

# Sıvı Elektrolit ve Asit-Baz Denge Farmakolojisi



# Vücutta sıvı dengesi

- Dışarıdan yiyecek ve içeceklerle alınan sıvı ve vücutta yükseltgenme tepkimeleri ile oluşan su ile;
- İdrar, dışkı, terleme ve görünmeyen buharlaşma sonucu oluşan su kaybı arasındaki oranla sağlanır.
- Vücutta bulunan su ve bazı elektrolitler vücudun çeşitli bölümleri arasında akışkanlık gösterir.
- Su turnover'i terimi vücutta 24 saat içinde alınan ve atılan su miktarıdır.
- Vücutta günlük olarak alınan ve atılan su miktarı birbirine eşittir.

# Vücutta sıvı dengesi

- Vücut suyu
  - Hipotalamustaki **susama** ve **içme** merkezleri ile
  - Omurgalı canlıların yine **hipotamusundaki ozmoreseptörleri** aracılığı ile düzenlenir.
- Ozmoreseptörler
  - Hipotalamustan geçen **kanın ozmolaritesine** duyarlıdır ve buna göre **susama isteği** yada **su içme isteğini reddetmeye** sebep olur.
  - Bunun yanı sıra böbreklerden suyun tutulmasını düzenleyen **ADH'un salınımına** yada **salınımının engellenmesine** sebep olur.

# Vücutta sıvı dengesi

- Vücut suyunun düzenlenmesinde etkili olan **ikinci derece sistemler** arasında
  - Renin, anjiotensin ve aldosteron sistemi,
  - Atriyel sodyum atıcı faktör
  - Çevre damarların daralması
  - Anhidrosis ve
  - İdrarın yoğunluğu sayılabilir.
- Evcil hayvanlarda günlük vücuda su giriş-çıkışı **65-132 ml/kg**'dır.
- Bu değer hayvanın **türü**, **yaşı** ve **fizyolojik** durumuna, hava **sıcaklığı** ve **hastalık** olup olmamasına göre değişiklik gösterir.

# Vücutta sıvı dengesi

- **Ergin** hayvanlarda su turnoveri **65 ml/kg** gün iken bu değer **genç** ve **sağılan** hayvanlarda **130 ml/kg** gün'e çıkabilmektedir.
- Hayvanların vücutlarında bulunan **su oranı**;
  - **Erginlerde** % 55-60
  - **Gençlerde** % 70-75 arasındadır.
- Vücut bölümleri **yarı geçirgen** özellikte zarlarla birbirinden ayrılmıştır.
- **Vücut suyu** bu zarları **her iki yönde geçerek** dengenin sürdürülmesini sağlar.

# Vücutta sıvı dengesi

- Vücuttaki su dağılımı
  - Hücre içi su (HİS) ve
  - Hücre dışı su (HDS) şeklindedir.
- Normal şartlarda
  - HİS vücut ağırlığının % 40'ını,
  - HDS ise % 20'sini oluşturur.
- HDS ise 3 kısımdan oluşur.
  - Hücreler arası sıvı (% 14)
  - Plazma (% 5) ve
  - Vücut boşluklarındaki (Transsellüler) sıvı (% 1-6)

# Hayvanlardaki kan parametreleri

|       | Toplam kan hacmi (%) | Plazma hacmi (%) | Alyuvar Hacmi (%) |
|-------|----------------------|------------------|-------------------|
| Köpek | 8.5                  | 4.5              | 4.0               |
| Kedi  | 6.7                  | 4.7              | 2.0               |
| Tavuk | 6.5                  | 4.5              | 2.0               |
| İnek  | 5.7                  | 3.8              | 1.9               |
| Keçi  | 7.0                  | 5.4              | 1.6               |
| At    | 7.0                  | 4.0              | 3.0               |
| Domuz | 7.5                  | 4.8              | 2.7               |
| Koyun | 6.5                  | 4.5              | 2.0               |

# Vücutta sıvı dengesi

- **Transellüler sıvı** görevsel olarak bir önem arz etmese de ilaç dağılımında önemlidir.
- Başlıcaları:
  - **BOS**
  - **Göğüs** boşluğu sıvısı
  - **Sindirim** kanalı sıvıları
  - **Peritoneal** boşluk sıvısı
  - **Göz** sıvısıdır.

# Vücutta sıvı dengesi

- Transsellüler sıvılar kapillar damar zarı, sinovial, seröz ve mukoz zarlarla birbirinden ayrılmıştır.
- Hastalıklarda bazen bu zarlar tek yönlü geçirgen özellik kazanıp ciddi sıvı-elektrolit denge bozukluklarına neden olabilir.
- Genç hayvanlarda vücut ağırlığının / hacmine oranı erginlere oranla 10 katı daha fazladır.
- Metabolizmaları (10 katı) ve günlük vücuda giren-çıkan su miktarı (su turnover) (2 katı) da fazla olduğundan gençlerde su kaybı şiddetli seyreder.

# Vücutta sıvı dengesi

- Vücuttaki organların su oranları aşağıdaki gibidir.
  - Kanın % 76'sı
  - Kasların % 76'sı
  - Derinin % 69-72'si
  - Karaciğerin % 70'i
  - Kemik ve kıkırdak dokunun % 20-30'u ve
  - Yağ dokunun % 10-13'ü

# Ekivalan kavramı

- Herhangi bir maddenin **ekivalan değeri atomik** veya **molekül ağırlığının / iyonik değerine bölünmesi** ile bulunur.
- Bu değer **iyonik özellikteki maddelerin birleşme oranlarının sayısal büyüklük değeridir**.
- Vücut sıvılarında bulunan **elektrolitlerin yoğunluğu çok düşük** olduğu için bu değer **mili ekivalan (mEq)** olarak ifade edilir.

# Ekivalan kavramı

- Elektolitler mg/mg değil, mEq/mEq olarak birleşirler.
- Bu değer
  - Tek değerli iyonlar için
    - 1 mMol = 1 mEq ( $\text{H}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{OH}^-$ )
  - İki değerli iyonlar için
    - 1 mMol = 2 mEq ve ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{O}^{-2}$ )
  - Üç değerli iyonlar için
    - 1 mMol = 3 mEq'dır. ( $\text{Fe}^{+3}$ )

# Ekivalan kavramı

- Laboratuvarda sonuçlar % mg (mg/100 ml) olarak verildiği için hesaplanan mEq değeri bu değere dönüştürülür.
- $\text{mEq/L} = \% \text{ mg} \times \text{değerlilik} \times 10 / \text{atom ağırlığı}$

# Osmolarite ve Osmoz

- Vücut sıvıları yarı geçirgen zarlarla ayrılmışlardır.
- Bu zarlar suyun serbest geçişini sağlarken partiküllerin geçişine engel oluşturur.
- Bir çözeltideki bireysel partiküllerin sayısı ozmotik basıncını oluşturur.
- Bu değer maddenin ekivalan değeri, kimyasal formülü, elektriksel yükü vb'den bağımsızdır.
- Ozmotik basınç vücut sıvısının her litresindeki miliosmollerin sayısı olarak da ifade edilebilir.

# Osmolarite ve Osmoz

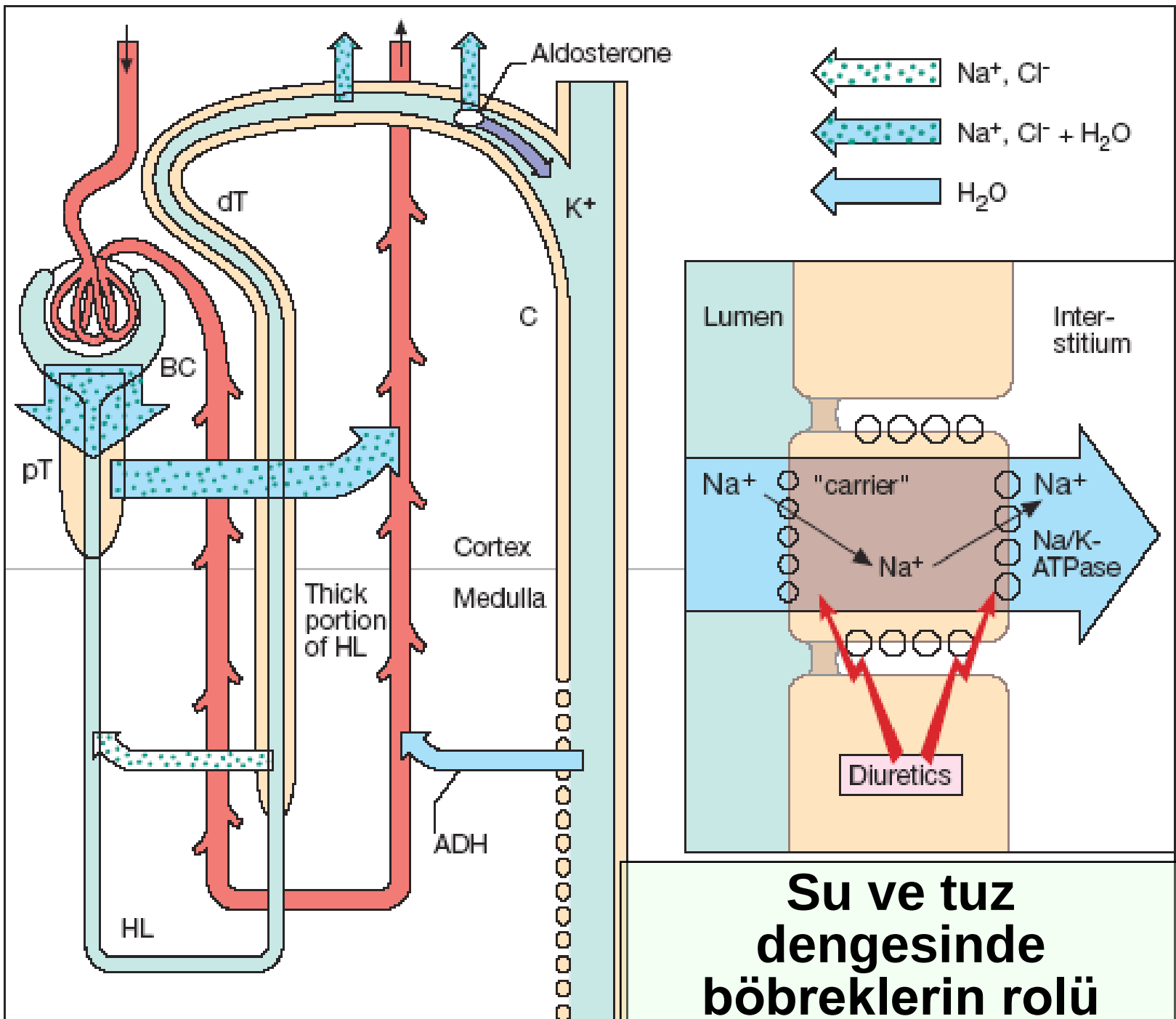
- Bir madde (**glikoz** gibi) sıvı içerisinde çözündüğünde **daha küçük kısımlara ayrılmıyorsa**, O maddenin **1 molü: 1 osmol** olarak ifade edilir. **Glikozun 1 osmolü 1 L su içerisinde 180 g'dır.**
- Bu durum sıvı içerisinde çözündüğünde daha küçük kısımlara ayrılmayan iyonlar için de geçerlidir.
- Örneğin **sodyumun 1 molü 23 g'dır.** Bu değer **1 L su içerisinde 1 Osm** basınç oluşturur.

# Osmolarite ve Osmoz

- Ancak sıvı içerisinde çözündüğünde **alt kısımlara ayrılan maddeler** için **ayrıştığı kısımlar** sayısı kadar **osmol oranı da artar**.
- Örneğin sofrata tuzunun (**NaCl**) 1 molü suda çözündüğü zaman **Na<sup>+</sup>** ve **Cl<sup>-</sup>** olarak iki iyonaya ayrışır. Böylece **1 mol NaCl** çözününce **2 Osm** basınç oluşturur.
- **Osmolarite** vücut suyun **her litresindeki osmol** sayısıdır.
- **Osmolalite** ise vücut suyunun **her kg'ındaki osmol** sayısıdır.

# Osmolarite ve Osmoz

- Memeliler için yaklaşık olarak
  - İzotonik çözeltilerin basınç değeri 300 mOsm
  - Hipertonik çözeltilerin basınç değeri > 300 mOsm
  - Hipotonik çözeltilerin basınç değeri < 300 mOsm
- Herhangi bir maddenin izotonik çözeltisi
  - $\text{g/L} = \text{Maddenin molekül ağırlığı} \times 300/1000 \times \text{iyon sayısı}$ 'dır.
- İzotonik çözeltilere örnek
  - % 0.89'luk NaCl (Sofra tuzu)
  - % 5'lik dekstroz (d-Glikoz)
  - % 1.3'lük  $\text{NaHCO}_3$  (Sodyum bikarbonat)



**Su ve tuz  
dengesinde  
böbreklerin rolü**

# Su ve tuz dengesinde böbreklerin rolü

- Glomerullardan süzülen suyun % 20-90'ı proksimal tubuluslardan basit difüzyonla geri emilir.
- Sodyum ve diğer maddeler proksimal tubuluslardan etkin taşıma ile tekrar dolaşıma katılırlar.
- Yine henle kıvrımının kalın kısmında sodyumun etkin taşıma ile geri emilimi gerçekleştirilir.
- Böbreklerden suyun atılması dolaşımdaki antidiüretik hormon (ADH)'la kontrol edilir. Hormon yoğunluğu azalırsa distal tubüllerin geçirgenliği azalır ve suyun çoğunluğu idrar olarak atılır.

# Su ve tuz dengesinde böbreklerin rolü

- Arka hipofiz travmalarında ADH kan seviyesi düşer ve diabetes insipitusta olduğu gibi bol sulu idrar çıkartılır.
- Arka hipofizdeki ozmoreseptörler suyun osmolaritesinin artması ile uyarılır ve ADH salınır. Suyun geri Emilimi sağlanır.
- Hücre dışı sıvı (HDS) hacmindeki artış sonucu ADH salınımı ters tepki (negatif feed back) ile azalır.

# Su ve tuz dengesinde böbreklerin rolü

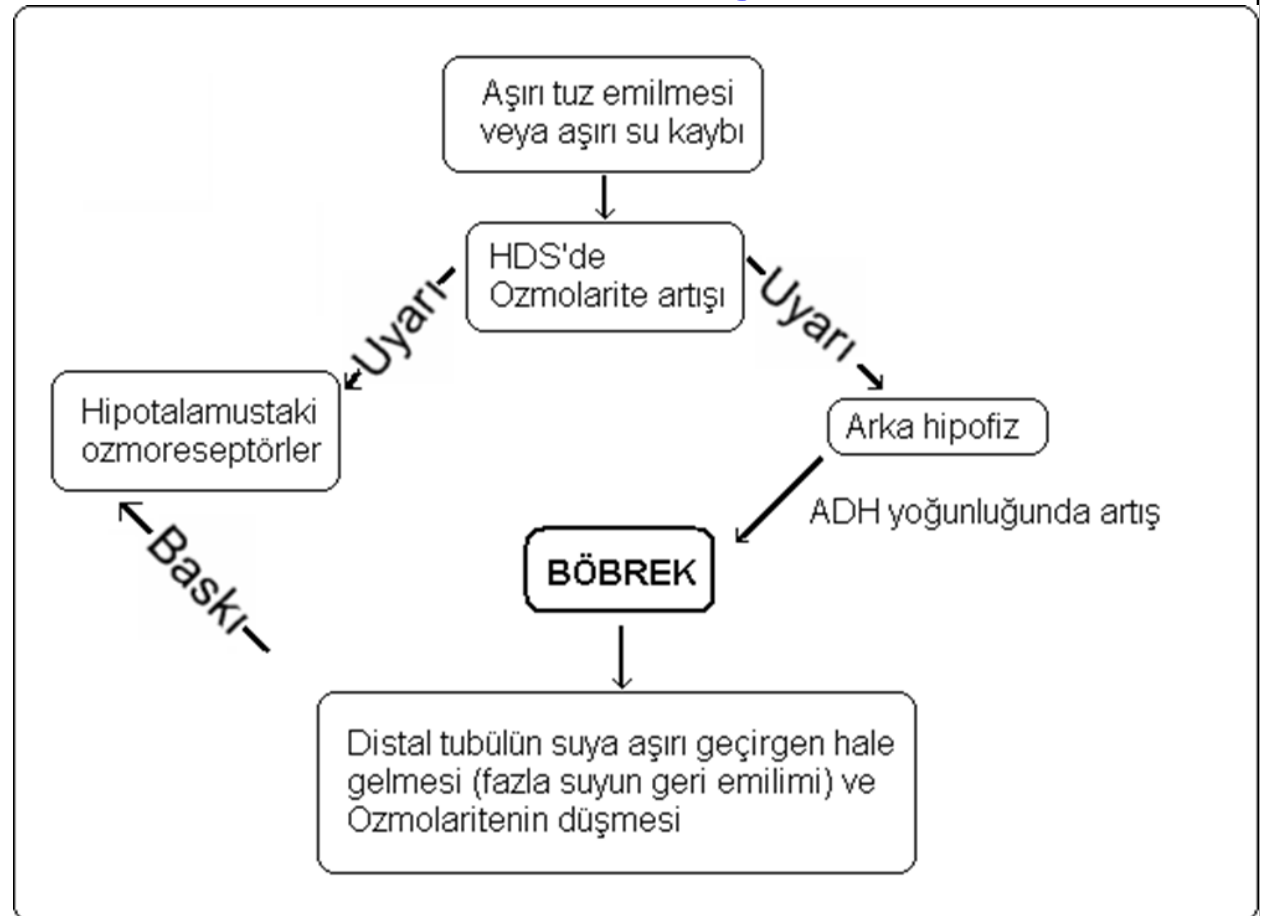
- Hücre dışı sıvı (**HDS**) **sodyum iyonu kontrolündedir**. HDS'de **150 mEq/L Na<sup>+</sup>** iyon'u vardır.
- **HDS** hacmi **arttığında** böbreklerden **su atılımı** da buna bağlı olarak **artar**.
- Böbreklerden **sodyum iyonunun atılımını** ise **aldosteron** hormonu düzenler.
- Bu hormon böbrek üstü bezlerden salınan **mineralokortikoid** yapıda bir maddedir.
- **Hormonun salınımı** ile **böbreklerden sodyum iyonunun tutulması** sağlanır.

# Su ve tuz dengesinde böbreklerin rolü

- Sodyumun böbreklerden atılımının kontrolünde **renin**, **anjiotensin** ve **aldosteronunun** oluşturduğu üçlü bir sistem görev alır.
- Böbreklere gelen **kan akımı azaldığında** böbrekten **renin** hormonu salgılanır.
- Renin plazmada **anjiotensinojenin** **Anjiotensin I**'e dönüşmesini sağlar. **Anjiotensin I** akciğerlerde, damar **endoteli** ve **kanda** **Anjiotensin II**'ye çevrilir.
- Bu hormon da **böbrek üstü** bezlerden **aldosteronun** **salınımını** sağlar.

# Su ve tuz dengesinde böbreklerin rolü

- Hipofizden salgılanan KTH (**ACTH**) hormonu da **aldosteron** hormonunun salınımını **teşvik eder**.
- Plazma **potasyum** iyonu ( $K^+$ ) artışı da **aldosteron** hormonunun **salınımını artırır**.



# Sıvı elektrolit sağaltımının temel ilkeleri

- Sağaltıma başlamadan önce **hekimin kendine sorması gereken sorular:**
  - Sıvı sağaltımına **ne zaman** başlanmalı?
  - Sağaltımda kullanılacak **çözelti ne olmalı?**
  - Sağaltım **ne kadar süre** yapılmalı?
  - Çözelti **hangi hızda** verilmeli?
  - Çözelti **hangi yolla** verilmeli?
  - Sağaltımın **etkinliği nasıl değerlendirilmeli?**

# Sıvı sağaltımının amacı

- Dehidratasyon
- Hiperhidratasyon ve
- Elektrolit dengesizliğinin düzeltilmesidir.
  
- Yukarda sayılan bozukluklar
  - Sindirim kanalı,
  - Böbrek,
  - Kalp,
  - Karaciğer hastalıkları ve
  - Travma gibi nedenlerden meydana gelebilir.

# Sıvı sağaltımının amacı

- Sıvı-elektrolit sağaltıma **ayrıca**;
  - **Asidoz**,
  - **Şok**,
  - **Böbreklerin uyarılması** ve
  - **Parenteral** yolla **beslenmenin** sağlanması için de başvurulabilir.

# Sıvı sağaltımı gerektiren özel durumlar

- Kusma ve sürgün gibi bazı olgularda özel elektrolitler;
  - Şiddetli ve sürekli kusmada  $H^+$  ve  $Cl^-$  iyonları kaybedilir ve metabolik alkaloz şekillenir.
  - Şiddetli ishal durumunda ise  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $HCO_3^-$  daha fazla olmak üzere  $H^+$  ve  $Cl^-$  iyonu kaybedilir. Aşırı bikarbonat iyon kaybı sonucu metabolik asidoz meydana gelir.

# Sıvı sağaltımı gerektiren özel durumlar

- Solunumdaki değişiklikler sonucu
  - Aşırı solumayla kan  $\text{CO}_2$  seviyesi azalıp **respiratorik allkaloz** oluşur.
  - Solunumla yeterli miktarda  $\text{O}_2$  alınmadığında ise kan  $\text{CO}_2$  seviyesi artıp **respiratorik asidoz** meydana gelir.

# Sodyum dengesi bozuklukları

- **Dehidratasyon**
  - İzotonik dehidratasyon
  - Hipertonik dehidratasyon
  - Hipotonik dehidratasyon
- **Hiperhidratasyon**
  - Hipotonik (Birincil) Hiperhidratasyon
  - İzotonik Hiperhidratasyon
  - Hipertonik Hiperhidratasyon

# Dehidratasyon

- Vücutta **atılan suyun** > **alınan sudan fazla olması** durumudur.
- **İzotonik dehidratasyon:**
  - **Eşit** oranda **su** ve **tuz** (sıvı-elektrolit) **kaybı** sonucu şekillenen dehidratasyondur.
  - **HDS** hacmi **azalır** ancak **ozmolaritesi sabit** kalır.
  - **Kusma, sürgün** ve **sindirim kanalı fistüllerinde** meydana gelir.

# Dehidratasyon

- Hipertonik dehidratasyon:
  - Su alımı yetersiz veya elektrolit kaybı olmaksızın aşırı su kaybı sonucu ortaya çıkan dehidratasyon durumudur.
  - Sodyum iyon değeri 160 mEq/L'nin üzerine çıktığında klinik belirtiler gözlenir.

# Dehidratasyon

- **Hipertonik dehidratasyonda** başlıca **klirik belirliler**:
  - Susama
  - Karışıklık
  - Halüsinasyon
  - Akut kilo kaybı
  - Cilt ve mukozaların kuruması
  - Beyin kanaması
  - İdrar miktarında azalma
  - Ateş
  - Dolaşım şoku
  - Peklik ve
  - Gözlerde çökme

# Dehidratasyon

- **Hipertonik dehidratasyonun sebepleri:**
  - Su alımının yetersizliği ve böbrek bozukluklarına bağlı vakalar
    - **Diabetes insipitus:** ADH yetersizliği
    - **Ozmotik diüresiz:** Yanlış sağaltım uygulamaları, Aşırı glikozüri, Fazla protein alımı
    - **Akut böbrek yetmezliğinde düzelme evresi**
    - **Hiperkalsemi**
    - **Hipokalemi** (potasyum azlığı)
    - Sağaltılamayan **Diabetes mellitus**

# Dehidratasyon

- Hipertonik dehidratasyonun sebepleri:
  - Böbrek görevi normal fakat su alımı yetersiz olan vakalar
    - Terleme ve fark edilemeyen su kaybı
    - Kusma
    - Sürgün
    - Susama mekanizmasını bozulması

# Dehidratasyon

- Hipotonik dehidratasyon:
  - Elektrolit kaybının > su kaybından fazla olması durumunda şekillenir.
  - HDS hacmi ve ozmolaritesi azalır.
  - Serum Na<sup>+</sup> 120 mEq/L'nin altına düştüğünde;
    - Karışıklık
    - Kas krampları
    - İştahsızlık (Anoreksi)
    - Kalp hızında artış
    - Koma ve
    - Oligoüri (idrar miktarının azalması)
    - Anüri (hiç idrar yapmama) görülür

# Hiperhidratasyon

- Dehidrasyonun tersidir.
- Vücutta **alınan su** miktarının  $>$  **atılan su** miktarına oranının **fazla** olmasıdır.
- Hiperhidratasyon da üç gruba ayrılıp incelenebilir:
  - **Hipotonik** (Birincil) Hiperhidratasyon
  - **İzotonik** Hiperhidratasyon
  - **Hipertonik** Hiperhidratasyon

# Hiperhidratasyon

- **Hipotonik (Birincil) Hiperhidratasyon** (su zehirlenmesi):
  - **Aşırı ADH** salıverilmesi ve
  - **Sodyumun azalması** sonucu meydana gelir.

# Hiperhidratasyon

- Hipotonik (Birincil) Hiperhidratasyon'un sebepleri
  - Su ve tuz kaybının orantısız oluşu:
    - Sıvı sağaltımında sadece suyun yerine konması
    - Asidozlu kronik böbrek yetmezliği (Üremi)
    - Tiazid ve kıvrım işteticileri ile yapılan sağaltım
    - Açlığa bağlı asidoz,
    - Rasyona bağlı keto asidoz
    - Addison hastalığı,
    - Hipofiz yetmezliği,
    - Miks ödem,
    - Glikokortikoid sağaltımının birden kesilmesi
    - Seröz boşluklarda sıvı birikimi

# Hiperhidratasyon

- Hipotonik (Birincil) Hiperhidratasyon'un sebepleri
  - Aşırı su tutulması:
    - Konjestif kalp yetmezliği
    - Karaciğer sirozu
    - Oligoürili akut ve kronik böbrek yetmezliği
    - Nefrotik sendrom
    - Gebelik toksemisi
    - Aşırı su yüklenmesi
    - Keto asidozun sodyum iyonlu sıvılarla sağaltımı

# Hiperhidratasyon

- İzotonik Hiperhidratasyon'un sebepleri
  - Karaciğer
  - Böbrek ve
  - Kalp hastalıklarında ortaya çıkar.
  - Ödem durumunda da görülebilir.

# Hiperhidratasyon

- Hipertonik Hiperhidratasyon'un sebepleri
  - Ağızdan veya parenteral yolla fazla miktarda tuz alındığında ortaya çıkan hiperhidratasyondur.

# Potasyum dengesi bozuklukları

- Potasyum **eksikliği**
- Potasyum **fazlalığı**

# Potasyum dengesi bozuklukları

- Plazma  $K^+$  değeri 3.5-5 mEq/L'dir. Bunun altındaki değer hipokalemi, üstü ise hiperkalemi olarak adlandırılır.
- $K^+$  HİS'te yüksek, HDS'de düşük yoğunlukta bulunan bir iyondur.
- $K^+$  iyonunun hücre dışına çıkması  $Na^+$  iyonunun hücre içine girmesi ile kinetik arz eder.
- Asidozda HDS'de  $H^+$  iyonu arttığında  $K^+$  hücre dışına çıkar. Sonuçta hiperkalemi meydana gelir.
- Alkaloziste ise tersine hipokalemi şekillenir.

# Potasyum eksikliği

- Karaciğerde glikozdan glikojen sentezlenmesi sırasında  $K^+$  HDS'den HİS'e geçerek hipokalemiye sebep olur.
- Vücutta potasyum dengesinin oluşumunda böbrekler önemli rol oynarlar.
- $K^+$  distal tubul ve toplayıcı kanallardan salgılanarak böbrekler aracılığı ile vücuttan uzaklaştırılır.
- Rasyonda  $Na^+$  eksikse toplayıcı kanallardaki süzüntüde de  $Na^+$  eksik olacağından aldosterona rağmen  $K^+$  atılamaz ve vücutta tutulur.

# Potasyum eksikliği

- Rasyonda  $K^+$  azalırsa böbrek hemen bu duruma uyum sağlayamayacağı için günlerce normal düzeyde  $K^+$  atılımı gerçekleşir ve hipokalemi şekillenir.

# Potasyum eksikliği

- Potasyum eksikliğinin sebepleri arasında:
  - Rasyonla  $K^+$  alımının azalması
  - Uzun süreli şiddetli ishal
  - Alkaloz sebep olan çeşitli durumlar
  - Renin-anjiyotensin ve aldosteron etkinliğinin artması
  - Potasyum tutucular hariç diüretiklerle yapılan uzun süreli sağaltım
  - Hiponatremi
  - Asit-baz bozuklukları sayılabilir.

# Potasyum eksikliği

- Potasyum eksikliğinde görülen belirtiler:
  - Kalpte atım düzensizlikleri
  - Ortostatik hipotansiyon
  - Çizgili kas ağrısı
  - Kramp
  - Felç
  - Miyoglobinüri
  - İleusun tonusunun azalması yada sürgün
  - Amonyak ve protein sentezinin düşmesi
  - Gençlerde gelişme geriliği

# Potasyum eksikliği

- Potasyum eksikliğinde görülen belirtiler:
  - Böbrek hastalıklarının artması
  - Diabetes insipidus
  - Metabolik alkaloz
  - Aklorhidri
  - İştahsızlık
  - Hiperkalsemi
  - Hipomagnezemi
  - Hiperlipidemi
  - Hiperglisemi sayılabilir.

# Potasyum fazlalığı

- Potasyum fazlalığının sebepleri:
  - Oligoürili akut ve kronik böbrek yetmezliğinde oluşan  $K^+$  atılımının azalması
  - Doku yıkımına neden olan durumlar
  - Asidozis
  - Böbrek üstü bezi ve aldosteron yetmezliği
  - $K^+$  tutucu işteticilerle sağaltım
  - Aşırı  $K^+$  tuzu uygulaması sayılabilir.

# Potasyum fazlalığı

- Potasyum fazlalığının belirtileri:
  - Kaslarda güçsüzlük
  - Paresteziler
  - Sindirim kanalında hareket artışı
  - Kalp durması sayılabilir.

# Kalsiyum dengesi bozuklukları

- Hipokalsemi
- Hiperkalsemi

# Hipokalsemi

- Kalsiyum dengesi
  - Rasyonla alınan  $\text{Ca}^{+2}$
  - D vitamini
  - Böbrekler
  - Parathormon
  - Kalsitonin
  - Asit-baz dengesi gibi çok sayıda mekanizmalar tarafından düzenlenir.

# Hipokalsemi

- Normal kan  $\text{Ca}^{+2}$  değeri 8.5-10.5 mg/100 mL'dir.
- Bu değer in
  - % 40'ı plazma proteinlerine bağlanmış
  - % 50'si iyonize ve
  - % 10'u fosfat veya sitratla bileşik halindedir.
- Asidozda proteine bağlı kalsiyum azalır ve iyonize  $\text{Ca}^{+2}$  artar.
- Alkalozda bunu tersi şekillenir.
- Kanda iyonize  $\text{Ca}^{+2}$  düştüğünde tetani şekillenir.

# Hipokalsemi

- **Belirtiler** arasında
  - **Dolaşım** yetmezliği
  - Anormal **kas kasılmaları** ve
  - **Kanamaya** eğilimin artması sayılabilir.
- **Nedenleri** arasında
  - **D vitamini eksikliği**
  - **Hipoparatiroidizm** ve
  - **Böbrek yetmezliği** sayılabilir.

# Hiperkalsemi

- Nedenleri arasında
  - D vitamini fazlalığı
  - Hiperparatiroidizm
  - Kemik tümörleri
  - Hipertiroidizm
  - Rasyonda  $\text{Ca}^{+2}$  iyonunun fazla olması ve
  - Kalsiyum preparatlarının fazla kullanımı sayılabilir.

# Hiperkalsemi

- Belirtileri arasında
  - Vücudun değişik bölgelerinde  $\text{Ca}^{+2}$  iyonunun birikmesi
  - Kalpte fibrilasyon ve sistol sırasında durma sayılabilir.

# Magnezyum Dengesi Bozuklukları

- Magnezyum eksikliği
- Magnezyum fazlalığı

# Magnezyum eksikliği

- $Mg^{+2}$ ,  $Ca^{+2}$  iyonunun **antagonisti** olarak **hücre** ve **hücre zarı fonksiyonlarında** görev alır.
- Normal değeri
  - Plazmada **1.6-2.1 mEq/L**,
  - HİS'te **5-30 mEq/L** arasındadır.
- **Kronik böbrek** hastalıklarında ve **uzun süren diüreziste** **hipomagnezemi** şekillenir.
- Hipomagnezemide **Na,K-ATPaz** etkinliği **azalır**. Hücrenin  **$K^{+}$  tutma kapasitesi azalır**.

# Magnezyum eksikliği

- **Magnezyum eksikliğinde** görülen **belirtiler**:
  - Aşırı **uyarı** ve **reflekslerde artma**
  - **Bulanti**,
  - **Kusma**
  - Kalpte **atım düzensizlikleri**
  - **Karışıklık**
  - **Tremor** ve
  - **Çırpınmalar** sayılabilir.

# Magnezyum fazlalığı

- Böbrek yetmezliği olan hastalarda antiasid, sürgüt ve genel anestezi olarak  $Mg^{+2}$  tuzları verildiğinde ortaya çıkar.
- Belirtiler arasında;
  - Bulantı
  - Kusma
  - NM kavşaklarda uyarı geçişinin engellenmesi sonucu kas tonusunun azalması ve güçsüzlük
  - Solunumun baskı altına alınması
  - Kan basıncının düşmesi ve koma sayılabilir.

# Sodyum fazlalığı (hipernatremi) sağaltımı

- Sağaltıma başlamadan önce **dehidratasyonun teşhisi** gerekir.
- Bu amaçla
- **Eksilen su (L)** =  $\left(1 - \frac{140}{\text{Serum Na, mEq/L}}\right) \times \text{CA (kg)} \times 0.6$
- **Hipertonik (hipernatremik) dehidratasyon** varsa **başlangıçta elektrolitsiz** yada **düşük elektrolitli** sıvılar verilir.
  - Bu amaçla **% 5 dekstroz** uygulanır.
  - Şayet **hipernatremi** su kaybına bağlı değil **de tuz fazlalığına bağlı** şekillenmişse **% 5'lik dekstrozla furosemid** uygulanır.

# Sodyum eksikliği (hiponatremi) sağaltımı

- Dehidratasyonlu veya dehidratasyonsuz olmasına göre sağaltım uygulanır.
- Dehidratasyonlu durumda
  - NaCl'nin yerine konması sağlanır.
  - Bunun için % 0.9 veya maksimum % 3'lük NaCl verilir.
- Dilüsyonlu hiponatremi varsa
  - Birincil bozukluk düzeltilir ve fazla su içme önlenir.
  - Sağaltımda NaCl ile birlikte furosemid uygulanır.
  - Furosemid tek başına uygulanmaz.

# Dehidratasyonun sağaltımı

- **% 0.9'luk NaCl:** Fazla kullanıldığında **hipokalemi** ve buna bağlı **asidoz** şekilleneceği için çözeltinin yarısı oranında **1/6 molar laktat** eklenir.
- **% 5'lik dekstroz:** Hipertonik dehidratasyon durumunda kullanılır.
- **% 3-5'lik NaCl:** Hipotonik dehidratasyonda kullanılır.

# Dehidratasyonun sağaltımı

- **Ringer çözeltisi:** 1 L'de:
  - 8.6 g NaCl
  - 0.3 g KCl
  - 0.33 g  $\text{CaCl}_2$  bulunur.
- **Laktatlı ringer:** Asidoz ve hiperkalemi ile seyreden ishallerde kullanılır. 1 L'de:
  - 6 g NaCl
  - 0.3 g KCl
  - 0.2 g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ve
  - 3.1 g sodyum laktat içerir.

# Hiperhidratasyonun sağaltımı

- Hayvanların su içmesinin önüne geçilir.
- % 5'lik NaCl Di uygulanır.

# Hipokaleminin (K<sup>+</sup> eksikliği) sağaltımı

- Yavaş (1mEq/3 dk) Dİ yolla (% 5'lik dekstroзда) veya ağızdan potasyum tuzları uygulanır.
- Bu amaçla;
  - % 1.14 'lük Potasyum klorür (KCl)
  - Potasyum fosfat (Asidozda tamponlayıcı etkisi vardır)
  - Potasyum asetat (Fosfat ve klor tutulması ile asidozda tercih edilir)

# Hipokaleminin ( $K^+$ eksikliği) sağaltımı

- Darrow çözeltisi:
  - $K^+$  eksikliği ile metabolik asidoz varsa uygulanır.
  - 1 L'de
    - 2.7 g KCl
    - 4 g NaCl ve
    - 5.9 Sodyum laktat içerir.

# Hiperkaleminin ( $K^+$ fazlalığı) sağaltımı

- Hipertonik glikoz çözeltisi (% 20'lik) + insülin: İnsülin  $K^+$ 'nın HDS'den HİS'e geçmesini sağlar.
- Sodyum bikarbonat çözeltisi: Kan pH'sında 0.1 yükselme kalemide 0.6 mEq düşmeye neden olur.
- Kalsiyum çözeltisi: Hiperkaleminin kalbe olan istenmeyen etkilerini önlemek için verilir. % 10'luk kalsiyum glukonat Dİ uygulanır.

# Hipokalseminin sağaltımı

- **Kalsiyum glukonat**: Ağızdan, Kİ veya Dİ verilebilir. Enjeksiyonluk çözeltisi % 10'luktur. Dİ yavaş verilmelidir. Kalsiyum eksikliğinde  $20 \text{ mg Ca}^{+2}/\text{kg}$  dozda verilir.
- **Kalsiyum klorür**: Parentetal yoldan kullanılmaz. Asitleştirici etkisi vardır.
- **Kalsiyum fosfat**: Antiasid özelliği vardır.
- Kalsiyum eksikliğinde kalsiyumun emilimini artırmak için ilaçlara **D vitamini** ilavesi yapılır.

# Hiperkalseminin sağaltımı

- Furosemid + Sıvı (%0.9'luk NaCl)
- Glukokortikoidler
- Sodyum EDTA kullanılır.

# Sıvı Elektrolitlerin Verilme Hızı

- Sıvı elektrolitlerin verilme hızları **dehidratasyonun şiddeti** ile paralel olmalıdır.
- Dehidratasyon düzelinceye kadar
  - **Önce hızlı**;
  - **Sonra yavaş** olmalıdır.
- Genel olarak uygun verilme hızı **15 mL/kg/saattir**.
- Başlangıçta sıvının verilme hızı
  - **Şiddetli** olgularda **50 mL/kg/saat**
  - **Orta şiddetli** olgularda **15-30 mL/kg/saat** olmalıdır.
- Bu oranlar uygulamanın **ilk saatinden sonra azaltılmalıdır**. Şayet **idrar** yapma **gözlenmiyorsa 2 mL/kg/saat** veya **daha altına** indirilmelidir.

# Sıvı Elektrolitlerin Verilme Yolu

- Verilme yolu
  - Hastalığın şiddetine ve tipine
  - Dehidratasyonun derecesine
  - Hastanın genel durumuna
  - Elektrolit dengesizliğinin tipine
  - Hastanın organik fonksiyonuna
  - Zaman ve mevcut ekipmana göre değişir.
- Ağız yolu asepsi gerektirmeyen en tehlikesiz yoldur.
- Rektum (düz bağırsak) genç hayvanlarda bir seçenektir. Potasyum, sodyum ve klor bu yolla iyi emilirler.

# Sıvı Elektrolitlerin Verilme Yolu

- **Parenteral** (damar içi, deri altı, periton içi) yol **en çok** tercih edilen ve **pratik** bir yoldur.
- **Damar içi yol**
  - **Şiddetli** sıvı elektrolit **bozukluklarda** tercih edilir.
  - **Sıvının bileşimi** zehirlenme açısından önem taşır.
  - Bu yolla **izotonik** ve **hipertonik** çözeltiler kullanılır.
  - Verilecek sıvın ve kullanılan ekipmanın **steril olması** gerekir.
  - **Büyük hacimde** Dİ verilen sıvılar **dolaşımın** yükünün artmasına, **akciğer ödeme** ve **zehirlenmelerde** ölüme varan yan etkilere yol açar.
  - **Kan** ve **plazma yerine geçen sıvılar** bu yolla verilir.

# Sıvı Elektrolitlerin Verilme Yolu

- **Deri altı yol (Hipodermokliz)**
  - Pek tercih edilmeyen bir yoldur.
  - İnsanlarda hematom ve ağrıya neden olduğundan **kullanılmaz**.
  - Büyük hayvanlarda verilecek sıvının hacmi büyük olacağından DA yol **kullanılmaz**.
  - Küçük hayvanlarda hafif olgularda **izotonik çözeltiler** bu yolla verilmeye uygundur.
  - Özellikle **genç hayvanlarda** Di yolla uygulamanın zor olduğu durumlarda DA yol **kullanılır**.
  - **Ödem** durumunda DA yola **başvurulmaz**.
  - **Soğuk** şartlarda DA yolla **emilim hızı yavaşlar**.

# Asit-Baz Denge Bozuklukları

- Fizyolojik şartlarda hücre içi ve hücre dışı sıvı pH'sı dar bir aralıkta sabit tutulur.
- Vücut sıvılarının pH'sı akciğer ve böbreklerin kontrolü ile düzenlenir.
- Hücre metabolizması, enerji üretimi ve proteinlerin yıkımlanması sonucu çeşitli asitli bileşikler oluşur.
- Oksijen metabolizması sonucu oluşan  $\text{CO}_2$  akciğerlerden solunum havası ile ve karbonik anhidraz enzimi aracılığı ile oluşan bikarbonat böbrekler yolu ile vücuttan atılırlar.

# Asit-Baz Denge Bozuklukları

- Arteriyel kan pH'sının
  - 7.35'in altına düşmesi **asidoz**;
  - 7.45'in üstüne çıkması **alkaloz** olarak değerlendirilir.

# Asidoz

- Asidozun üç tipi vardır:
  - **Solunum asidozu:** Akciğerlerden  $\text{CO}_2$  atılımının azalması ile şekillenir.
  - **Metabolik asidoz:** Metabolizma sonucu asit metabolitlerinin fazla birikimi sonucu meydana gelir.
  - **Böbrek asidozu:**  $\text{H}^+$  iyonunun böbreklerden yeterince atılamaması sonucu oluşur.

# Metabolik asidoz

- Yemle alınan fazla  $H^+$  iyonunun atılamaması (böbrek yetmezliği, ALD salgılanmasında azalma)
- $H^+$  iyon yükünün artması,  $HCO_3^-$  iyon kaybının fazlalaşması (keto asidoz, laktik asidoz, ilaç ve zehirler)
- Sindirim yolu ile  $HCO_3^-$  iyon kaybı (Sürgün, fistüller)
- Böbrekten  $HCO_3^-$  iyon kaybının artması (böbrek yetmezliği, karbonik anhidraz etkinliğini engelleyen ilaçlar)
- Çeşitli hastalıklar (şiddetli enfeksiyonlar, şok, konjestif kalp yetmezliği, diabetes mellitus)
- Fazla oranda dane yem yenilmesi

# Alkaloz

- Alkalozun iki tipi vardır:
  - **Solunum alkalozu:** Akciğerlerden  $\text{CO}_2$ 'nin aşırı atılması sonucu şekillenir.
  - **Metabolik alkaloz:** Sindirim kanalından ve böbreklerden  $\text{H}^+$  ve  $\text{K}^+$  kaybına ve fazla oranda  $\text{NaHCO}_3$  alınmasına bağlı olarak gelişir.

# Hidrojen iyon dengesi

- Yağ ve karbonhidratların vücutta son parçalanma ürünleri  $\text{H}_2\text{O}$  (su) ve  $\text{CO}_2$  (karbondioksit)'dir.
- Oluşan  $\text{CO}_2$  solunumla atılır.
- Karbonik asit metabolizmanın son ürünü olan uçucu bir asittir.
- Yoğunluğu  $P_{\text{CO}_2}$ 'nin solunumla ayarlanması ile düzenlenir.

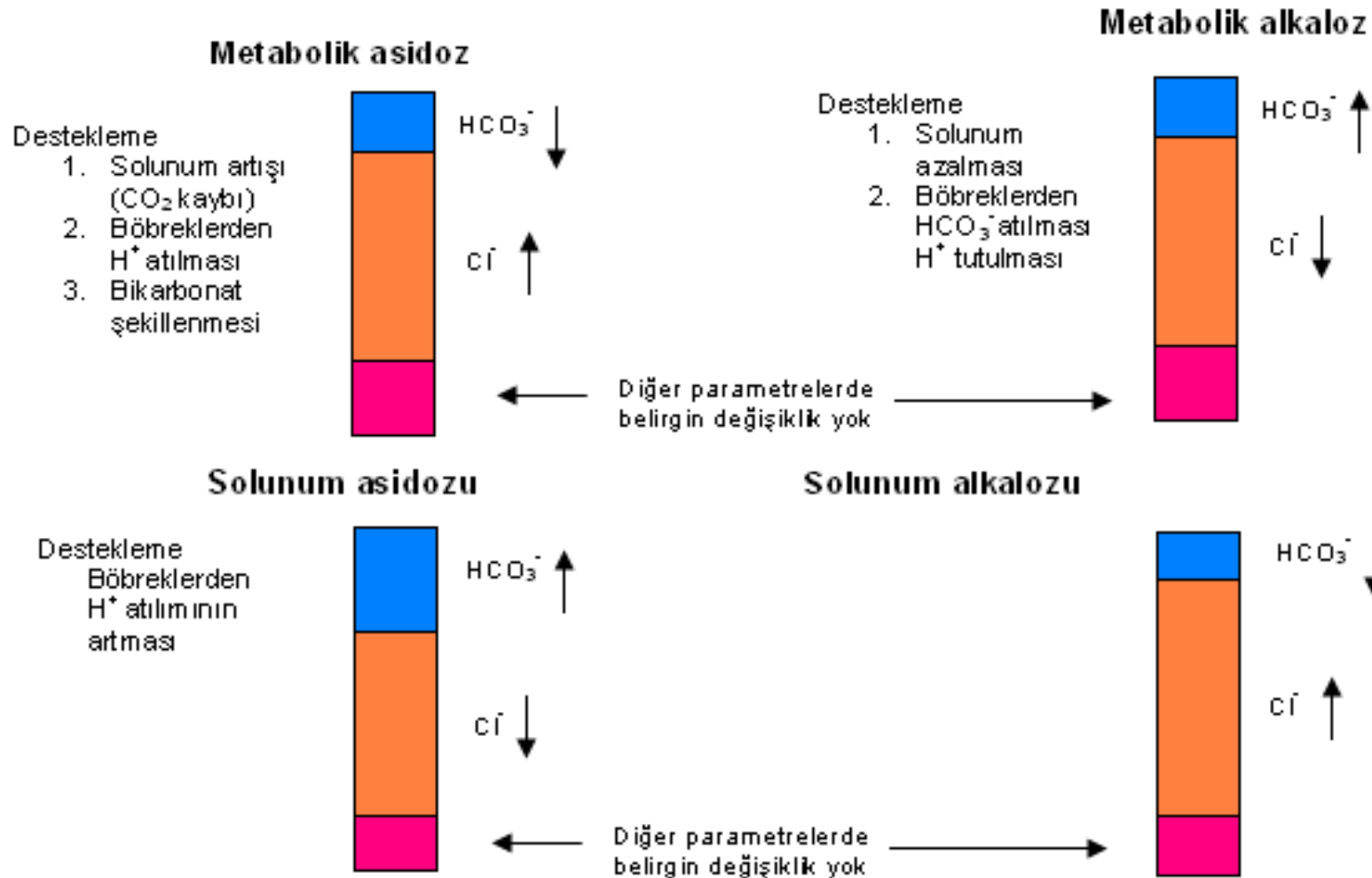
# Hidrojen iyon dengesi

- Yağ ve karbonhidratların vücutta son parçalanma ürünleri  $\text{H}_2\text{O}$  (su) ve  $\text{CO}_2$  (karbondioksit)'dir.
- Oluşan  $\text{CO}_2$  solunumla atılır.
- Karbonik asit metabolizmanın son ürünü olan uçucu bir asittir.
- Yoğunluğu  $P_{\text{CO}_2}$ 'nin solunumla ayarlanması ile düzenlenir.

# Solunum asidozu

- Alveoler solunum hacminin azalması ve kanda  $\text{CO}_2$  miktarının artması sonucu şekillenir.
- Solunum asidozunun sebepleri arasında;
  - Pnömoni
  - Akciğer ödemi
  - Anfizem
  - Göğüs boşluğunda sıvı toplanması
  - Astım
  - Tetanoz ve
  - Botulismus sayılabilir.
- Solunum asidozunun desteklemesi böbreklerden  $\text{HCO}_3^-$  tutulması ve  $\text{H}^+$  atılması ile olur.

# Asidoz ve alkalozun desteklemesi



# Asidozun sağıaltımı

- Sodyum bikarbonat çözeltisi:
  - % 1.3'lük  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi izotoniktir.
  - % 2-8.4'lük hipertonic çözeltileri ise diğler sıvıların içersine karıştırılarak verilir.
  - Kalsiyum ve magnezyumla tepkimeye girebileceğinden bu çözeltilerle birlikte verilmemelidir.
- %0.15-0.30  $\text{NaHCO}_3$  ve %0.3-0.4'lük  $\text{NaCl}$ 'yi birlikte içeren çözeltiler de kullanılabilir.
- Sağıaltımda  $\text{HCO}_3^-$  düzeyi normale değıl, 15 mEq/L'ye çıkartılarak asidoz sonucu gelişen MSS ve kalp bozuklukları düzeltilmeye çalışılır.

# Asidozun sağıaltımı

- Sodyum bikarbonat çözeltisi:
  - Asidozun  $\text{NaHCO}_3$  çözeltisi ile hızlı bir şekilde düzeltilmesi BOS'taki asizodu düzeltmeden kan bikarbonat düzeyini artıracağından uygun değildir.
  - Alkali çözeltiler verirken plazma potasyum düzeyini izlemek uygun olur. Plazma pH'sının yükselmesi potasyumun hücre içine girişini artırarak hipokalemiye neden olur.
  - Kronik böbrek yetmezliğinde alkali sağıaltımı kalsemide düşüşü kötüleştirip tetaniye sebep olur.
  - Aşırı  $\text{Na}^+$  artışı konjestif kalp yetmezliğini artırır.
  - $\text{NaHCO}_3$  2.2 mEq/kg/15dk hızla verilir.

# Asidozun sağaltımı

- Asidozun sağaltımında kullanılan diğer cözeltiiler
  - İzotonik (1/6) sodyum laktat cözeltisi
  - Hipertonik sodyum laktat cözeltisi
  - Sodyum sitrat ve disodyum hidrojen sitrat
  - Sodyum sitrat ve sitrik asit cözeltisi (Shohl cözeltisi)
  - Trometamin cözeltisi (Tris-tampon)
  - Laktatlı ringer cözeltisi

# Metabolik Alkaloz

- Fazla miktarda **sodyum bikarbonat** ve diğer **alkali** maddelerin verilmesi
- **Kusma** ve **mide lavajı** sonucu **H<sup>+</sup>** iyon **kaybı**
- Aşırı **kortikosteroid** salgılanması veya verilmesi ile **ALD** salgılanmasının arması sonucu **H<sup>+</sup>** iyonunun **böbreklerden** fazla miktarda **atılması**
- **K<sup>+</sup>** tutucular **hariç işetici** ilaçlarla sağaltım
- Hipokalemi **H<sup>+</sup>** iyonunun **HDS**'den **HİS'e** **geçmesi**
- **K<sup>+</sup>** yönünden **fakir sıvıların** fazla miktarda uygulanması
- Gevişenlerde **hipokalemi** ile seyreden **abomasum** hastalıkları

# Solunum Alkalozu

- Solunum merkezini uyaran maddeler
- Anestezi,
- Ateş
- Beyin yangısı ve MSS lezyonları
- Karaciğer hastalığı
- Koma
- Salisilat zehirlenmesi
- Solunumun refleks olarak uyarıldığı kronik obstruktif akciğer hastalıkları
- Konjestif kalp yetmezliği
- Yükseklik hastalığı
- Solunumu uyaran asitler

# Alkalozun sağaltımı

- Fizyolojik tuzlu su
- Asitleştirici maddeler
  - İzotonik (1/6 M) amonyum klorür çözeltisi
  - Arginin klorür çözeltisi
  - Hidroklorik asit çözeltisi
- Solunum asidozunda solunan havadaki  $\text{CO}_2$  miktarının artırılması

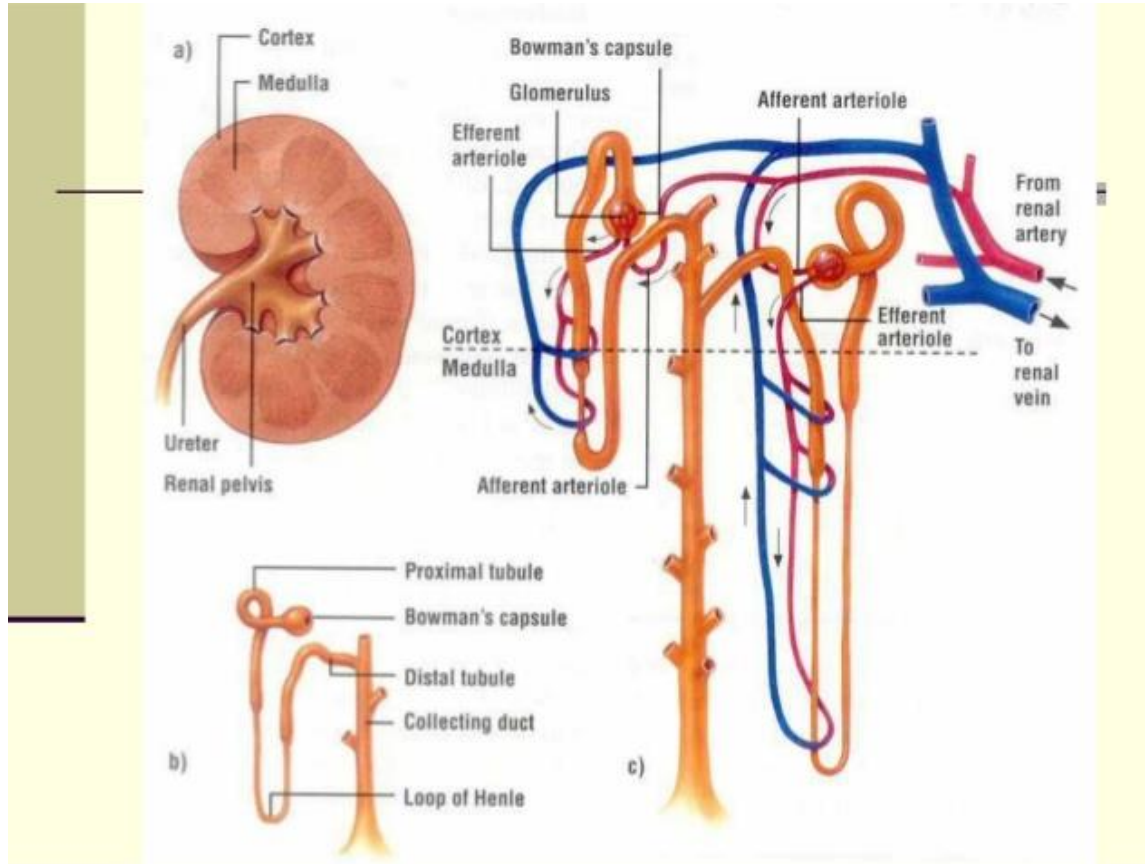
# Plazma hacmini genişleten maddeler ve kan nakli

- Toplam kan hacminin % 20'si veya daha fazlasının kaybı sonucu dolaşım şoku şekillenir.
- Kan hacmini dengelemek için kan nakli yapmak gerekir.
- Kan yerini tutan maddeler arasında
  - Dekstranlar
  - Polijelin
  - Hidroksi etil nişasta ve
  - Jelatin bulunur

# Plazma hacmini genişleten maddeler ve kan nakli

- Dekstran:
  - **Sakkarozun** fermantasyonu ile elde edilen bir polisakkarittir.
  - Sağaltımda kullanılan **dekstran 70-75** ve **dekstran 40** olarak iki tipi vardır.
  - Dekstran **70-75** dolaşımda **12 saat**, dekstran **40** ise **2 saat** süre ile kalır.
  - **Fizyolojik tuzlu su** veya **% 5'lik glikoz** çözeltisi içerisinde dekstran **70-75 % 6'luk**, dekstran **40 % 10'luk** olarak hazırlanır.
  - Köpeklere **4-40 mL/kg**,
  - Büyükbaşlar **% 6'luk 5-10 mL/kg** verilebilir.

# Böbrek ve İdrar Yollarını Etkileyen Maddeler

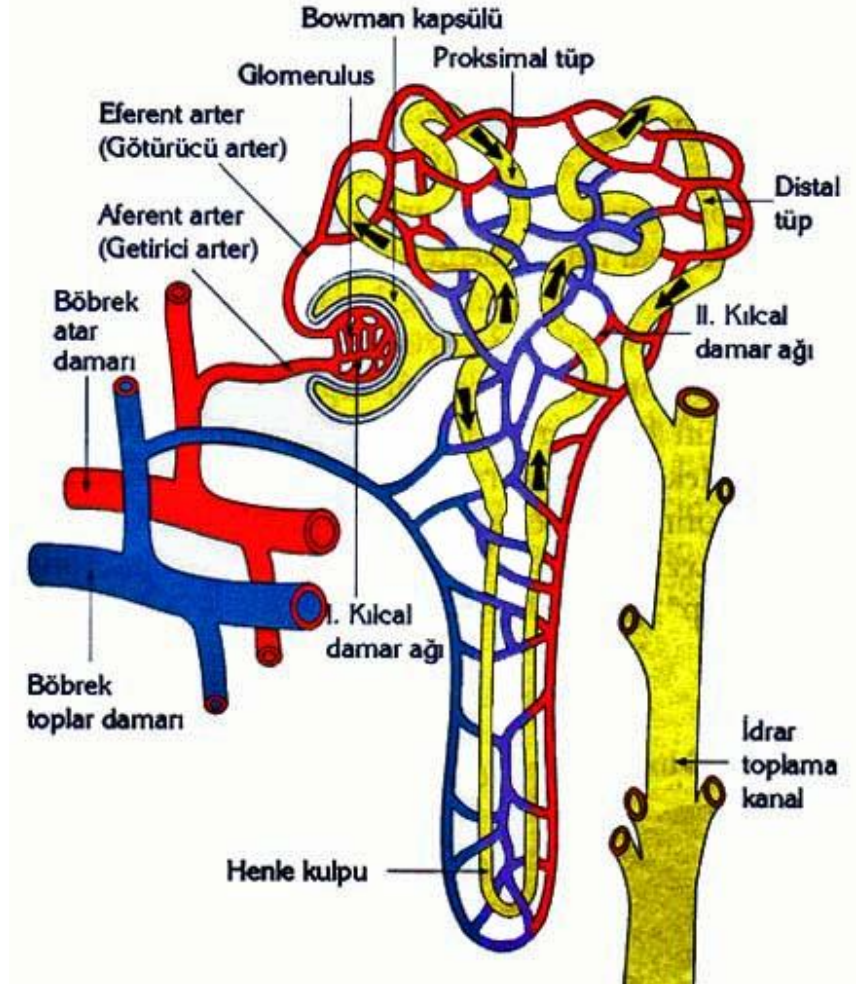


# İdrar Söktürücüler (Diüretikler)

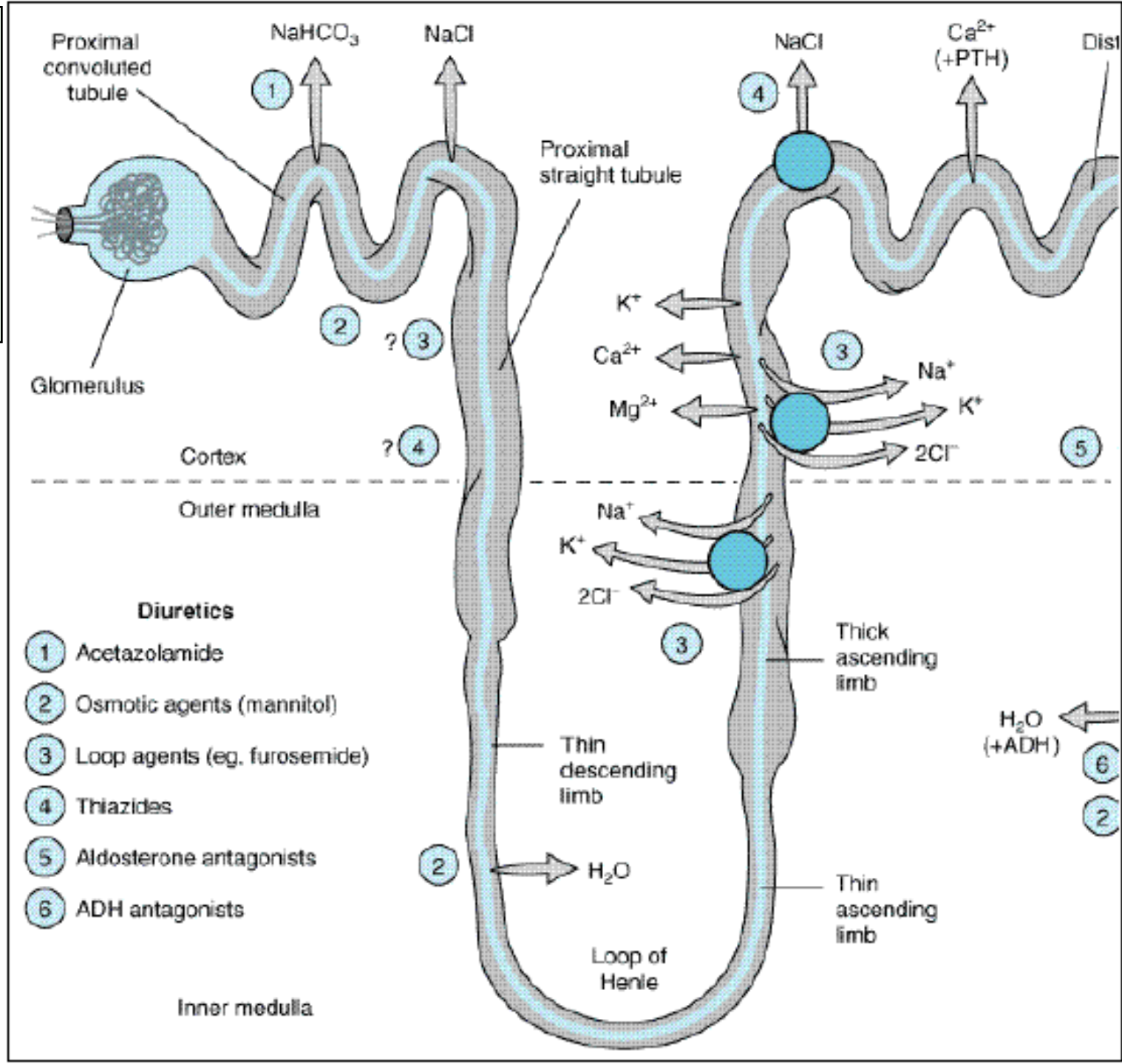
- İdrarın şekillenmesini veya çıkarılmasını artıran ilaçlardır.
- Böbreklerde nefronun değişik kısımlarını etkileyerek idrar söktürücü etki gösterirler.
- Bu maddeler suyun yanı sıra başta  $\text{Na}^+$  olmak üzere elektrolitlerin böbreklerden geri emilimini azaltarak atılmalarını sağlarlar.

# Nefron nedir?

- Böbreklerde idrarı şekillendiren yapı nefrondur.
- Nefronun kısımları:
  - Glomerul
  - Proksimal tubul
  - Henle kıvrımı
  - Distal tubul
  - Toplayıcı kanallar

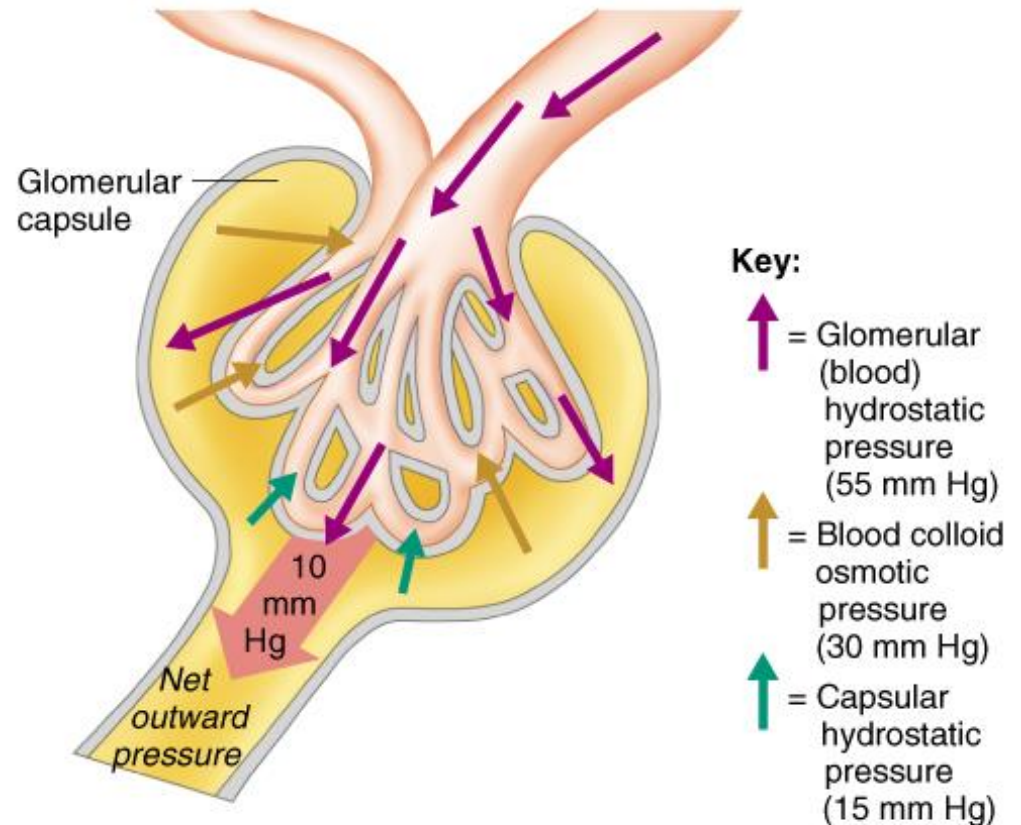


# İdrar söktürücü ilaçların etki yerleri



# İdrarın şekillenmesi

- Nefronda idrar şekillenmesi fizyolojik olarak;
  - Glomeruler süzülme
  - Tubuler salgılanma
  - Tubuler geri emilme



# İdrarın fizyolojik kontrolü

- Böbrekler **hormonal**
  - Antidiüretik hormon (ADH, Vazopressin)
  - Parathormon
  - Aldosteron
  - Anjiotensin II
- **Sinirsel** kontrol (**sempatik**) altındadır.

# Nefronda süzülme ve geri emilme

- İnsanlarda glomerüllerden süzülen sıvı hacmi ortalama 120-125 mL/dk'dır.
- Glomerülleden süzülen sıvı ve elektrolitler nefronun ilerleyen kısımlarında % 99 oranında geri emilirler.
- Sonuçta dakikada sadece 1-2 mL idrar çıkarılır.
- Özellikle nefronun alt kısımlarında geri emilme mekanizmalarına ilaçlarla müdahale edilmesi idrar hacmi ve bileşimini önemli ölçüde değiştirir.

# Nefronda süzülme ve geri emilme

- Glomerüllerden süzülen katı ve sıvı maddelerin % 65-80'i proksimal tubullerden geri emilir.
- Proksimal tubullerden
  - Organik anyonlar
  - Katyonlar
  - Amonyak tubul sıvısına salgılanır.

# Nefronda süzülme ve geri emilme

- İnen henle kolu **suya** geçirgendir ve bu kısımda su basit difüzyonla geri emilir.
- Çıkan henle kıvrımında **sodyum** ve **klorun** bir kısmı emilir.
- Henle kıvrımında
  - Suyun **% 20'si**,
  - Sodyumun **% 15-30'u**,
  - Potasyumun **% 25'i** geri emilir.

# İdrar Söktürücülerin kullanımı

- **Vücuttan su ve tuzun atılması gerektiği**
  - Kalp yetmezliği
  - Kan basıncının yükselmesi (hipertansiyon)
  - Karaciğer bozuklukları
  - Ödem gibi durumlarda
- **Zehirlenme** durumunda zehirli bileşiğin **vücuttan atılmasını hızlandırmak** amacı ile de kullanılırlar.
  - Bazıları **asitleştirici** (amonyum klorür)
  - Bazıları da **alkalileştirici** (asetazolamid)

# İdrar Söktürücülerin Sınıflandırılması

- **Ozmotik maddeler:** Su, mannitol, glikoz, tuzlar
- **KA enzim etkinliğini engelleyenler:** Asetazolamid, metazolamid, diklorfenamid, etoksazolamid
- **Tiazidler (Na-Cl taşıtını engelleyenler):** Klorotiazid, Hidroklorotiazid
- **Kıvrım işeticileri (Na-K-2Cl taşıtını engelleyenler):** Furosemid, Bumetanid
- **Aldosteron antagonistleri:** Spironolakton, Kanrenon
- **Sodyum kanalını engelleyen:** Amilorid, Triamteren
- **Civalı bileşikler:** Klormerodrin, Mersalil
- **Kalp damar sistemi ilaçları:** Kardiyatonik glikozidler
- **Ksantinler:** Teofilin, Kafein

# Su ve Ozmotik Maddeler

- Nefronda **kendileri süzülürken** beraberlerinde **su** ve **elektrolitleri** de taşırlar.
- **Başlıca bileşikler**
  - Mannitol
  - Glikoz
  - Gliserin
  - İsosorbid
  - Üre
  - Tuzlar

# Su ve Ozmotik Maddeler

- Su ve ozmotik maddelerin üstünlükleri
  - Doku ve plazma proteinlerine bağlanmama
  - Glomerüllerden hızlı ve kolay süzülme
  - Tubullerden sınırlı geri emilme
  - Farmakolojik olarak inert olma

# Su ve Ozmotik Maddeler

- Kullanılma yerleri:
  - Göz içi basıncının düşürülmesi
  - Akut böbrek yetmezliği
  - Akut oligüri
  - Beyin ve omurilik basıncının düşürülmesi
  - Ödem sıvısının geriletilmesi
  - Zehirlerin vücuttan uzaklaştırılması

# Mannitol

- Ağız yolu ile biyoyararlanımı az olduğu için **Dİ uygulanması** gerekir.
- 250-3000 mg/kg dozda kullanılır.
- **Köpeklerde % 20**'lik çözeltiden **1-2 ml/kg** dozda verilir.
- Uygulama **6 saat** arayla **tekrar** edilir.
- **İnfüzyon yavaş** yapılmalıdır.
- Aksi takdirde **alyuvarlarda parçalanma** (hemoliz) meydana gelir.

# ***Karbonik Anhidraz Etkinliğini Engelleyenler***

- KA inhibitörlerinin temsilcisi **asetazolamiddir**.
- Göz içi basıncını düşürmek amacı ile kullanılır.
- KA enzimi
  - Böbreğin **alkaliyi tutmasını** ve
  - **Asit çıkarılmasını** sağlar.
- **Asetazolamid** bu enzimin etkinliğini engelleyerek
  - Karbonik asitin ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) su ve karbondioksit
  - Karbondioksitin ( $\text{CO}_2$ ) ise karbonik aside dönüşmesini **engeller**.
  - Sonuçta  $\text{H}^+$  ve  $\text{HCO}_3^-$  iyonunun şekillenmesi **azalır**.

# ***Karbonik Anhidraz Etkinliğini Engelleyenler***

- Bunun sonucu **sodyumun geri emilimi önlenir**.
- **Potasyum atılır** ve
- **İdrar** çıkarılması **sağlanır**.
- Bu maddelerin kullanımı **eski önemini yitirmiştir**.
- Ancak **asidik** ilaç veya kimyasal maddelerle zehirlenmelerde **atılmalarını hızlandırmak** amacıyla idrarı **alkalileştirmek (iyon tuzağı)**
- **Solunum asidozu** halinde **metabolik alkaloz** oluşturmak ve
- **Meme ödemi geriletmek** için kullanılırlar.

# Tiazid (Benzotiazid) İlaçlar

- Böbreklerden **sodyum** ve **klorun** emilimini engelleyerek **idrara**n şekillenmesini **artırırlar**.
- Nefronda **Henle kıvrımının distal tubule** yakın kısmında etkili olurlar. Burada **Na-Cl taşıtının** etkinliğini **engellerler**.
- Etki güçleri **orta** derecededir.
- **Sodyum** iyonu kaybı yanında **potasyum** iyonu **kaybına** da sebep olduklarından **potasyum kaybını** karşılamak potasyum bileşikleriyle (**KCl** gibi) için **aynı müstahzar** içinde **hazırlanırlar**.

# Tiazid (Benzotiazid) İlaçlar

- Veteriner Sağaltımda
- Çeşitli ödemlerin
  - Doğum ödemi,
  - Böbrek ve
  - Kalp kaynaklı ödemler
- Tuz zehirlenmesinin sağaltımında kullanılırlar.
- Ağızdan vermeye uygun bileşiklerdir.
- Vücutta aşırı ölçüde su ve tuz kaybına yol açmazlar.
- Beşeri hekimlikte kan basıncını düşürücü amaçla da kullanılırlar.

# Kıvrım İşeticileri

- Bu grup ilaçlar
  - Sülfonamid (furosemid ve bumetanid)
  - Fenoksi asetik asit (Etakrinik asit) türevidirler.
- Bunların yanısıra
  - Muzolimin
  - Torsemid
  - Azosemid
  - Piretanid
  - Tripamid gibi yeni geliştirilmiş kıvrım işeticileri de bulunmaktadır.

# Kıvrım İşeticileri

- Bu grup ilaçlar **çıkan henle** kolu üzerinde etkilidirler.
- Kıvrımın buradaki **kalın** kısmında **Na-K-2Cl** taşıyıcısında **klor** iyonunun (**Cl<sup>-</sup>**) bağlandığı yere **bağlanırlar**.
- Klorun yanı sıra **sodyum** (**Na<sup>+</sup>**) ve bir ölçüde de **potasyumun** (**K<sup>+</sup>**) geri emilimlerini önlerler.
- Vücuttan net bir **tuz kaybı** oluşur.
- **Son derece güçlü** idrar söktürücü ilaçlardır.
- Suyun yanında **Cl<sup>-</sup>**, **K<sup>+</sup>** ve **H<sup>+</sup>** iyon kaybına da yol açtıkları için **metabolik alkaloz**a **sebepler olurlar**.

# Aldosteron Antagonistleri

- **Aldosteron** böbrek üstü bezi kabuğundan (**adrenal korteks**) salınan bir hormondur.
- Böbrekte **distal tubul** ile **toplayıcı kanallarda** **sodyumun** geri emilimini sağlar.
- Bu hormonun antagonistleri olan
  - **Spironolakton** ve
  - **Kanrenon**
- **Aldosteron reseptörlerini kapatarak** vücuttan
  - **Sodyum** ve
  - Beraberinde **suyun atılmasını** sağlarlar.
- Etki güçleri **zayıf ilaçlardır**.

# Aldosteron Antagonistleri

- Aldosteron salgılanmasının eşlik ettiği
  - Kan basıncının yükselmesi ve
  - Ödem olaylarının sağaltımında kullanılırlar.
- Karaciğer ve böbrek kaynaklı ödem olaylarında da etkilidirler.

# Sodyum Kanallarını Engelleyenler

- Bu grupta
  - Triamteren ve
  - Amilorid bulunur.
- Distal tubullerin alt ve toplayıcı kanalların üst kısımlarını etkileyerek sodyum kanallarını bloke edip sodyumun geri emilimini azaltırlar.
- Klorun da geri emilimi azalırken potasyum tutulur.
- Etki güçleri zayıf ilaçlardır.
- Kalp yetmezliği ve karaciğer sirozundan kaynaklanan ödemlerin sağaltımında kullanılırlar.

# Diüretik Seçimi

- Zehirlenme gibi hızlı ve güçlü etkinliğin istendiği durumlarda kıvrım işeticileri tercih edilmelidir.
- Kan basıncın düşürmek gibi orta derecede uzun süre etkinliğin istendiği durumlarda tiazid türevleri uygundur.
- Asidik idrar oluşumunu sağlamak için furosemid ve tiazidler
- Alkali idrar oluşturmak için asetazolamid ve kanrenon kullanılır.

# Diüretik Seçimi

- Furosemid ve tiazidler kullanılırken  $K^+$  kaybına karşı **ALD antagonistleri** kullanılır. Ayrıca müstahzara  $K^+$  tuzları katılır.
- Furosemid ve tiazidler kullanılırken **ürik asit** atılımının **yavaşlaması** ve **gut hastalığının nöbetlerinin** artabileceği akla getirilmelidir.
- Yine **furosemid** ve **tiazidler** kullanılırken **kan şekerinin yükselebileceği** göz önünde bulundurulmalıdır.

# İdrar pH'sını değiştiren maddeler

- **Asitleştiriciler:** Metenamin gibi ilaçlar alkali maddelerin atılmasını hızlandırmak amacıyla kullanılırlar. Bunlar genellikle tuzlardır ve  $\text{Na}^+$  iyonunun atılmasına yol açarlar.
- İdrarı asitleştirmek amacı ile kullanılan maddeler
  - Sodyum klorür ( $\text{NaCl}$ )
  - Amonyum klorür ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ )
  - Askorbik asit (Vitamin C)
  - Metiyonin
  - Kloretamin ve
  - Sodyum asit fosfattır.

# İdrar pH'sını değiştiren maddeler

- **Alkalileştiriciler:** Vücuttan **asidik** maddelerin **atılmasını** hızlandırmak amacıyla kullanılırlar. **Sülfonamid** sağaltımda **kristalleşmenin engellenmesi** amacı ile idrar **alkalileştirilir**.
- **Bu amaçla** kullanılan maddeler:
  - Sodyum bikarbonat
  - Sodyum asetat
  - Sodyum sitrat ve
  - Potasyum tuzlarıdır.

# Su ve iyonların tutulmasına yol açan maddeler

- Antidiüretik hormon (ADH) ve analogları Diabetes insipidus'un sağaltımında kullanılırlar.
- Kortikotropin, ALD ve glukokortikoidler vücutta sodyumun tutulmasını sağlarlar.

# İdrar yolu antiseptikleri

- İdrar yolu enfeksiyonlarının sağaltımında
  - Mandelik asit
  - Metenamin
  - Nalidiksik asit
  - Nitrofurantoin gibi maddeler kullanılır.

# İdrarı tutamama durumunda kullanılan ilaçlar

- **Sempatomimetikler:**  $\alpha$ -Adrenerjik fenilpropanolamin
- **Parasempatolitikler:** Propantelin
- **Hormonlar:**
  - Dişi köpeklerde **östrojenler** (DES),
  - Kısırlaştırılmış erkek köpeklerde **testosteron spionat**

# İdrar tutukluğunu gidermek için kullanılan ilaçlar

- **Sempatolitikler**:  $\alpha$ -Adrenerjik reseptör blokörleri: (fenoksibenzamin, dibenamin)
- **Parasempatomimetikler** (Kolinerjikler): Betanekol
- **Kas gevşeticiler**: Diazepam

# Dolaşım şoku ve sağaltımı



# Şok nedir?

- **Şok**: Çeşitli sebeplerle **doku** ve **organlara** yeterli miktarda **kan gönderilememesi** sonucu buralarda ortaya çıkan **akut dolaşım yetmezliği** durumudur.
- Şok başlayınca **sebepten bağımsız** olarak:
  - **Kan basıncında düşme** ve **sempatik** etkinlikte artma
  - **Metabolik** ve **fizyolojik** bozukluk ve **hücreesel** değişiklikler
  - **Doku hipoksisi** sonucu **hücre metabolizmasının yavaşlaması** gözlenir.

# Şok nedir?

- Şokun sağaltımındaki başarı dokulardaki oksijen eksikliğinin düzeltilmesi ve tamamlanmasına bağlıdır.
- Dolaşım şoku
  - Damar direncindeki değişiklikler
  - Dolaşan kan hacminde azalma veya
  - Kalp yetmezliği ile ilgili bir durumdur.

# Şokta doku hipoksisi sonucu

- Kalp hızının artması (taşikardi)
- Nabzın iplik gibi olması
- Çevre venaların genişlemesi
- Mukozaların solması ve soğuması
- Dilin kuruması
- Şuurun kaybolması
- Vücut sıcaklığının düşmesi ve
- İdrar hacminin azalması görülür.

# Şokun sebepleri ve tipleri

- **Dolaşım şoku**
  - **Hipovolemik şok:** Dolaşan kan hacminin azalması
  - **Septik yada Vaskulojenik şok:** Damar direncinde değişiklikler
  - **Kardiyojenik şok:** Kalbin kanı pompalama gücünün zayıflaması
- **Anafilaktik Şok**

# Hipovolemik şok

- Bir hayvanda iç yada dış kanama sonucu kanın % 30'unun kaybı sonucu ortaya çıkan klinik tablodur.
- Plazmanın % 15 kaybı da hipovolemik şok oluşturur.
- Hipovolemik şokun sebepleri arasında
  - Büyük yaralanmalar sonucu doku hasarı ve kırıklar
  - Derin yanıklar sonucu buradan kan sıvısının sızması
  - Terleme, kusma, sürgün gibi nedenlerle vücuttan fazla miktarda su kaybı sayılabilir.
- Tedavide kan ve sıvı-elektrolitler yerine konur.

# Septik yada Vaskulojenik Şok

- Özellikle gram (–) bakteriyel hastalıklar
  - *E.coli*
  - Pseudomonas türleri
  - Serratia türleri
  - Proteus türleri
  - Klebsiella türleri endotoksin salgılar
- Bakteriyel endotoksinler
  - Çevre arterlerin büzülmesi ve
  - Venaların genişlemesine yol açarlar.

# Septik yada Vaskulojenik Şok

- Yukarıda sayılan olaylar sonucu
  - Kalbin **yükü** artar.
  - Kan çevrede **toplanır**.
  - Venöz geri **dönüş azalır**.
  - Kalp **debisi** ve **kan basıncı** düşer.
- **Sağaltımda** başlıca
  - **Antibiyotikler** ve
  - **Sempatomimetikler** kullanılır.

# Kardiyojenik Şok

- Kalbin kasılma gücünü azaltan veya kalbin önündeki yükü artıran durumlar arasında
  - Akut solunum ve kalp yetmezliği
  - Sistemik damar direncinde ani artış
  - Kalp kası spazmı
  - Kalp kapağı hataları
  - Korda tendina yırtılmaları ve
  - Kalpte atım düzensizlikleri (Aritmi) sayılabilir.

# Kardiyojenik Şok

- Bu durumun **sağaltımında** kalbi **fazla uyarmadan kan basıncını yükselten** ve **koroner kan akımını** artıran ilaçlar
  - **Sempatomimetikler**: NA, Dopamin, Dobutamin
  - **Koroner damarları** genişleten ilaçlar: Nitro bileşikler
  - **Kalp kasının kasılma gücünü** artıranlar: Kardiyatonik glikozidler gibi kullanılabilir.

# Anafilaktik Şok

- Şiddetli **Tip-I** alerjik tepkimedir.
- Bazı ilaçların (**Penisilinler**, **Sefalosporinler** ve **Sülfonamidler** gibi) kullanımı sırasında ortaya çıkan **linik belirtiler** arasında:
  - Solunum yollarında **daralma**
  - Damarlarda **genişleme**
  - Kan basıncında hızlı **düşme** ve müdahale edilmediği durumlarda **ölüm** sayılabilir.
- **Tedavide**
  - **Adrenalin** ve
  - Bazen **antihistaminikler** kullanılır.

# Şokun sağaltımı

- Şokun sağaltımında **amaç**; **hayati öneme** sahip olan **doku** ve **organlara yeterli miktarda kan** sağlamaktır.
- Bu amaçla
  - **Kan basıncının** yükseltilmesi
  - Özellikle **böbrekler** gibi bazı organlarda **basıncın düşürülmesi** sağlanabilir.
  - **Anafilaktik şok dışında** semptomimetik (**adrenerjik**) ilaçlar sağaltıma yardımcı olmak için **kısa süre** ile kullanılırlar.

# Şokun sağaltımı

- Sağaltımda varılması istenen **amaçlardan biri de** Azalan **kan** veya **plazma** hacminin **tamamlanmasıdır**. Bu amaçla;
  - **Hipovolemik şokta** öncelikle **kan** ve **sıvı sağaltımı** (**plazma yerini tutan** maddelerle) yapılır.
  - Bu uygulamalar **septik** ve **kardiyojenik şokta** da geçerlidir.
  - Özellikle **venaların tonusunun azalması** söz konusu ise **normal dolum hacminden daha fazla sıvı** verilmesi gerekir.

# Şokun sağaltımında izlenecek yol

1. Sıvı-elektrolit sağaltımı
2. Kan ve kan ürünlerinin verilmesi
3. Bazı organ ve bölge damarlarının genişletilmesi
4. Sempatomimetik (adrenerjik) ilaç uygulaması
5. Glukokortikoidlerin kullanılması
6. Antibiyotiklerin kullanılması
7. Diğer maddeler
8. Vücut sıcaklığının düşürülmesi

# Sağaltımda uygulanacak diğer maddeler

- Oksijen
- Antihistaminikler
- Kalp kasının kasılma gücünü artıran maddeler
- Mannitol
- Heparin
- Aminofilin
- Aprotinin
- Nalokson
- PG sentezini engelleyen maddeler
- Tirotropin salıverici hormon ve
- Allopurinol sayılabilir.

# Sıvı-elektrolit çözeltiler

- Bunun **amacı** yeterli ölçüde **arteriyel kan basıncını** sağlamaktır.
- Ayrıca **idrar şekillenmesi** sağlanır.
- Merkezi venöz basınçta fazla yükselme yapmaksızın **doku** ve **organlardan** geçen **kan miktarı artırılmalıdır**.
- **Sıvı-elektrolit sağaltımında** en fazla kullanılanlar:
  - **İzotonik** tuzlu su
  - **Ringer** ve
  - **Laktatlı ringer** çözeltileridir.

# Sıvı-elektrolit çözeltiler

- Şok durumunda **metabolik asidoz** varsa **bikarbonat** açığı **2.2 mEq/kg** bikarbonat çözeltisi ile giderilir.
- **Plazma hacminin az** miktarda **azaldığı** hallerde vücut ağırlığının **% 2-4**'üne denk gelecek miktarda (20-40 mL/kg/saat) sıvı yeterli olur.
- Sıvı-elektrolitler **fazla** verilirse **akciğer ödemi** ve **kalp yetmezliğine** yol açılabilir.

# Kan ve Plazma hacmini genişleten maddeler

- **Dekstran 40:** Dİ günde 20 ml/kg'ı geçmeyecek şekilde verilir.
- **Kanama** durumlarında kan 20-40 ml/kg, dengeli çözeltiler içerisinde 1 k kan + 2-6 k çözelti içerisinde verilmesi tavsiye edilir.

# Sempatometikler

- Bu amaçla kullanılacak ilaçlar
  - Kalp kasının oksijen tüketimini fazla artırmadan kasılma gücü ve debisini yükseltmesi
  - Hayati organlardaki damarları genişleterek (kalp, beyin, böbrek) kan akımını artırması ve
  - Venaları büzerek venöz dönüşü kolaylaştırıp kalp debisinin artmasını sağlaması istenir.

# Sempatomimetikler

- Adrenerjik ilaçlar arasında
  - Dopamin
  - Dobutamin
  - Adrenalin
  - Noradrenalin (NA)
  - Metaraminol ve
  - İzoproteranol (**Kardiyojenik şoklarda** kalbin oksijen tüketimini artırdığından **tavsiye edilmez**)

# Sempatomimetikler

- **Kardiyojenik şoklarda NA**
  - Serum fizyolojik veya % 5'lik dekstroz içerisinde 8 µg/ml) **DI** infüzyonla 0.1-0.2 mL/kg/dk verilir.
- **Anafilaktik şokta adrenalin**
  - **DI** veya **DA** 1-3 µg/kg verilir.
  - **Acil** durumlarda öncelikle **DI** olmak üzere **KI**
  - Büyükbaşlara % 0.1'lik çözeltisinden 4-8 mL
  - Küçükbaşlara % 0.01'lik çözeltisinden 1-5 mL
  - **Adrenalin** uygulaması gerektiğinde her 15 dk'da bir tekrar edilir.

# $\alpha$ -adrenerjik reseptör blokörleri

- Septik veya vaskulojenik şokta damar daralmasının önüne geçmek için
  - Fenoksibenzamin: 0.44-2.2 mg/kg serum fizyolojik içinde
  - Asepromazin: Dİ 0.11-0.22 mg/kg uygulanır.

# Glukokortikoidler (GK'ler)

- Tüm şok tiplerinde kullanılırlar.
- Yüksek dozda mikro dolaşımı engelleyip dokulardaki kan akımını artırır.
- Kalp debisini bu yolla düzeltirler.
- PG sentezini engelleyerek mevcut durumun daha da kötüleşmesine yol açan tromboksan (Tx) ve Lökotrienlerin (LT) oluşmasını engellerler.
- GK'ler aminoasitlerin metabolik olaylara girişini ve hücre enerji metabolizmasını hızlandırırlar.

# Glukokortikoidler (GK'ler)

- Laktik asidi glikoz ve glikojene çevirerek kan ve dokulardaki laktatı azaltarak metabolik asidozu düzeltir.
- Sağaltım amacı ile yüksek dozlarda
  - Dekzametazon: 4-8 mg/kg
  - Prednizolon: 35-40 mg/kg
  - Metilprednizolon: 25-30 mg/kg ve
  - Kortizol: 50 mg/kg verilir.

# Antibiyotikler

- Geniş etki spektrumlu, bakterisidal antibiyotikler
  - 2. ve 3. nesil sefalosporinler
  - Asilü Reidopenisilinler
  - Karboksipenisilinler
  - Amikasin
  - Gentamisin vb şokta kullanım alanı bulur.

# Antihistaminikler

- Anafilaktik şokta H1-reseptör blokörü olarak
  - Difenhidramin
  - Dimenhidrinat
  - Klorfeniramin
  - Tripelennamin
  - Doksilamin kullanılabilir.

# Kalp kasının kasılma gücünü artıran maddeler

- Kalp glikozidleri
- Glukagon
- Kalsiyum glukonat **direkt** olarak
- Mannitol **kalp dışı** etkiyle (plazma hacminin artması, böbrek kan akımını ve glomerüler süzülmeyi artırması) kalp kasının kasılma gücünü artırır.

# Diğer maddeler

- **Aminofilin:** Anafilaktik şokta solunum yollarını genişletmek için Dİ 10 mg/kg verilir.
- **Heparin:** Di pıhtılaşma olaylarının önüne geçmek için Dİ 250 Ü/kg verilir.
- **Nalokson:** Hipofizden salgılanan  $\beta$ -endorfinin damar ve kalbe olan etkisini engelleyerek sistemik arteriyel basınç, kalp debisi ve kalp kasının kasılma gücünü artırır. Dİ 2mg/kg veya yavaş Dİ infüzyonla 2 mg/kg saat hızla verilir.

# Diğer maddeler

- **PG sentezini engelleyen** maddeler: Bu amaçla **ibuprofen** 12.5 mg/kg, **fenoksiprofen** 10 mg/kg verilir.
- **Allopurinol**: Doku hipoksisinde *Ksantin oksidaz* enziminin etkinliğini engelleyerek **süperoksit** gruplarının **oluşmasının önüne geçer**.
- **Metabolizmayı artıran** maddeler: **Glikoz** ve yüksek enerjili **fosfat** birlikte verilebilir.
- **TSH**: **MSS baskısının önüne geçer**. **Endotoksik** ve **kanamalı şokta** nalokson kadar etkilidir.

# Vücut sıcaklığının düşürülmesi

- Kanamalı ve septik şokta vücut sıcaklığının 30°C'ye kadar inmesi hastanın yaşama şansını artırır.
- Vücut sıcaklığının yükselmesi kanın hayati organlardan deriye doğru çekilmesine sebep olur.
- Hastanın vücut sıcaklığını yükseltecek her türlü uygulamanın (Üzerine herhangi bir şey örtmek gibi) önüne geçilmelidir.