdıkları hemoglobin miktarlarına göre kombine edilen eritrosit tanımlamaları Kutu 3.8. gibi ifade edilmektedir.

Kutu 3. 8.

Eritrosit çapı ve Hemoglobin miktarına göre anemilerin tanımlanmaları

- Normositer hipokrom anemi
- Normositer normokrom anemi
- Normositer hiperkrom anemi
- Makrositer hipokrom anemi
- Makrositer normokrom anemi
- Makrositer hiperkrom anemi
- Mikrositer hipokrom anemi
- Mikrositer normokrom anemi
- Mikrositer hiperkrom anemi

- Sürme kan frotilerinin Gimza gibi boylarla boyanmasıyla eritrositleri şekil, boyut ve hemoglobin içeriğine göre koyu yada açık renkli boyanmış olmaları aneminin yukarıdaki tanımlamalardan hangisine girdiğini belirlemeye yardım eder. Ayrıca MCV, MCH ve MCHC parametreleri de değerlendirilerek klinikte aneminin tanısına gidilebilir.
- Anemiler çeşitli sebeplerden kaynaklanabilir.

yapıları 2-5 parçalıdır, insanlarda miktarları % 60 civarındadır. Yaşlı hücrelerde bu parçacık sayısı dokuza kadar çıkabilir. Bu nedenle polimorfonükleer nötrofiller olarak da adlandırılırlar. Nötrofiller, sitoplazmada ışık mikroskobu ile çözülmemeyen spesifik granüller içerir ve bu nedenle sitoplazmaya soluk pembe bir renk verir. Nötrofiller vücudun ilk savunma hattını temsil eder. Nötrofiller aktive olduklarında diapedez yoluyla dokulara göç ederler. Bu hücrelerin ömrü birkaç gündür ve bağ dokusunda aktive olduklarında apoptoza uğrarlar ve daha sonra makrofajlar tarafından uzaklaştırılırlar. May Grünvald-Geimsa boyamalarında sitoplazma pembe, granüller menekşe ve çekirdek mor renkte boyanırlar.



- Tavşan, kobay ve kanatlı hayvanlarda nötrofil olarak adlandırılan hücreler eozinofillerle aynı karakterde boyanma özellikleri gösterdiklerinden dolayı **pseudoeozinofil** ya da **hetrerofil** adı verilmektedir.
- Genel olarak akut enfeksiyon hastalıklarının ilk evrelerinde, ateşli hastalıklarda, kötü huylu tümörlerde, akut kanamalarda, kronik trombozda, eritrositlerin hemolizinde, ve operasyonlardan sonra nötrofillerin sayılarında artış gözlenir.

Çekirdek indeksi;



- Tek çekirdekli nötrofiller ile parçalı çekirdekli nötrofiller arasındaki orana çekirdek indeksi denilmektedir. İnsanlarda bu değer normal olarak 1/16 dır.

- Bazı hastalıklarda tek çekirdekli hücrelerin sayısı attığı zaman çekirdek indeksinin oranı artar. Çekirdekli nötrofillerin dağılımını belirlemek için Arneht formülünden faydalanılır. Bu formül nötrofillerin çekirdeklerindeki parça sayısına göre ayrı ayrı gruplanmış yüzde oranlarını ortaya koyar. Arneht formülü aşağıdaki şekildeki gibi düzenlenebilir (Şekil 3.11.). Eğer formülde eğri sağa doğru kayarsa prognozun iyi olmadığına kanaat edilir, eğrinin sola kayması hastalıkla mücadelede yeni nötrofillerin kana sevk edilebildiği hastalıkla savaşa devam edilebildiği yorumu çıkarılabilir.

Eozinofiller;

- Eozinofilik olan, kırmızıdan pembeye boyanan büyük sitoplazmik spesifik granüllere sahip iki loblu bir çekirdeğe sahiptir. Nötrofil granüllerinde bulunan enzimleri benzerleri bu hücre tiplerinde de bulunur. Bu hücrelerin granüllerinde plazminojen de bulunur. Plazminojen plazminin ön maddesidir. Fibrin ipliklerinin eritilme-

sitotoksiste ya da açığa çıkardıkları lenfokin adı verilen maddeler aracılığı ile yürütür. Lenfositlerden salınan lenfokinler ayrıca makrofajları da uyarırlar.

3. **Baskılayıcı T lenfositler;** Bunlar B lenfositlerin ve diğer T lenfosit alt kümelerinin işlevini engelleyen, frenleyen hücrelerdir. CD8 yüzey molekülünü taşıyan baskılayıcı T lenfositler, yardımcı T lenfositleri baskılayarak etkisiz hale getirir. Antikor yapmaya hazır B lenfositlerini de baskılayarak etkisiz hale sokar ve fazla antikor oluşumunu önler. Ayrıca makrofajları da baskı altında tutarlar.
4. **Öldürücü T lenfositler;** Öldürücü T lenfositler membranlarında glikoprotein yapısında CD8 molekülü taşıdıklarından bunlara CD8 hücreler de denir. Katil hücreler adı ile de anılan bu hücreler antikor ya da lenfokin gibi bir aracı olmadan, etkilerini doğrudan hedef hücreye yapışarak gösterir. Bunların zarı üzerinde antikorlara uyacak birleşme bölgeleri (reseptörler) vardır.



- Yüzeylerindeki bu yerler sayesinde yabancı hücrelerin zarlarındaki anti-jen-MHC komplekslerine tutunurlar ve bu hücreleri öldürürler. Bunlar antikor yokluğunda, örneğin virüsler ve tümör hücrelerini tanır, onları yıkıma uğratırlar.

5. **Bellek T lenfositleri;** Kan dolaşımında aylarca hatta yıllarca yaşayan uzun ömürlü, belleği sağlam T lenfositlerdir. B lenfositlerden de buna benzer hücreler doğmaktadır. Bunlara da bellek B lenfositleri denir.

B Lenfositler;

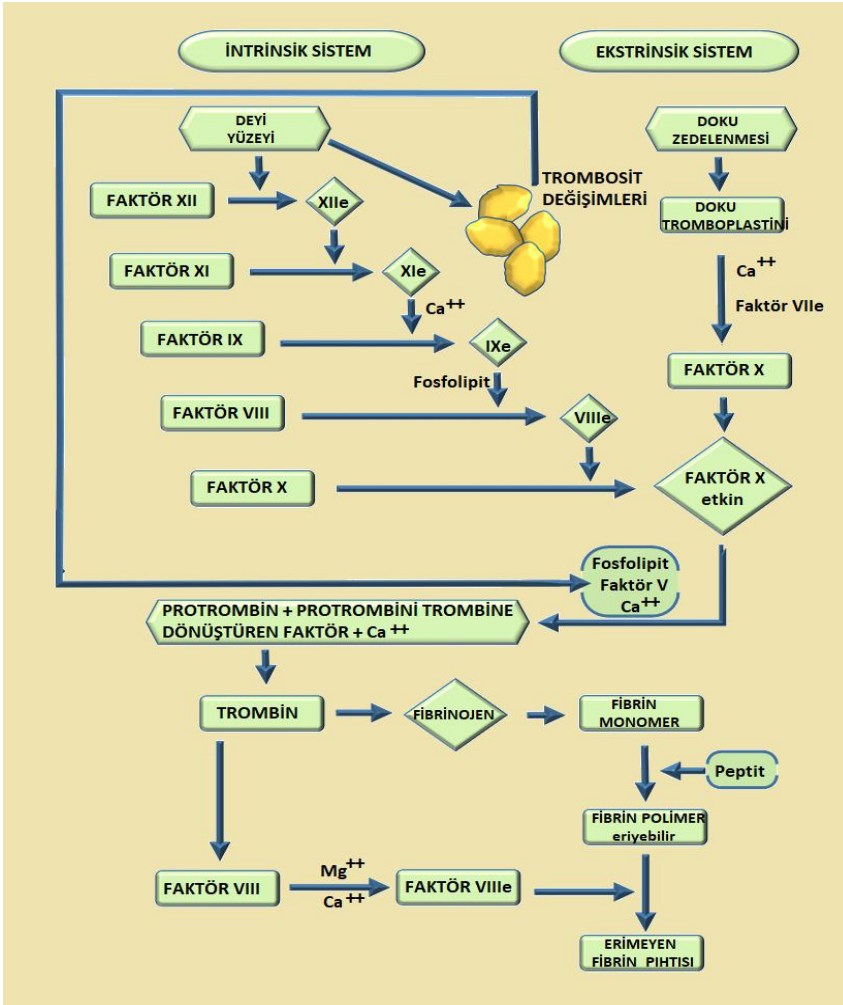
- B lenfositler, hem oluştukları organlarda hem çevre kanında ve daha önemlisi lenf düğümlerinde ve dalakta bulunurlar. B lenfositlerin ömürleri birkaç gün ya da birkaç hafta sürece kadar kısadır ve az hareketlidirler.



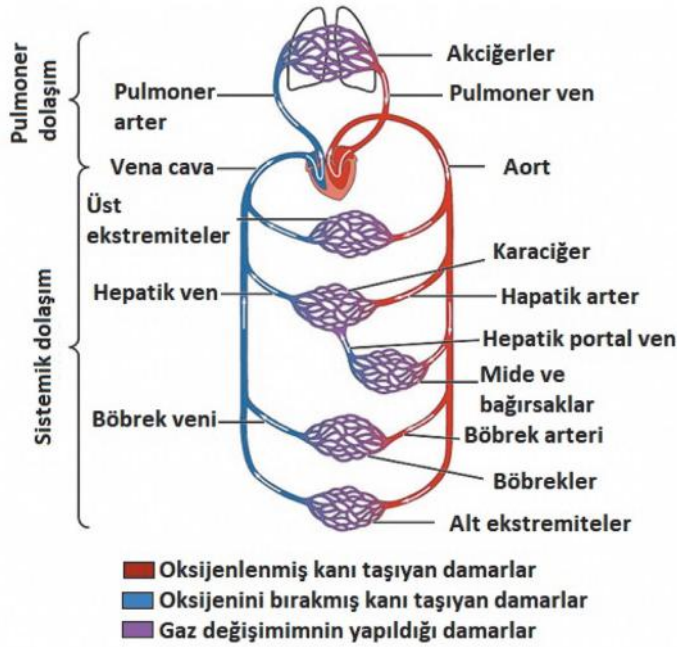
- En önemli özellikleri diğer lenfositlerden farklı olarak, yüzeylerinde antijene doğrudan bağlanabilen çok sayıda immunoglobulin (Ig) molekülü taşımasıdır. İnsan, maymun ve faredede immunoglobulinler IgM, IgG, IgA, IgD ve IgE'dir. Maymun ve fare dışındaki diğer hayvanlarda ise IgD bulunmamaktadır.

- Her ne kadar B lenfositler antijenle doğrudan uyarılabilirse de, etkili bir uyarım için makrofajların ve yardımcı T lenfositlerin saldıkları lenfokinlerin yardımına ihtiyaçları vardır. Küçük B lenfositler bazı ana evreden sonra B lenfoblastlara (immüno-blastlar) dönüşür. Daha sonra immüno-blasttan plazma hücresi ya da B bellek lenfositler meydana gelir. Plazma hücreleri antikorların oluşmasında görev

ğini çevredeki alana salarlar. ADP, serotonin ve diğer maddelerin salınması daha fazla trombosit agregasyonuna, toplanmasına ve aktivasyonuna neden olur. Trombositler, pıhtılaşma faktörlerinin bir araya gelip etkileşime girmesi için bir yüzey sağlar ve bu da fibrin pıhtısının veya kan pıhtılaşmasının oluşmasına yol açar. Bu pıhtı ilk trombosit tıkaçını güçlendirerek hasarlı bölgeden aşırı kan kaybını önler. Pıhtı oluşumu sırasında trombositler ayrıca yara iyileşmesini ve yeni kan damarı oluşumunu destekleyen büyüme faktörlerini de serbest bırakır. Pıhtıya artık ihtiyaç duyulmuyorsa trombositler, onu parçalayan ve kan damarlarını normal işleyişine döndüren enzimler salgılar. Trombositler ayrıca bağışıklık sistemi hücreleriyle etkileşime girerek enfeksiyonlarla mücadelede yardımcı olarak bağışıklık savunmasında da rol oynar. Trombosit işlev bozukluğu veya düşük trombosit sayısı (trombositopeni), aşırı kanamaya veya pıhtılaşma bozukluklarına neden olabilir.



Şekil 3. 13. Kanın pıhtılaşma mekanizması.



Şekil 4.1. Dolaşım sisteminin genel yapısı

Kalp

- Dolaşım sisteminin merkezi konumunda yer alır ve dolaşım sisteminin ana unsurudur. Kalp hayat boyunca sürekli olarak kan pompalama işlevini sürdürür. Kalp hayvan türleri arasında farklı olmakla beraber istirahat halide yaklaşık dakikada 25 ile 130 defa kasılma ve gevşeme hareketi yapar. Kalbin kasılmasıyla oluşturulan basınç kanın sistemik dolaşımı için sol ventrikülden aorta yönmesini ve damarlara aktarılmasını sağlar. Vüda dolaşarak v. cava ile kalbin sağ atriumuna dönen kanın basıncı sıfıra yaklaşır.



- Kalpten çıkış esnasındaki kan basıncı ile kalbe giriş esnasındaki kan basıncı arasındaki fark kanın damarlar içerisinde dolaştırılmasında itici gücü oluşturur.



- Fizyolojik olarak uyku, fiziksel aktivite, heyecan, korku, gibi değişik durumlarda vücudumuzun ihtiyacına göre kalbin atım sayısı ve ritminde farklılıklar meydana gelir. Kalbin çalışma temposunu, hızını, atım volümünü vücudun ihtiyacına göre nasıl değiştirmesi gerektiğinin bilgisi kalbin dış sinirleri olarak ifade edilen sinirlerin etkinliği ile gerçekleştirilir (Şekil 4. 9.).

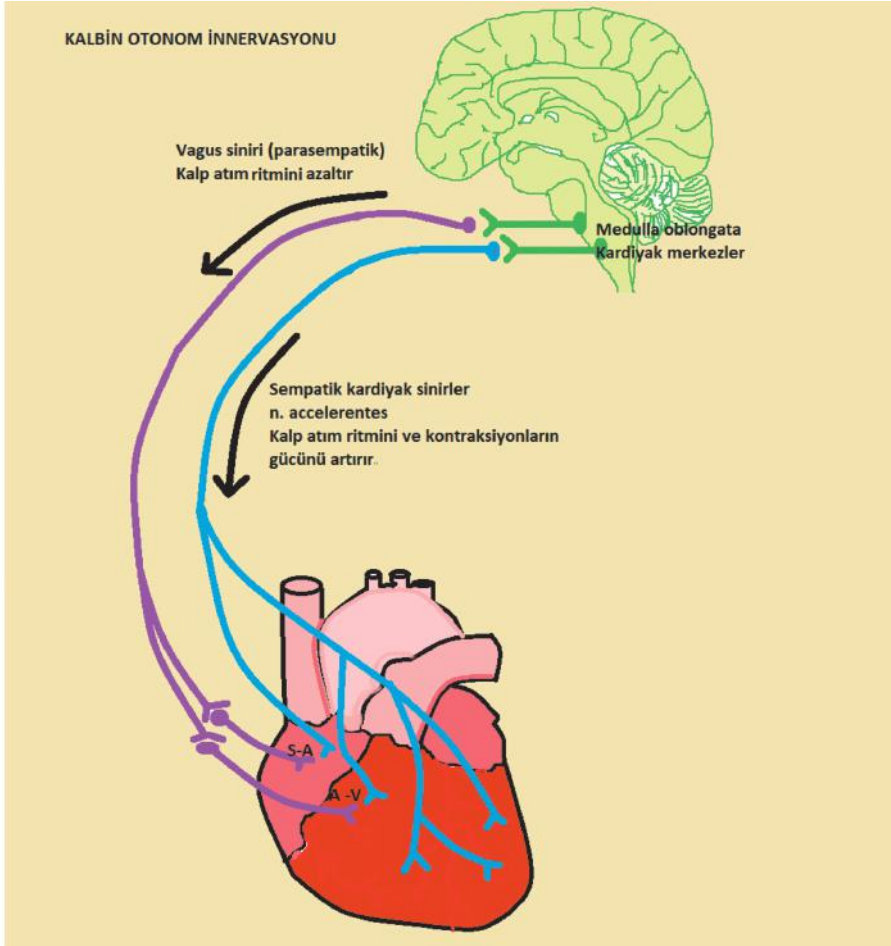
- Otonom sinir sisteminin hem sempatik hem de parasempatik kesiminden efferent sinirler kalbin uyarı yaratan düğümleri üzerinde bağlantı kurarak bu düğümlerden çıkan sinyallerin düzenini ve frekansını belirlerler. Bu sinirlerin otonom sinir sisteminden gelen sempatik kolu n.accelerantesdir. Bu sinirin etkinliği kalpte uyarı oluşturan sinyallerin frekansını artırır ve kalbin hızlı çalışmasına ve kuvvetli kasılmasına neden olur.

Tablo 4. 1. Bazı hayvan türlerinde kalp seslerinin dinlenme alanları

At	Sol ventrikül	Assamiyet alanının üst ve arka sınır boyunca 4. ve 5. Kaburgalar arası boşluklar
	Sağ ventrikül	Sağda 3. Ve 4. Kaburgalar arasında ve göğüs boşluğunun alt 1/3 ünün alt yasından
	Pulmoner kapakçık	Solda 3. Kaburgalar arası boşlukta yada 4. Kaburganın üzerinde ve göğsün alt 1/3 ünü yarıya bölen çizginin altından
	Aort kapakçığı	Solda 4. Kaburgalar arası boşlukta ve omuz ekleminden geçen yatay çizginin 1-2 parmak altından
Geviş getirenlerde	Sol ventrikül	Sol 4. kaburgalar arası boşlukta omuz ekleminden geçen çizginin hemen altından
	Sağ ventrikül	Sağ tarafta 3. Kaburgalar arası boşluktan
	Pulmoner kapakçık	Sol tarafta 3. Kaburgalar arası boşlukta
	Aort kapakçığı	Sol ventrikülüsün dinlendiği noktadan dinlenebilir
Domuzda	Sol ventrikül	Sol 4. kaburgalar arası boşluk
	Sağ ventrikül	Sağda 3. Kaburgalar arası boşluk
	Pulmoner kapakçık	Sol 2. ya da 3. Kaburgalar arası boşluk
	Aort kapakçığı	Sol 3. kaburgalar arası boşluk
Köpekte	Sol ventrikül	Solda 6. Kaburgalar arası boşlukta göğüs boşluğunun alt 1/3 ünü yarıya bölen çizginin hemen üzerinden
	Sağ ventrikül	Sağda 3.-4. Kaburgalar arası boşlukta yaklaşık olarak kaburgaların ek yeri düzeyinde ya da onun biraz altından
	Pulmoner kapakçık	3-4. kaburgalar arası boşlukta doğrudan göğüs kemiğinin ve sağda da hemen hemen aynı noktadan duyulur
	Aort kapakçığı	Solda 4. Kaburgalar arası boşlukta ve omuz ekleminden geçen çizginin hemen altından
Kedilerde	Kalp seslerinin dinlenme alanları köpeklerdeki ile hemen hemen benzerdir.	

azaltır (negatif dromotrop etki). N. accelerantesin uyarılması kalpteki uyarıların ileti hızını artırır (pozitif dromotrop etki).

- **4. İnotrop etki;** Kalp kasının kasılma gücünde oluşan değişikliktir. N.vagusun uyarılması kalp kasılmasının kasılma gücünü azaltır (negatif inotrop etki).N. accelerantesin uyarılması kalp kasının kasılma gücünü artırır (pozitif inotrop etki).
- **5. Trofotrop etki;** Kalp sinirlerinin kalbin beslenme yeteneğini değiştirmesidir. N. vagusun uyarılması negatif trofotrop, n.accelerantesin uyarılması ise pozitif trofotrop etkiye neden olur.



Şekil 4. 9. Kalbin dış sinirleri ve otonom innervasyonu

- 6. **Elektrotrop etki;** Zar istirahat potansiyelinin azalıp çoğalmasındır. N.vagus zarın potasyum iyonlarına karşı geçirgenliğini artırarak zar istirahat potansiyelini azaltır. Bu azalma uyarılma eşiğinin artmasına neden olur ve uyarı iletimi yavaşlar. N. accelerntes zıddı hareket eder ve zar istirahat potansiyelini artırarak daha kolay depolarize olmasına ve uyarılmasına neden olur.

Tablo 4. 2 Farklı hayvan türlerinde kalp atım sayıları

Tür	Atım sayısı/dk
İnsan	60-80
At	20-40
Sığır	60-80
Koyun	70-80
Domuz	60-80
Kedi	100-130
Köpek	70-130
Tavşan	120-150
Kobay	150-300
Tavuk	300-390
Balık	20-40

Kalp atım sayısı üzerine etkili faktörler;

- Kalbin dakika atım sayısı insanlarda ve hayvan türleri arasında farklılıklar göstermektedir. Bunun yanında kalbin atım sayısı yaşa, boya, cinsiyete, ruhsal duruma, ısı, kanın bileşimi, solunum ve kassel çalışma gibi çeşitli faktörlere göre değişiklik gösterir. Farklı hayvan türlerinde kalp atım sayıları Tablo 4. 2 verilmiştir. Kutu 4. 1.de kalp hızını ve kasılma kuvvetini azaltan faktörler gösterilmiştir.

Kalpte ritim bozuklukları;

- Kalp normal fizyolojik koşullarda belirli bir ritim ve tempo ile çalışır. Çeşitli sebeplerle bu çalışma ritminin bozulmasına aritmi denilmektedir. Aritminin çeşitli tipleri ve çeşitli sebepleri vardır.



- Sinoatrial (S-A) düğümün uyarım oluşturma düzenin değişmesi, Uyarım oluşturma işinin S-A düğümünden diğer odaklara geçmiş olması, Kalbin uyarı iletim sisteminin herhangi bir yerinde blok oluşması, Sinyal iletim dalgasının farklı bir yol izleyerek ilerlemesi, gibi durumlar aritmilerin meydana gelmesine neden olabilmektedir.
- Bradikardi; kalbin dakika atım sayısının normalin altına düşmesi durumunu tanımlayan bir durumdur. İnsanlarda istirahat halinde normalde 60-80 olan dakika kalp atım sayısının 60 ın altına düşmesi bradikardi olarak tanımlanabilir.

- Uyarımlar sinoatrial düğüm kaynaklı ise sinüzal bradikardi denir.

- Kalp kasını oluşturan kardiyomiyositlerin kasılmasıyla sonuçlanan uyarı merkezlerinden yayılarak gelen aksiyon akımları küçük elektriksel uyarılar halinde gelir. Bu, kalbin önce kulakçıklarının, sonra da karıncıklarının kasılmasına neden olur. Bu sinyallerin kalpte yayılma şekli cildimizin yüzeyinden de ölçülebilir. Bu akımların yazdırılmasına elektrokardiyografi (EKG) denilmektedir. EKG, cildin farklı bölge-lerindeki elektrik sinyallerindeki (veya aslında voltajdaki) bu değişiklikleri ölçer ve bunları bir grafik olarak gösterir.



- EKG, kalbin uyarı iletim sisteminin sağlıklı çalışıp çalışmadığı, uyarıların kalbin bütün bölümlerine istenilen düzeyde ulaşip ulaşmadığı. Kalbin ritmi, kalp kasının fonksiyonları ve durumu hakkında bilgi sahibi olmamıza neden olur.

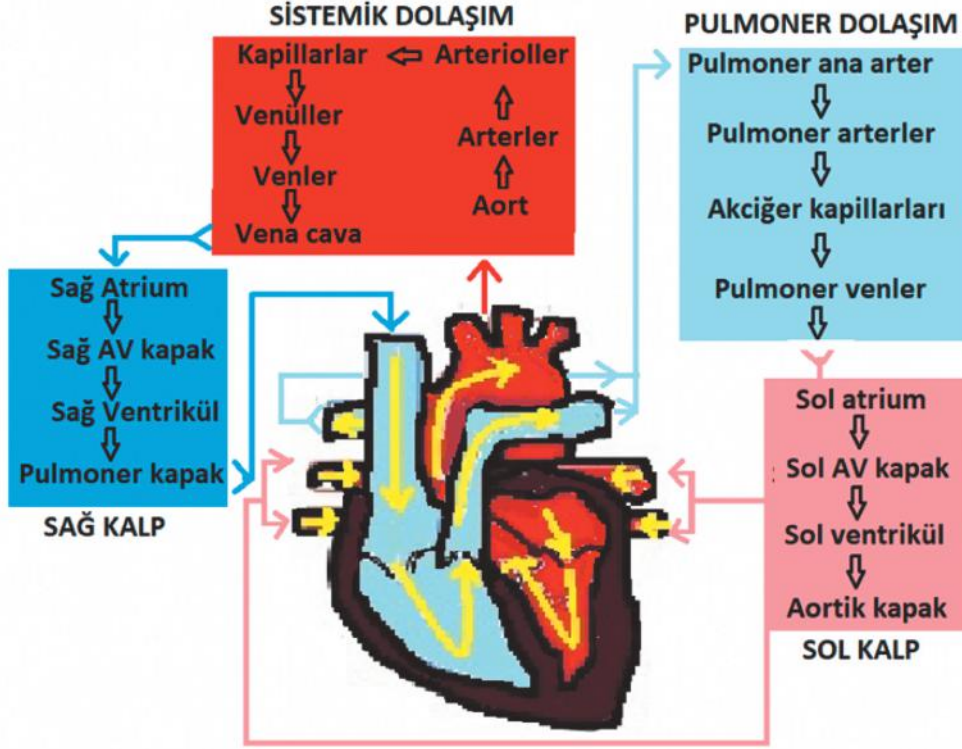
- Kalbin uyarı merkezlerinden kalp kasına yayılan sinyaller vücudumuzun değişik bölgelerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedilir. Bu kaydedilme noktalarına derivasyon denilmektedir. Tablo 4. 3.de insanlarda EKG de elektrotların yerleşim yerleri belirtilmiştir.

Tablo 4. 3. İnsanlarda EKG de elektrotların yerleşim yerleri

Ekstremiteler	Elektrotların yerleşimi	Göğüs	Elektrotların yerleşimi
D I	Sağ kol – sol kol	V ₁	Sternumun sağında 4. İnterkostal boşluk
D II	Sağ kol – sol bacak	V ₂	Sternumun solunda 4. İnterkostal boşluk
D III	Sol kol – sol bacak	V ₃	V2 ile V3 arasında çizilen çizginin orta noktasına
aVR	Sağ kol	V ₄	Köprücük kemiğinin ortasında aşağı doğru inen çizginin 5. ve 6. Kaburgalar arası bölgesi kestiği yer
aVL	Sol kol	V ₅	V4 ile aynı seviyede koltuk ön çizgisinin kesiştiği yerde
aVF	Sol bacak	V ₆	V4, v5 ile aynı hatta orta koltuk çizgisinin kesiştiği yerde
Ekstremitelere yerleştirilen elektrotların renkleri; Kırmızı: sağ kol, Siyah: sağ bacak, Yeşil: sol bacak, Sarı: sol kol olarak tanımlanmıştır.		Göğüs elektrotlarının renkleri kullanım kolaylığı için V1 kırmızı, V2 sarı, V3 yeşil, V4 mavi, V5 turuncu ve V6 mor olarak tanımlanmıştır.	

- Vücut yüzeyine yerleştirilecek olan elektrotların kaydediciye (recorder) bağlanışına göre bipolar (iki kutuplu) ve unipolar (tek kutuplu) kaydetme söz konusudur. Bipolar yazdırma Einthoven metodu olarak bilinir. Derivasyonları D I, D II ve D III olmak üzere üç adettir. Goldberger yönteminde ise vücuda bağlı olan üç elektrottan ikisi

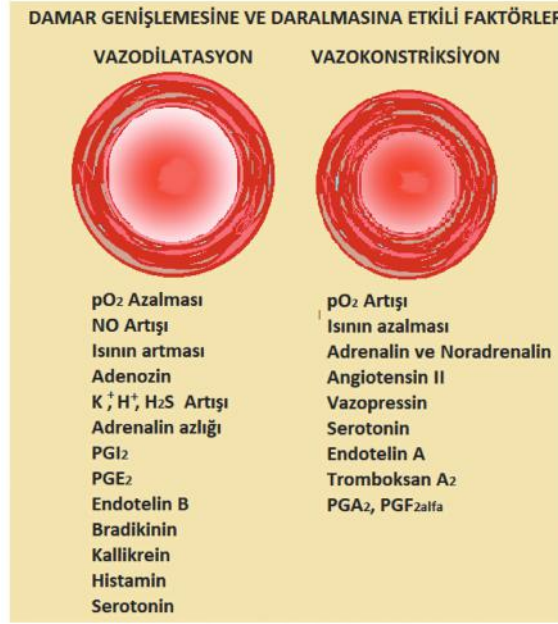
kapillar damarlara dallanırlar. Daha sonra kan kapillar damarlardan çıkar ve venüller yoluyla kalbe dönmeye başlar. **Mikrosirkülasyon**, kanın arteriyoller, kılcal damarlar ve venüller yoluyla akışını toplu olarak tanımlamak için türetilmiş bir terimdir (Şekil 4. 13.).



Şekil 4. 13. Dolaşım sisteminin sistemik ve pulmoner damarları

- Kan damarlarının iç yüzeyi endotel tabaka olarak adlandırılan tek katlı endotel hücrelerinden oluşmuş bir tabakayla kaplıdır. Bu tabaka kanla doğrudan temas eden pürüzsüz bir yüzey oluşturur, kan akışına çok az direnç gösterir. Endotel hücreleri hipertansiyon, sigara dumanı gibi toksinler veya hiperglisemiden kolayca zarar görebilir; bu hasar aterosklerozla sonuçlanabilir. Kapillar damarlar sadece endotel katmanından oluşmuş bir damar duvarına sahiptirler. Büyük kan damarlarında bu endotel tabakası üzerinde elastik ve kollojen ipliklerde oluşan bir tabaka ve bunların üstünde sirküler (halkamsı) ve longitudinal (uzunlamasına) olarak seyreden düz kas hücre gruplarının oluşturduğu bir tabaka en dışa ise bağdokudan kurulu fibröz ipliklerin oluşturduğu bir tabaka bulunur. Endotel, elastik ve kollojen ipliklerin oluşturduğu tabaka **tunika intima** olarak adlandırılır. Düzkas gruplarının oluşturduğu tabaka **tunika media** ve fibröz bağ dokunun bulunduğu en dış tabaka ise **tunika adventisya** olarak ifade edilir. Damar duvarı kalın olan büyük damarların

- Kan kaybına bağlı basınç düşmelerinde artan venöz tonus, venöz damarların daralmasına ve venöz damarlardaki kanın sistemik dolaşımda kaybolan kanın ikame edilmesine neden olarak azalan kan volümünü takviye eder. Damar genişlemesine ve daralmasına etkili faktörler Şekil 4. 15. verilmiştir.



Şekil 4. 15. Damar genişlemesine ve daralmasına etkili faktörler.



- Damarların genişletilmesi (vazodilatasyon) sinirsel yolla ve hormonal etkilerle meydana getirilir. Sempatik tonusun azaltılması ve vazodilatatör sinirlerin uyarılması, sinirsel yolla vazodilatasyona sebep olur. Dış genital organların ereksiyonunu sağlayan vazodilatatör sinirler parasempatik sinirlerdir.
- Isının yükselmesi damarlarda vazodilatasyona neden olur. Isınan bölgenin kan akımı artar. Soğuk ise damarlarda daralmaya neden olur ve bölgenin kan akımı azalır. Vazodilatasyon vücudumuz için gerekli olan doğal bir tepki olmasına rağmen, belirli senaryolarda aşırı vazodilatasyon zarara neden olabilir. Anafilaksi ve septik şokta oluşan vazodilatasyon gibi.
- Vazodilatasyonda rol oynayan diğer araçlar, artan kas aktivitesi sırasında üretilir. Bu uyarılar arasında pCO₂, laktat, K ve adenozin bulunur. İskelet kasının oksijen ihtiyacını karşılamak için Krebs döngüsünün yüksek devir hızına bağlı olarak egzersiz sırasında venöz pCO₂ seviyeleri artar. Artan glikoliz aktivitesi nedeniyle kas egzersizi sırasında üretilen laktik asitte net bir kazanç vardır. İskelet kası hücreleri,



- Kan basıncının normal sınırlarının üstüne çıkması hipertansiyon denir. Kan basıncının normal sınırların altına düşmesine ise hipotansiyon denilmektedir.

- Hipertansiyonda en önemli etkenler kalbe ve damar sistemine bağlı olan nedenlerdir. Kalp ve damar sisteminin çalışmasını etkileyen bütün sebepler kan basıncındaki düzenin bozulmasına sebep olabilirler. Aşırı kalp aktivitesi kan basıncını yükseltir. Kan damarlarında meydana gelen tıkanıklıklar, damarların daralması kan basıncının yükselmesine yol açar. Kalbin zayıf çalışması, damar direncinin azalması, damarları genişleten etkenler hipotansiyona neden olur. Kanın miktarını etkileyen nedenler de damarlar içerisindeki kanın değişen volümleri nedeniyle kan basıncını etkiler. Kanın viskozitesindeki değişikliklerde kan basıncını etkilerler. Normal sağlıklı bireylerde kan basıncının değişmesine neden olan etkenler kompanze edilebilir. Kan kayıpları, vücutta sıvı kaybı, orta düzeyde yapılan sporun başlangıcında olduğu gibi durumlarda kalp, damar ve dolaşım sistemi değişen kan basınçlarını normale getirecek etkinlikleri gösterir. Düşen kan basıncına karşı damarlarda daralma ve kalbin atım ritmini ve gücünü artırması, yükselen kan basıncında ise kalp ritminin yavaşlatılması ve damar genişletilmesi gibi reaksiyonlarla değişen kan basıncını normale getirmeye çalışır.

Kan basıncının ölçülmesi;

- Kan basıncının ölçülmesi direkt ve indirekt yöntemler olarak iki şekilde tanımlanmaktadır.
- Direkt yöntemde hayvanın damarı kesilerek damar içerisine yerleştirilen bir basınç sensörü ile kan basıncı değerleri belirlenmeye çalışılır. Pratikte yaygın bir kullanımı olmamakla beraber deneysel amaçlı yapılan çalışmalarda bu yöntemler kullanılabilir.
- İndirekt yöntemde ise canlı üzerinde herhangi bir invazyona gerek kalmadan ve canlıya zarar vermeden yapılan ölçüm yöntemleridir. Bunlar arasında palpasyon, oskültasyon, osilometrik yöntemler bulunmaktadır. Klinikte ve pratikte daha çok oskültasyon yöntemi ile kan basıncı ölçülmektedir. Ancak günümüzde elektronik, dijital, lazer sistemleri kullanılarak da yapılan ölçüm cihazları bulunmaktadır. Oskültasyon yönteminde tansiyon aletinin koluğu kan basıncı ölçülecek damarın üzerine yerleştirilir. Kolluk içerisine puar ile hava popaların dışardan yapılmış olan bu hava basıncı uygulaması damar üzerine baskı yaparak damarın kan akımının durmasına neden olur. Daha sonra damar üzerine uygulanan bu basınç, doldurulan hava yavaş yavaş boşaltılarak azaltılır. Basınç değişiklikleri tansiyon aletine bağlı bir monometre ile ölçülmektedir. Bu sırada damardaki kan akımını dinlememiz için bir stetoskop dinlenilecek olan damarın üzerine konulur. Hava boşaltılırken damardaki sesin ilk duyulduğu anda monometredeki basınç değeri sistolik kan basıncını

tanımlamaktadır. Hava boşaltılmaya devam edilir. Yüksek ve berrak sesin boğuk bir sese dönüştüğü yerde monometreden okunan basınç değeri ise diyastolik basınç olarak tanımlanır. Bu dönüşüm çabuk gelişir ses hemen kaybolur. Bu nedenle sesin kaybolduğu andan bir öncesi anda okunan değerin diastolik ses olarak değerlendirilmesi pratikte uygulanan bir durumdur.

Kutu 4. 6.

Kan Basıncı Üzerine Etkili Olan Birtakım Faktörler

Yaş	Çocuklarda yaşlılara göre daha düşük pubertaya kadar yükselir ve normal fizyolojik sınırlara ulaşır. Yaş ilerledikçe kan basıncında artış yönünde seyir gözlenir.
Cinsiyet	Aynı yaştaki erkeklerde dişilere göre ortalama 10 mmHg daha yüksektir.
Beden ağırlığı	Normalden fazla kilolu bireylerde kan basıncı yüksek olur.
Ruhsal durum	Korku, heyecan, panik, cinsel uyarma kan basıncını yükseltir.
Sindirim	Yemek yemeyi takiben sistolik basınçta bir miktar (~ 6mmHg) artar
Kassel çalışma	Ağır, yoğun egzersizlerde kan basıncı yükselir.
Rakım	Yüksek rakıma çıkışta başlangıçta kan basıncı biraz düşer daha sonra normale döner.
Isı	Soğuk ortamlarda periferik venöz damar daralmasına bağlı diastolik basınçta artış gözlenebilir.
Sigara	Sigara kullanımı ve kahve kan basıncını yükseltir.
Solunum	Solunum hareketleri sırasında göğüs kafesindeki genişleme vedaralmaya bağlı olarak inspirasyonda kan basıncı biraz düşer ekspirasyonda ise biraz yükselir.
Damar direnci	Damar direnci artar ise kan basıncı da artar
Kanın viskozitesi	Kanın viskozitesi artar ise kan basıncı da artar.

Kutu 4. 7.

Hayvanlarda Kan basıncının ölçüldüğü yerler

At	a.coccygea yada a.mediana	Kolluk kuyruk köküne yada art.carpi nin 10-12 cm yukarısına bağlanır
Siğır	a.radialis, a.coccygea	Kolluk art.carpi nin 3-4 cm yukarısına, yada kuyruk köküne bağlanır
Koyun	a.radialis	Kolluk art.carpi nin 2-3 cm yukarısına bağlanır
Köpek	a.femoralis	Kolluk arka bacağın iç keiminde (medialde) art.genunun 4-6 cm yukarısında bağlanır.
İnsanda	a.brahialis	Kolluk kol üzerinde a.brahiali ortalayacak şekilde bağlanır.



- Lenf damarları üzerinde lenf düğümleri olarak tanımlanan lenfoit organlar bulunur. Bu yapılar içerisinden geçen lenf sıvısı içerisinde bulunan bakteri ve yabancı maddelerin geçişine engel olur ve bakterilerin yabancı maddelerin sistemik kan dolaşımına geçişlerinin önüne geçilir.

- Lenf nodüllerinde (düğümlerinde) bulunan savunma sisteminin lenfoit hücreleri bu sürecin gerçekleşmesinde görev alırlar. Lenfosit hücrelerin otağı konumunda olan bu düğümlerde bulunan lenfositler vücutta meydana gelen enfeksiyon olaylarında çok hızlı bir şekilde çoğalarak enfeksiyona karşı koymak için vücuda yayılırlar.

Ödem;

- Hücrelerin etrafını saran interstisyel sıvının gereğinden fazla atmasına ödem denilmektedir.



- Dokular arasında biriken sıvı bulunduğu bölgeye göre çeşitli isimler alır. Periton içerisinde karın boşluğunda biriken ödem sıvısına asites, pleura boşluğundakine hidrothoraks, perikart içerisindeki hidroperikart, beyin boşluklarında biriken sıvıya hidrosefalus ve tüm vücutta görülen ödeme anazarka denilmektedir.

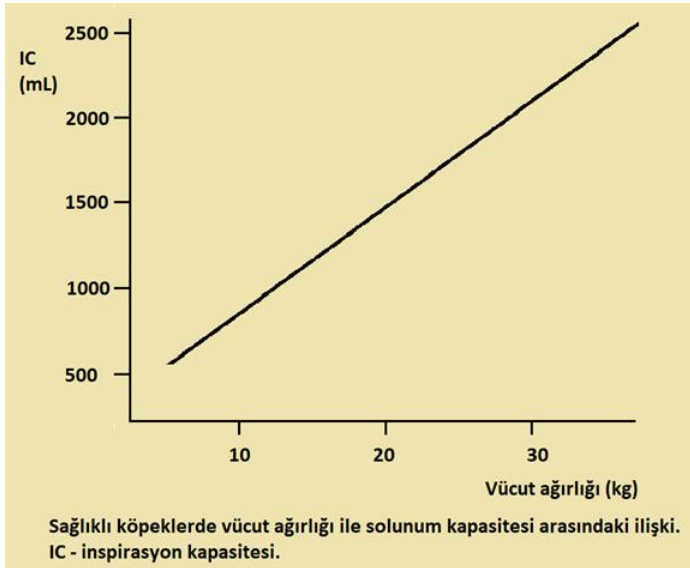
- Ödem sıvısının proteini az ise transüdat, proteini çok olana ise eksudat adı verilir. Şekil 4. 17. de istirahat ve aktivite durumlarında kan ile dokular arasında madde alış verişini izah edilmiştir.

Akciğerlerin solunum volüm ve kapasiteleri;



- Akciğerlerin esnek yapısı, göğüs kafesinin genişleme ve küçülme kapasitelerinin bulunması, canlılarda değişik fizyolojik yada patolojik durumlarda vücudun ihtiyacını karşılamaya yetecek kadar soluk havası alınmasına bir dereceye kadar imkan verebilmektedir.

- İnspirasyon ve ekspirasyon esnasında akciğerlere alınan ve akciğerlerden atılan hava miktarlarını belirlemek mümkündür. Bu şekilde akciğerlerin inspirasyonda yada ekspirasyonda ne kadar hava alabilecekleri ve bunları kapasitelerinin hacimleri tanımlanmıştır (Şekil 5. 4.).
- Bu anlamda akciğerlerde 4 adet volüm ve 4 adet kapasiteden söz edilmektedir.
- **Solunum volümü (tidal volüm,TV)**; Solunum tipi nasıl olursa olsun akciğerlere bir solukla alınan ve verilen hava miktarıdır. Alınan ve verilen hava miktarları birbirine eşittir.
- **İnspirasyon yedek volümü (IRV)**; İstirahat halinde normal bir inspirasyondan sonra ekpirasyona geçmeden normal inspirasyonun üzerine zorlu bir inspirasyonla akciğerlere alınan hava miktarıdır.
- **Ekspirasyon yedek volümü (ERV)**; İstirahat halinde normal bir ekpirasyondan sonra inspirasyona geçmeden önce normal ekpirasyonun üzerine zorlu bir ekpirasyonla akciğerlerden çıkarılan hava volümüdür.
- **Rezidüel volüm (RV)**; İstirahat halinde yapılabilen en güçlü ekspirasyondan sonra akciğerler içinde kalan hava miktarıdır.



Şekil 5. 3. Sağlıklı köpeklerde vücut ağırlığı ile solunum kapasitesi arasındaki ilişki

- Eritrositlerde 2,3-DPG konsantrasyonu arttığı zaman Hb daha çok O₂ serbest bırakır. Egzersiz, bazı metabolik hormonlar (growth ve T₃, T₄ gibi) yüksek rakımda yaşama, anemiler, hipoksiye neden olan hastalıklar eritrositlerde 2,3-DPG artışına neden olurlar.

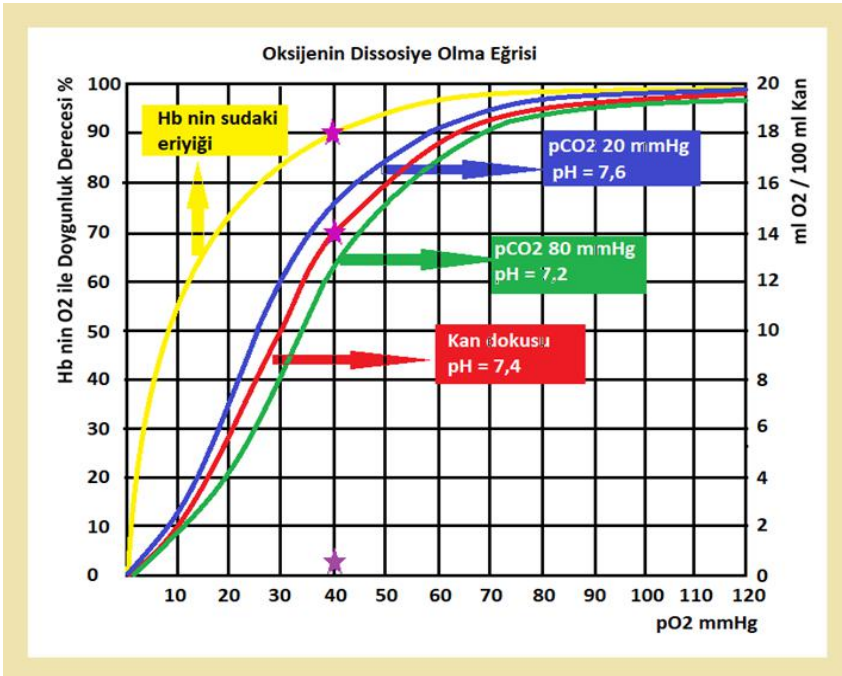
Kutu 5. 12.

Oksijenin Hemoglobinden Ayrılması Üzerine Etkili Faktörler.

- Kandaki oksijenin parsiyel basıncı (pO₂)
- Kanın pH sı ve CO₂ yoğunluğu
- Isı düzeyi
- Eritrositlerde 2,3-DPG konsantrasyonu

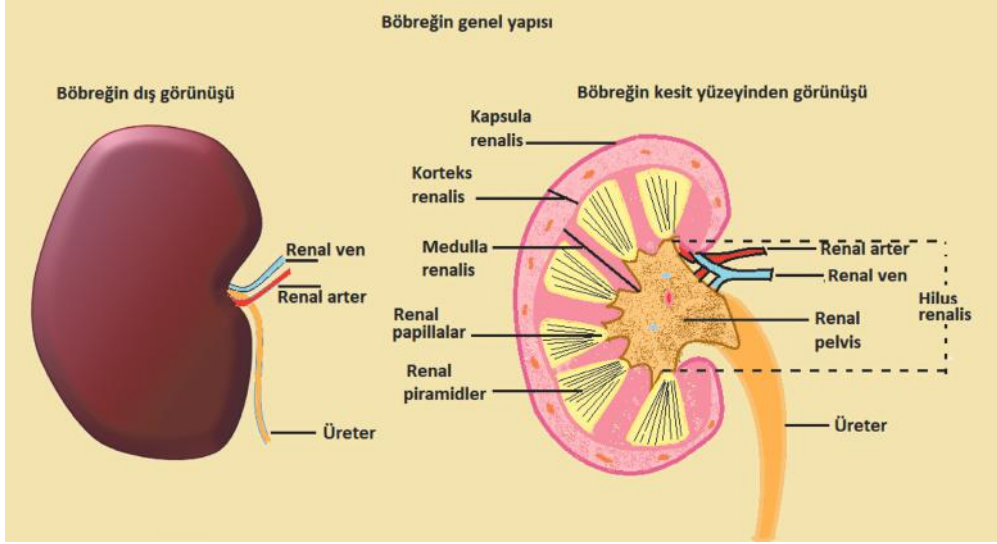


- Fötal hemoglobinin oksijene olan affinitesi normal hemoglobine göre daha fazladır. Fötal hemoglobinin 2,3-DPG ye ilgisi daha azdır.



Şekil 5. 7. Oksijenin hemoglobinden dissosiyasyon eğrisi

- **Sekrasyon;** işlemi ise vücudumuz için zararlı yada faydası olmayan ilaç metabolitleri gibi bir kısım artık ürünlerin peritubuler kapıllarlar üzerinden kan yoluyla böbreklerin tubulleri içerisine sekrete edilmesi yada ekskre edilmesi olayıdır.



Şekil 6. 1. Böbreğin yapısı

- Vücut sıvılarının kompozisyonunun homeostazisini sağlamada ve kanla gelen artık ürünlerin böbrekler tarafından uzaklaştırılmasında böbreğe gelen kan akımının oldukça fazla olması beklenir ki zaten öyledir.

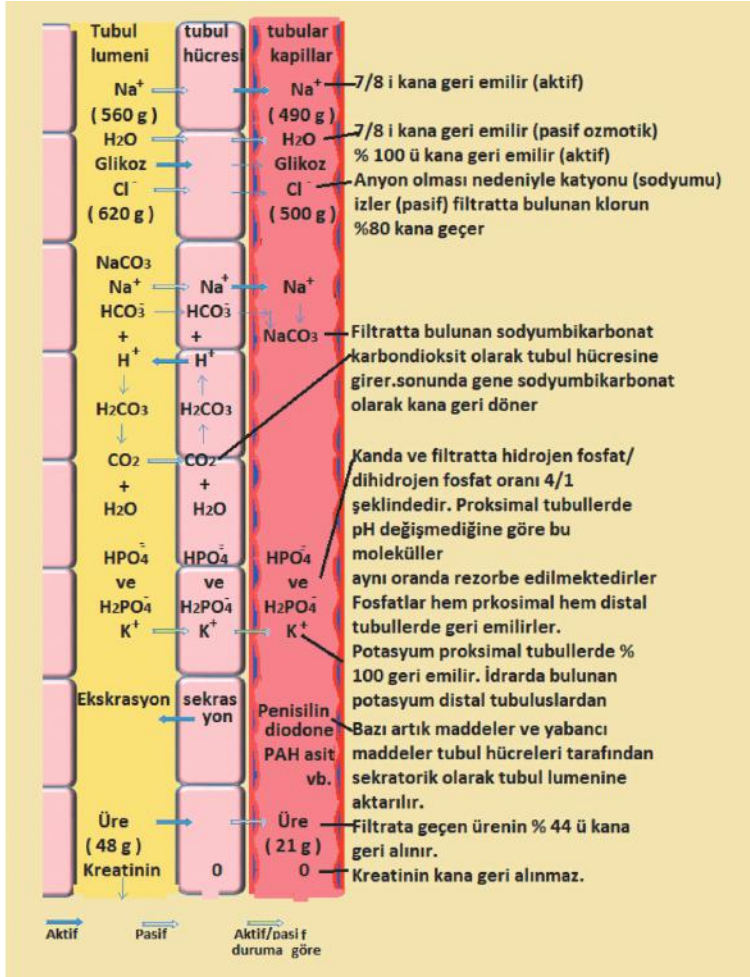


- Kalbin dakika atım volümünün yaklaşık dörtte biri her dakika böbreklerden geçmektedir ve bu şekilde kan filtre edilmektedir.

- Böbreklere gelen bu bol kan akımı doğrudan aorta abdominalisten böbreklere a.renalis ile ulaşır. A.renalis böbreğe ulaşınca dallara ayrılarak piramidlerin oluşturduğu lobüler yapıların kenarlarından interlobar arterler olarak böbrek dokusu içerisinde ilerlerler. Bu damarlar daha sonra arteria arcuataları oluştururlar. Arteria arcuata ise lobüller arasına dallanarak arteria interlobularisleri oluşturur. Arteria interlobularislerin devamında afferent arterioller gelmektedir ki bu arterler glomerular kapıllara bağlanırlar.

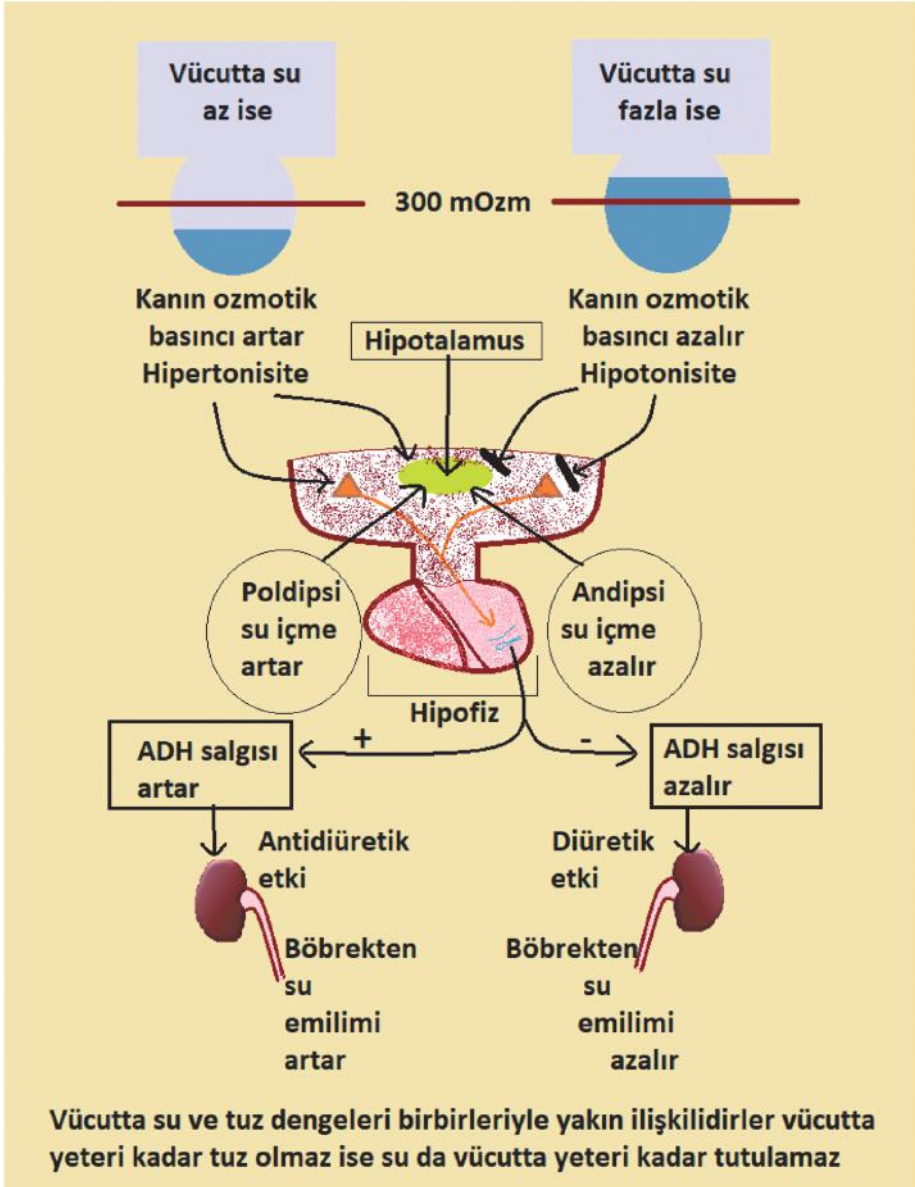


- Glomerular kapıllar böbreklerde kanın filtre edildiği yerdir. Bu kapıllar bir yumak biçiminde Bowman kapsülü içerisinde yer almış, normal sistemik kapıllardan farklı anatomik ve histolojik yapıya sahip kapıllardır (Şekil 6. 2).



Şekil 6. 6. Proksimal tubul fonksiyonlarının özeti

- **Sodyum;** Na^+ iyonunun geri emiliminin 7/8 proksimal tubuluslarda gerçekleşmektedir. Lumen sıvısından lümen hücresine pasif olarak difüzyonla geçen Na^+ iyonu buradan interstisyel sıvı bölümüne aktif olarak aktarılır. Pasif olarak tubul hücresine giren Na^+ buradan interstisyel bölgeye aktif olarak elektrojenik sodyum pompası ve sodyum-potasyum pompası aracılığı ile olmak üzere iki mekanizma ile girmektedir. Elektrojenik sodyum pompası ile sodyumla beraber Cl^- ve H_2O da Na^+ u takip ederek tubul hücresinden interstisyel alana geçerler. Tubul hücresinden çıkan Cl^- ve H_2O yerine tubul lümeninden hücreye Cl^- ve H_2O girişi olur. Sodyum-potasyum pompasıyla interstisyel alana geçen her Na^+ iyonuna karşılık tubul hücresi içine bir K^+ iyonu alınır böylece elektrik denge korunur. Lümeninden tubul hücresine alınan her Na^+ için de bir H^+ tubul lümenine karşılıklı olarak aktarılır.



Şekil. 6. 13. Vücutta su dengesinin korunmasında hormonal etki mekanizması

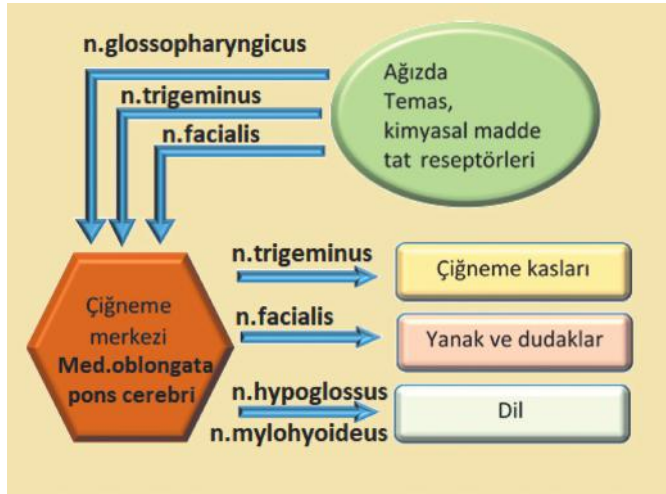


- Çiğneme olayı dişler, dil, yanak ve dudak kaslarının birlikte hareketleriyle gerçekleştirilen istekle başlayıp refleks olarak devam eden bir süreçtir.

- Çiğneme esnasında tükürük bezlerinden yapılan bol miktardaki tükürük sekresyonu, besinlerin ağızda yumuşatılmasına daha kolay çiğnenmesine, besinin ağızda kolaylıkla hareket ettirilmesine ve besinin tadının açığa çıkmasına imkan tanır. Çiğneme ile besin maddeleri mekanik olarak parçalanmış olur. Besin tükürük salgısıyla iyice yoğrulmuş olur bu sayede besin içeriğinin pH sı tükürük salgısıyla dengelenmiş olur. Aynı zaman da besin vücut ısısına yakın bir dereceye getirilmiş olur. Besinlerin ağızda iyice çiğnenmesi yemden yararlanma düzeyini artırır. Midenin yükünü hafifletir.



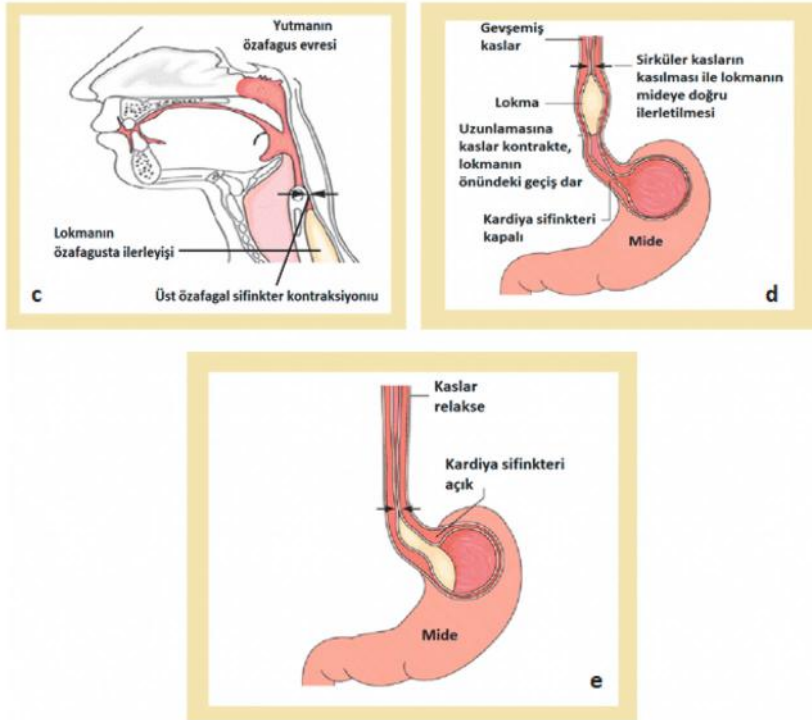
- Besinin ağızda kalış süresinin çiğnemeyle uzaması birim zamanda daha az besin tüketimine ve tokluk duyusunun bu süre içerisinde oluşması durumunda insanlarda gereğinden fazla besin tüketiminin önüne geçebilir ve obeziteyi sınırlandırabilir.



Şekil 7. 2. Çiğneme sürecinin refleks arki

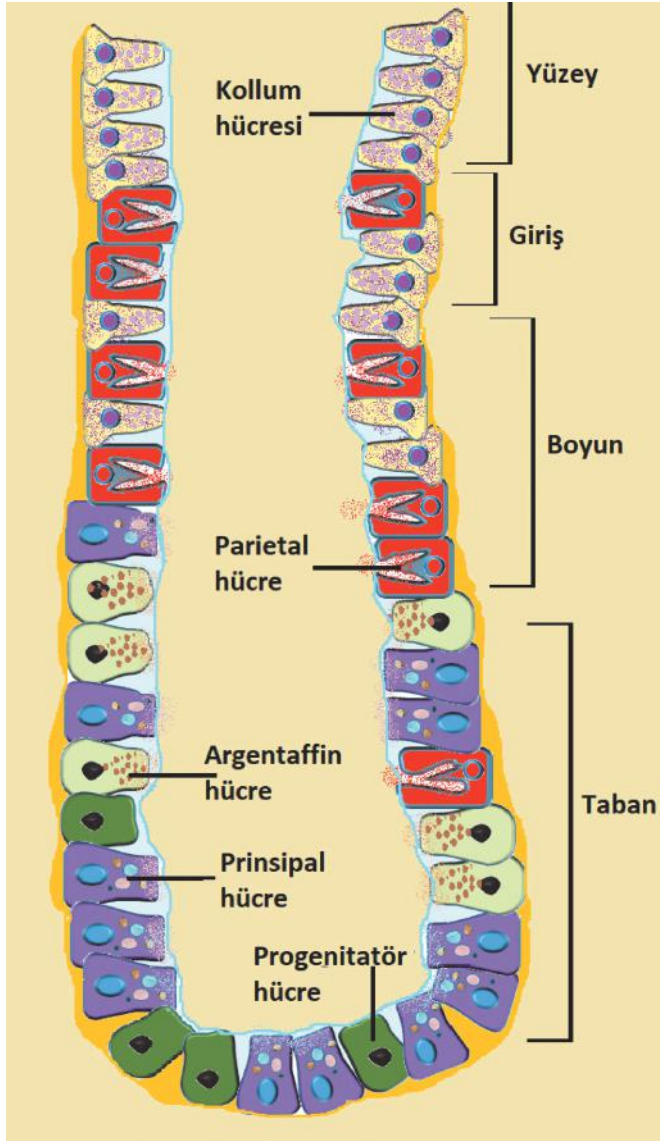
- Çiğneme olayında, alt çenenin sabit olan üst çeneye doğru aşağı, yukarı, sağa, sola, ileri ve geri olmak üzere altı hareketi ile çiğneme işlemleri gerçekleştirilmektedir. Hayvan türleri arasında çiğneme işi için çene hareketleri birbirinden farklı olabilmektedir. Bazı hayvan türlerinde çiğneme işlemi kısa tutularak ağıza alınan besin çabuk bir şekilde mideye gönderilebilmektedir.

- Yutak(farenks) girişine gelen lokma buradaki reseptörlerin uyarılmasıyla refleks olarak yoluna devam eder. Bu reseptörlerin bulunduğu bölgeler lokal olarak bir anesteziye alınırsa yutmanın güçleştiği, hatta bir süre hiç yapılamadığı gözlenebilmektedir. Bu nedenle bu bölgelerde çeşitli sebeplerle yapılan anestezi uyulamalarından sonra, anaetetik etki tamamen geçene kadar hayvana yiyecek ve içecek verilmemelidir. Yutak bölgesinden çıkan afferent impulslar medulla oblongatadaki yutma merkezlerini uyarır ve buradan çıkan sinyaller motor sinirler aracılığı ile ilgili kas ve dokulara ulaşır. Yutma merkezine gelen afferent impulslar n. trigeminus ve n. glossopharyngicus aracılığı ile olur. Merkezden çıkan efferent motor impulsları ise n. trigeminus, n. glossopharyngicus, n. vagus, n. accessorius ve n. hypoglossus sinirleri dil, ağız tabanı, yutak ve gırtlak kaslarına getirir. Farekns yemek borusuna geçişin başlangıç yolu ve larenks ise trakeaya geçiş yoludur. Bu iki yapı bir kavşak olarak birbirlerini keserler. Yutma esnasında lokmanın burun boşluğuna yada soluk borusuna gitmemesi için ya da yutaktan özofagusa doğru gidebilmesi için trakeaya geçiş yolunun ve burun boşluğuna geçiş yolunun(nazofarekns) kapatılması gerekir. Yutma esnasında lokma farinkste iken yumuşak damak (palatum molle) yukarı doğru kalkarak burun boşluğuna çıkış yolunu kapatır. Epiglottis ise trakeanın giriş yolunu kapatır. Bu şekilde solunumla ilgili alanlar kapatılmış olur ve yutulan lokmanın farenksten özofagusa geçişi sağlanır. Atta palatum mollenin uzun oluşu ve iyice yukarı kaldırılamayışı sonucu, besinler burun boşluğuna geçebilmekte ve solunum sırasında akciğerlere kaçabilmektedir.



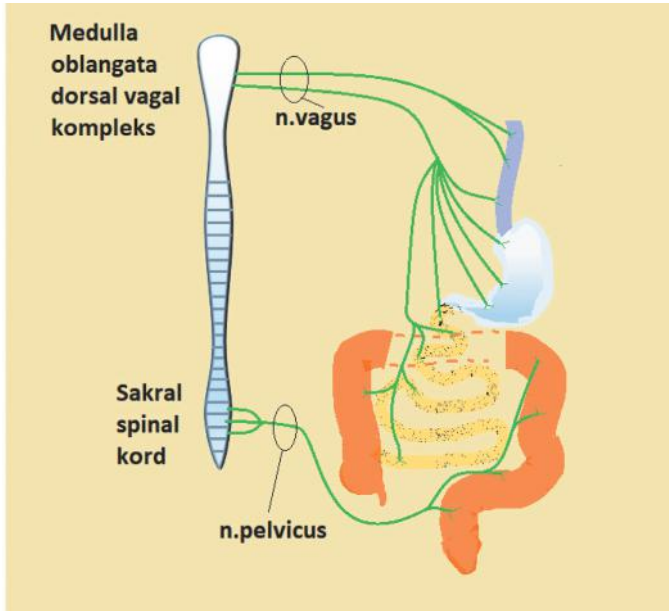
Şekil 7. 4. devamı c, d ve e. Yutma olayının süreçleri

Glandula kardiaka (kardiya bezleri);

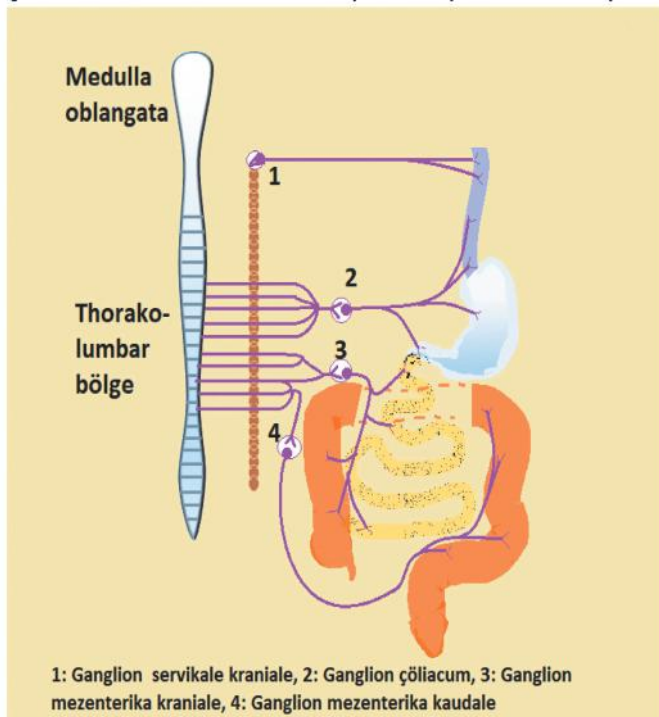


Şekil 7. 8. Fundus bezinin yapısı

- Kardiya bölgesinde bulunan bu bezlerden daha çok mukus salgısı salınmaktadır. Mukus salgılayan tek tip hücrelerden kurulu bu bezlerin salgısı mukoza yüzeyinin korunmasında etkili olurlar. Buradan bikarbonat salgılandığı da bilinmektedir. Ancak enzim ve tuz asidi salgılamadıkları genellikle kabul edilmektedir.



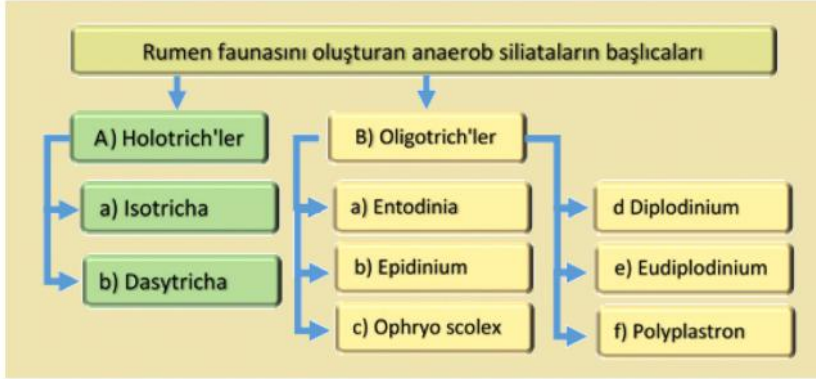
Şekil 7. 13. Sindirim kanalının parasempatik innervasyonu



Şekil 7. 14. Sindirim kanalının sempatik innervasyonu

Rumen faunası;

- Rumentde bulunan protozoa topluluğuna rumen mikrofaunası denilmektedir. Rumende bulunan protozoaların çoğunluğunu siliatlar oluşturmaktadır (Şekil 7. 18.). Anaerobik koşullarda varlıklarını sürdürebilen bu canlıların sayıları 1mm^3 rumen sıvısında $10^5 - 10^6$ arasında değişmektedir. Rumen faunasının gelişimi için rasyonun niteliği ve çeşitliliği önemlidir. Ruminantların bir arada olmaları da mikroorganizma topluluklarının varlığını ve devamını sürdürmede etkilidir.



Şekil 7. 18. Rumen faunasını oluşturan anaerob siliatların başlıcaları

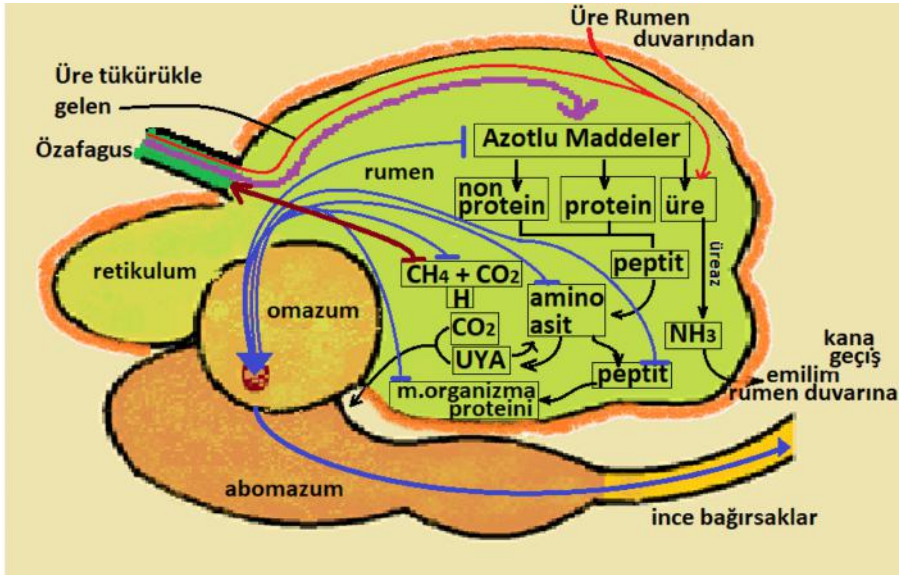
- Rumendeki tüm siliatlar anaerobtur ve gelişimleri için enerjiyi karbonhidrat fermentasyonu yoluyla sağlarlar.



- Hayvanların aç bırakılması, yetersiz beslenmeleri, kaba yem yerine öğütülmüş kesif yemlerle tek yönlü beslenmeleri, Nişasta, kolay eriyebilir şekerler, süt, arpa, keten bulamacı gibi besinlerle uzun süre beslemek, Bakır sülfat gibi bazı kimyasal maddeler vermek, rumen pH'sını 5,5 tan daha aşağılara inmiş olması, genç ruminantı çevresinden soyutlamak, rumen ortamındaki protozoonların azalmasına hatta yok olmasına (defaunasyon) neden olur.

- Protozoa popülasyonunun varlığı rasyonların sindirilebilmelerini olumlu yönde etkilemektedir. Protozoonların sayıları bakterilere göre az olmakla beraber hacimleri bakterilerinkine denk sayılır. Rumendeki mikroorganizma hacminin % 49'unu bakteriler, % 51'ini ise protozoonlar oluşturmaktadır.
- Protozoonların, bakterilerinkine benzer enzim sistemlerine sahip oldukları ve karbonhidrat fermentasyonundan enerji oluşturdıkları kanıtlanmıştır. Bakterileri yutarak aminoasit kaynağı ve nükleik asit ön maddesi olarak kullanırlar.
- Rumen siliatları şekerler, hemiselüloz ve selüloz dahil karbonhidratları fermente edebilirler. Ancak, selüloz sindiriminde hepsi etkin değildir. Örneğin isotricha, dasytricha, epidinium ve ophryoscolex türlerinin selülozu sindiremediği ancak, diplodinium, eudiplodinium ve polyplastron'un sindirebildiği kaydedilmektedir.

ciğere getirilir. Karaciğerde amonyak üreye dönüştürülür. Üre kan yoluyla tükürük bezlerine gelerek tükürükle tekrar rumene getirilir. Bir kısım üre ise kanla rumen duvarına kadar getirilir ve rumen duvarından rumene bırakılır. Fazla olan kısmı ise böbreklerden idrar ile atılır. Rumende bakterilerde bulunan üreaz enzimiyle üre amonyağa ve karbondioksite dönüştürülür, amonyak ise mikroorganizmalar tarafından değerlendirilir (Şekil 7. 19).



Şekil 7. 19. Rumende azotlu maddelerin sindirimi ve mikroorganizma proteini sentezi



■ Amonyakın karaciğere götürülerek üre şeklinde tekrar rumene getirilmesi olayına ruminohepatik azot dolaşımı denir.

- Samanla beslenen ruminantların rasyonuna üre ilave edilmesi samanın sindirimini artırmaktadır. Üre hayvanların iştahının artmasına, rumende protozoa sayısının yükselmesine ve selülozun sindirilme oranının artmasına sebep olur.
- Rumende birikecek olan fazla amonyak olumsuz sonuçlar doğurabilir. Nitrat ve nitritlere dönüşerek toksik etki oluşturabilir. Kana geçecek olan nitritler ve nitratlar hemoglobinle birleşerek methemoglobin bileşiklerini yaparak kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürerek dokularda hipoksi gelişimine neden olabilirler.
- Protein ağırlıklı beslenen bireylerde açığa çıkan amonyağın toksik etkilere neden olduğu insanlarda kalın bağırsaklarda kanserleşmeye sebep olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle dengeli ve düzenli beslenme sağlıklı yaşamın en önemli kurallarındandır.

- İnsanlarda ideal dışkılama periyodu yaklaşık 24 saat olarak değerlendirilebilir. İnsanlar için dışkılama zamanının günün belli saatlerinde (sabah uyandıktan sonra) olması ve bu sürecin değiştirilmeden düzenli bir şekilde sürdürülmesi, bağırsaklar içerisindeki sindirim sürecinin düzeni ve bağırsaklardaki mikroflora ortamının bir düzen içerisinde kalmasını sağlaması açısından önemlidir.

Bağırsak salgıları;

- Bağırsaklarda bağırsak duvarı boyunca yerleşmiş midedekine benzer tubuler yapıda bezler bulunmaktadır. Bu bezler bağırsak mukozasının koruyucu etkisi olan salgıların yanında, sindirim sürecinde etkili olan sindirim enzimlerini de salgılamaktadırlar. Ayrıca bu bezler içerisinde bulunan özelleşmiş entroendokrin hücreler olarak anılan hücrelerin, hormon salgılarından da söz etmek mümkündür. Bağırsak salgısı alkali karakterde bir salgıdır. pH'sı yaklaşık olarak 8.0-9.0 kadardır. Bağırsaklarda özellikle duodenal bölgede endokrin salgı yapan bez hücreleri; sekretin, kolesistokinin-pankrezozimin, gastrin, gastrik inhibitör peptit (GIP) gibi çok çeşitli hormonlar da salgılamaktadırlar. Sindirim sırasında besin maddelerini son ürünlerine indirmek amaçlandığından, bağırsak sekresyonu hayvan için büyük önem taşımaktadır.

Kutu 7. 11.

İnce bağırsakların bezleri ve enzimatik salgıları :

- Brunner bezler :** Duodenumda bulunurlar ve muköz salgı yaparlar.
- Liberkün bezleri :** Bütün ince bağırsak yüzeyinde bulunurlar enzim salgılarlar.
 - Enterokinaz :** tripsinojeni tripsine çevirir.
 - Peptidazlar:** polipeptitleri amino asitlere çevirirler.
 - Sukraz, maltaz, izomaltaz ve laktaz :** Disakkaritleri monosakkaritlere yıkmalarlar.
 - İntestinal lipaz:** nötral yağları gliserol ve yağ asitlerine parçalarlar
 - İntestinal amlilaz:** Nişastayı maltoza çevirir.
 - Nükleazlar :** nükleik asitleri yıkmalarlar.

Sindirim sisteminde emilim (absorpsiyon) süreci;

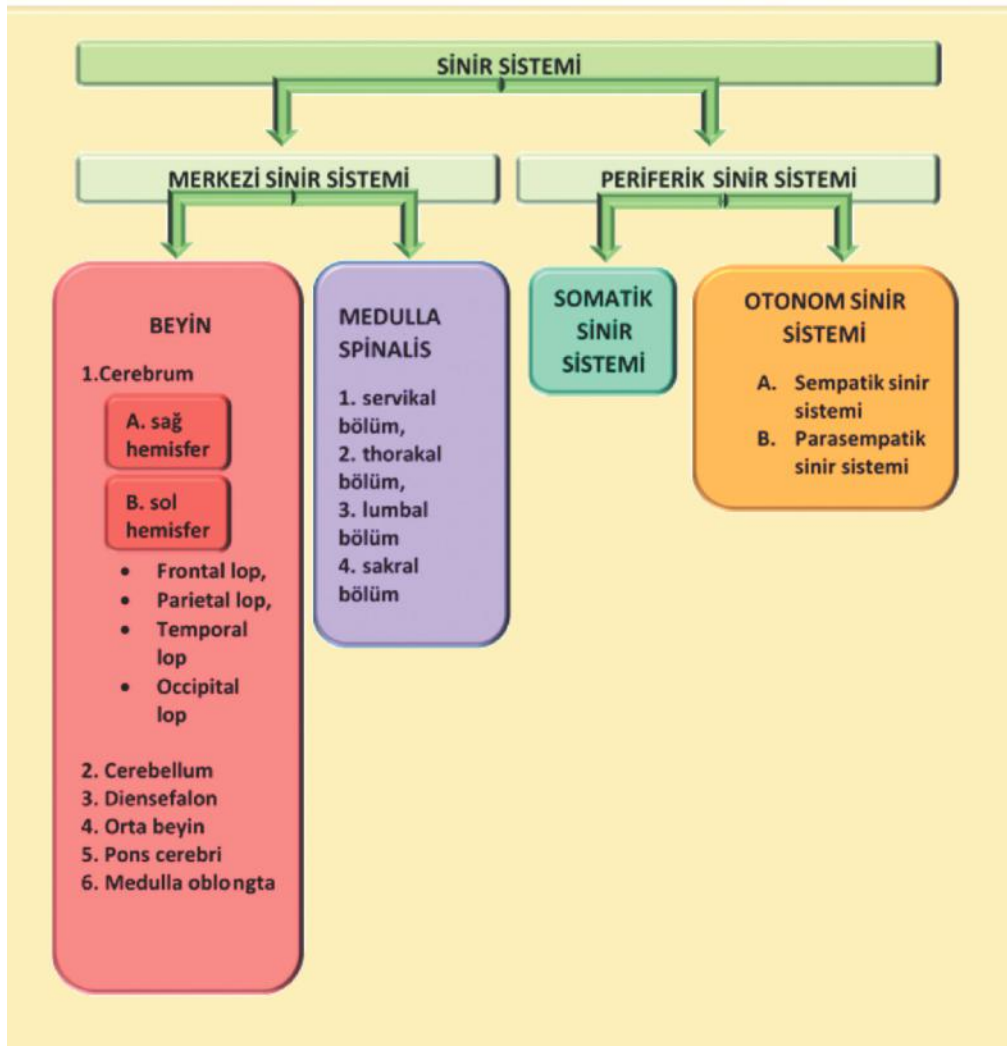


- Sindirimi tamamlanan besin maddeleri sindirim kanalında emilim işlemine tabi olurlar. Sindirim kanalında emilim olaylarını kanal duvarında bulunan mukozal membranın ve epitel örtünün özellikleri belirleyici olur. Bunun yanında emilecek moleküllerin özellikleri de absorpsiyon sürecinde etkili olur. Absorbe edilecek maddeler özelliklerine göre aktif, pasif ve pinositoz ile taşınma yöntemlerinin biri ya da birkaçını kullanarak gerçekleştirirler.



■ **Medulla spinalis:** Medulla spinalis beyin ile periferik sinirler arasında bulunan bir bağlantı vazifesi gören ayrıca çeşitli refleks merkezlerinin bulunduğu bölümdür.

- Dört farklı kısma bölünmüştür. 1. servikal bölüm, 2. thorakal bölüm, 3. lumbal ve 4. sakral bölüm. Periferik sinirleri oluşturan afferent ve efferent sinirleri kapsamaktadır. Afferent omurilik sinirleri vücuttan beyne bilgi taşımaktadır. Efferent medulla spinalis sinirleri ise beyinden ya da merkezi sinir sisteminden efektör organlar bilgi taşımaktadır.



Şekil 8. 1. Sinir sisteminin organizasyonu

- Membranda meydana gelen bu lokal, kapasitif akımlar istirahattaki membran potansiyelini aksiyon potansiyeli tetikleyecek düzeye yükseltecek şekilde eksitator (uyarıcı) olabilirler. Veya, istirahat membran potansiyelini olduğundan daha negatif hale getirerek (hiperpolarize ederek) aksiyon potansiyeli tetiklenmesini inhibe (baskılayabilirler) edebilirler.



- Bu yönleri ile lokal akımlar, merkezi sinir sistemindeki nöronlar arasında elektriksel integrasyonun vaz geçilmez unsurları olarak etkinlik gösterirler (akso-somatik, akso-dendritik eksitator ya da inhibitör sinapslar gibi).

- Özetle lokal akımlar, istirahat membran potansiyeli ile aksiyon potansiyeli arasında bir geçiş durumu yaratırlar. Bu durum, aksiyon potansiyelinin tetiklenmesi kolaylaştırıcı (eksitator) ya da zorlaştırıcı (inhibitör) nitelikte olabilir (Şekil 8. 4.).



- **Nöronlarda aksiyon potansiyelinin gelişimi;** Nöronlarda aksiyon potansiyelinin gelişimi voltaja bağlı sodyum ve potasyum kanallarının etkinliği ile gerçekleşmektedir. Bir iyon kanalının voltaja bağlı açılması ya da kapanması söz konusu kanalın transmembran potansiyelinde meydana gelen potansiyelin değişikliğine bağlıdır.

- Voltaja bağlı iyon kanalının açılması için gerekli olan membran potansiyeli söz konusu iyon kanalı için eşik değerdir. Bir iyon kanalının voltaj kapılı olması, o kanalın; belirli bir transmembran potansiyeli düzeyinde açılarak iyon geçişine izin verdiği anlamına gelir.



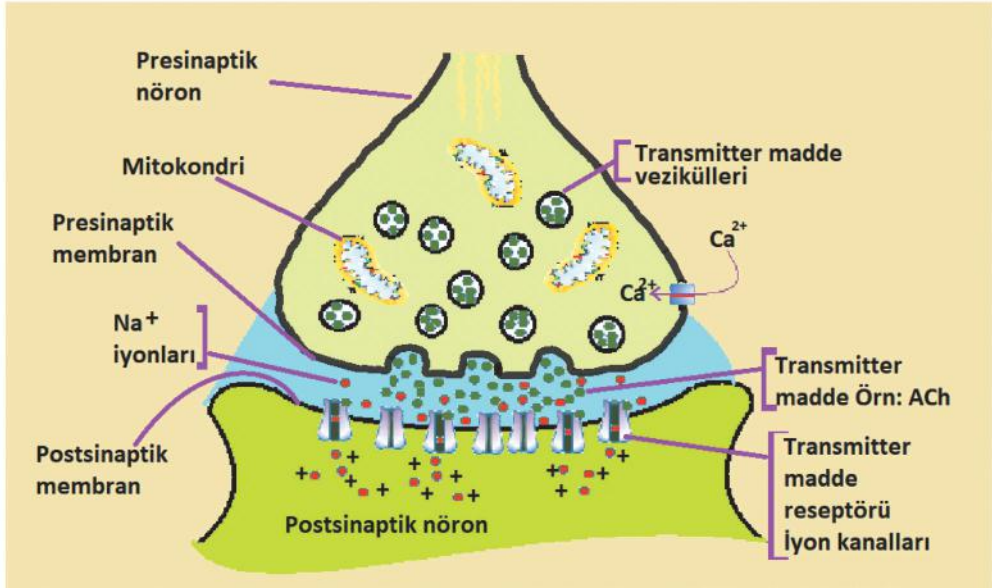
- Aksiyon potansiyelinin oluşmasında ana etken voltaja bağlı sodyum kanallarının açılması ve membrandan hücre içine doğru sodyum akışının artmasıdır.

- Aslında istirahat halindeyken sodyum için konsantrasyon gradyenti ve elektiriksel gradyenti sodyumun hücre içine girişi yönünde etkili olsa da istirahatte açık olan Na kanallarının geçirgenliği düşük olduğundan buna izin vermez. Transmembran potansiyeli -40 mV lu değerlere çıktığında (Na iyonu için eşik değer),
- Membran üzerinde sodyum iletkenliği çok yüksek olan voltaja bağlı sodyum kanalları açılarak hücre içine sodyum girişini artırır (Şekil 8. 8.).
- Başka bir deyişle membranın dış yüzünde beklemekte olan sodyum, kısa bir süre için de olsa açılan bir yan kapıdan hücre içine girer. Bu yan kapı voltaj kapılı sodyum kanalıdır ve onu açan da transmembran potansiyelinin istirahatteki -60 ya da -90 mV seviyesinden -40 mV seviyesine (eşik) yükselmesidir.
- İstirahat membran potansiyelini eşik değere taşıyan ise o noktadan olan lokal, eksitator kapasitif akımdır.



- **Plastisite:** Sinaptik bağlantılar, öğrenme ve hafıza süreçlerinde değişebilir ve güçlenebilir. Bu süreçler sinaptik plastisite olarak bilinir.

- **Nöromodülasyon:** Nörotransmitterlerin etkisi altında, sinapslar nöronların aktivitesini modüle edebilir.
- **Sinapslar,** nöronlar arasındaki iletişimi sağlar ve sinir sisteminin işlevselliğini koruyarak beyin fonksiyonlarının gerçekleşmesine olanak tanır. Hem kimyasal hem de elektriksel sinapslar, sinir sisteminin karmaşıklığını ve etkinliğini artırır, bu da vücudun çeşitli uyaranlara yanıt verebilmesini sağlar.



Şekil 8. 11. Eksitator (uyarıcı) sinaps

- **Eksitator sinapslar ilgili nörotransmitter maddeler:** Eksitator postsinaptik sinapslar, postsinaptik nöronda depolarizasyona neden olan ve böylece aksiyon potansiyeli oluşturma olasılığını artıran sinapslardır (Şekil 8. 11.). Bu tür sinapslarda, eksitator nörotransmitterler salgılanır ve postsinaptik membranda bulunan spesifik reseptörlere bağlanır, bu da iyon kanallarının açılmasına ve pozitif yüklü iyonların (genellikle sodyum iyonları) hücre içine girmesine neden olur.

gelerinde bulunurlar. Duygusal düzenleme, ödül ve bağımlılık süreçlerinde işlev görürler.

- **D4 Reseptörleri:** Prefrontal korteks, hipokampus, amigdalada bulunmaktadır. G-protein bağlantısı, G_i -proteininedir, adenilat siklazı inhibe eder ve cAMP düzeylerini azaltır. D2 reseptörlerine benzer, farklı dağılım gösterir. Bilişsel işlevler, dikkat, davranışsal esneklik.

GABA (Gama-Aminobutirik Asit) reseptörleri,



- Merkezi sinir sisteminde inhibitör nörotransmitter olarak işlev gören GABA'nın bağlandığı reseptörlerdir. Bu reseptörler, sinir hücrelerinin aktivitesini azaltarak sinaptik inhibisyon sağlar.

- GABA reseptörleri iki ana kategoriye ayrılır: GABAA ve GABAB reseptörleri. GABAA reseptörleri iyonotropik, GABAB reseptörleri ise metabotropiktir.

Kutu 8. 5.

GABA Reseptörlerinin Fonksiyonel Roller

Anksiyete ve Uygunun Düzenlenmesi: GABA_A reseptörleri anksiyolitik (anksiyete azaltıcı) ve sedatif (yatıştırıcı) etkiler gösterir. Bu yüzden benzodiazepinler gibi anksiyolitik ilaçlar GABA_A reseptörlerini hedef alır.

Antikonvülzan Etkiler: Epilepsi tedavisinde kullanılan ilaçlar da sıklıkla GABA_A reseptörlerini hedefler, çünkü bu reseptörlerin aktivasyonu nöronal aşırı uyarılmayı azaltır.

Kas Gevşemesi: GABA_A reseptörleri kas tonusunu azaltarak gevşemeye katkıda bulunur.

Sinaptik İntegrasyon ve Plastisite: GABA_B reseptörleri, sinaptik güçlenme ve zayıflama süreçlerinde rol oynar.

Antispazmodik Etkiler: GABA_B reseptörleri, kas spazmlarını azaltıcı etkiler gösterir ve bu yüzden spazmolitik ilaçlarda hedef alınır.

Ağrı Modülasyonu: Ağrı algısının düzenlenmesinde rol oynar ve analjezik etkiler gösterir.

GABA_A Reseptörleri

- İyonotropik (ligand kapılı iyon kanalı) reseptörlerdir. Merkezi sinir sisteminde yaygın olarak bulunur. Klor (Cl^-) iyon kanallarını açar. Klor iyonlarının hücre içine girmesiyle nöronun membran potansiyelinin negatif yönde değişmesi ile hiperpolarizasyona neden olurlar. Böylece nöronun impuls iletiminin azalmasını ya da durdurulmasını sağlarlar.
- Sinaptik İnhibisyon: GABA_A reseptörlerinin aktivasyonu, postsinaptik nöronlarda inhibitör post-sinaptik potansiyeller (IPSP'ler) oluşturarak sinaptik iletimi baskılar.

VETERİNER HEKİMLİĞİ

FİZYOLOJİ

AKIL NOTLARI

ARADIĞINIZ TÜM TIP KİTAPLARI BU ADRESTE



www.guneskitabevi.com

GENEL DAĞITIM

GÜNEŞ TIP KİTABEVLERİ

ANKARA

M. Rauf İnan Sokak No: 3
06410 Sıhhiye / Ankara
Tel: (0312) 431 14 85 • 435 11 91-92
Faks: (0312) 435 84 23

İSTANBUL

Gazeteciler Sitesi Sağlam Fikir Sokak
No: 7 / 2 Esentepe / İstanbul
Tel: (0212) 356 87 43

KADIKÖY

Rasimpaşa Mah. İskele Sokak
No: 4 / A Kadıköy / İstanbul
Tel: (0216) 546 03 47



Türkiye'nin her yerinden...
0505 734 13 13

