

# Sıvı-Elektrolit Dengesi ve Bozuklukları



Dicle Üniversitesi



**Prof. Dr. Aydın ECE**  
**Çocuk Nefrolojisi BD**



# Sıvı - Elektrolit Dengesi

- Sıvı ve elektrolit dengesi fizyolojik homeostazis için gereklidir.
- **Homeostazis**, yaşamın devamı için düzenleyici sistemler yardımıyla organizmanın iç ortamının sabit tutulmasıdır
- Hem sağlığın sürdürülmesi hem de hastalıkların tedavisinde sıvı ve elektrolit dengesinin sağlanması önemlidir.

# Vücut sıvıları

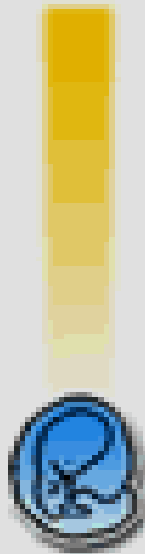
- Vücut sıvılarının başında su gelmektedir.
- Sağlıklı, yetişkin bir bireyde vücut ağırlığının ortalama %60- 70'i Su'dur
- Toplam vücut suyu oranı yaş, cinsiyet ve vücuttaki yağ miktarına bağlıdır.
- Kadınlarda ve obezlerde yağ dokusu miktarının fazla olması nedeniyle su oranı daha düşüktür

# SU

- En önemli çözücü
- **Denge** başlıca böbreklerden sağlanır
  - Glomerüler filtrasyon
  - Tübüler sekresyon
  - Tübüler geri emilim
- Vücut su oranları: **Yenidoğanda %78,**  
**1 yaş-erişkin:** Erkek %60, Kadın %55
- Obezlerde vücut suyu azdır

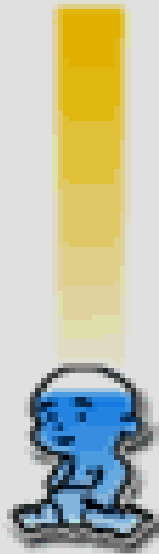
# Percent of Water in the Human Body

100%



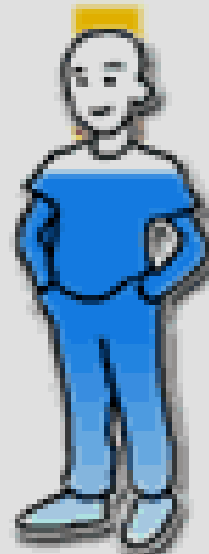
Fetus

80%



Baby  
at Birth

70%



Normal  
Adult

50%



Elderly  
Person

# Vücut içinde suyun görevleri

- Hücre metabolizması için uygun ortamı oluşturur
- Maddelerin hücre içine ve hücre dışına taşınması ve atık maddelerin atılması için ortamı sağlar
- Hücre fonksiyonları için gerekli katı maddeler için çözücü
- Vücut ısısının dağılımını düzenler.
- Vücut sıvılarının fiziksel ve kimyasal devamlılığını sağlar
- Kan volümünü sağlar

# Su Dengesi

- Vücutta normal sıvı hacminin korunması için günlük sıvı alımının, günlük sıvı kaybına yaklaşık eşit olması gerekir.
- Alınan sıvı (Oral + Parenteral) + Endojen su yapımı = İdrar miktarı + İnsensibl kayıp (Solunumla Akc'den, Terleme ile, gaita ile)



# Normal sıvı dengesi

- Yenidoğan bebeğin vücut ağırlığının % 80'i, erişkinin % 60'ını su oluşturur
- Vücut suyunun % 60'ı hücre içinde, % 40'ı ekstrasellüler sıvıdadır
- Normalde sıvı alımı ve atılımı kabaca eşittir
- Sıvı kaybı olduğunda
  - Plazma sodyum konsantrasyonu yükselir
  - Bu ADH sekresyonunu artırır
  - Sonuçta böbrekten su absorpsiyonu artar

# Günlük normal sıvı gereksinimi

- **Erişkin** : 35 ml/ kg/ gün (1000 ml/m<sup>2</sup>)
  - Ortalama bir erişkin vücut yüzeyi: 1.73 m<sup>2</sup>
- **Yaşlı** : 30 ml/ kg/ gün
- **Çocuk** :
  - İlk 10 kg için 100 ml/ kg/ gün
  - İkinci 10 kg için 50 ml/ kg/ gün
  - 20 kg üzeri her kg için 25 ml/ kg/ gün

# Vücut sıvıları dağılımı

- Vücut sıvıları, **hücre içi (intraselüler)** ve **hücre dışı (ekstraselüler) sıvı** olmak üzere iki şekildedir.
- **Intraselüler Sıvı**: Hücrenin kimyasal işlevlerini sürdürebilmesi, metabolik olayların gerçekleşmesi için gereken sıvı ortamı sağlar.
- Hücreler bu sıvıdan  $O_2$  ve besinleri alırlar ve metabolizma atıklarını bu sıvıya boşaltırlar.

# Hücre içi sıvı (HİS)

- Vücut ağırlığının %40 kadarı (Total vücut suyunun %60-70'i)
- Yavaş değiştirilebilir sıvı bölümü
  - Kemik, bağ dokusu ve kıkırdakta (VA'nın %8-10'u)

# Ekstraselüler (Hücre dışı) Sıvı

- Hücre dışında bulunur ve toplam vücut suyunun yaklaşık %30-40'ını oluşturur.
- Ekstraselüler sıvı, gıda maddeleri, oksijen ve metabolik atıkları taşır
- Hücrenin madde alışverişini yapabilmesi için gerekli sıvı ortamı sağlar

# Hücre dışı sıvılar

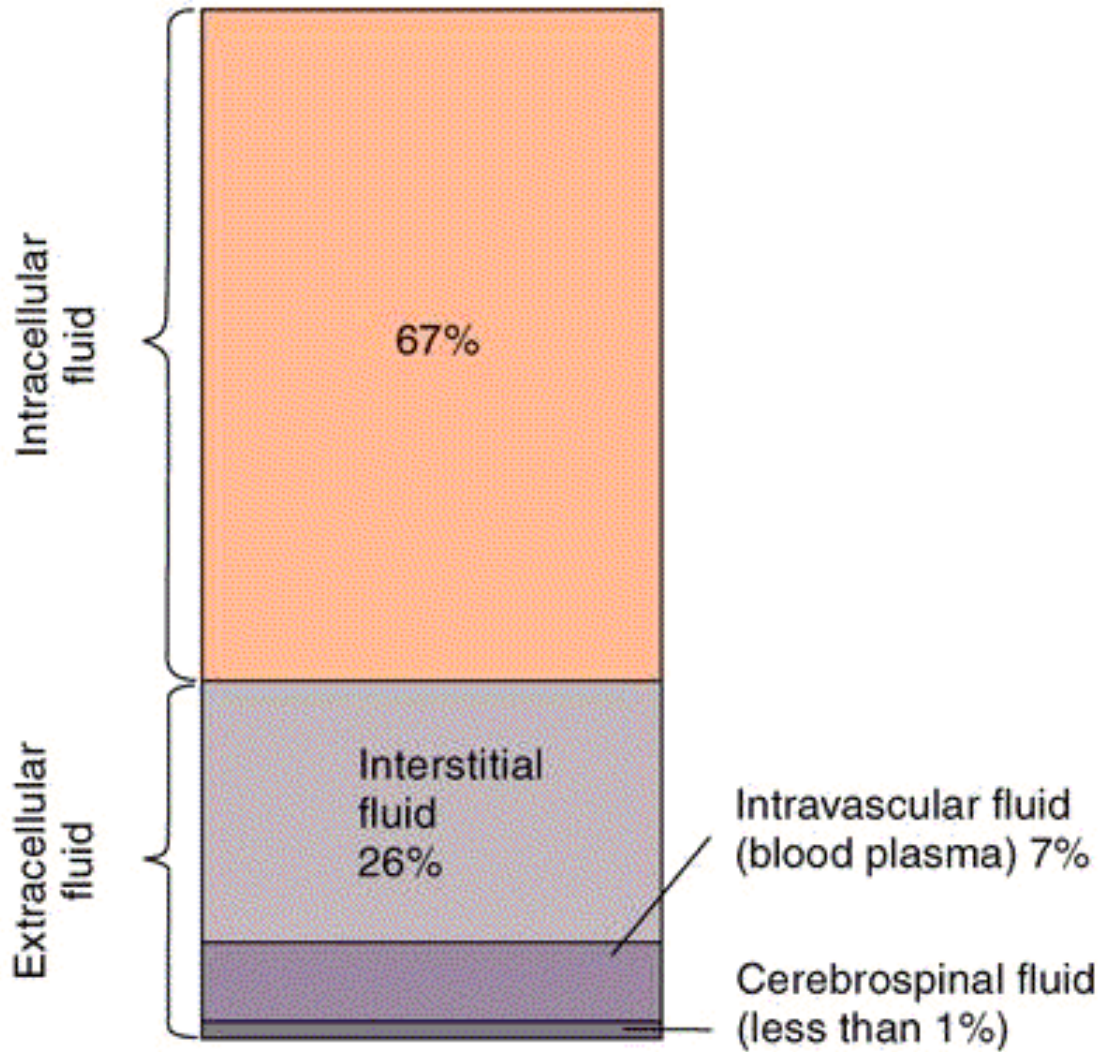
- **Damar içi sıvı (Plazma** - Kanın hücresiz kısmı) -Yetişkinde yaklaşık 3 lt
- **İnterstisyel Sıvı (Doku sıvısı)** - Hücreler arası boşlukları doldurur
- **Transsellüler Sıvı:** Epitel zar aracılığı ile diğer vücut kısımlarından ayrılmış olan sıvılar.
  - Sindirim bezlerinin sıvıları (Barsaklarda – ishal!!!)
  - Beyin omurilik sıvısı (BOS),
  - Eklem içi,
  - Göz içi,
  - Plevra, periton ve perikard sıvıları

# Hücre Dışı Sıvı

- **Plazma + İnterstisyel sıvı + Transselüler sıvı** (GIS'te, İdrar, sinovyal sıvı, BOS, intraoküler)
- Serum ozmolalitesi = **290 ± 5** mOsm/kg su
- Serum ozmolalitesi formülü

$$\text{Serum Ozm} = 2 \times Na + \frac{\text{Glukoz}}{18} + \frac{\text{BUN}}{2,8}$$

► The Relative Size of the Body's Fluid Compartments



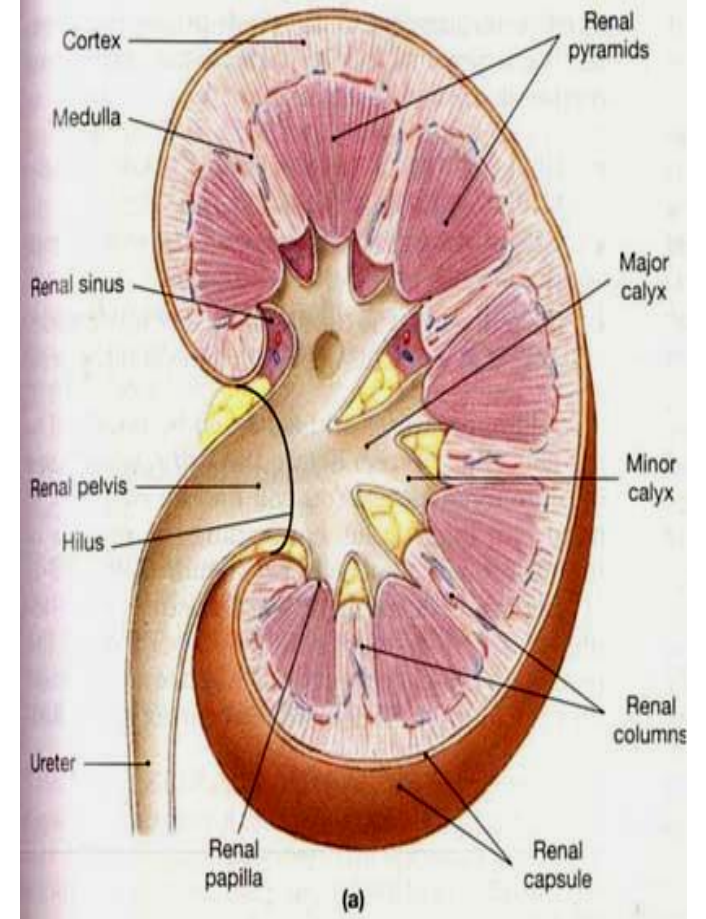


# Vücut suyu düzenlenmesi

- Plazma ozmolalitesini sabit tutmak için vücut suyu sıkı bir feed-back mekanizma ile kontrol edilir
- İçilen su + Vücutta oluşan su = Böbrek, akciğer, GIS ve deriden atılan
- Su dengesi alım ve atılımla düzenlenir
- Atılım en önemli düzenleyici mekanizmadır

# Su atılımı

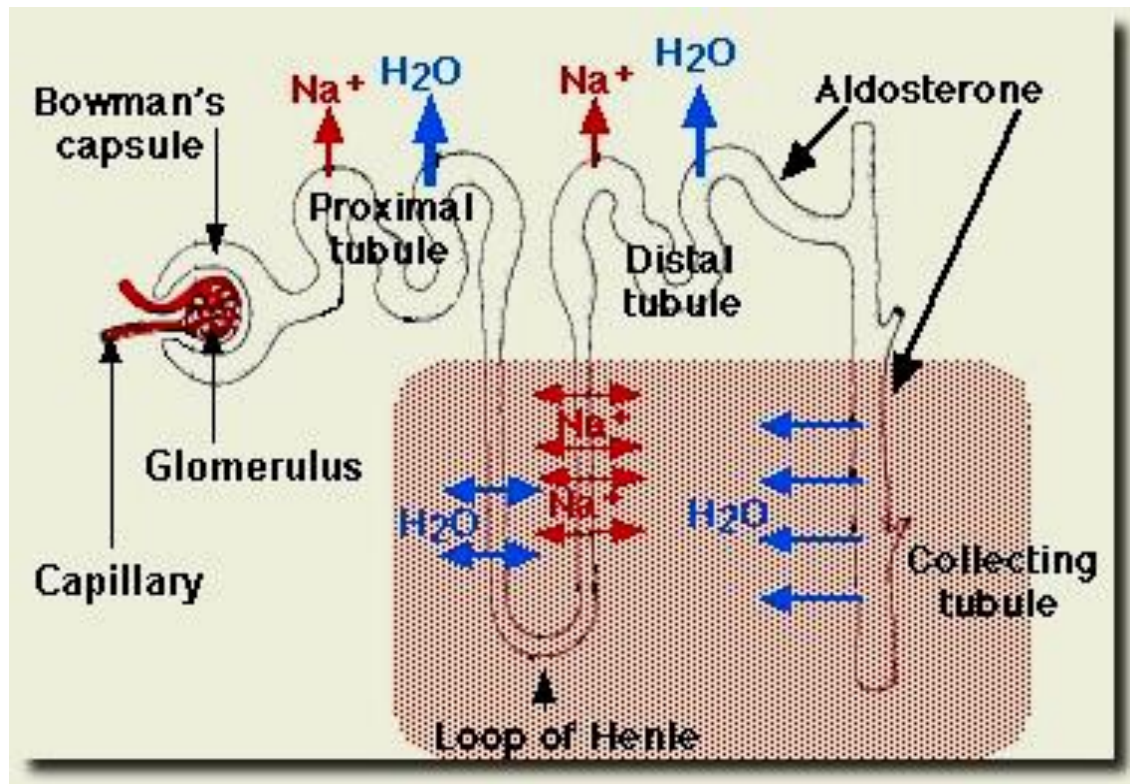
- Böbrekler
- Akciğerler
- Deri
  - Çevre ısısı, nem, vücut ısısı, solunum hızı akciğer ve deriden atılımı etkiler
- Gastrointestinal sistem
  - İshalle fazla kayıp



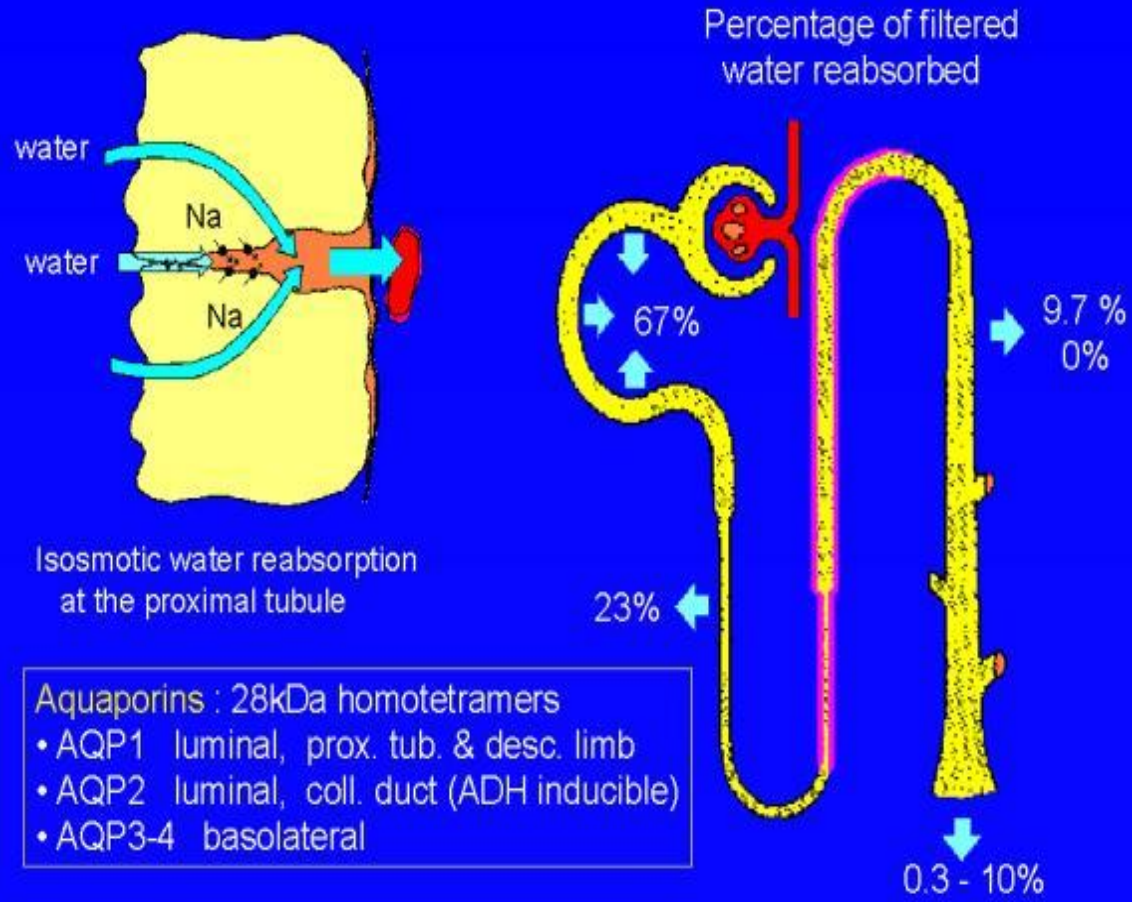
# Konsantre ve dilüe idrar

## Böbreğin özellikleri:

- Nefrondan suyu almadan solütleri reabsorbe etmesi
- Medulladaki hipertonsiteyi devam ettirebilmesi
- Distal nefronların suya geçirgenliğinin devamı



# Water Reabsorption

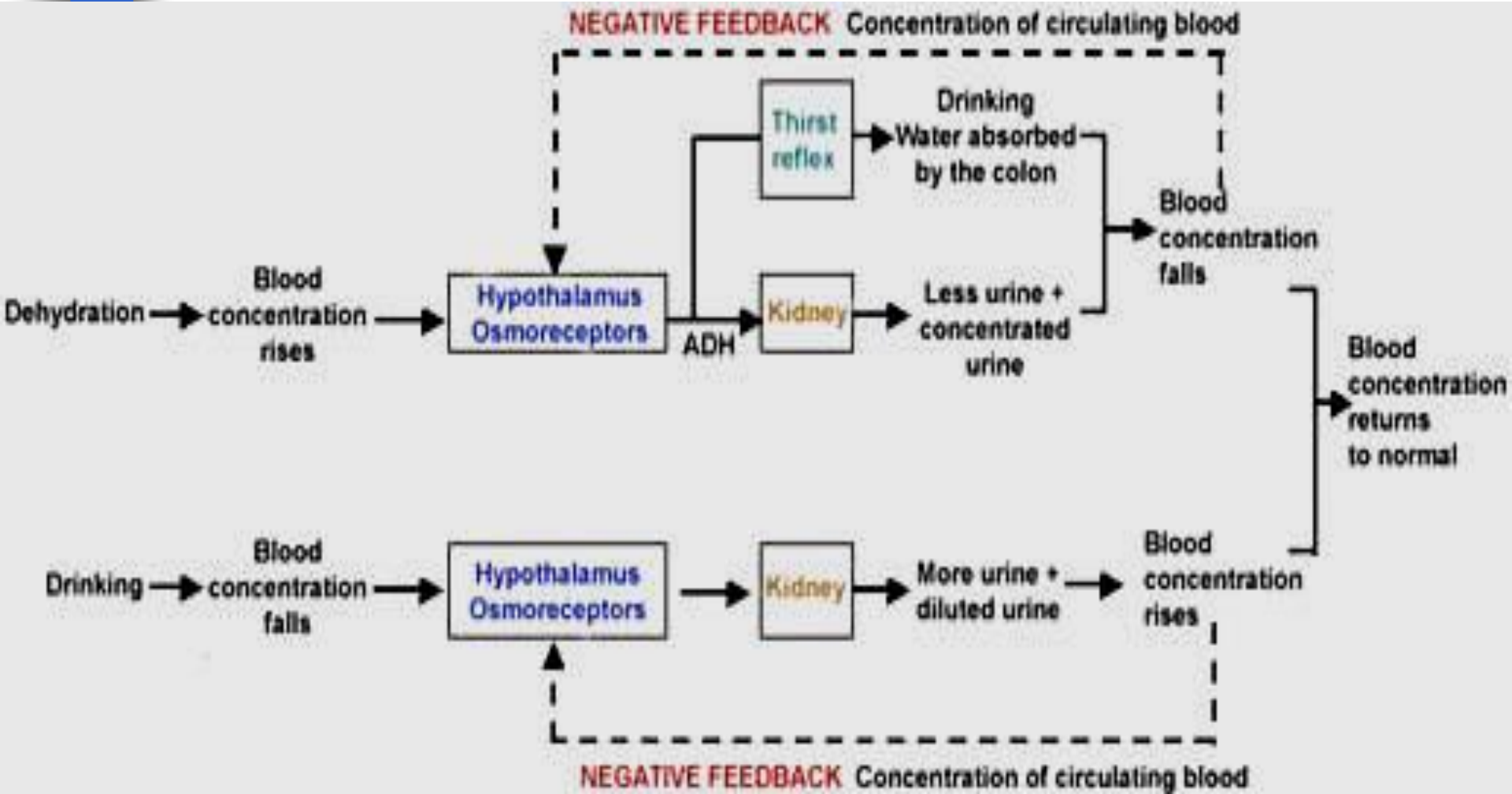


# Su dengesi düzenlemesi

- Susuzluk merkezi orta hipotalamusta
- Susuzluk hissi uyararı
  - Plazma ozmolalitesi artışı (%1-2) (osmoreseptörler ile)
  - HDS azalması (%10 veya fazlası)
- Hacim azalması atriyumlardaki volüm reseptörlerini uyarır = Susuzluk hissi
- Plazma ozmolalitesinin normal olduğu, hipovolemik-hipotansif durumlarda **anjiyotensin II** susuzluk hissi uyarır

# Dehidratasyon – Sıvı kaybı

- Dehidratasyon sıvı kaybı sıvı alımından fazla olduğunda ortaya çıkar:
  1. Yetersiz sıvı alımı
    - Kusma
    - Beslenme bozukluğu
  2. Aşırı sıvı kaybı
    - İshal
    - Diabetes mellitus
    - Diabetes insipidus
  3. İnterstisyel aralığa sıvı kaybı
    - Travma
    - Yanık



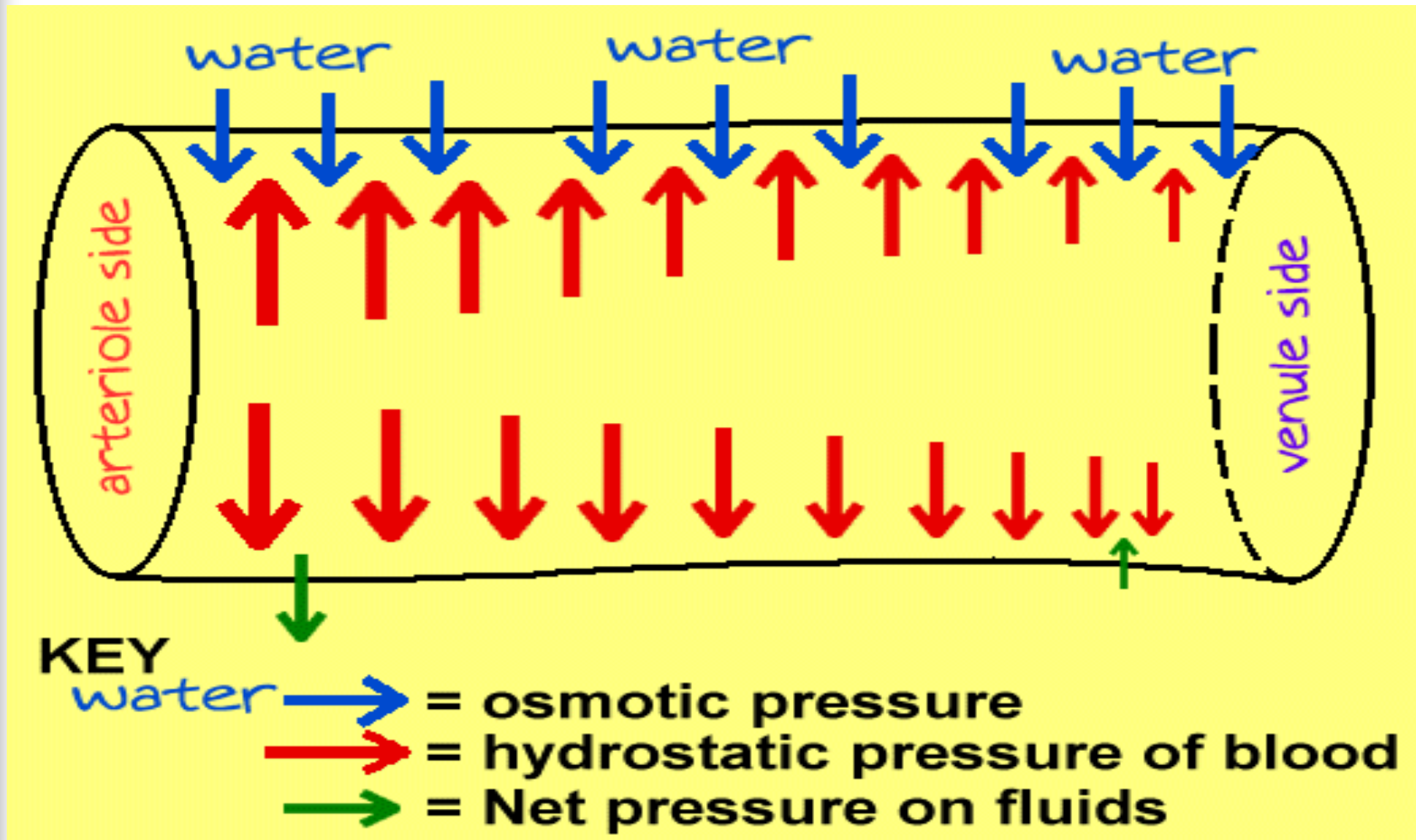


# Susama mekanizması bozuklukları

- Psikolojik
- MSS hastalıkları
- K<sup>+</sup> eksikliği
- Malnütrisyon
- Renin-anjiyotensin sistemi bozukluğu

# HDS-HİS dengesi

- K<sup>+</sup>'un hücre içine, Na<sup>+</sup>'nın hücre dışına **aktif** taşınması ile sağlanır
- Arteriyol- Kapiler yumak- Venül
- Kapiler geçirgenlik artışı:
  - Anjiyonötik ödem
- Venül'de damar dışına sıvı geçişi:
  - Kalp yetmezliği,
  - AGN,
  - Nefrotik sendrom



# Vücut sıvıları ozmolalitesi

- Hücre membranları suya geçirgen
- Plazma ozmolalitesi büyük oranda  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ve  $\text{HCO}_3^-$ 'den oluşur
- $\text{Na} \times 2 = 140 \times 2 = 280 \text{ mOsm/L}$
- Hiperglisemi ve hiperlipidemi (psödohiponatremi)
- Diabetik ketoasidozda su hücre içinden hücre dışına çıkar

# Plazma ozmolalitesi (PO)

- PO düşükse - Bol, dilüe idrar oluşur
- PO yüksekse - Az, konsantre idrar
- İdrar miktar ve yoğunluğunu düzenleyenler:
  - Plazma ozmolalitesi
  - Diyetin solüt (tuz) yükü
  - ADH
  - Glomerüler filtrasyon hızı
  - Renal tübülüs epitelinin durumu
  - Plazma adrenal steroid düzeyleri

# Su dengesi bozuklukları

<b>Bozukluk</b>	<b>Eksiklik</b>	<b>Fazlalık</b>
<b>Deri</b>	İnsensibl kayıp Yanıklar	
<b>Solunum</b>	Takipne	Nemli hava
<b>Gastro-intestinal</b>	Ozmotik diare	
<b>MSS</b>	Diabetes insipidus Susama bozukluğu	Psikojen ve primer polidipsi
<b>Renal</b>	Nefrojenik Dİ Ozmotik diürez Tuz kaybettiren nefropati	SIADH (Uygunsuz fazla ADH salınımı)

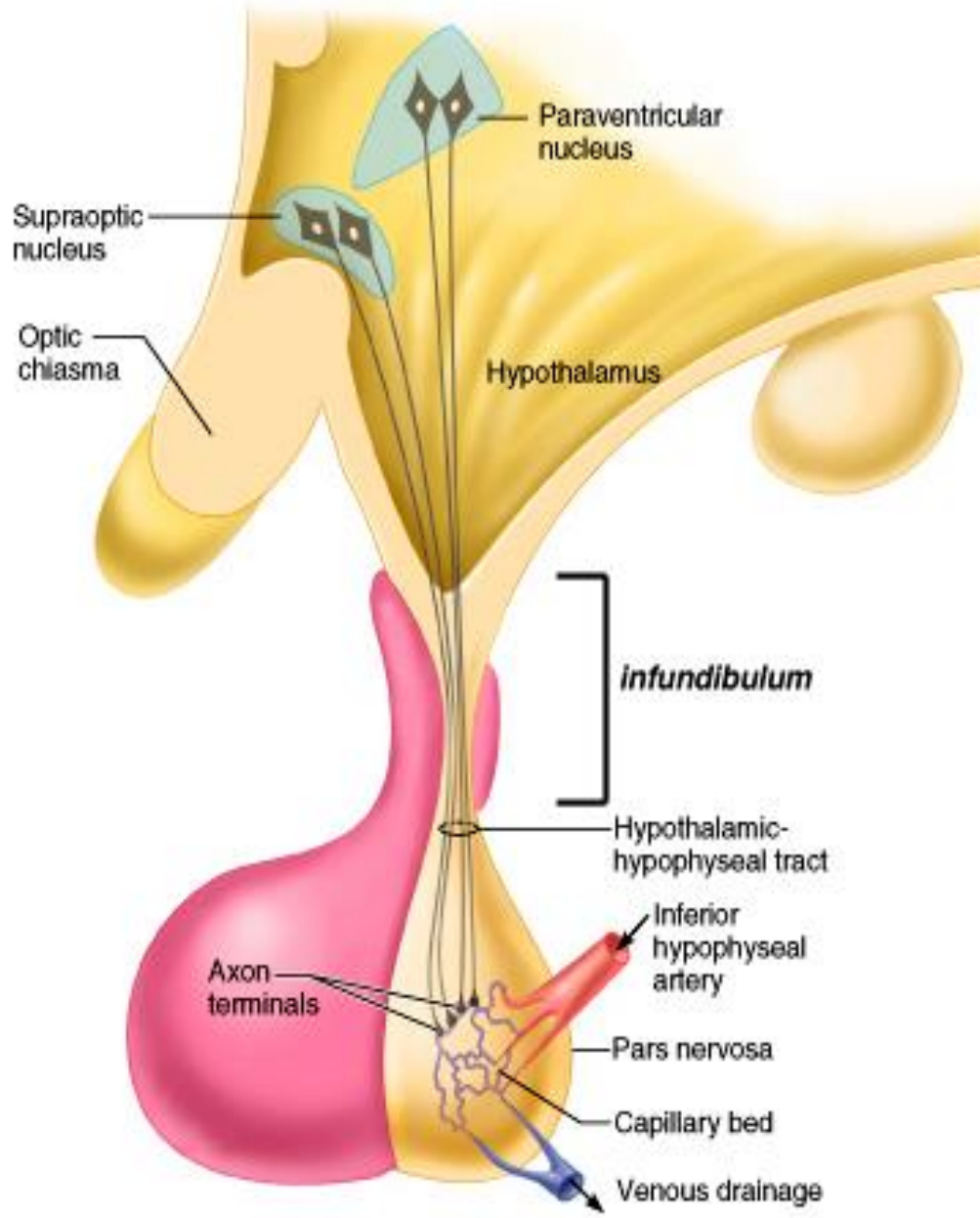
# İdrarla su atılım mekanizmaları

- ADH (üretim, depolanma ve dolaşıma salınım)
  - Eksik veya yoksa santral Diabetes insipidus (Dİ)
- ADH'ya tübülüs epiteli yanıtı
  - Yanıt yoksa Nefrojenik Dİ

# Anti-diüretik hormon (ADH)

- ADH bir oktapeptit'tir.
- Hipotalamustaki Paraventriküler ve Supraoptik çekirdeklerde yapılır
- Arka hipofizde depolanır
- Hipotalamik uyarı ile kana salınır
- NaCl enjeksiyonu ADH salgısını uyarır, üre enjeksiyonu uyarmaz
- Su içilmesi veya parenteral verilmesi ADH'yi baskılar





# ADH- Arginin vazopressin (AVP)

- ADH salgısı için ozmolalite eşik değeri = 280 mOsm/kg
- Plazma ozmolalitesi %1-2'lik artış ADH'yı uyarır, azalış baskılar
- Sıvı kaybı (%8-10) ADH'yı uyarır
- ADH böbrek toplayıcı kanallarının suya geçirgenliğini artırır
- Böbrek medulla hiperozmolalitesi= 1200 mOsm/kg su (ters akımlar ve değişim sistemi)
- İdrarın yoğunlaştırılmasında önemli

# Diabetes insipidus

- Santral: ADH dolaşıma salınmaz
  - \*Supraoptik-osmoreseptör-hipofiz aksı kesilmesi ile
- Nefrojen DI: ADH var ancak böbrek toplar tüpler yanıtızsız
  - \*Epitel hücre membran reseptör defekti



## ■ ADH salgısını uyaranlar

- Stres
- Travma
- Yanıklar
- Cerrahi işlem
- İlaçlar (Demerol, morfin, barbitüratlar, kolinerjik ve adrenerjik ilaçlar, nikotin prostaglandinler)

## ■ ADH salgısını baskılayanlar

- Alkol
- Difenilhidantoin
- Glukokortikoidler

# ADH'nin su tutucu etkisini sınırlayanlar

- Anestezi
- Diabetes mellitus
- Nefrotoksinler
- Tübüler hasar
- İlerlemiş böbrek hastalığı



# **ELEKTROLİT DENGESİ BOZUKLUKLARI**

6.02.2020

A Ece

38

# Elektrolit (İyon)

- Herhangi bir çözücüde pozitif ve negatif elektrik yüklü iyonlarına ayrıışan maddedir.
- Pozitif yüklü iyonlara "katyon", negatif yüklü iyonlara ise "anyon" denir.
- Elektrolitlerin ölçüm birimi "miliekivalan" (mEq)'dir.



# Vücut elektrolitleri

## ■ Katyonlar:

- Sodyum ( $\text{Na}^+$ ),
- Potasyum ( $\text{K}^{++}$ ),
- Kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ),
- Magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ )

## ■ Anyonlar:

- Klor ( $\text{Cl}^-$ ),
- Bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ),
- Fosfat ve Sülfatlar, Organik asitler, Proteinler (Albumin vb.)





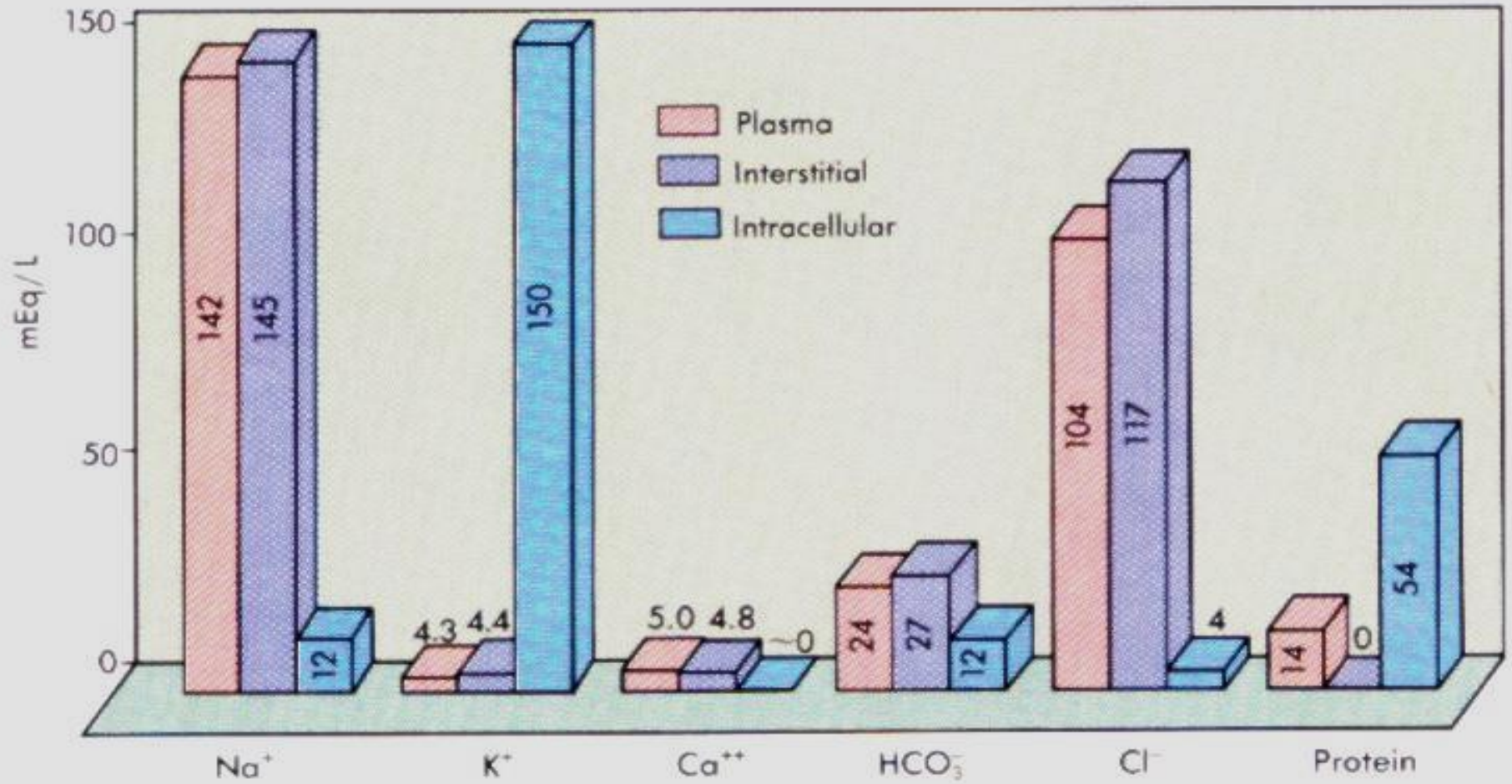
# Hücre içi ve dışı ana anyon ve katyonlar

## ■ Hücre içi:

- Ana katyonlar:  $K^+$ ,  $Mg^{++}$
- Ana anyonlar: Fosfatlar ( $HPO_4^-$ ), Protein-

## ■ Hücre Dışı:

- Ana katyon:  $Na^+$
- Ana anyonlar: Klor ( $Cl^-$ ), Bikarbonat ( $HCO_3^-$ )



# Elektrolitlerin Görevleri

- Nöromüsküler ileti
- Sıvıların ozmolaritesinin sağlanması
- Asit-Baz dengesinin düzenlenmesi
- Su hacminin düzenlenmesi
- Bölümler arası sıvı dağılımının sağlanması
- Hücre membranı işlevleri
- Biyolojik süreçler ve diğer hücre işlevleri

# Osmolarite - Transport

- **Osmolarite:** 1 lt sıvıda çözünmüş 1 mol katı partiküle denir. (1 Osm/lt )
- **Osmolalite:** 1 kg sıvıda çözünmüş 1 mol katı partiküle denir (1 Osm/kg)
- Bu iki terim hemen hemen eş anlamlı kullanılır.
- **Aktif Transport:** İyonların hücre membranından kimyasal ve elektriksel bir güce karşı geçmesidir ve enerji gerektiren bir olaydır.



# Sıvı ve elektrolit dengesini düzenleyen sistemler

- **Böbrekler**
- **Nöro - Endokrin Sistemler:** Antidiüretik Hormon, Aldosteron, Tiroid Hormon, ANP, RAAS
- **Gastrointestinal Sistem**
- **Sinir Sistemi**
- **Solunum Sistemi**

# Sıvı-Elektrolit Denge Bozukluğu Nedenleri

- **Azalma**; gereksinimden daha az alınması ya da atımın artması,
- **Fazlalık**; Atılabilecek miktardan daha fazla alınması, böbrek veya karaciğer hastalığı nedeniyle yeterli atımın olmaması,
- Sıvı ve elektrolitlerin bedende tutulması (örneğin, ödem),
- Sıvı-elektrolit dengesini **düzenleyici mekanizmaların bozulması**.



# **Sodyum Dengesi ve Bozuklukları**

# Sodyum

- HDS'nin en önemli katyonu
  - %10 plazmada,
  - %43 kemikte,
  - %30 interstisyel sıvıda,
  - %2.5 hücre içi
- Hücre dışı 140 mEq/L
- Hücre içi 10 mEq/L
- Transselüler Na içeriği değişkendir
- Hücre içi-dışı dengesi Na-K-Mg ATP'az ile enerji harcanarak sağlanır





# Sodyum dengesi - düzenlenmesi

- Denge alım ve atılımla sağlanır
- Tuz açlığı (Tuz kaybettiren böbrek hastalıklarında)
- Na<sup>+</sup> alımı kültürel farklılıktan etkilenir
- İnek sütü ve fast-food tuz içeriği fazladır
- Na<sup>+</sup> tüm GİS'ten emilir
- Transport proteini GİS'te Na + glukozu mukozadan aktarır (ORS tedavisi!!)
- Atılım idrar, ter ve feçesle olur



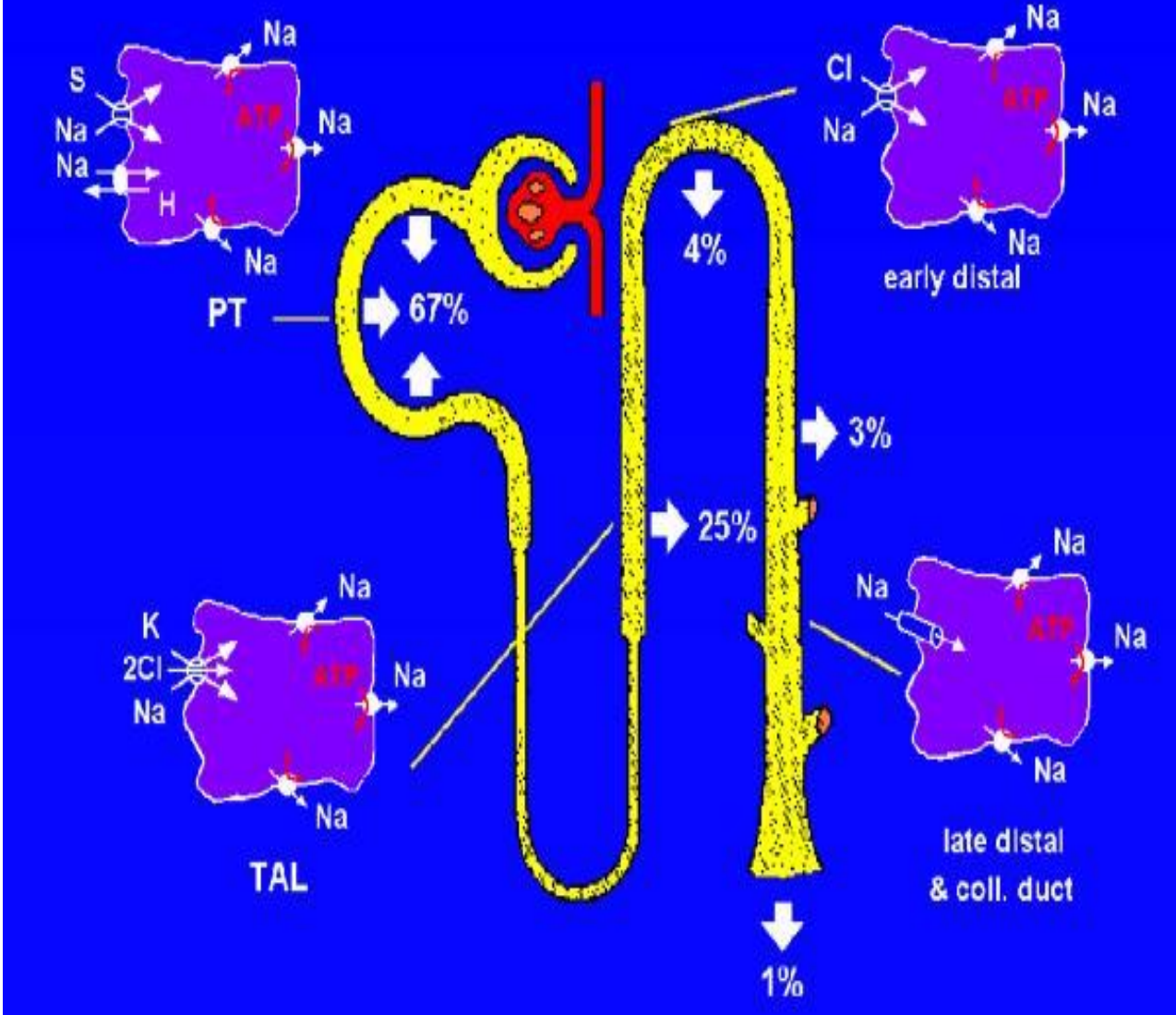
# Sodyum

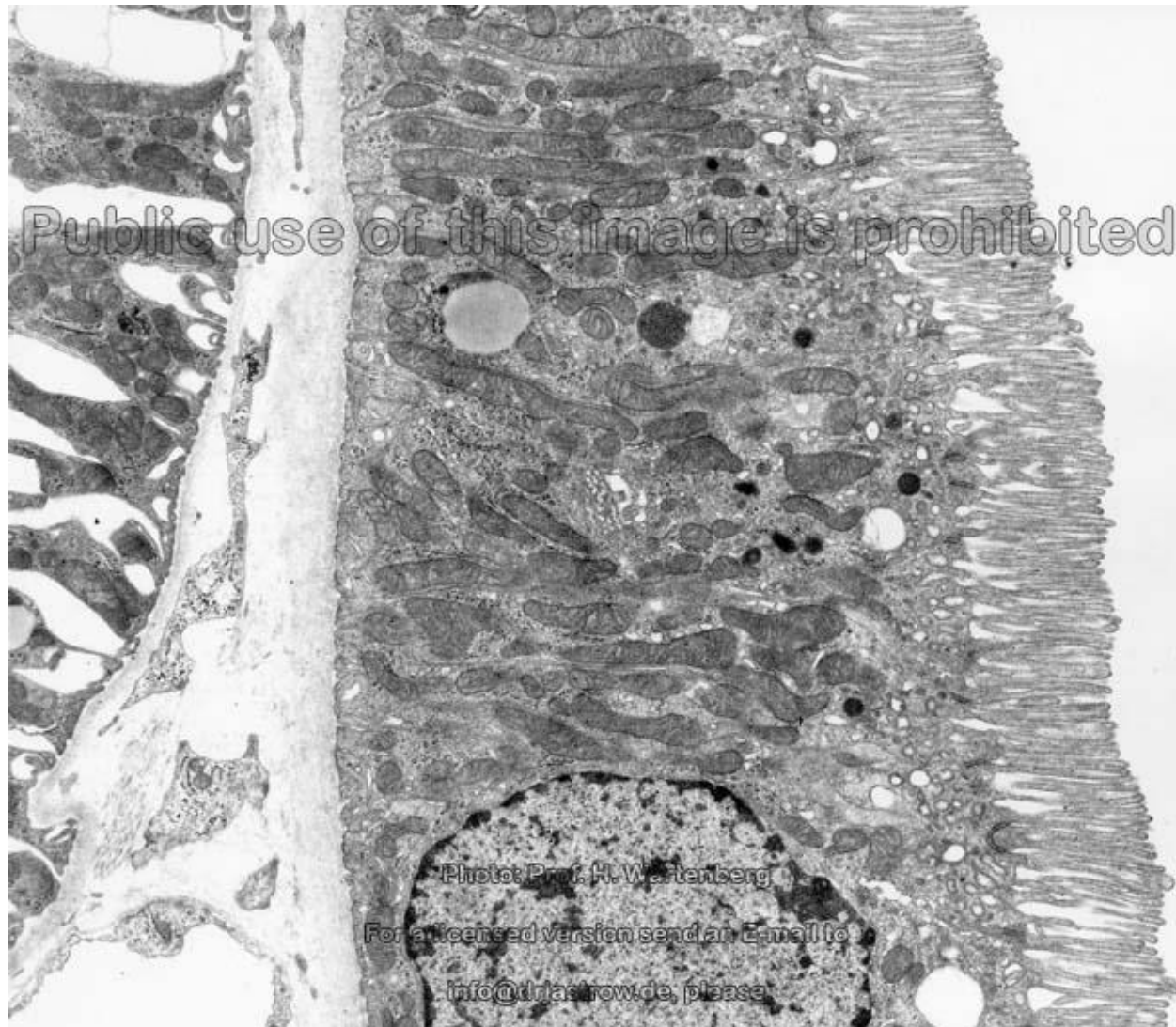
- Normal terde 5-40 mEq/L
- Kistik fibroz ve hipoaldosteronizm'de ter Na'u artar
- Tuz kaybı ve hiperaldosteronizm'de ter Na'u azalır
- Böbrekten Na'un %1'den azı atılır, Fraksiyone Na ekskresyonu (FENa)

# Böbrek sodyum emilim ve atılımı

- Sodyum böbrekten geri emiliminin; %60'ı proksimal tubulustan, %20'si Henle kulpundan, %12'si distal tubulustan olur
- **Na geri emilimini artıranlar:**
  - Kanama,
  - Dehidratasyon,
  - Sempatik aktivite,
  - Renin-anjiyotensin sistemi (RAAS) aktivasyonu
- **Na atılımını artıranlar:**
  - Hücre dışı sıvı artışı,
  - Atriyal natriüretik peptit

# Tubular Sodium Reabsorption

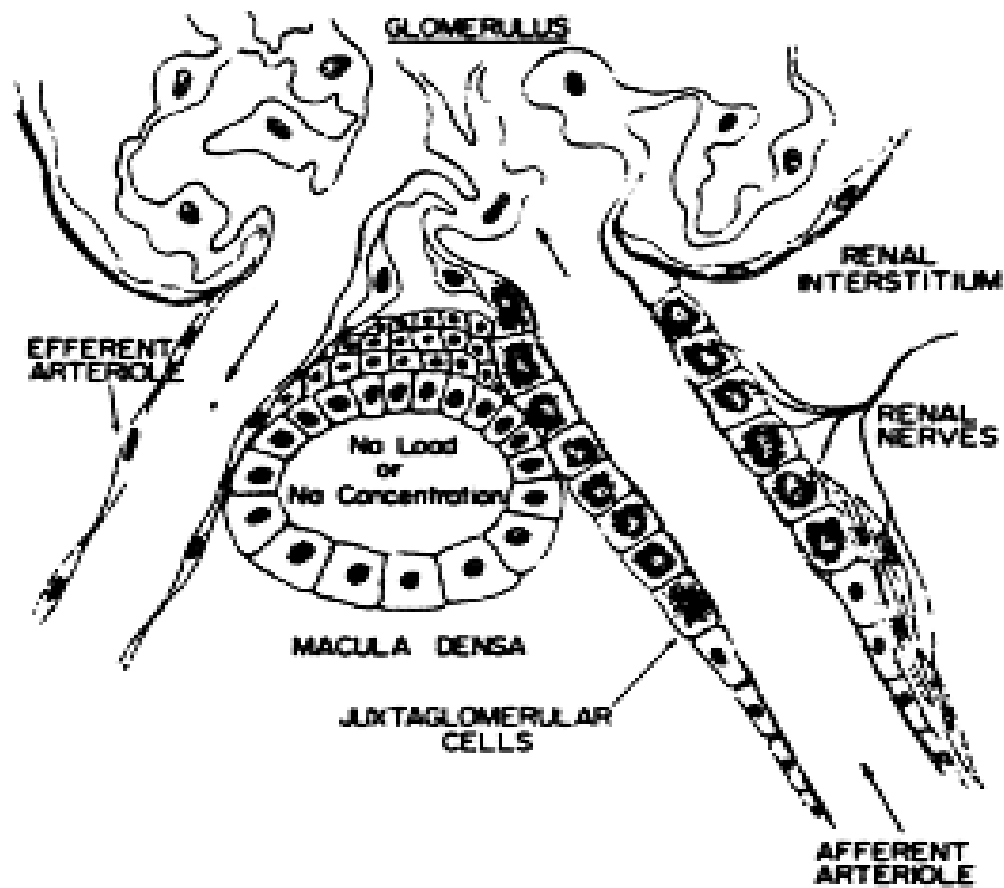


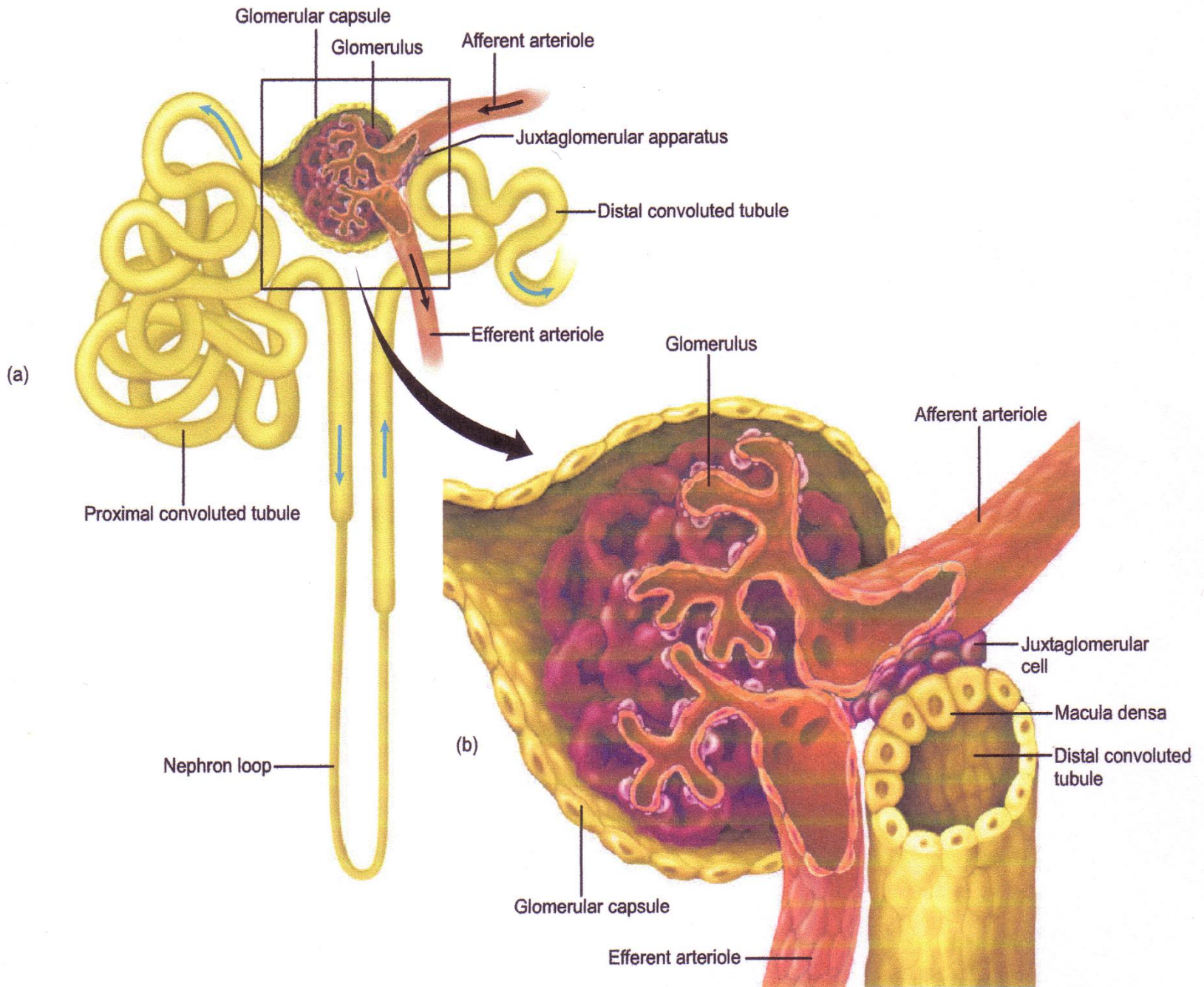




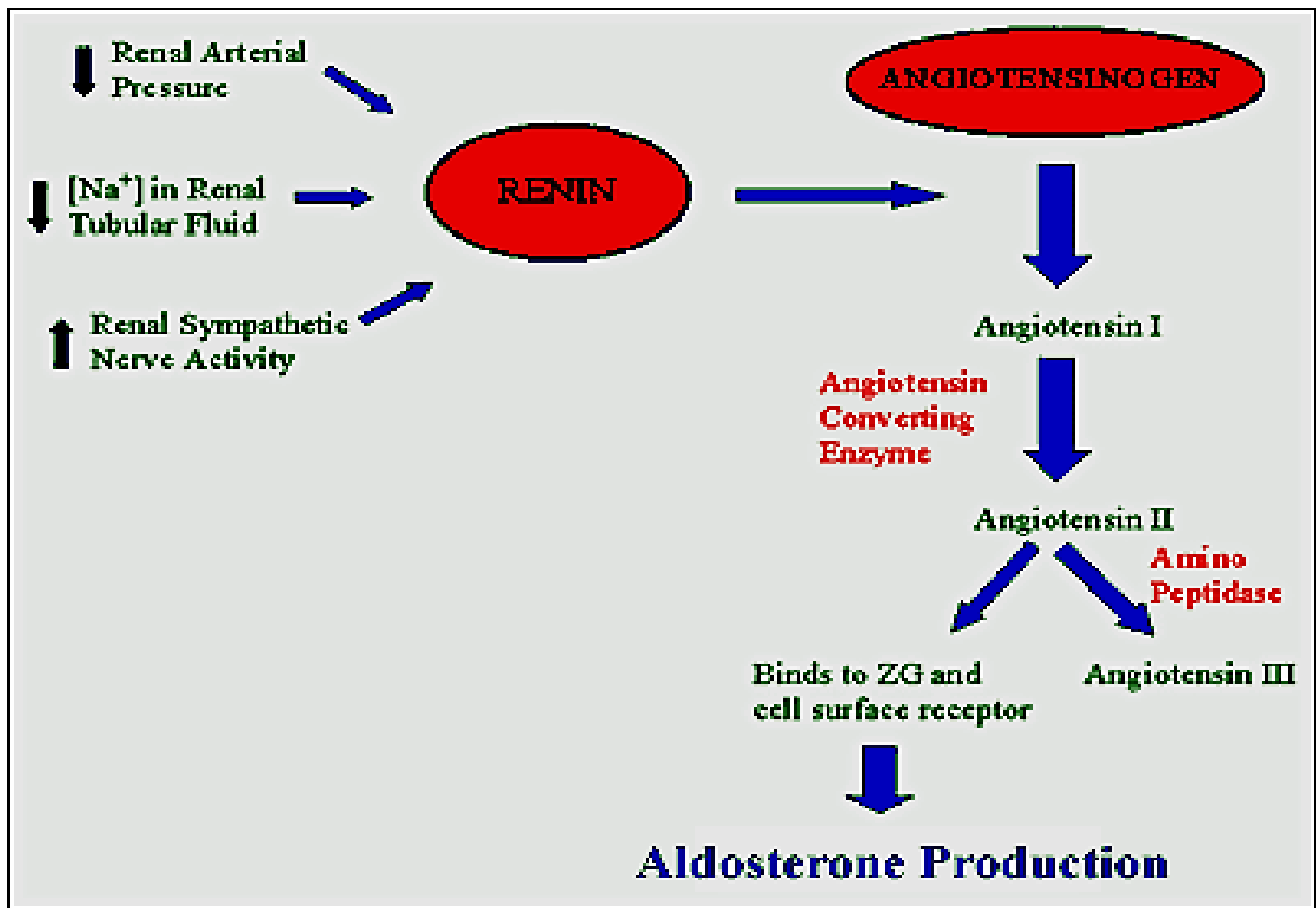
# Sodyum renal geri emilimi

- Distal tubulusta: **renin-anjiyotensin-aldosteron** etkilidir.
- Renin, macula densa-juksta glomerüler aparatustan salınır
- Renin salgılatanlar:
  - Azalmış renal perfüzyon basıncı
  - Azalmış tubulus lumen NaCl





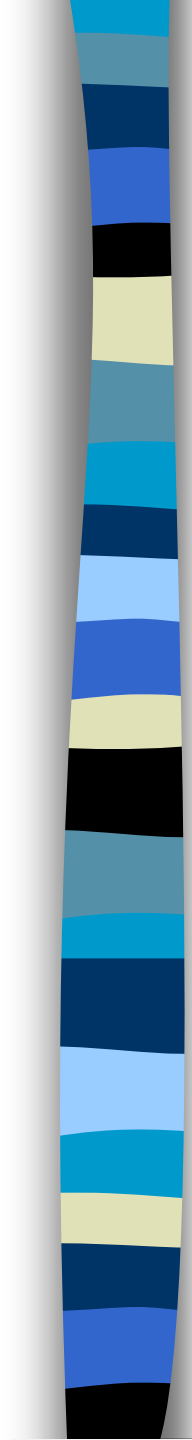






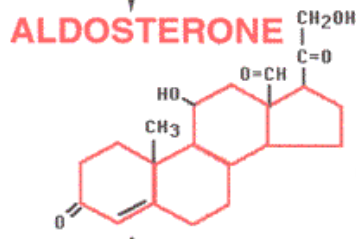
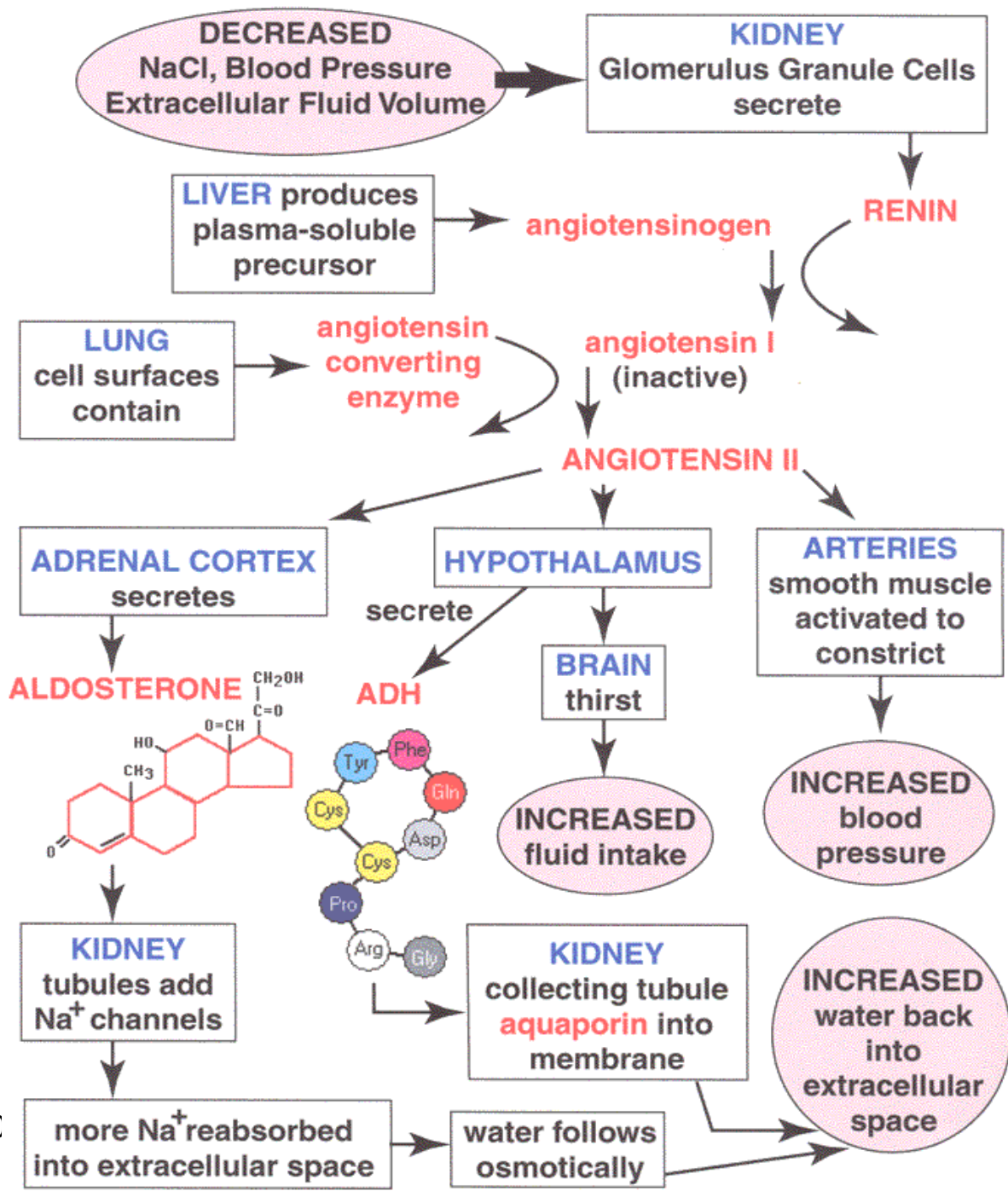
# Aldosteron

- Na<sup>+</sup> geri emilimini artırır
- K<sup>+</sup> atılımını artırır

- 
- **Atriyal natriüretik peptit (ANP):** Kalpte atriyumlardan salınır
    - Akut ve kısa etkili,
    - Na<sup>+</sup> ve su attırır
    - Renal vazodilatör,
    - Güçlü natriüretik, GFR'yi artırır;
    - Renin ve aldosteronu azaltır
  - **Prostaglandinler (PGE2, PGI2) :** Böbrekte yapılır,
    - Vazodilatör ve natriüretik
  - **Dopamin** natriüretik,
  - **norepinefrin** antinatriüretik

# Na dengesi

- Na hücre dışı en önemli katyonu olduğu için HDS düzenlenmesi Na dengesi ile bağlantılıdır
- Na dengesi, hipovolemiyi ya da etkin böbrek kan akımında azalmayı algılayan ve **renin salgısı** ile yanıt veren **jukstaglomerüler aparattaki** reseptörlerle düzenlenir.
- Renin etkisiyle anjotensinojenden **anjotensin I** üretilir. Anjotensin I **ACE** etkisiyle **anjotensin II**' ye dönüşür. Anjotensin II de **aldosteron** salgısını artırır.
- Aldosteron distal tübülde Na geri emilimini artırır



# Vücut total Na miktarını etkileyenler

Bozukluk	Eksiklik	Fazlalık
<b>Deri</b>	Kistik fibroz Yanıklar	
<b>GİS</b>	Primer mukozal defekt Enfeksiyöz diyare Ozmotik diyare	Siroz Protein kaybı
<b>Kardiyak</b>		Konjestif kalp yetmezliği
<b>Adrenal</b>	Addison hastalığı Konj. adrenal hiperplazi Hipoaldosteronizm	Hiperaldosteronizm Cushing sendromu İlaçlar
<b>Renal</b>	Psödohipoaldosteronizm Ozmotik diürez Diüretikler Primer tübüler bozukluk	Nefrotik sendrom Akut BH Kronik BH

BH: Böbrek hasarı



# **KANDA SODYUM ARTMASI VE AZALMASI**

## **(HİPERNATREMİ VE HİPONATREMİ)**



# Hipernatremi

- Hipernatremi serum sodyum düzeyinin 150 mEq/L'den yüksek olması olarak tanımlanır.
- Hipernatremik dehidratasyon, normal hidrasyon durumlarında ya da aşırı sıvı verilmesini izleyerek gelişebilir.
- Her üç durumda da ortak özellik hücre içi sıvının azalmasıdır



# Hipernatremi

- Sağlıklı bir bireyde vücutta sodyum fazlalığı hipertonsiteye, susuzluk hissine ve ADH salınımına yol açar
- Su içilmesi ve ADH salınımı ile vücut sodyumu normal değerlere getirilir
- Hipotalamo-hipofizer aks normal ise tuz yüklenmesine bağlı hipernatremi nadirdir
- Tekrarlayan hipernatremide kasıtlı tuz zehirlenmesi akla gelmelidir (Munchausen sendromu)

# Hipernatremi

- Hücre dışı sıvıda sodyum konsantrasyonu arttığında HİS ve HDS arasında dengelenme hücreden sıvının dışarıya çıkmasıyla olur
- Beyin hücrelerinden suyun çekilmesi ile beyin damarlarında gerilmeler ve bunun sonucu subdural, subaraknoid kanamalar gelişebilir

# Hipernatremi Nedenleri

## ■ **Vücut suyunda azalma**

- Diabetes inspidus
  - Santral
  - nefrojen
- Gastroenterit (Diyare)
- Diüretik etkisi
- Yetersiz su alımı
  - Yetersiz anne sütü
  - Çevre koşulları
- Esansiyel hipernatremi

# Hipernatremi Nedenleri

## ■ Sodyum fazlalığı

- Rehidratasyon sıvılarının hatalı hazırlanması (koyu)
- Bebek sütlerinin hatalı hazırlanması
- Sıvı tedavisinde aşırı bikarbonat verilmesi
- Sodyum içeren lavman uygulanması



# Hiponatremi ( $\text{Na} < 130 \text{ mEq/L}$ )

- Serum Na içeriği genellikle üç mekanizma ile düşer:
  - Total vücut suyunun eksikliği ve total vücut sodyumunun sıvıya oranla daha fazla eksikliği
  - Total vücut suyunun fazlalığı
  - Total vücut sodyumu fazla ama total vücut suyu çok fazla



# Hiponatremi nedenleri

- Total vücut suyu eksik ancak total vücut sodyumunu sıvıya oranla daha fazla eksilmiştir
  - Kusma
  - Diyare (İshal)
  - Yanıklar
  - Diüretik fazla alımı
  - Mineralokortikoid eksikliği
  - Ozmotik diürez



# Hiponatremi nedenleri

- **Total vücut suyunun fazlalığı**
  - Glukokortikoid eksikliği
  - Uygunsuz ADH salınımı
  - Hipotiroidizm
  - Ağrı, heyecan



# Hiponatremi

- Total vücut sodyumunun fazlalığı ile birlikte total vücut suyunun daha büyük fazlalığı
  - Nefrotik sendrom
  - Akut ve kronik böbrek yetmezliği
  - Kalp yetmezliği
  - Siroz



# Psödohiponatremi

- Hiperosmolar hiponatremi: Hücre içi alandan hücre dışı alana olan ozmotik sıvı yer değişimleri
  - **Hiperglisemi**: Glukoz düzeyinin her 100 mg/dl artışında sodyum 1.6 mEq/L azalır
- İzoozmolar hiponatremi: Sodyumun laboratuvar analizindeki yanılma, **hiperlipidemi**

# Hiponatremi klinik belirtileri

- Uyuşukluk, kayıtsızlık
- Oryantasyon bozukluğu
- Kas krampları
- Ajitasyon
- Konvülziyon
- Koma



6.02.2020

A Ece

75

# Çocuklarda hiponatremi

## Böbrek dışı kayıplar

- Kusma ve ishal
- Üçüncü boşluğa kayıp
- Yanıklar
- Nazogastrik drenaj
- Kistik fibroz
- Aşırı terleme

# Çocuklarda hiponatremi

- Besinsel eksiklik
- Yetersiz oral Na<sup>+</sup> alımı
- Parenteral sıvı ile yetersiz Na verilmesi
- Beyin-omurilik sıvısı drenajı
- Yanıklar
- Parasentez

# Çocuklarda hiponatremi

## Su fazlası

- Uygunsuz (fazla) ADH sendromu (SIADH)
- Glukokortikoit eksikliği
- Hipotiroidizm
- İlaçlar
- Aşırı parenteral sıvı verilmesi
- Psikojen polidipsi

# Çocuklarda hiponatremi

- Aşırı su alımı
- Nefrotik sendromu
- Siroz
- Kardiyak yetmezlik
- Akut ve kronik böbrek yetmezliği



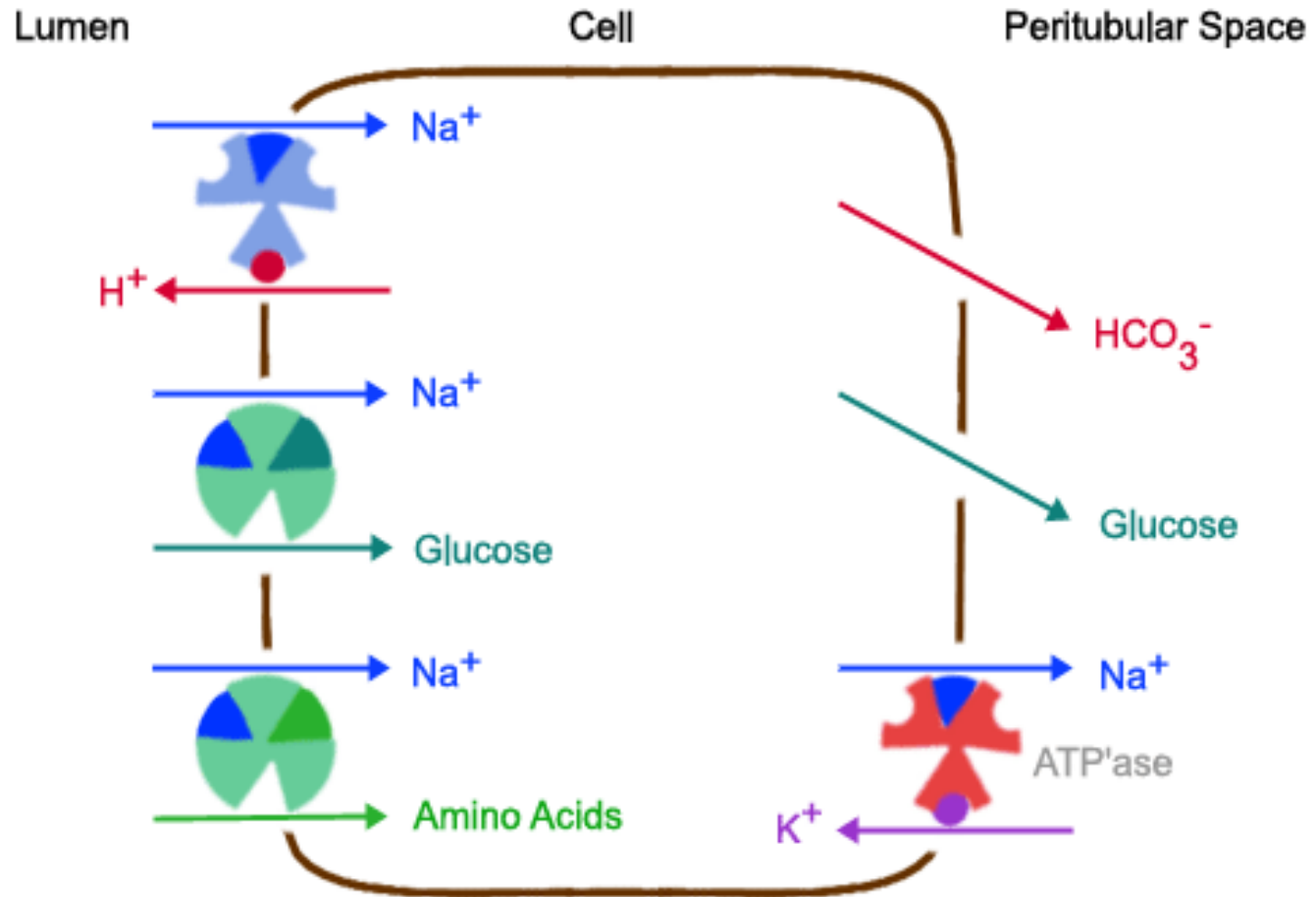
# Potasyum Dengesi ve Bozuklukları



# Potasyum

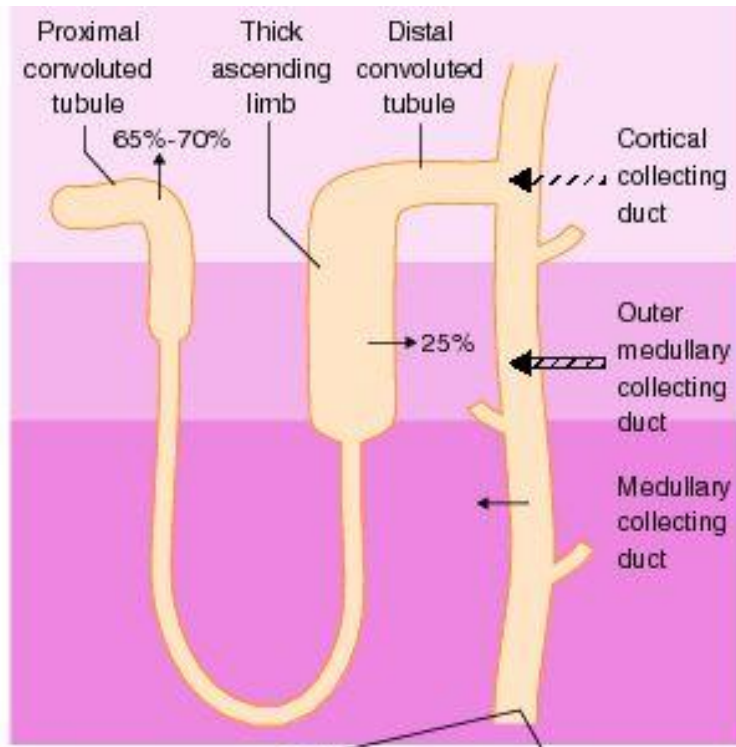
- Vücut  $K^+$ 'u, Vücut Kitle İndeksi ile orantılıdır, büyüme ile artar
- $K^+$  hücre içinde 140 mEq/L, hücre dışında 4 mEq/L
- Bu fark  $Na^+-K^+-ATP$ 'az ile sağlanır
- Böylece hücre membran potansiyeli sabit kalır

# Proksimal tubulusten emilim

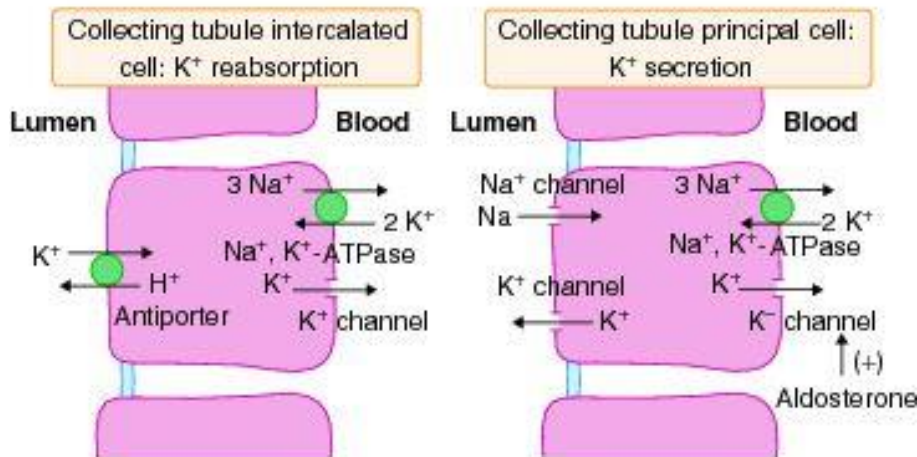


# Potasyum (3.5 - 5 mEq/L)

- Sinir uyarımı; kalp, iskelet ve düz kas kasılması için anahtar role sahip
- Hücre hacmi devamlılığı için de gereklidir
- Aldosteron GIS'te ve böbrekte etkili ( $K^+$  atılımını artırır)
- Glukokortikoidler (mineralokortikoid etki) de etkili



Potasyumdan zengin gıdalar (Meyve ve sebzeler – Özellikle sarı renkli meyveler, Patates)



# Hipopotasemi - Hipokalemi

- Serum potasyum düzeyinin 3,5 meq/L altında olmasıdır
- Ağır hipopotasemide:
  - İskelet kaslarında güçsüzlük,
  - Barsak peristaltizminde azalma,
  - İleus,
  - Böbrekte idrar konsantrasyon defekti
  - Kalpte aritmi olur
- Serum potasyum düzeyi 2,5 mEq/L altında ise EKG bulguları belirgindir

# Hipokalemi belirtileri

- **Kardiyak:** EKG değişiklikleri (T dalgasının düzleşmesi, U dalgasının çıkması), dijital intoksikasyonu, aritmiler
- **Nöromusküler:** Halsizlik, kas krampları, paralizi, rabdomiyoliz, konstipasyon, ileus
- **Renal:** Hipopotasemik nefropati (proksimal tubuluslarda vakuolizasyon, tubulointerstisyel fibrozis), metabolik alkaloz, amonyak sentezinde artma, nefrojenik diabetes insipidus
- **Metabolik bulgular:** İnsülin sekresyonunda azalma, Renin - aldosteron salgılanmasında değişim



# Hipopotasemi nedenleri

- Hücreler arası potasyum geçişi
  - Alkaloz
  - Periyodik paralizi
  - İnsülin uygulanması
  - Potasyum alımında yetersizlik
  - Anoreksiya nervoza
- Protein enerji malnütrisyonu

# Hipopotasemi nedenleri-2

- Böbrek dışı kayıplar
  - Ter yoluyla (kistik fibroz)
- GİS'ten
  - Pilor stenozu (aşırı kusmalar)
  - Uzamış ishal
  - Aşırı laksatif kullanımı
  - Uzun süre mide aspirasyonu



# Hipopotasemi nedenleri- 3

## ■ Böbrek yoluyla aşırı kayıplar

- Renal hastalıklar
  - RTA
  - Bartter sendromu
  - Fanconi sendromu
- Mineralokortikoid fazlalığı
  - Hiperaldosteronizm
  - Cushing sendromu
- İlaçlar
- Diabetes mellitus

# Hiperpotasemi - Hiperkalemi

- Sağlıklı insanlarda serum potasyum düzeyinin aşırı yükselmesi nadir görülür
- Başta böbrek olmak üzere vücudun kompensasyon mekanizmaları serum potasyumunun aşırı yükselmesini önler
- Hiperpotasemi hiç semptom olmadan gelişebilir, ani gelişen kardiyak aritmi ve ölüm ilk ve tek bulgu olabilir

# Hiperkalemi Nedenleri

- Böbrek yetmezliği,
- İV fazla  $K^+$  verilmesi
- Adrenal yetmezlik
- Hipoaldosteronizm
- $K^+$  tutucu diüretikler (spironolakton, triamteren)
- Potasyumun aşırı artışı acil bir durumdur ve hastada kalp durması gelişebilir

# Hiperkalemi nedenleri - 2

## ■ Renal tübüler sekresyon azalması

- Adrenokortikal yetmezlik
- Hipoaldosteronizm
- Potasyum tutucu diüretikler
- İlaçlar

## ■ Hücreden potasyum çıkması

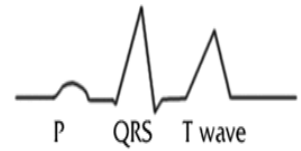
- Metabolik asidoz
- Hiperkatabolik durumlar
- Doku yıkımı (yanık, travma, major cerrahi, tümör lizis) ve Hemoliz
- İnsülin eksikliği
- Hiperpotasemik periyodik paralizi

# Hiperkalemi belirti ve bulguları

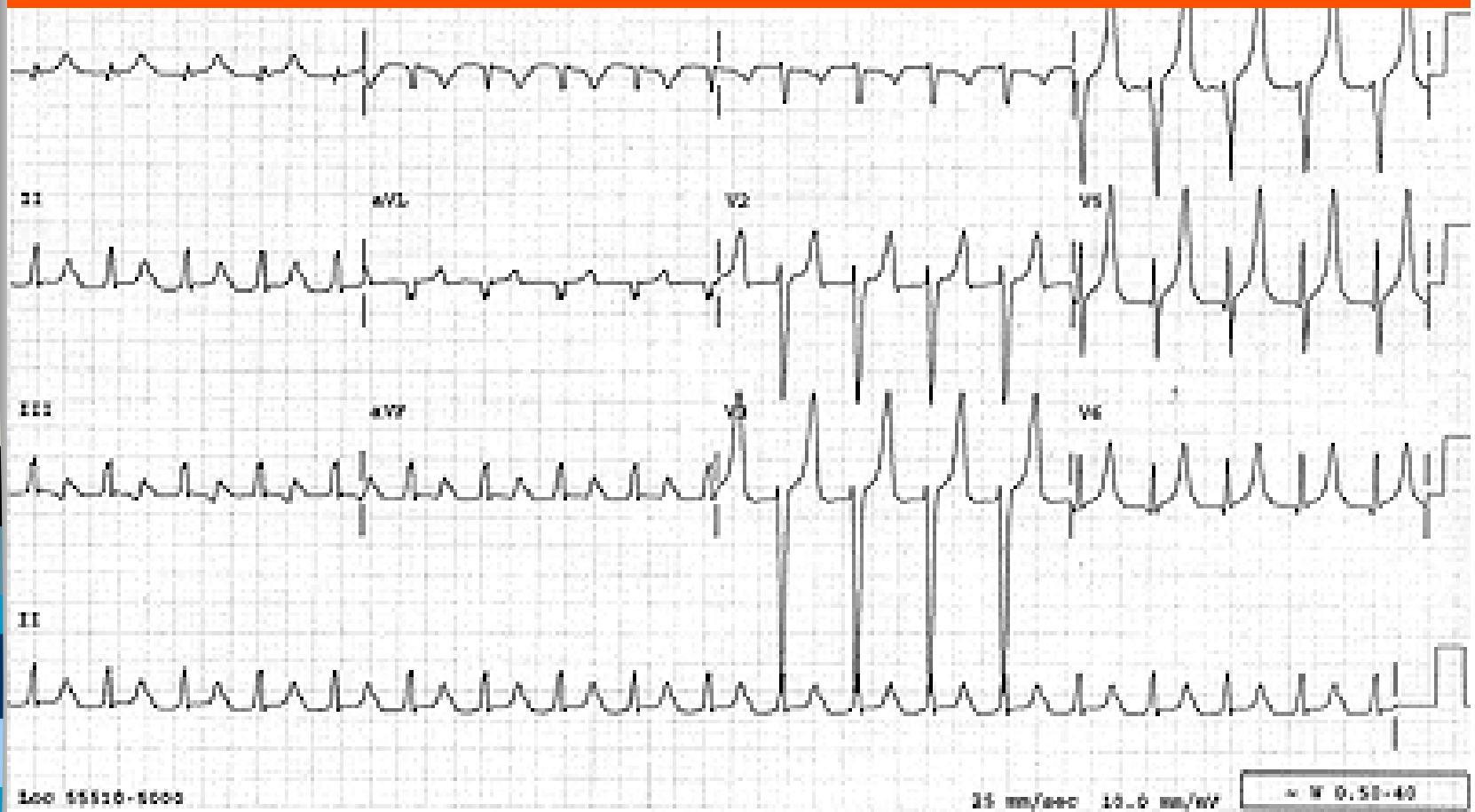
- **Kardiyak:** EKG değişiklikleri (Yüksek ve sivri T dalgası, P dalgası düzleşmesi, PR uzaması, QRS genişlemesi), aritmiler
- **Nöromusküler:** Halsizlik, parestezi, paralizi
- **Renal:** Amonyak sentezinin azalması (Asidoz)
- **Metabolik** bulgular: Aldosteron salgılanmasında artma.

Potassium 7.0 mEq/l

T wave higher, peaked



P waves flattened



# Asidoz ve $K^+$

- Kan pH'ında 0.1 ünitelik azalma, serum  $K^+$ 'unu 0.3-1.3 mEq artırır
- Böbrekten filtre olan  $K^+$ 'un %10-15'i idrarla atılır
- İdrarla atılan miktar gerektiğinde 2 katına çıkabilir

# Hiperpotasemi sonuçları

- Acil tıbbi bir durumdur
- Transmembran potansiyelini düşürür (yavaş akım hızı)
- Nöromusküler etkiler (paresteziler, güçsüzlük, flask paralizi)
- EKG'de yüksek sivri T, P-R uzaması, QRS genişlemesi, ventriküler fibrilasyon, ölüm



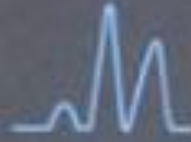
# Hyperkalemia

K = 6.0-7.0 mEq/L



"tented" T wave

K = 7.0-8.0 mEq/L



QRS widening

K = 8.0-9.0 mEq/L



PR interval lengthening

K = 9.0-10.0 mEq/L



atrial arrest

K > 10 mEq/L



R.I.P.

# Hipopotasemi belirtileri

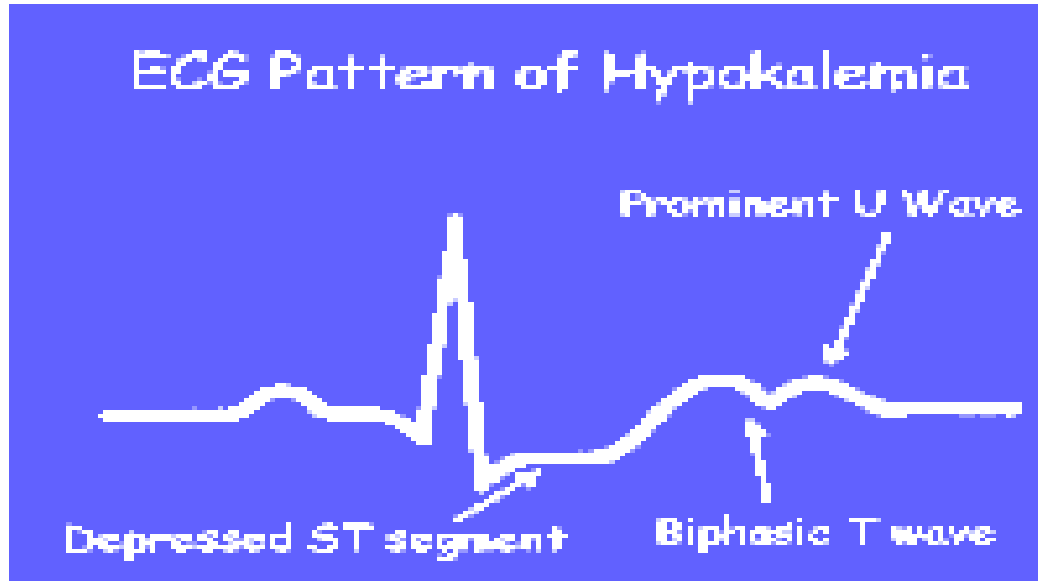
- İskelet kası, düz kas ve kalpte fonksiyonel bozukluk yapar
- Büyüme hormonu salgısını azaltır
- Ciddi nörolojik semptomlar
- Ortostatik hipotansiyon
- Tetani
- Güçsüzlük, azalmış barsak motilitesi

# Hipopotasemi-belirtiler

- Böbrek tubul epitelinde vakuolizasyon (konsantrasyon-dilüsyon yeteneği kaybı)
- Rabdomiyolizis
- Paralitik ileus, gastrik dilatasyon
- Arefleksi, paralizi ve solunum kasları yetmezliği ..... ÖLÜM

# Hipopotasemi- EKG bulguları

- Uzun QT aralığı
- Düzleşmiş T dalgası
- U dalgası



# Hipopotasemi nedenleri

- Müsküler distrofiler (kas kitlesi azalmış)
- Uzun süre eksik K<sup>+</sup> alımı
- Artmış renal atılım (diüretikler, renal tübüler asidoz, Cushing)
- Alkaloz, primer hiperaldosteronizm, tirotoksikoz, diabetik ketoasidoz, Bartter sendromu, Magnezyum eksikliği

# Hipopotasemi nedenleri

- Artmış böbrek dışı kayıp\*
  - Diyare, kronik lavman
  - Uzamış kusma
  - Biliyer drenaj
- Aşırı terleme (deriden kayıp)
- Metabolik asidoz düzeltilirken
- Ailevi periyodik hipokalemik paralizi
  - \*İdrar K<sup>+</sup>'u 15 mEq/L'nin altındadır



# **Klor dengesi ve bozuklukları**

# Klor (N: 98-106 mEq/L)

- Hücre dışı sıvının major anyonudur
- Totalin %12.4'ü hücre içindedir
- Klor alım ve atılımı **sodyuma paralel** seyreder
- Proksimal tübülünden %60-70'i geri emilir
- Henle kulpu çıkan kalın kolda %20-30'u emilir, kalanı distal tübül ve toplayıcı kanallardan





# Hipokloremi

Metabolik alkalozda görülür

- Kusma ve gastrik drenaj
- Konjenital klor-diare
- Kistik fibroz
- Uzun süre yetersiz klor alımı

# Hipokloremi

- Ağır hipokalemik metabolik alkaloz
- İştahsızlık
- Gelişme geriliği
- Kas zayıflığı
- Letarji

# Hiperkloremi

- Aşırı  $\text{Na}^+$  ve  $\text{K}^+$  varlığında
- Metabolik alkaloz düzeltilirken
- Distal renal tübüler asidozda
- İntravenöz fazla izotonik NaCl ve laktatlı ringer verilmesi



6.02.2020

A Ece

108