



Sıvı ve Elektrolit Dengesi Bozuklukları

Dr. Ayşegül Bayır

**S. Ü. Meram Tıp Fakültesi Acil Tıp
A. D**

Anlatım Planı

- **Vücutun Sıvı Dengesi**
- **Volüm eksikliği (Dehidrasyon, hipovolemi)**
- **Volüm fazlalığı (Hiperhidrasyon)**
- **Sodyum ve Potasyum Dengesi**
- **Sodyum Dengesi Bozuklukları**
- **Potasyum Dengesi Bozuklukları**
- **Kalsiyum Metabolizması ve Bozuklukları**

SIVI DENGESİ

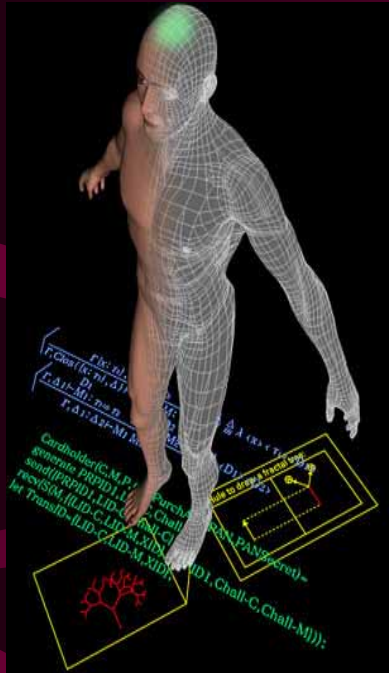
Vücut Sıvı Kompozisyonu

- **İntraselüler Sıvı (2/3)**
- **Ekstraselüler Sıvı (1/3)**

İnterstisyel Sıvı

Plazma

Vücut Sıvı Kompartmanları



X 50~70%

TVS

2 / 3

ISS:
55%~75%

**Ekstravasküler
→ Interstisyel
SIVI**

**Intravasküler
→ plasma**

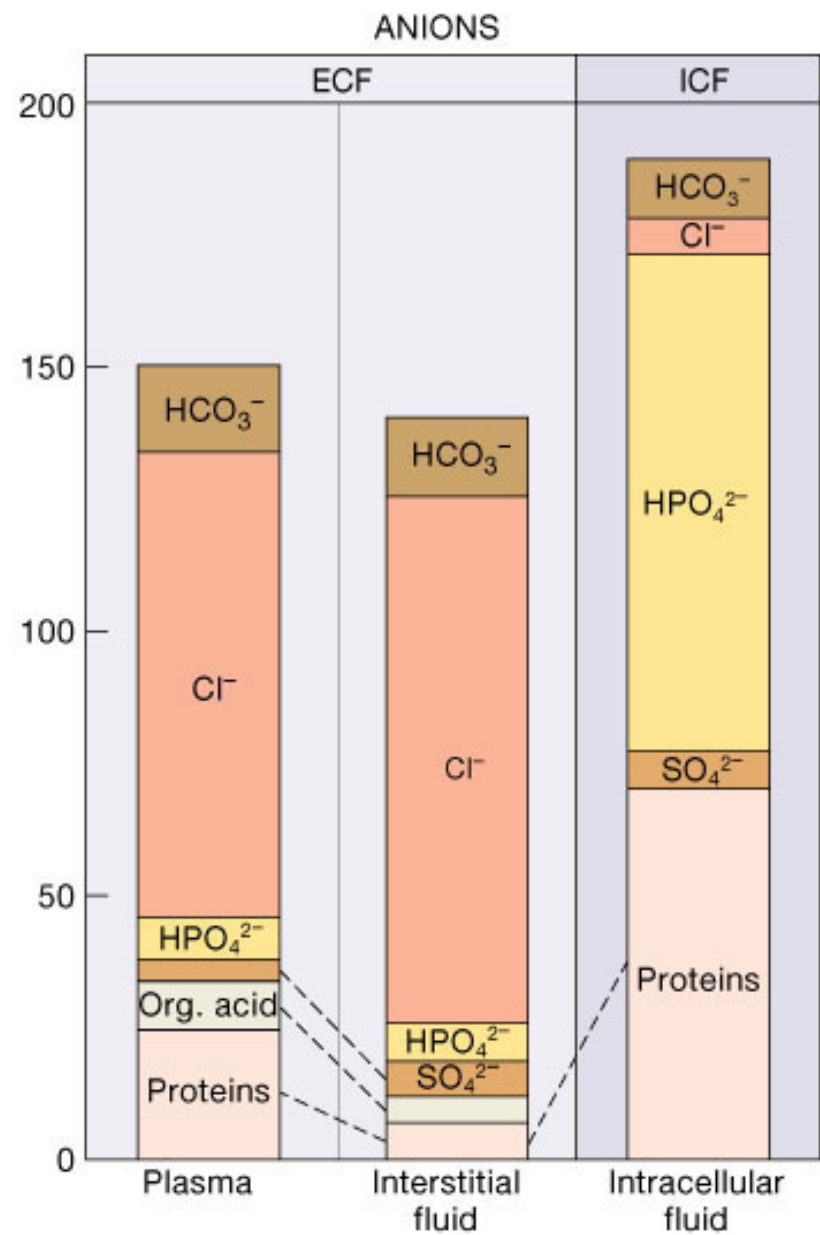
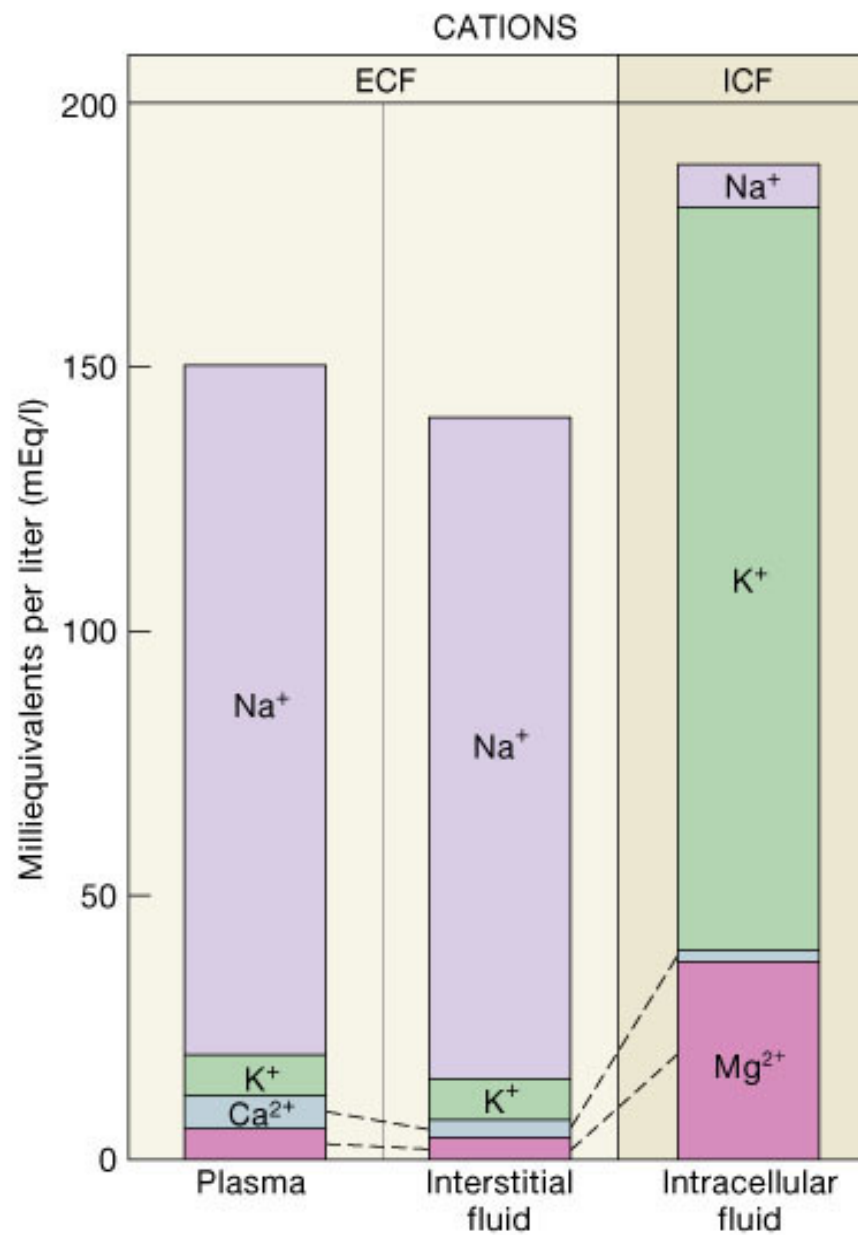
3 / 4

1/4

1/3

ESS

- Erkek (60%) > Kadın (50%)
- En fazla iskelet kaslarında
- $TVS=0.6 \times BW$
- $ISS=0.4 \times BW$
- $ESS=0.2 \times BW$



- Osmolarite = $\text{solüt}/(\text{solüt}+\text{solvent})$
- Osmolalite = $\text{solüt}/\text{solvent}$ (290-310 mOsm/L)
- Tonisite = effective osmolalite
- Plasma osmolalitesi = $2 \times (\text{Na}) + (\text{Glukoz}/18) + (\text{Ure}/2.8)$
- Plasma tonisitesi = $2 \times (\text{Na}) + (\text{Glukoz}/18)$

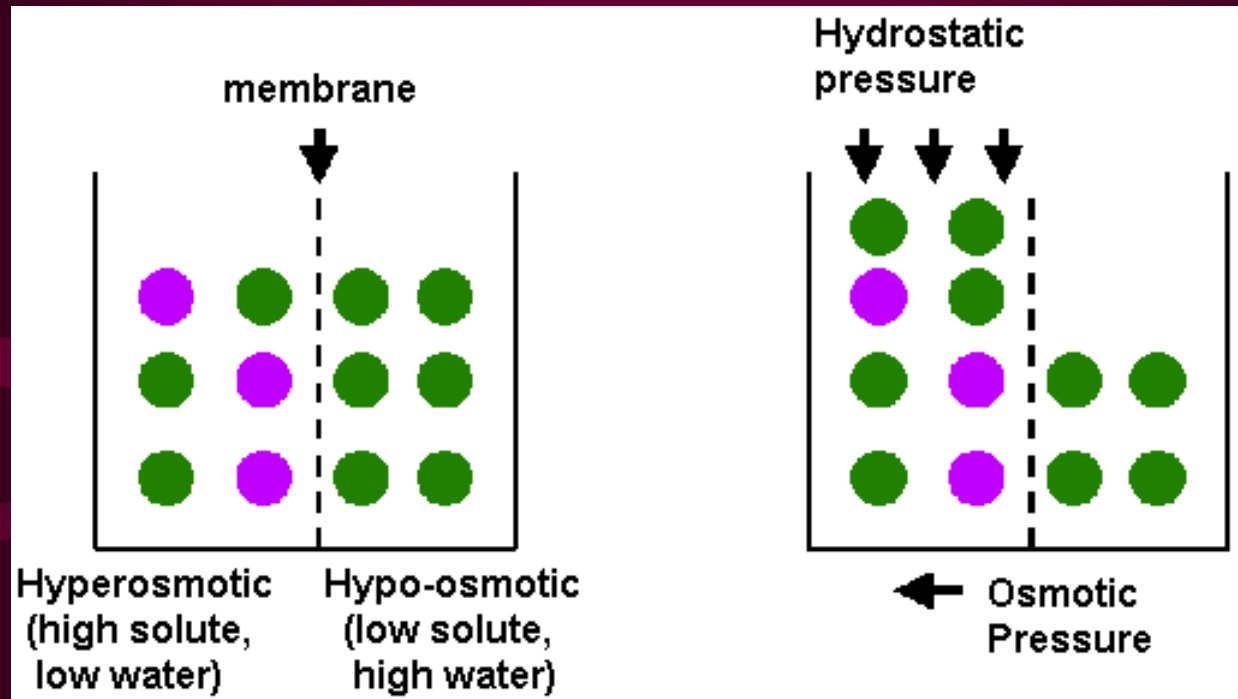
Osmotik (Hidrostatik) Basınç

- Suyun itme gücü
- Yüksek osmotik basınç=yüksek solüt konsantrasyonu

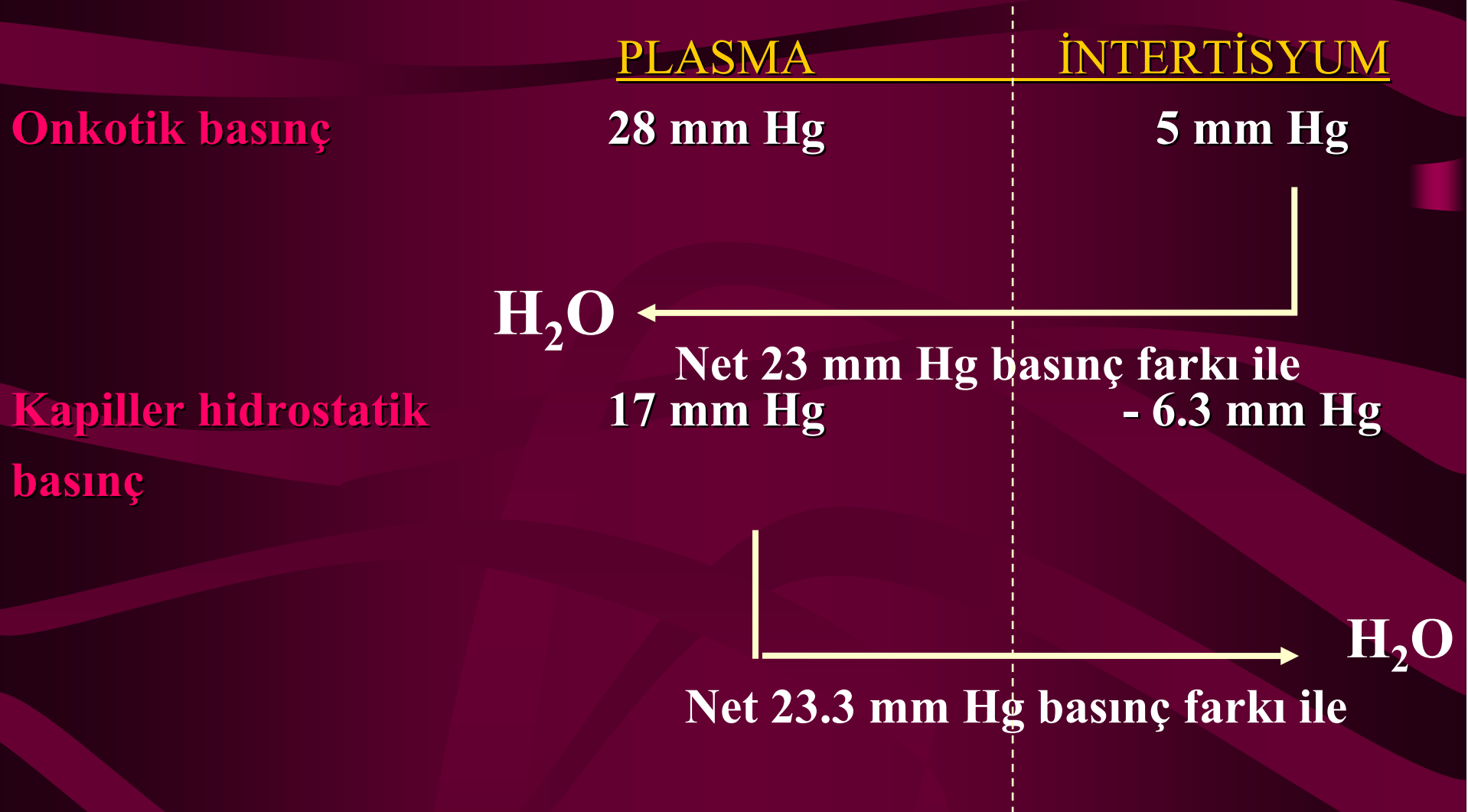
Onkotik Basınç

- Albümin

Sıvıların Regülasyonu



Hydrostatic pressure v.s. Oncotic pressure
→ Albumin is the major determining oncotic pressure

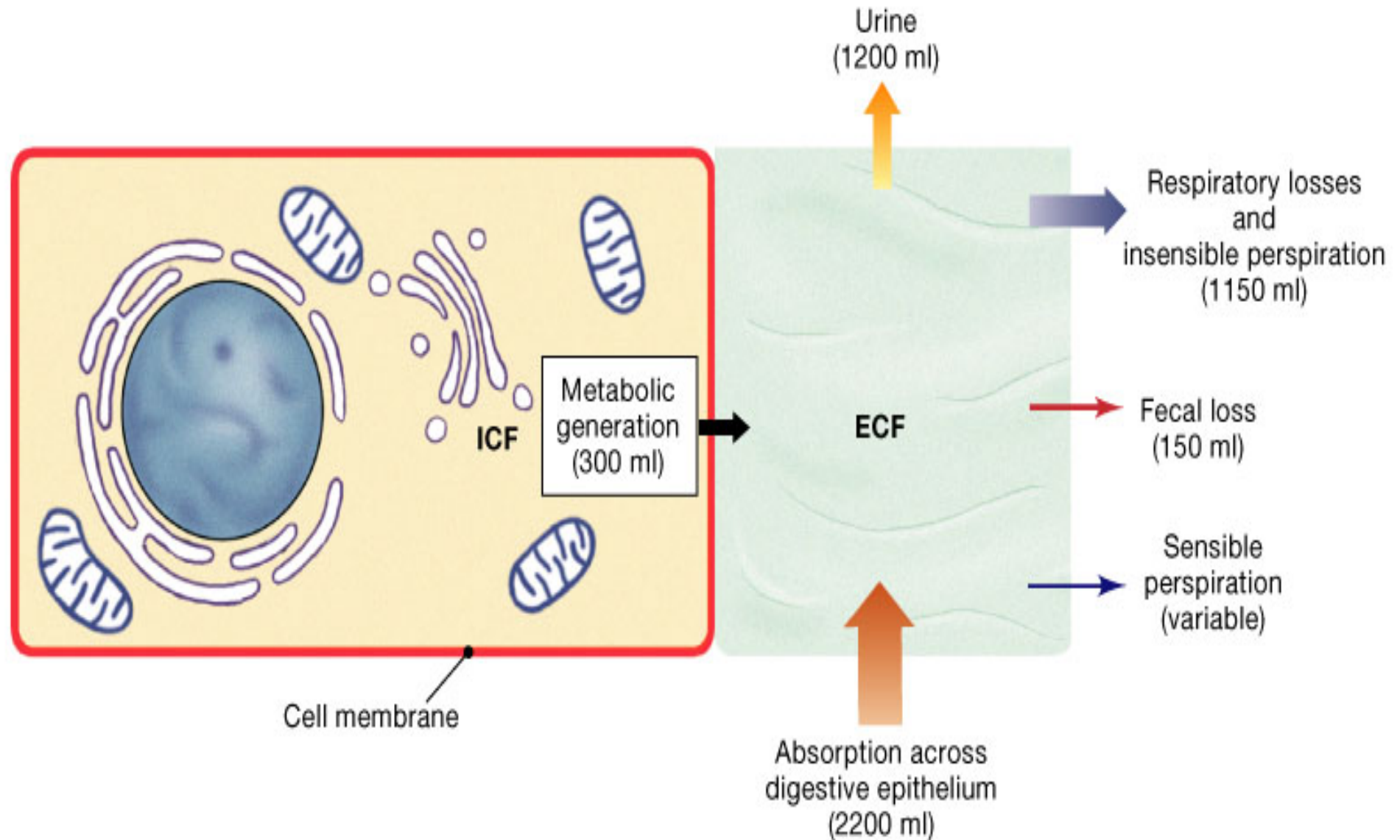


Böylece net 0.3 mm Hg bir fark ile kapiller yataktan intertisyumda filtrasyon gerçekleşir.

Su Dengesi Bozuklukları

- İntraselüler-Ekstraselüler sıvı yer değişimleri
- Suyun vücut içine veya vücut dışına yoğun hareketi

Su Döngüsü



Sıvı Dengesi

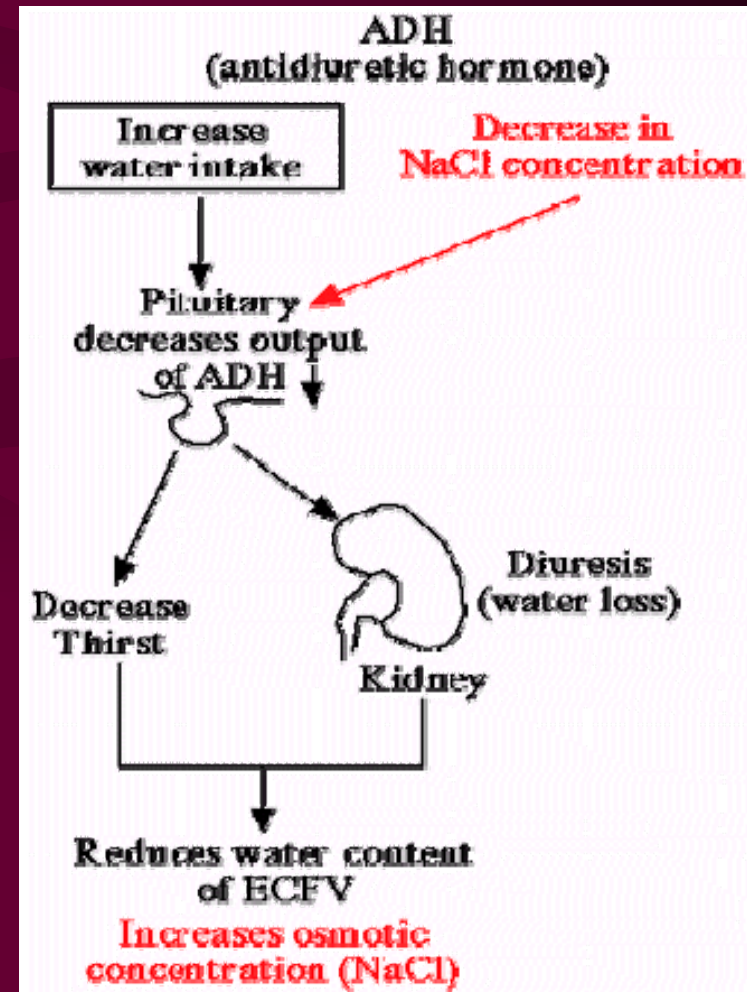
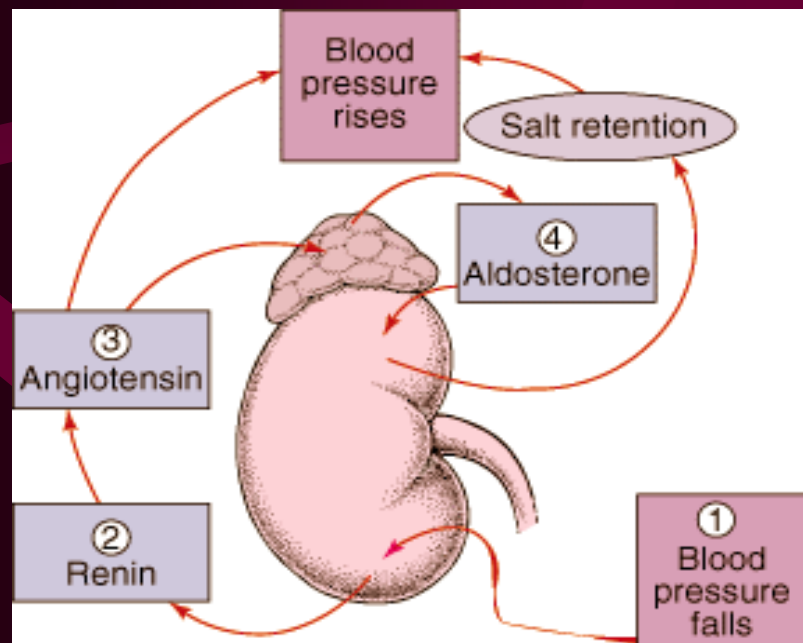
- Renal
- Kardiyovasküler
- Endokrin (ADH, aldosteron, ANP, BNP)
- Nervöz
- Respiratuar
- Gastrointestinal
- Cilt

Sıvı Dengesi

- **Antidiuretic hormone (ADH)**
 - Su tutulumu ve susama merkezinin kontrolü
- **Aldosterone**
 - Distal Kolektör Tübüller boyunca Na^+ emilimi ve K^+ atılımı
- **Natriuretic peptides (ANP and BNP)**
 - Susuzluk hissini azaltma, Aldosteron ve ADH salınımını inhibe etme

Sıvı Dengesi

- ◆ Renal sympathetic nerves
- ◆ Renin-angiotensin-aldosterone system
- ◆ Atrial natriuretic peptide (ANP)



Sıvı Dengesinin Değerlendirilmesi

- **Hikaye**
- **Günlük vücut ağırlığı**
- **Alınan sıvı ve çıkarılan idrar miktarı**
- **Vital bulgular**
- **Cilt turgoru**
- **Muköz membranlar**
- **El venlerinin dolgunluğu**
- **Labaratuvar: İdrar dansitesi, serum osmolaritesi, sodyum, kreatinin, BUN, total protein, albümin**

Sıvı volüm eksikliği

- **Dehidrasyon:** Ekstraselüler sıvı volüm eksikliği

İzotonik Dehidrasyon

Hipotonik Dehidrasyon

Hipertonik Dehidrasyon

Akut

- Hafif: TVA'nın %2'si
- Orta: TVA'nın %5'i
- Ağır: TVA'nın %8'i

- **Hipovolemi: İntravasküler volüm kaybı. Sıvı ve elektrolit kaybı eşittir. İzotonik dehidrasyon.**

Kronik Dehidrasyon (2-3 gün)

- **Hafif: TVA'nın %10'undan azı**
- **Orta: TVA'nın %10-20'si**
- **Ağır: TVA'nın %20'sinden fazlası**

Volüm Açığının Nedenleri

Yetersiz Sıvı Alınması

Aşırı Sıvı Kaybı

GİS: Kusma, diyare, kanama

Cilt: Terleme, yanık

Pulmoner: Bronkore, pleural efüzyon, evoparasyon

Üriner: Diüretikler, ozmotik diürez, tuz tutucu
nefropatiler, hipoaldosteronizm

Vasküler: Kanamalar

3. Boşluğa Sıvı Sekestrasyonu: İleus, crush travma,
pankreatit, kanama

Sıvı Defisitinin Tanısı

Hikaye: Kusma, diyare, diüretik kullanımı, poliüri

Klinik Bulgular:

- Susuzluk hissi, letarji, bitkinlik, kas krampları, postural dizzines
- Kilo kaybı
- İdrar miktarında azalma (500 ml/gün↓),
- Hipotansiyon, taşikardi, ateş
- Pozitif Tilt Testi

Sıvı Defisitinin Tanısı

Klinik Bulgular

- Boyun venlerinin dolması 5 sn.'den uzun, JVD azalmış
- Azalmış cilt turgoru
- Kuru muköz membranlar ve dil, artmış pigmentasyon, kuru axilla
- Şuur değişikliği, irritabilite, konfüzyon, nöbetler
- Ortostatik CVP değişiklikliği
- Periferik hipoperfüzyon bulguları (siyanoz)

Sıvı Defisitinin Tanısı

Labaratuvar Bulguları

- Hemokonsantrasyon (artmış Htc, relatif polisitemi)
- TIT normal olabilir.
- Düşük idrar sodyum (< 25 meq/L ve 1 meq/L kadar düşebilir) ve kloru
- İdrar dansitesi > 1015, osmolalitesi 450 mOsm/kg
- Artmış üre, kreatinin, BUN değerleri (BUN/Kreatinin > 20)
- Plazma albümin değerinde yükselme
- Elektrolit bozuklukları (hipernatremi)
- Asit-Baz Dengesi Bozuklukları

İzotonik dehidrasyon

- ESS'yi etkiler, su ve tuz kaybı eşittir.
- En sık neden GİS kayıplarıdır.
- Htc, Hb ve serum proteinleri artar.
- Kan kaybı, renal nedenli tuz kaybı, 3. boşluğa sekestrasyon, yanık
- Şok bulguları, turgor↓, göz küreleri çökmüş, kuru mukozalar, kollabe venler

İzotonik dehidrasyon tedavisi

- **ESS volümü tamamlanır.**
- **Üst ekstremiteden 14-16 gauge kateter, gerekirse santral kateter**
- **İzotonik kristalloidler**
- **Asidozu olan hastalarda laktatlı ringer ve bikarbonat.**
- **Şok bulguları varsa: 20 cc/kg IV bolus, 20-30 dk ara ile 3 kez tekrar**
- **Hızlı volüm tamamlamak için kolloidler**
- **Kan kaybı olanlarda tam kan replasmanı**

Hipertonik Dehidrasyon

- **Hiperventilasyon, yüksek ateş, aşırı terleme, sıcak çarpması, glomerulonefrit, kr. Piyelonefrit, ABY, infiltratif böbrek hastalıkları**
- **Ter - tükürük - gözyaşı↓, kuru-kırmızı dil ve mukozalar, aşırı susuzluk hissi, SSS belirtileri**
- **Proteini yüksek kanlı BOS, hipernatremi, az ve konsantre idrar, Htc-üre-serum proteinleri ↑**
- **Hemodinami geç dönemde etkilenir**

Sıvı Açığının Hesaplanması

**1. Normal Na × Normal Vücut Sıvısı =
Ölçülen Na × Mevcut Vücut Sıvısı**

MVS = Normal Na × TVS/Ölçülen Na

Sıvı Açığı = NVS – MVS

**2. Ölçülen Na – Normal Na (140) × TVS =
Na fazlalığı mEq/L**

Na fazlalığı/Normal Na (140) = sıvı açığı L

Hipertonik Dehidrasyon

- **Dolaşım kollapsı yok. Yavaş rehidrasyon**
- **İzotonik NaCl**
- **Serum Na monitörizasyonu**
- **Asidoz durumu da mevcutsa sodyum laktat**
- **Sıvı açığını yarısı ilk 8 saatte, kalanı 16 saatte verilir.**

Hipotonik Dehidrasyon

- **Tuz kaybı daha fazla**
- **Diüretikler, tuzsuz diyet, şiddetli terleme, tuz kaybettiren nefritler, sürrenal yetmezlik**
- **Nöromusküler ve SSS belirtileri**
- **Önce izotonik kristalloidler ile ESS, efektif plazma volümü yerine konur.**
- **Tuz kaybı %3'lük HS ile**
- **Kronik hipotonik dehidrasyonda %3'lük HS kullanılmaz**

- Verilecek Sodyum: $\text{TVS} \times \text{Sodyum açığı}$
- Verilecek Sıvı: $\text{TVS} - \text{Mevcut vücut sıvısı}$
- MVS: $\text{Normal Na (mEq/L)} \times \text{TVS}$

Ölçülen Na

HİPERHİDRASYON

- Ekstraselüler sıvıda su ve sodyum içeriğinin artması.
 1. İzotonik Hiperhidrasyon
 2. Hipotonik Hiperhidrasyon
 3. Hipertonik Hiperhidrasyon

- **Izotonik:**

- Hipervolemi, yoğun ESS artışı
- Osmolalite değişmez

- **Hipotonik**

- Su toksisitesi
- Osmolalite düşer
- Hücre içine sıvı geçer

- **Hipertonik**

- Nadir görülür
- Yoğun Na⁺ alımından kaynaklanır
- Plazma hiperozmolar, ISS'den ESS'ye sıvı geçer

Hiperhidrasyon Nedenleri

- IV sıvıların aşırı infüzyonu (%0.9)
- Hipertonik sıvı infüzyonu
- Aşırı sodyum alınması
- Sodyum içerikli enemalar
- KKY
- KBY
- Kr. KC Hastalığı
- Hipoalbüminemi (malnutrisyon)

Klinik Bulgular

- Akut VA artışı
- JVD-CVP artışı, dispne, gallop ritmi
- Poliüri (normal böbrek fonksiyonu)
- Hipertansiyon, sıçrayıcı nabız
- Yaş akciğer, AC alanlarında raller, asit, hidrotoraks, periferik ödem, hipoalbüminemi
- Halsizlik, bulantı, kusma, letarji, ajitasyon, apati
- KİBAS bulguları, fasikülasyon, kas güçsüzlüğü, miyalji

Labaratuvar Bulguları

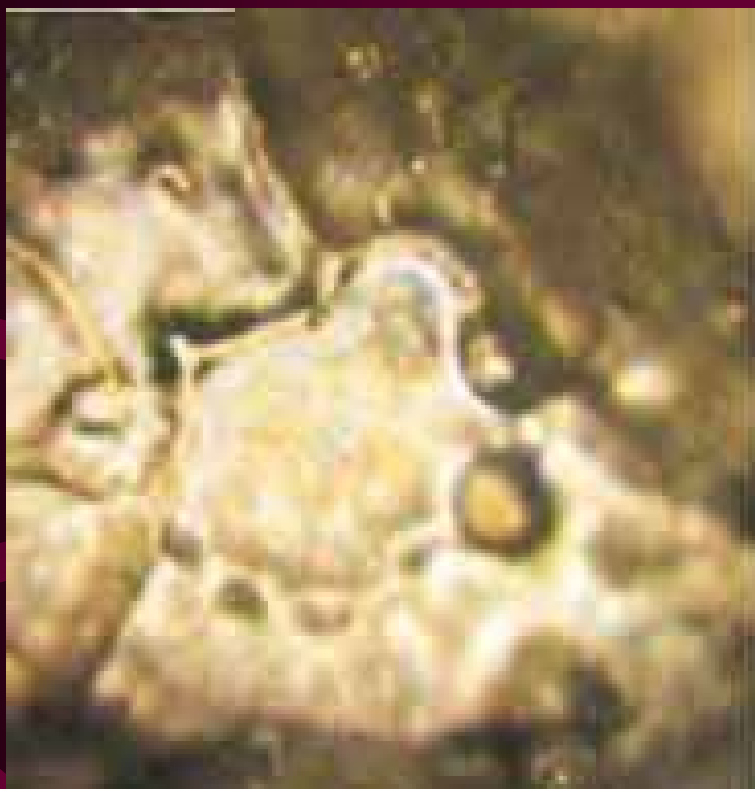
- Hemodilüsyon, Htc'de düşme
- Normal veya ↓ serum Na⁺ seviyesi
- Plazma osmolaritesi ↓, idrar osmolaritesi ↑
- İdrar Na 20 mEq/L ↓ nonrenal, 20 mEq/L ↑ renal
- PA AC grafisinde yüklenme bulguları
- Böbrek yetmezliği ile birlikte üre, BUN ve elektrolitlerde yükselme
- Protein seviyesinde düşme

Tedavi

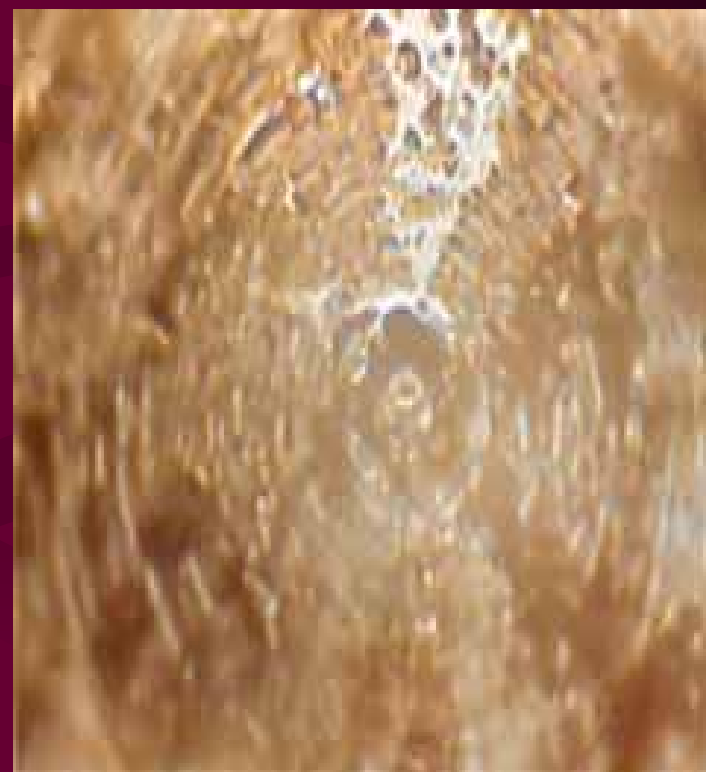
- Sıvı ve sodyum kısıtlanması
- Diüretikler: Ozmotik ve Loop diüretikleri
- Onkotik basıncı arttırıcı tedavi (FFP veya albümin, takiben diüretikler)
- Ağır SSS bulguları varsa hipertonic salin
- Turnike, flebotomi, morfin sülfat, sorbitol
- Diyaliz
- Takip: İdrar çıkışı, elektrolitler, kilo
- **ÖNLEM!!!**

**Sıvı replasmanı sırasında sıkı CVP, PCWP
monitörizasyonu**

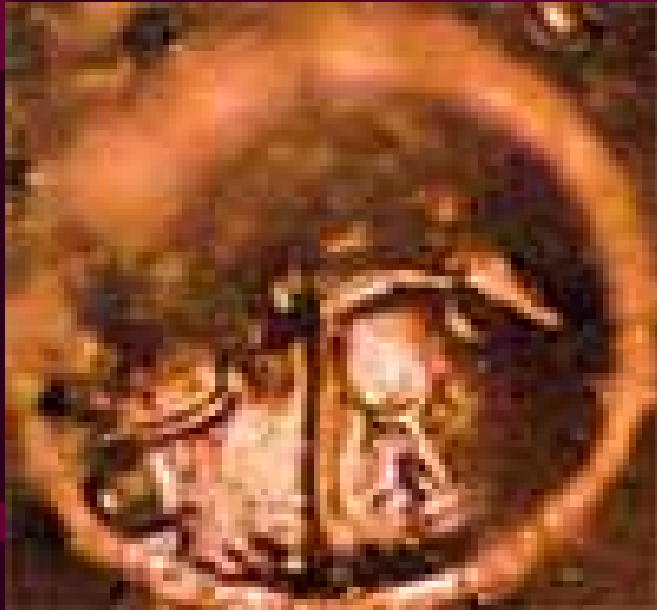












ELEKTROLİT DENGESİ BOZUKLUKLARI

Sodyum:

- Hiponatremi
- Hipernatremi

Potasyum:

- Hipopotasemi
- Hiperpotasemi

Kalsiyum:

- Hipokalsemi
- Hiperkalsemi

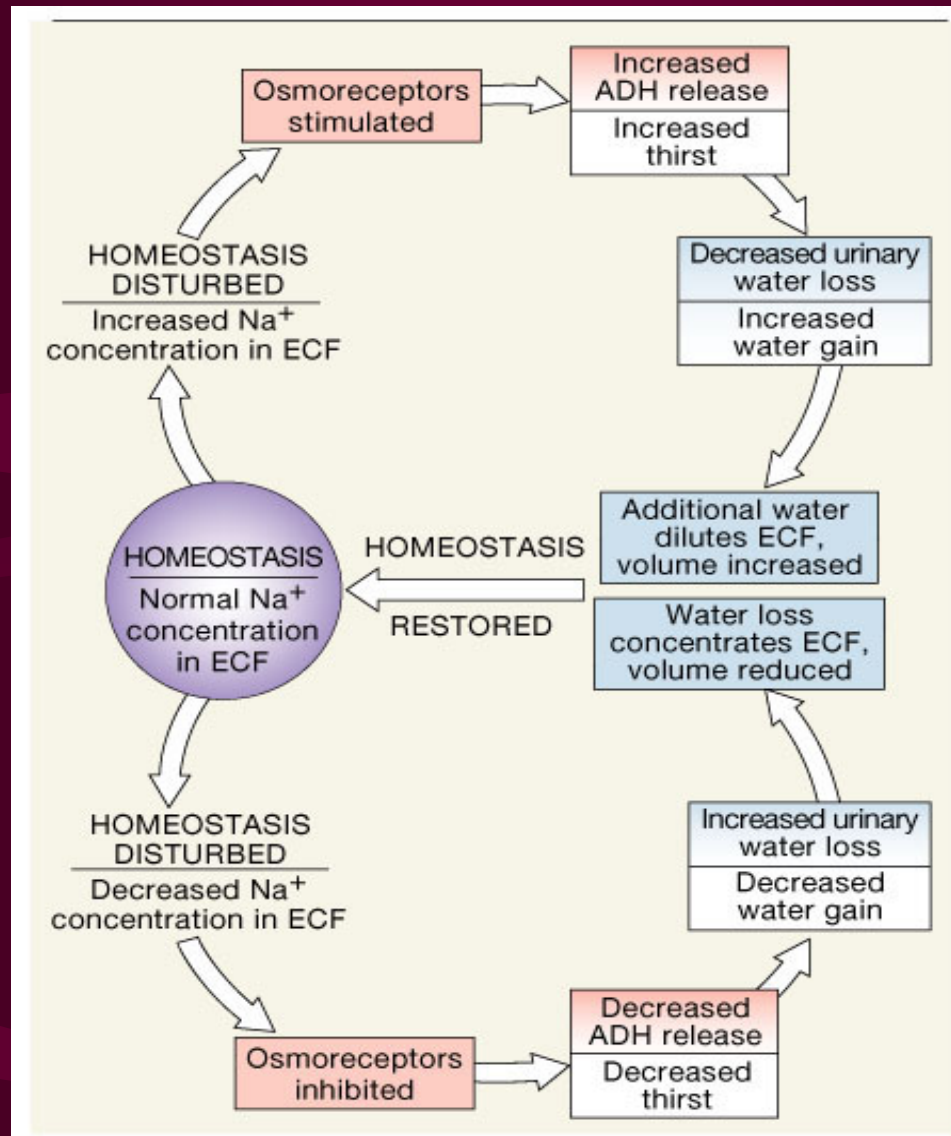
Magnezyum:

- Hipomagnezemi
- Hpermagnezemi

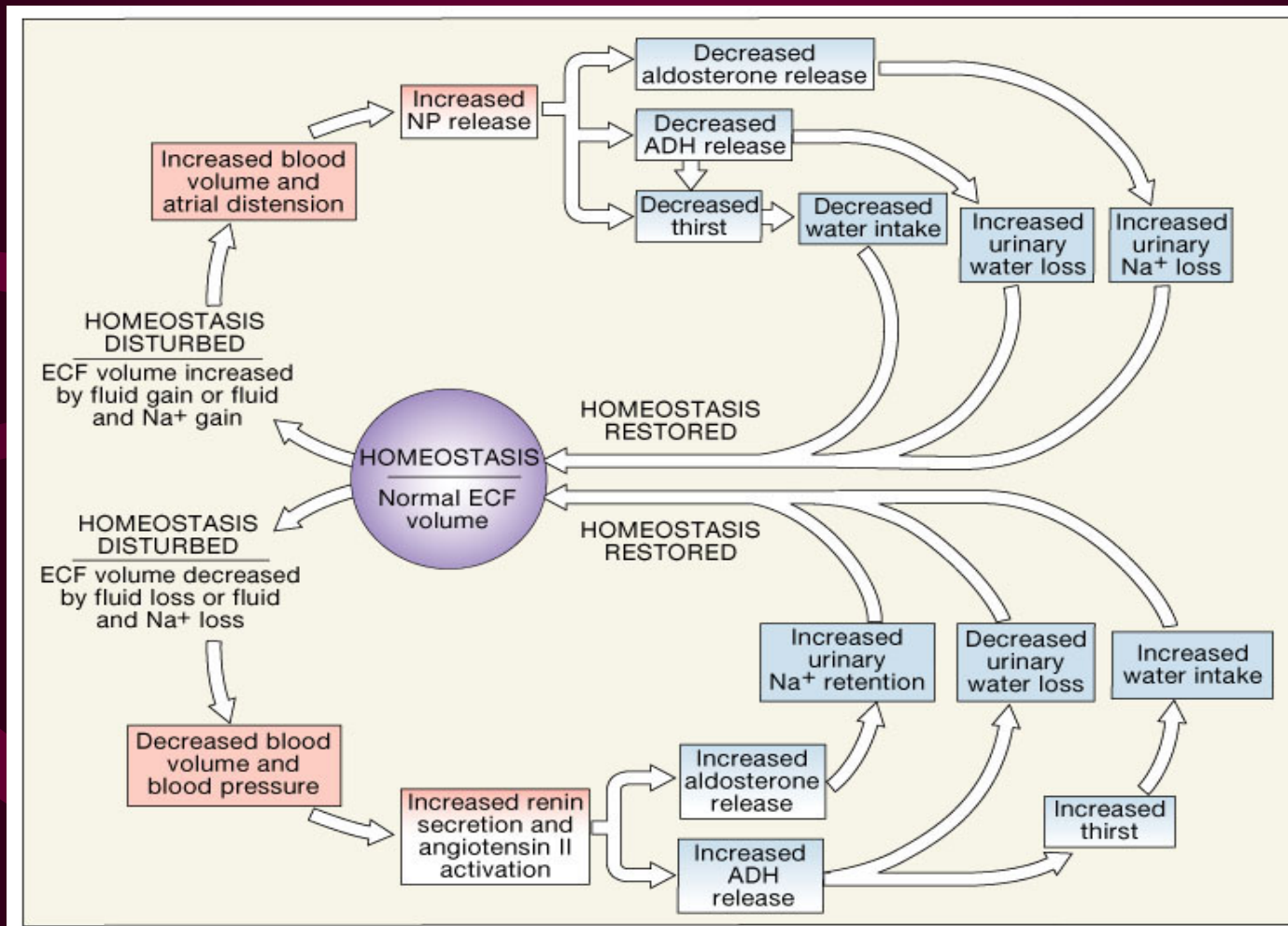
HİPONATREMİ

- **Na plazma ozmolalitesini belirleyen majör ekstraselüler katyon.**
- **Plazma sodyumu 135 mmol/L'den düşük**
- **En sık görülen elektrolit bozukluğu**
- **Hidrasyon durumuna bağlı olarak total vücut Na azalmış, artmış veya normal olabilir.**

Vücutta Sodyum Dengesi



Vücuttaki Sıvı ve Sodyum İyon Dengesi Arasındaki İlişki



Hiponatremi Tipleri

	Hypovolemic hyponatremia	Euvolemic Hyponatremia	Hypervolemic Hyponatremia	Redistributive Hyponatremia	Psödohyponatremia
TVS	↓	↑	↑↑	N	N
TVNa	↓↓	N	↑	N	N
ECF	↓ ÖDEM YOK!	Hafif-orta ↑ derecede ÖDEM YOK!	↑↑ ÖDEM VAR!	↑	N

Hiponatremi Tipleri

Gelişme Hızına Göre:

- **Akut Hiponatremi: Serum Na 24 saatte 120 mEq/L ↓ veya saatte 0.5 mEq/L düşme**
- **Kronik Hiponatremi: Akut sıvı yüklenme hikayesi olmayan ve serum Na düzeyi 125 mEq/L ↓ olan hiponatremi.**

Hiponatreminin Sebepleri

Hipovolemik hiponatremi

- Hipotonik sıvılar ile replase edilen aşırı sıvı kayıpları (kusma, diyare, GİS fistülleri, drenaj tüpleri, pankreatit, yanıklar)
- Akut veya kronik böbrek yetmezliği
- Tuz kaybettiren nefropati
- Serebral tuz kaybettirici sendrom (kafa travması, anevrizmatik SAK, intrakraniyal cerrahi)
- Sıcak ortamda uzamış egzersiz (egzersiz sırasında agresif bir şekilde hipotonik sıvılarla hidrasyon)

Hiponatreminin Sebepleri

Euvolemic Hiponatremi

- Psikojenik polidipsi
- Postoperatif dönemde hipotonik intravenöz veya irrigasyon sıvılarının uygulanması
- Çocuklarda hipotonik dengeli sıvı uygulaması
- İnfantlarda aşırı su verilmesi
- Kolorektal cerrahi veya kolonoskopi hazırlığı sırasında sodyum fosfat veya sodyum pikosülfat+magnezyum sitrat kombinasyonu toksisitesi
- Uygunsuz ADH salınımı sendromu

Hiponatreminin Sebepleri

Hipervolemik hiponatremi

- Sodyum depolarının uygunsuz bir şekilde arttığı durumlarda,
- Renal nedenlerle (ABY, KBY, nefrotik sendrom)
- Hepatik siroz, KKY
- Hipothyroidizm, adrenal yetmezlik
- Çok miktarda bira veya ecstasy gibi ilaçların tüketilmesi

Hiponatreminin Sebepleri

İlaçlar:

- Acetozolamid, amiloride, amphotericine, aripiprazole, tiazidler, amiodarone, basiliximab, angiotensine II receptor blockers, ACE inhibitors, carbamazepine, carboplatin, carvedilol, celocoxib, cyclophosphamide, clofibrate, desmopressine, gabapentine, haloperidol, heparin, hidroksiürea, indometacin, ketorolac, vs...

Klinik Bulgular

Akut

- İştahsızlık, yorgunluk baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı
- Susama hissi yok.
- Senkop, kas krampları
- Ajitasyon, delirium, konfüzyon, konvulsiyonlar.
- Düşük CNS kompensasyonu, beyin ödemi ve herniasyon.

Klinik Bulgular

Kronik

- Klinik belirtiler daha geç ortaya çıkar.
Baş ağrısı, baş dönmesi, konvulsiyonlar, apati, letarji, ajitasyon, psikoz, delirium, konfüzyon, şuur kaybı ve koma,
- Kas krampları ve kuvvet kaybı,
- Turgor azalması, hipotansiyon, zayıf nabız,
- Hemiparezi, ataxi ve (+) Babinsky,
- Na 100mEq/L'nin altına inince VT, VF, kardiyak arrest.

Ayırıcı Tanı

- **Sürrenal Yetmezlik, adrenal kriz**
- **KKY, AC ödemi**
- **Gastroenterit, Hypothyroidism, mixödem koması**
- **ABY, KBY, diyaliz komplikasyonu**
- **Uygunsuz ADH salınım sendromu**

Labaratuvar Bulguları

- **Serum Na ↓**
- **Hiperglisemi yaygındır**
- **Serum proteinleri ve lipidleri yükselebilir**
- **Gerçek hipoosmolar hiponatreminin tanısında
↓ serum osmolalitesi**
- **İdrar Na konsantrasyonu: Renal nedenli
hipovolemik hiponatremide 20 meq/L üzerinde,
nonrenal hipovolemik hiponatremide 20 meq/L
altında.**

Labaratuvar Bulguları

İdrar Osmolalitesi:

- Uygunsuz ADH salınımı sendromu olan hastalarda konsantre idrar, idrar osmolalitesi 100 mOsm/L↑
- Hiponatreminin diğer formlarında 100 mOsm/L altında

Labaratuvar Bulguları

- Serum TSH, serbest T3 seviyeleri
- Sürrenal yetmezlik düşünülen veya steroid kullanma hikayesi olanlarda cortisol düzeyi veya ACTH stimülasyon testi.

Görüntüleme yöntemleri

- PA AC grafisi (yaşlı, kalp yetmezliği olan hastalarda)
- Şuur problemi olan hastalarda Beyin CT

Hiponatreminin Tedavisi

Hipovolemik hiponatremi:

- **Altta yatan sebebe yönelik tedavi**
- **İzotonik salin ile volüm tamamlanması**
- **Saatte 0.5 mEq'dan veya 12 mEq/L/24 sa'den daha hızlı düzeltilmemeli.**
- **Diğer elektrolit bozukluklarının tedavisi**
- **Serum elektrolitlerinin monitörizasyonu**

Hiponatreminin Tedavisi

Euvolemik Hiponatremi

- Sıvı kısıtlaması, vücuttaki serbest su azaltılır.
- Özellikle loop diüretikleri.
- Sebebe yönelik tedavi.
- Uygunsuz ADH salınımı: demeclocycline , lityum ve AVP reseptör antagonisti Conivaptan (Vaprisol 20 mg IV 30 dk.'da yükleme, 20 mg/saat infüzyon 24 saat. İdame 1-3 gün 20-40 mg/gün IV).
- İzotonik salin, akut geliştirse veya CNS semptomları varsa %3 hipertonik salin (semptomlar kaybolana kadar plazma Na artışı 2 mmol/L olacak şekilde)
- Akut geliştise, hızlı uygunsuz düzeltme osmotik demyelinasyon sedr. (24 saatte 10 mmol/L'den daha hızlı düzeltilmemeli).

Hiponatreminin Tedavisi

Ne Kadar Sodyum?

**(Normal Na – Ölçülen Na) × (vücut ağırlığı × 0.6) =
Na açığı**

Normal Salin: 154 mEq/L NaCl

Hipertonik Salin %3: 513 mEq/L NaCl

**Gerekli olan volüm: Na açığı / 513 = ml
hipertonik salin**

Na açığı / 154 = ml normal salin

Hiponatreminin Tedavisi

Hipervolemik Hiponatremi:

- **Sıvı kısıtlaması**
- **Diüretikler**
- **Sebebe yönelik tedavi**

Hiponatreminin Tedavisi

Akut hiponatremide:

- Serum Na 120 mEq/L ↓ ise herniasyon riski ↑.
- Mortalite % 50, serum Na: 110 mEq/L altında ise % 90.
- Tedavide amaç serum Na seviyesini hızla, ilk 1-2 saatte 4-6 mEq/L arttırmak.
- Daha sonra kronik hiponatremi tedavisi.
- Sağlıklı böbrek fonksiyonlarına sahip hastalarda hafif hiponatremi bulguları varsa tedavisiz düzelme görülebilir.

Hiponatreminin Tedavisi

Kronik Hiponatremide:

- **0.5 mEq/L/saat veya 12 mEq/L/gün hızda düzeltilmeli.**
- **Serum Na dikkatsiz bir şekilde çok hızlı düzeltilen kronik hipernatremili hastalarda DDAVP ve hipotonik sıvılar ile terapötik olarak serum Na tekrar düşürülürse, nörolojik sekellerin geri döndürülmesinde yardımcı olabilir.**
- **Semptomlar ağır veya CNS semptomları var: hipertonic salin 4-6 mEq/L olacak şekilde verilmeli.**



HİPERNATREMİ

- Serum Na seviyesinin 145 mEq/L ve üzerinde olması
- Eğer 155 mEq/L $\uparrow$ ise ağır hipernatremi

Hipernatreminin Sebepleri

1. Su alımının azalması

- **Susama algısının bozulması**
- **Su temin etme yetersizliği (deprese mental durum, entübe hastalar)**

2. Artmış su kaybı

- **GİS (kusma, diyare, nasogastrik tüp, 3. boşluk)**
- **Renal (tübüler konsantrasyon defektleri, ozmotik diürez, Dİ, üriner obstrüksiyonun açılması)**
- **Dermal (yoğun terleme, ağır yanıklar)**
- **Hiperventilasyon**

Hipernatreminin Sebepleri

Aşırı Na alınması

- Tuz tabletleri, sodyum bikarbonat, hipertonic salin solüsyonları, uygunsuz hazırlanmış mama formülleri, hipertonic renal diyalizatlar)
- Tuzlu suda boğulma

Artmış Na reabsorbsiyonu

- Hiperaldosteronizm, Cushing hastalığı, eksogen corticosteroidler, konjenital adrenal hiperplazi

Klinik Bulgular

- **Bulanti, kusma, baş ağrısı**
- **Susuzluk hissi**
- **Görme bozukluğu**
- **Letarji, irritabilite, hiperrefleksi, spastisite, nöbet, koma**
- **Kas seyirmesi**

Labaratuvar Bulguları

Serum Na seviyesi:

- 190 mEq/L $\uparrow$ ise genellikle uzun dönem tuz zehirlenmesi
- 170 mEq/L $\uparrow$ ise genellikle Dİ
- 150-170 mEq/L ise genellikle dehidrasyon gösterir.

İdrar Osmolaritesi:

- Hipernatremi $\rightarrow$ az ve konsantre idrar
- İdrar osmolaritesi $\uparrow$ ise ekstrarenal hipotonik sıvı kayıpları, tuz aşırı alınması
- İotonik idrar osmolaritesi: diüretikler, osmotik diürez
- Hipotonik idrar ve poliüri: Dİ

Kan glukozu

Dİ'de su deprivasyon testi, nefrogenic Dİ'de ADH stümülasyon testi

Görüntüleme Yöntemleri

- **Ağır hipernatremili tüm hastalarda beyin CT, MRI**
- **Hipernatreminin santral sebeplerinin ayırımı**
- **Dural köprü venlerde gerilme → Subdural kanamalar, SAK, intraserebral kanamalar**
- **Hemokonsantrasyon → dural sinüs trombozu**

Hipernatremi Tedavisi

- **Hipovolemik hipernatremi:** Bozulmuş hemodinamiyi düzeltmek için izotonik NaCl ile sıvı replasmanı, serbest su eksikliğinin oral veya IV replasmanı.
- **Euvolemik hipernatremi:** Oral veya IV hipotonik sıvılar %5 Dextroz içine $\frac{1}{4}$ veya $\frac{1}{2}$ NaCl solüsyonu, Na kısıtlı diyet
- **Hipervolemik hipernatremi:** %5 dextroz ve diüretikler, ABY'de diyaliz

Hipernatremi Tedavisi

- Öncelikle sıvı açığı hesaplanır.
- %5 Dextroz veya enteral tüp yolu ile çeşme suyu
- Hemodinamik instabil hastalarda normal salin ile hızlı volüm restorasyonu, takiben 0.5 – 2 ml/kg/sa hızda su
- Serbest Su Açığı:
$$\text{Kg} \times \text{TVS \%} \times [(\text{Ölçülen Na}/140) - 1]$$

- **TVS %:**
- **Erkeklerde: %0.6**
- **Kadınlarda ve yaşlı erkeklerde: %0.5**
- **Yaşlı kadınlarda: %0.4**
- **Hesaplanan değere insensıbl kayıp ta eklenir.**

Hipernatremi Tedavisi

- Sıvı açığının yarısı ilk 24 saatte, kalan yarısı 24-48 saatte.
- Serum Na hızlı düşürülürse beyin ödemi ve nöbetler!!!
- Plazma osmolaritesi 2 mOsm/kg/h, serum Na 1 mEq/L/h veya 0.5 mmol/L/h' den hızlı düşürülmemeli
- Hipokalemi!!!

Hipernatremi Tedavisi

Neden DI ise:

- **Vasopressin: 5-10 U IM/SC**
- **Desmopressin acetate (DDAVP): 2-4 mcg/gün IV/SC**

HİPOKALEMİ

- Potasyumun %98'i intraselüler
- İntraselüler K/ekstraselüler K hücre sel membran potansiyeli
- Ekstraselüler K küçük değişimleri KVS ve nörolojik sistem fonksiyonlarında ağır etkilenme

HİPOKALEMİ

- **3.5-5 mEq/L**
- **50 mEq/kg (70 kg 3500 mEq)**
- **Potasyum seviyesi 3.5 mEq/L ↓ ise hipokalemi**
- **2.5-3 mEq/L orta derecede**
- **2.5 mEq/L ↓ ise ağır hipokalemi**

Hipokaleminin Sebepleri

Renal Kayıplar

- RTA
- Hiperaldosteronizm
- Magnezyum eksikliği
- Leukemia

GİS Kayıpları

- Kusma veya NG aspirasyon
- Diyare
- Enemalar veya laksatif kullanılması
- İleal loop

Hipokaleminin Sebepleri

İlaçlar

- Diüretikler
- Beta agonistler
- Steroidler
- Teofilin
- Aminoglikozidler

Transselüler şift

- İnsülin, alkaloz

Malnutrisyon, diyetle alım yetersizliği, TPN

Semptomlar

- **Çarpıntı**
- **Kas güçsüzlüğü, kramplar**
- **Paralizi, parestezi**
- **Konstipasyon**
- **Bulantı, kusma**
- **Abdominal kramplar**
- **Poliüri, niktüri, polidipsi,**
- **Pisikoz, deliryum, halüsinasyonlar, depresyon**

Fizik Muayene Bulguları

- İleus bulguları
- Hipotansiyon
- Ventriküler aritmiler
- Kardiyak arrest
- Bradikardi veya taşikardi
- Prematür atriyal veya ventriküler vurular
- Respiratuar yetmezlik
- Letarji, mental durum değişikliği
- Kas gücü azalması,fasikülasyon, tetani
- Cushingoid görünüm
- Hipoventilasyon, respiratuar distres

Labaratuvar Bulguları

- Serum potasyum seviyesi 3.5 mEq/L ↓
- İdrar potasyum seviyesi
- BUN ve kreatinin seviyeleri ↑
- Diğer elektrolit bozuklukları? Mg, Ca ve/veya fosfor
- Kan glukozu
- Digital alan hastalarda kan digoksin seviyesi
- Arteriyel kan gazları: Alkoloz→Potasyumun intraselüler boşluğa şifti

Labaratuvar Bulguları

EKG:

- T dalgasında düzleşme veya inversiyon
- QT uzaması gibi görünen U dalgası
- ST segment depresyonu
- Ventriküler aritmiler (VPS, VT, Torsade de pointes)
- Atriyal aritmiler (atriyal prematür vurular, AF)



Hipokaleminin Tedavisi

- Ağır hipokalemi bulguları varsa kardiyopulmoner monitörizasyon, damar yolu
- Labaratuvar sonuçları ile tanı doğrulanınca replasman tedavisi
- Hafif ve orta dereceli hipokalemi (2.5-3.5 mEq/L) asemptomatik. Oral potasyum, potasyumdan zengin diyet
- Kardiyak aritmiler ve diğer önemli semptomlar varsa agresif tedavi
- Serum potasyum seviyesi 2.5 mEq/L ↓ IV replasman tedavisi
- Hipomagnezemi: replasman
- Nedene yönelik tedavi

Hipokaleminin Tedavisi

- Ağır hipokalemi semptomatik hastalara oral ve IV replasman
- Potasyum IV en fazla 40 mEq/saat
- Kardiyak toksik etkiden kaçınmak için 20 mEq/saat IV
- Potasyum 2.5 mEq/L ↓ ise IV verilen sıvılardaki potasyum miktarı 20 mEq/L'nin üzerinde olmamalı, günde 80-120mEq/L'den fazla verilmemelidir.
- Potasyum 2 mEq/L ↓ ise verilen sıvının litresinde en fazla 60 mEq, bir günde 200 mEq dan fazla verilmemelidir.

Hipokaleminin Tedavisi

- **Puşı edilemez (nekroz, kardiyotoksik etki)**
- **Periferik ve santral venlerden seyreltilerek ve infüzyon şeklinde verilir.**
- **Seri potasyum ölçümleri, kardiyopulmoner monitörizasyon**
- **Genellikle KCl solüsyonu kullanılır.**
- **Metabolik alkalozda KCl tercih edilir.**
- **Nedeni bilinmeyen hipokalemi KCl kullanılmamalı.**

Hipokaleminin Tedavisi

Tedavide Kullanılan Potasyum Solüsyonları

- **KCl: % 1.14 izotonik KCl, 10-20 ml amp**
- **KPO₄: 1.20ml de 60mEq K⁺**
- **KAsetat: 20mlt de 40mEq K⁺**
- **Darrow Solusyonu: KCl: 2.7 gr. (35 mEq /L. K⁺), NaCl – 4 gr (69 mEq /L Na⁺), Sodyum laktat 5.9 gr (58 mEq Na⁺ ve laktat)**

HİPERKALEMİ

- Serum potasyum seviyesinin 5.5 mEq/L üstünde olması.
- 5.5-6.0 mEq/L - Hafif
- 6.1-7.0 mEq/L - Orta
- 7.0 mEq/L ve ↑- Ağır

Hiperkaleminin Nedenleri

Aşırı endojen potasyum yüklenmesi

- Hemoliz
- Rabdomyoliz
- İnternal hemoraji

Aşırı egzojen potasyum yüklenmesi

- Parenteral uygulamalar
- Diyetle Aşırı potasyum alınması
- Potasyum destek tedavisi
- Tuz destek tedavileri

Hiperkaleminin Nedenleri

Potasyum atılımının azalması

- GFR'nin azalması: ABY, son dönem KBY
- Mineralokortikoid aktivitenin azalması
- Tübüler sekresyon defekti: RTA II ve IV
- İlaçlar: NSAID, potasyum tutucu diüretikler, cyclosporine

Hiperkaleminin Nedenleri

Redistribüsyon Bozukluğu

- Asidoz
- İnsülin yetersizliği
- Beta blokerler
- Akut digital toksisitesi veya overdozu
- Süksünil kolin
- Arginin hidroklorür
- Hiperkalemik familial periyodik paralizi
- Hücresel nekroz: Rabdomyoliz, hemoliz, travma, cerrahi, yanık, şok, sepsis,

Hiperkaleminin Nedenleri

Psödohiperkalemi

- Hemoliz
- Trombositoz
- Lökositoz
- Yanlış ven ponksiyonu (uzun süre turnike uygulanmış iskemik venden kan alınması)

Klinik Bulgular

- Tesadüfen bulunabilir, asemptomatik olabilir
- Nörolojik ve kardiyak semptomlar ön plandadır
- Halsizlik, kas güçsüzlüğü, DTR ve motor kayıp
- Parestezi, paralizi
- Hipoventilasyon, solunum kaslarında paralizi
- Abdominal distansiyon, diyare
- Diğer elektrolit bozuklukları ve asidozla birlikte ise belirtiler ağırlaşır
- İletim blokları, ekstrasistoller, VT, VF
- Renal yetmezlik veya rabdomyoliz bulguları

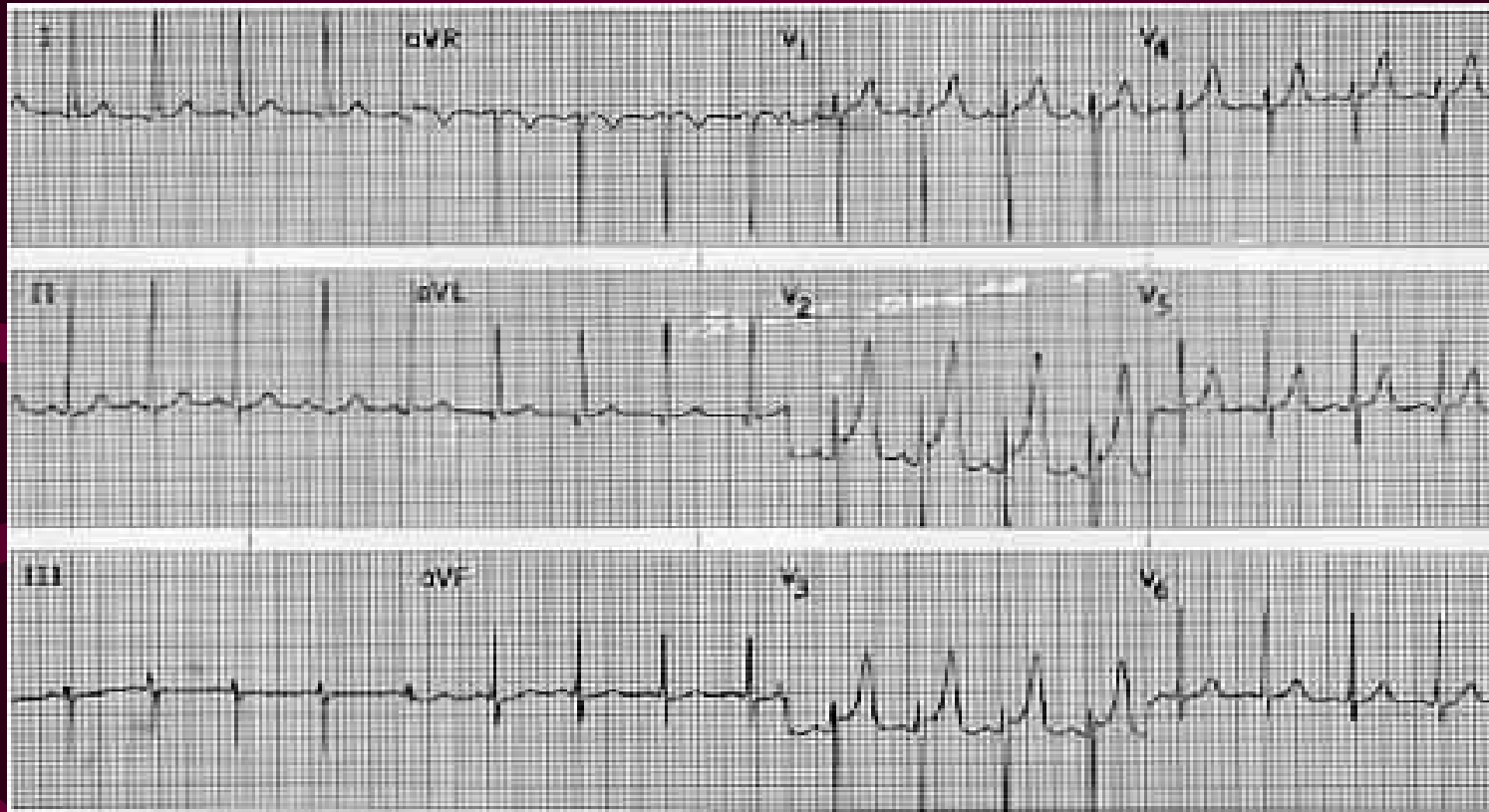
Labaratuvar Bulguları

- Serum potasyum seviyesi: Semptomlarla korele olmayabilir
- Serum BUN ve kreatinin
- Kalsiyum seviyesi (ABY, KBY)
- Kan glukoz düzeyi (DM)
- Digital alan hastalarda kan digoxin düzeyi
- Arteriyel kan gazları (asidoz ?)
- TİT: AGN bulguları
- Cortisol ve aldosteron seviyeleri

Labaratuvar Bulguları

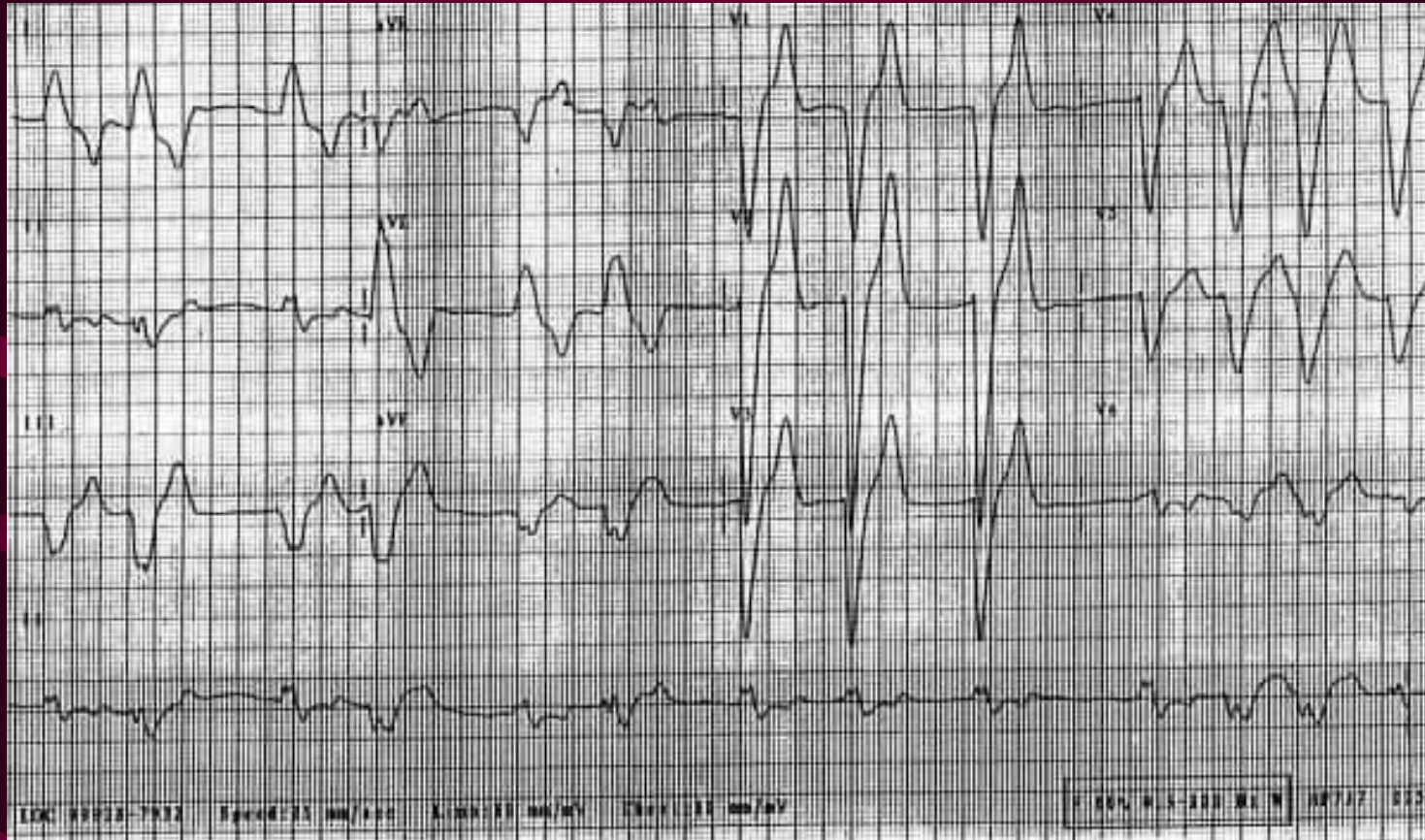
EKG Bulguları:

- Genellikle serum potasyum düzeyi ile koreledir.
- **5.5-6.5 mEq/L:** T dalgasında sivrileşme ve daralma, QT intervalinde kısalma, QRS genişlemesi, ST depresyonu



6.5-7.5 mEq/L:

- **P dalgasının amplitüdü düşer, kaybolur**
- **AV iletim yavaşlar, 1⁰ AV blok, 2⁰ AV blok**
- **Atriyal arrest**



IV. Ulusal Acil Tıp Kongresi, 8-11 Mayıs 2008 Antalya

7.5-8.5 mEq/L:

- **QRS komplekslerinin amplitüdü düşer ve daha da genişler**
- **AV tam blok**
- **T dalgasında düzleşme**
- **Tedavi edilmezse hiperkalemi ağırlaşır
VT, VF ve asistol**

Hiperkaleminin Tedavisi

IV Kalsiyum glukonat veya kalsiyum klorid: Kardiyak monitörizasyon ile,

- Digital toksisitesi, hipofosfatemi, renal kalkül, hiperkalsemi, böbrek ve kalp yetmezliğinde kontrendike
- Kardiyak toksik etkiyi geri çevirir.
- Eşik potansiyalini artırır. Eşik potansiyali ve istirahat potansiyali arasındaki yükselmiş normal potansiyali restore eder.
- Kalsiyum Klorid: 5 ml %10'luk 2 dk'da IV infüzyon
- Kalsiyum Glukonat: 10 ml %10'luk 2 dk da IV infüzyon
- Etkisi verildikten sonra 5 dk içinde başlar, 30 dk sürer, 3-5 dk'da EKG'de düzelme görülmezse tekrarlanır.

Hiperkaleminin Tedavisi

Dextroz ve İnsülin: İnsülin ile birlikte uygulandıktan sonraki ilk 30 dk içinde geçici olarak potasyumu hücre içine atar.

- Endojen insülin salınımını uyarır.
- %50 Dextroz 50 ml içinde 5-10 Ü regüler insülin ile birlikte IV bolus.
- Veya %10 Dextroz 500 ml/30 dk, 500 ml %10 dextroz içinde 10 Ü regüler insülin/1 saatte

Hiperkaleminin Tedavisi

Sodyum Bikarbonat: Asidozlu hastalarda insülinin etkisini artırır.

- pH'yı alkalize eder geçici olarak potasyumu hücre içine atar.
- Etkisi 30 dk. İçinde başlar.
- 1 mEq/kg IV yavaş puşe, 15-30 dk'da bir tekrarlanır.
- Veya 1000 ml %5 dekstroz içinde en fazla 150 mEq infüzyon şeklinde verilir.

Hiperkaleminin Tedavisi

Albuterol: Potasyumu intraselüler boşluğa atar. Plazma insülin konsantrasyonunu artırır.

- Renal yetmezlikli, sıvı yükü olan hastalarda çok faydalı olabilir.
- Uygulama sonrası potasyum seviyesini 0.5-1.5 mEq/L düşürür.
- Etkisi 30 dk.'da başlar, 2-3 saat sürer.
- 5 mg 3 ml izotonik salin ile karıştırılıp, yüksek akımlı nebulizer ile 20 dk.'da verilir.

Hiperkaleminin Tedavisi

Loop Diüretikleri

- **Furosemide:** Potasyumun renal atılımını arttırır. 20-40 mg IV verilir.
- **Etakrinik Asit:** Oral 25-400 mg bölünmüş olarak, IV 0.5-1 mg/kg, 8-12 saat sonra tekrarlanabilir. Max 100 mg.

Kayekselat (Sodyum polistereren sülfonat)

Diyaliz

HİPERKALSEMİ

- **PTH ilişkili:** primer hiperparatiroidizm
- **PTH ilişkili olmayan:** malignensi (myeloma, meme ve AC ca), granüloamatöz hastalıklar (sarkoidoz, lepra, tbc, leptospiroz, coccidioidomycosis), endokrinopatiler, ilaçlar (tizidler, teofilin, D vit, A vit, lityum), süt alkali sendr., familial hiperkalsiürik hiperkalsemi, tersiyer hiperparatiroidizm (renal), nedeni belli olmayan

Klinik Bulgular

- **Bulanti, kusma, baş ağrısı**
- **Şuur değişikliği, letarji, depresyon, koma**
- **Karın veya yan ağrısı**
- **Kaslarda kuvvetsizlik, kas ve eklem ağrıları**
- **Konstipasyon**
- **Poliüri, polidipsi, dehidratasyon bulguları**
- **Hiperparatiroidizm (renal kalkül, peptik ülser) veya malignensi ile ilgili semptomlar**

Labaratuvar Bulguları

- **Düzeltilmiş kalsiyum:** Ölçülen kalsiyum mg/dl + $0.8 \times (4.4 - \text{ölçülen albümin g/dl})$
- **8.7-10.6 mg/dl**
- **Renal fonksiyon bozuklukları**
- **Diğer elektrolit bozuklukları:** Serum fosfatı (primer hiperparatiroidizm ve malignenside N veya ↓, tirotoksikoz ve vit D toksisitesinde ↑), klor genellikle 102 mEq/L ↑
- **EKG Bulguları:** QT kısalması, PR uzaması ve QRS genişlemesi, T düzleşmesi ve ters dönmesi, kalp blokları
- **PTH: 2-6 mol/L**
- **Sürrenal ve tiroid fonksiyon testleri**

Hiperkalsemi Tedavisi

- **Hidrasyon:** 250-500 ml/saat %0.9 serum fizyolojik infüzyonu
- **Loop diüretikleri:** Furosemide 40-80 mg IV
- **Difosfonatlar:** etidronat, pamidronat, zoledronik asit
- **Kalsitonin:** 2-8 U/kg 6-12 saat ara ile SC/IM
- **Galyum nitrat, pilikamisin**
- **Potasyum fosfat tuzları:** Diğer tedavilere dirençli vakalarda 8 mmol IV, 32 mmol/24 saat
- **Hidrokortizon:** 200-300 mg/gün 3 gün
- **Calcimimetik ajan:** Cinacalcet
- **Hemodiyaliz**

HİPOKALSEMİ

- 8.7-10.4 mg/dl.

Nedenleri

- Hipoalbüminemi, hipomagnezemi, hiperfosfatemî, akut pankreatit, sepsis, rabdomyoliz, osteoblastik tm, tümör lysis sendr., hepatik yetm., renal yetm., infiltratif hast., toksik nedenler, ilaçlar (PPI, SSSR, fenitoin, fenobarbital, post cerrahi, PTH eksikliği-resistansı, vit D eksikliği

Klinik Bulgular

- **Kuru cilt, peroral anestezi, papil ödemi**
- **Stridor, wheezing, bradikardi, raller, S₃ gallop**
- **Bilier-intestinal kolik, diyare**
- **Preterm doğum eğilimi**
- **Tetani, fokal hissizlik, kas spazmı**
- **Chvostek ve Trousseau işareti**
- **İrritabilite, konfüzyon, halüsinasyon, demans, ekstrapiramidal belirtiler, nöbet**

Labaratuvar Bulguları

- **Serum kalsiyum seviyesi 8.5 mg/dl, iyonize kalsiyum seviyesi 1 mmol/L ↓**
- **Hipomagnezemi, hiperfosfatemisi, diğer elektrolit bozuklukları**
- **Yüksek BUN, kreatinin**
- **Hipoalbüminemi**
- **Bozuk KC fonksiyon testleri ve koagülasyon parametreleri**
- **PTH ↓**

Hipokalsemi Tedavisi

Hafif hipokalsemi

- Oral elemental kalsiyum karbonat, kalsiyum sitrat 1-3 gr/gün

Ağır hipokalsemi

- Havayolu, vasküler giriş ve sıvı replasmanı, oksijen
- IV kalsiyum replasmanı
- 100-300 mg elemental kalsiyum 5-10 dk'da (iyonize kalsiyumu 0.5-1.5 mmol yükseltir)
- Kalsiyum glukonat: 10 ml'de 90 mg elemental kalsiyum
- Kalsiyum klorür: 10 ml'de 272 mg elemental kalsiyum
- Kalsiyum infüzyonu: 0.5 mg/kg/saat, seri kalsiyum ölçümlerine göre 2 mg/kg/saat

KAYNAKLAR

- **4. Capasso G, Unwin R. Electrolytes and acide-base: common fluid and electrolyte disorders. Medicine 2007;35(7):368-376.**
- **5. EMCrit.org. Electrolyte Disorders.**
- **6. eMedicine.com. Endocrine and Metabolic**

KAYNAKLAR

- 1. Fisher L, Macnaughton L. Electrolyte and metabolic disturbances in critically ill. *Anaesthesia & Intensive Care Med* 2006;7:151-178.**
- 2. Tommasiano C. Volume and electrolyte management. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 2007;21(4):497-516.**
- 3. Gibbs R, Macnaughton L. Electrolyte and metabolic disturbances in critically ill patients. *Anaesthesia & Intensive Care Med* 2007;8(12):529-533.**



Tesekkürler