

Sıvı-Elektrolit Dengesi
ve
Dengesizlikleri

Prof. Dr. Sibel ERKAL İLHAN

Total Vücut Sıvısı

% 60

Hücre içi (intraselüler)% 40

Hücre dışı (ekstraselüler).....% 20

Hücreler arası (İnterstisyel) ...% 15

İntravasküler (Plazma) % 5

İnterstisyel = ekstravasküler ; transsellüler

İntraselüler sıvı

- Büyük bir kısmı kas içinde
- ESAS KATYONU: potasyum, magnezyum
- ESAS ANYONU: protein, fosfat
- Az miktarda sodyum, bikarbonat, klor
- Kalsiyum yok denecek kadar azdır

Ekstraselüler sıvı

- İnvasküler: % 5, 3.5 lt
- İnterstisyel % 15
- Diğer sıvılar: (transselüler sıvı) sindirim salgıları, ter, idrar, BOS, intraoküler, intraatriküler
- ESAS KATYONU: sodyum
- ESAS ANYONU: klor, bikarbonat
- Az miktarda kalsiyum, potasyum,

Sıvı bölümlerinin elektrolit bileşimi (mEq/L)

	Plazma	Hücre içi
Katyonlar	155	195
Na ⁺	142	10
K ⁺	5	156
Ca ⁺⁺	5	3
Mg ⁺⁺	3	26

Sıvı bölümlerinin elektrolit bileşimi (mEq/L)

	Plazma	Hücre içi
Anyonlar	155	195
Cl ⁻	103	2
HCO ₃ ⁻	27	8
Proteinat	17	55
Diğer	8	130

Elektrolit

- Su gibi çözücüde iyon adı verilen farklı elektrik yüklü partiküllere ayrılan, atomlardan oluşan kation (+), anyon (-)

Sıvı elektrolit hareketleri

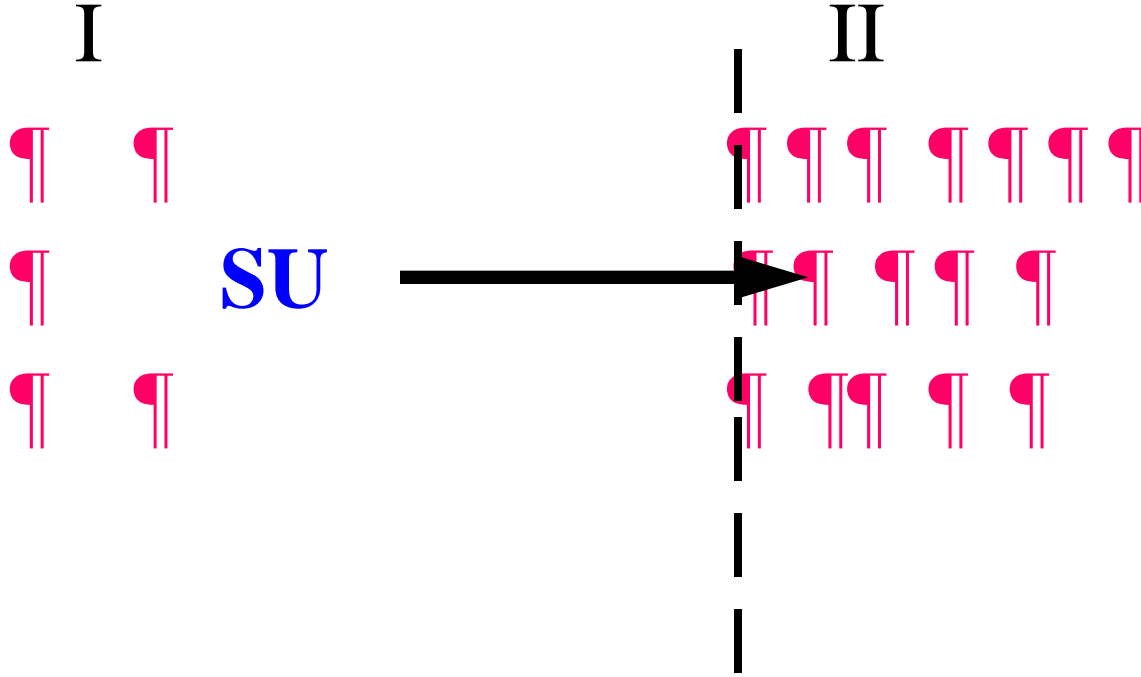
- Hücre içi ve dışı sıvı ve elektrolitlerin karşılıklı geçişi
 - Ozmos
 - Aktif taşınma ile gerçekleşir

Osmolarite: 1 L çözültide
çözünmüş partikül sayısı

Osmolalite: 1 kg suda
çözünmüş partikül sayısı

Vücut sıvılarında bulunan başlıca partiküller elektrolit ve kolloidlerdir.

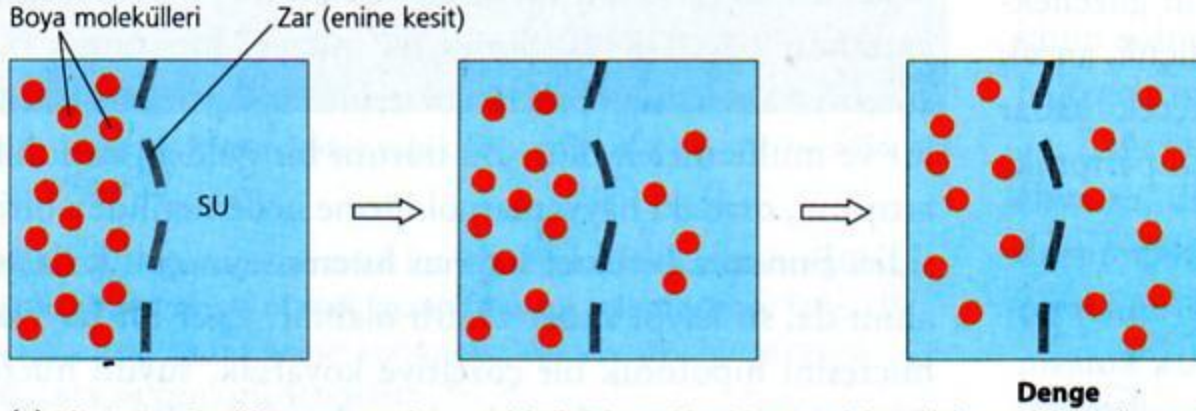
Ozmoz=suyun difüzyonu



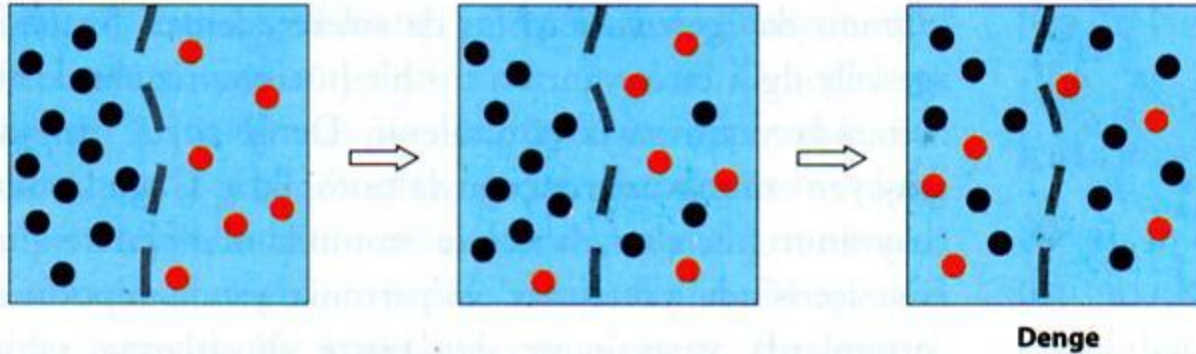
yarı geçirgen zar

Difüzyon

- Çözünen maddelerin yüksek yoğunlukta oldukları ortamdan, düşük yoğunlukta oldukları ortama doğru geçmeleri



(a) Bir çözünenin difüzyonu. Zar, boya moleküllerinin geçişine izin verecek büyüklükte gözenekler içermektedir. Boya daha yoğun olduğu kısımdan, daha az yoğun olduğu kısma doğru (konsantrasyon gradientinin aşağısına doğru) difüze olur. Bu durum dinamik dengeye yol açar: Çözünen moleküller, her iki yöne doğru eşit hızda zardan geçmeyi sürdürürler.



(b) İki çözünenin difüzyonu. İki farklı boya çözeltisi, her iki boya için geçirgen olan bir zarla ayrılmıştır. Her boya kendi konsantrasyon gradientinin aşağısına doğru difüze olur. Sol taraftaki toplam çözünen derişimi başlangıçta daha fazla olmasına rağmen, turuncu boyanın net difüzyonu sola doğru olacaktır.

ŞEKİL 8.10 Çözünenlerin zarlardan difüzyonu.

Osmotik basınç

Bir çözeltinin içindeki

partikül sayısının

sağladığı basınçtır

Ozmozü engelleyen

basınç

Osmotik basınç

- Çözünen partikül sayısına
- Partikülün zardan geçme özelliğine
bağlıdır

Aktif taşıma:

- Bazı proteinler çözünen derişimin az olduğu taraftan fazla olduğu tarafa doğru zardan aktarım sağlayabilirler. Bir molekülün zardan gradiyentin zıt yönüne pompalama yapabilmesi için kendi enerjisini harcaması gerekir. Dolayısıyla bu tip zar trafiği aktif taşıma olarak isimlendirilir.

- Aktif taşınma zarda gömülü olan proteinler tarafından gerçekleştirilir. Taşınma için gerekli enerji ATP'den sağlanır. ATP'nin aktif taşımaya güç sağlama yollarından biri ATP'nin ucundaki terminal fosfat grubunun doğrudan taşıyıcı proteine aktarılmasıdır.
- Bu aktarım proteinin konformasyonunu sağlamakta ve böylece molekül zardan geçmektedir. Bu şekilde taşıma sistemlerinden biri sodyum-potasyum pompasıdır.

HİDROSTATİK BASINÇ: Kapillerin arteriyel taraftaki basıncı (kapiller kan basıncı)

KOLLOİD OZMOTİK BASINÇ (Onkotik): Plazma proteinlerinin sağladığı ve sıvıyı kapiller içinde tutmaya çalışan basınç.

FİLTRASYON BASINCI: Hidrostatik basınç ile onkotik basınç arasındaki farkla oluşur.

HB-OB= FB (arteriolde $32-22=+10$ mm-Hg, venülde $12-22=-10$ mm-Hg)

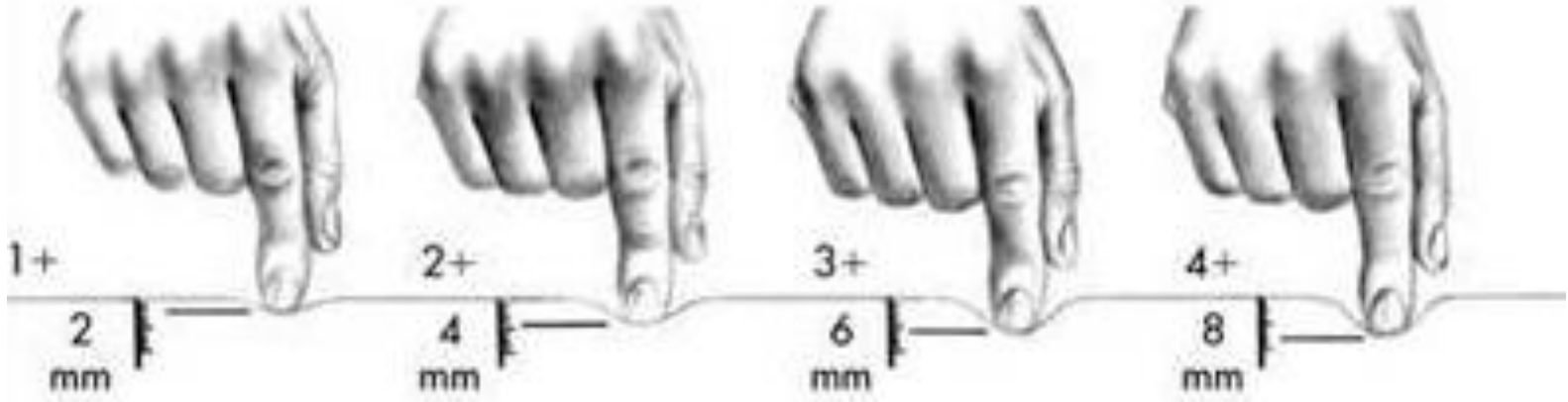
Ödem

- intertisyonel aralıkta ve dokularda aşırı sıvı toplanması ve palpe edilebilen bir şişkinliğin oluşmasıdır. İntertisyel sıvı hacmi 2.5-3 litre oluncaya kadar ödem belirgin hale gelmez
- Lenfotik sistemin görevi hücreler arası sıvınının dolaşıma katılmasını sağlamaktır.

Nedenleri

- Damar duvarı geçirgenliğinin artması
- Lenfatik sızıntı, kaçak
- Hidrostatik basıncın çok artması
- Yetersiz onkotik basınç, plazma proteinlerinin azalması (yanık, kanama)

Ödem



Gode 15 sn'de
geri döner
İntersityel sıvı
% 30 artmıştır

Gode 15-30
sn'de
geri döner

Gode 30-45
sn'de
geri döner
Cilt kabarık

Gode 45
sn'de uzun
Devam eder
Cilt sosis
kabarıklığında

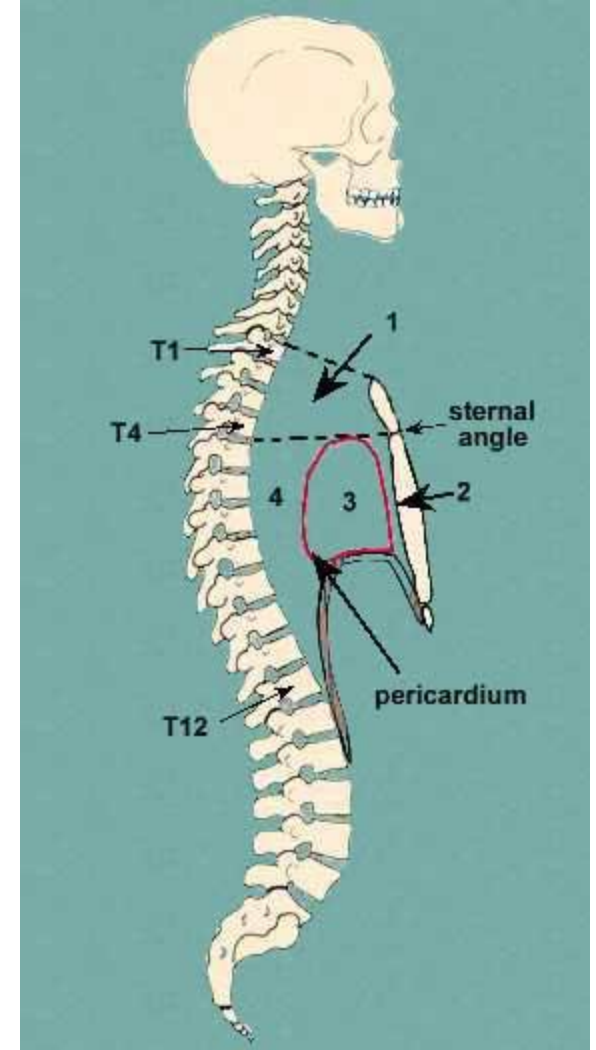
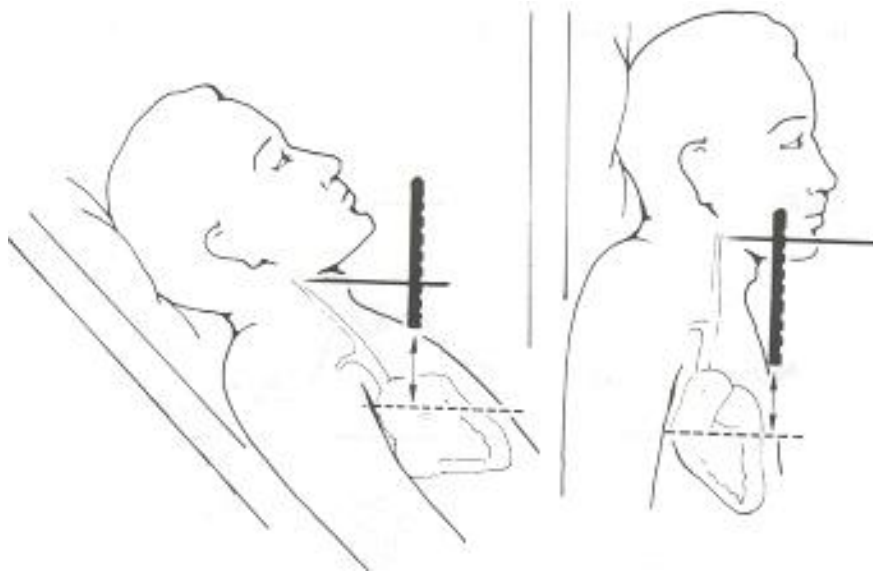
Kardiyak ödem: palpasyonla deri settir.

Ödemin değerlendirilmesi

- Nabız
- Venlerin durumu
- Deri
- Ekstremiteler
- Kalp sesleri

Louis açısı (Ludwig açısı)

- Manubrium sterni ile corpus sterni arasında kalan açıdır.
- Yaklaşık değeri 130 derecedir
- 2. kostanın sternuma bağlandığı yer



Sıvı elektrolit dengesini düzenleyen mekanizma

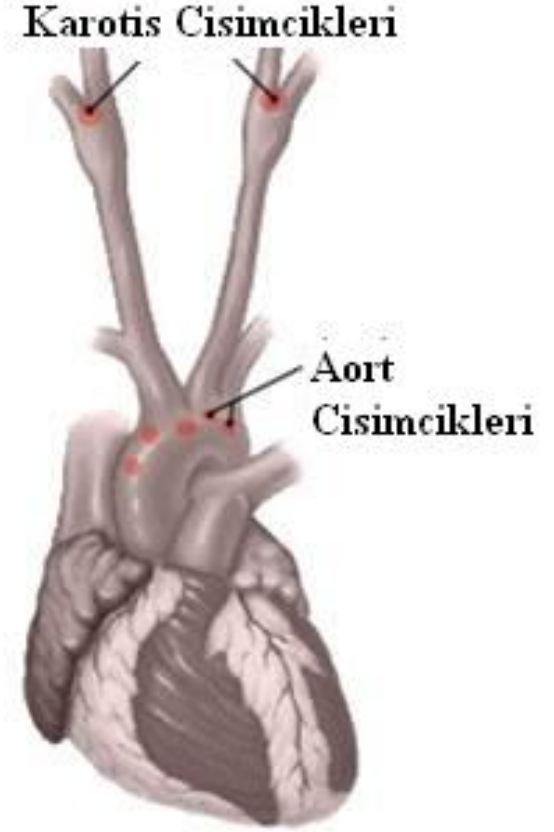
- ADH
- Aldosteron
- Tiroid hormon
- Paratiroid hormon
- Kalsitonin
- Diüretik hormon

Hipofiz Bezi

- *Antidiüretik Hormon (ADH) ya da vazopressin,* hipotalamusun supraoptik ve paraventriküler nukleuslarındaki hücrelerde sentezlenir; sinirsel yol (hipotalamohipofizyal yol) ile posterior hipofize taşınır ve gerektiğinde buradan kana salınır.
- Antidiüretik hormonun işlevleri; böbreklerde suyun tutulumu ve atılımını kontrol ederek kan hacmini ve hücrelerin osmotik basıncını düzenlemektir.

Baroreseptörler

- Arteriyel kan basıncındaki değişikliklere duyarlı kan damarlarındaki reseptörler, bu bilgileri santral sinir sistemine iletir. Aort arkı ve karotis sinuste bulunan baroreseptörler dolaşan kan hacmini izlemek; hormonal, sempatik ve parasempatik sinir sistemi aktivitelerini düzenlemekten sorumludur.



Kalp ve Natriüretik Hormon

- Kalp, sıvı ve elektrolit dengesini sağlamak ve idrar oluşturmak üzere böbreklere yeterince kan pompalamalıdır. Kalbin sağ atriyumundan *atriyal natriüretik faktör* (ANF) ya da *atriyal natriüretik peptid* (ANP) denilen bir hormon salınır. Kalbe venöz dönüşle fazla kan gelmesiyle atriyumda basınç ve gerginlik artar ve sağ atriyumdan atriyal natriüretik faktör salınır. Bu hormon, böbreklerden sodyum ve su atılımına ve böylece dolaşan kan hacminin azalmasına neden olur.

- Aldosteron: Adrenal korteksten zona glomerulozadan salınan hormon, Na geri emilimini sağlar
- Tiroid hormon: renal kan akımını artırarak idrar atımını sağlar
- Diüretik hormon: hipofiz bezinin ön lobundan salınır ve idrar atımını artırır.
- Kalsitonin: tiroid bezinden salınır ve kemiklerde Ca tutulumunu artırarak, plazma Ca düzeyini düşürür.

Sıvı-elektrolit dengesi ve sistemler

- GIS: ağız yolu ile alınan sıvılarla birlikte 7-9 litre sıvı absorbe edilir. Sadece 100 ml sıvı barsaklardan atılır.
- Böbrek: sıvı ve elektrolit düzenlemesinde primer rol
- Sinir sistemi: orta beyindeki volüm reseptörleri ve hipotalamustaki ozmoreseptörler ile ADH, aldesteron salınımı, susama hissi ile düzenler
- Solunum sistemi: Medulla oblongatadaki solunum merkezinin uyarılması, CO₂ ve H⁺ iyon konsantrasyonunun düzenlenmesi, solunumla 400 ml su atılması

Sıvı Elektrolit Dengesilikleri

- Volüm bozuklukları
- Yoğunluk bozuklukları
- Kapsam bozuklukları

Volüm bozuklukları

- İzotonik sıvı fazlalığı ya da azlığı
- Her iki durumda da ozmotik basınçta değişiklik olmayacağından bölmeler arasında geçiş yoktur.

Volüm Bozuklukları

Hipovolemik Durumlar:su ve elektrolit kaybı birlikte)

- Kanama, kusma
- İshal
- NG aspirasyon
- GIS fistülleri
- Peritonit
- İleus (barsak tıkanıklığı)
- Yanıklar
- Yaralanma, ciddi enfeksiyon

Hipervolemik Durumlar:
hücre dışı sıvının artması

- Böbrek yetmezliği
- Siroz
- Konjestif kalp yetmezliği



Hipovolemi belirtileri

Kuvvetsizlik, bulantı, kusma, kilo kaybı, İştahsızlık, boyun venleri dolgunluğunda azalma, Oligüri, anüri, şok, hematokritte yükselme

Vücut ağırlığının

%4'ü kaybedilirse hafif açık

%6-4'ü kaybedilirse orta

%10'u kaybedilirse şiddetli açık

Yoğunluk Bozuklukları

Hiponatremi: su kaybıyla ya da olmaksızın hücre dışı bölmede Na'nın 135 mEq/l altına düşmesi

Azalmış hücre dışı volüm

- Kusma
- İshal
- Gis fistül
- Diabetik asidoz
- Tuz kaybettiren nefrit
- İleus
- Peritonit
- yanıklar

Artmış hücre dışı volüm

- Bol sıvı yüklenmesine karşın az tuz verilmesi
- Uzun süre tuzsuz diyet
- Yalnız su ile karşılanan aşırı terlemeler

Belirtiler

- Kas krampları
- Konvülzyon, apati,
- Derin tendon refleksinde azalma
- İştahsızlık, bulantı, kusma
- Tedavi: günlük kayıplara göre Na verilmesi
- Hesaplama:
 - (Normal plazma Na- hastanın Na değeri) x vücut ağırlığının % 60'ı=Na
 - Na değeri kritik değer olan 120 mEq/L üzerinde olmalı

Hipernatremi

- Eşit ve orantılı miktarda Na kaybı olmadan yoğun su kaybı sonucu plazma Na düzeyinin 150 mEq/L üzerine çıkması
- Nedenleri: aşırı su kaybı, IV, jejunostomi, gastrostomiden beslenme sırasında aşırı tuz verilmesi, ADH yetersizliği, akut tubuler yetersizlik
- Belirtiler: SSS ile ilgili belirtiler, huzursuzluk, laterji, baş dönmesi,
- Tedavi nedene yönelik olmalı

Kapsam Bozuklukları

- Sodyum haricinde hücre dışı bölmede bulunan diğer iyonların yoğunluklarında ozmotik aktif partikül sayısını etkilemeden değişiklikler olabilmektedir.
- İlgili iyonlar artmakta ya da azalmaktadır.

Hipopotasemi: serum potasyum düzeyinin 3.5 mEq/l altına düşmesi

- Böbreklerden aşırı K⁺ kaybı
- K⁺ un hücrelere geçmesi
- K⁺ eklenmeden TPN yapılması
- Gis kayıpları (Kusma, sürekli NG dekomp., ileus, kolon fistülleri, ağır ishaller)
- K⁺ dan fakir diyetle beslenme

Hipopotaseminin EKG bulguları

- S-T segmenti çöker
- T dalgası düzleşir
- U dalgası ortaya çıkar
- QT ve PR aralığı uzar

Diğer belirtiler

- İştahsızlık, bulantı, kusma
- Barsak seslerinde kaybolma, distansiyon

K⁺ replasmanı kuralları

- Hesaplanan açık yavaş kapatılmalıdır
- Litrede 40 meq dan fazla K⁺ verilmemeli
- Günde 160 meq fazla K⁺ verilmemeli
- Oligüri veya anüride K⁺ verilmemeli (25ml/saat idrar olmalı)
- K⁺ verilen hastalar EKG ile izlenmeli

Hiperpotasemi: plazma K'sı 6 mEq/L üzerine çıkar

- Akut - Kronik böbrek yetmezlikleri
- Addison hast.
- DM
- Metabolik - respiratuar asidoz
- GIS kanamaları
- K⁺ içeren sıvıların hızla verilmesi
- Massif banka kanı transfüzyonu

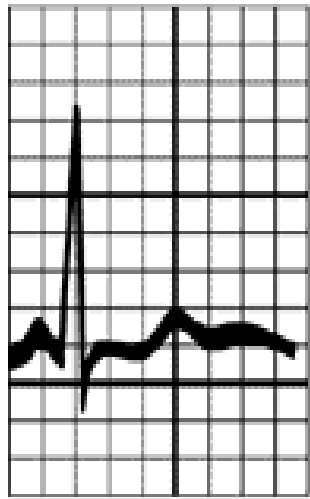
Belirtiler

- 6 mEq/L üzerinde GIS ait belirtiler, bulantı kusma, kolik karın ağrısı, diyare

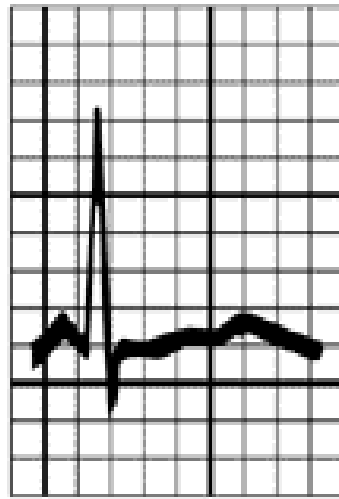
Hiperpotasemide EKG bulguları

- T dalgası sivriliği
- P-R aralığı uzaması
- P dalgası kaybolması
- QRS kompleksi genişlemesi

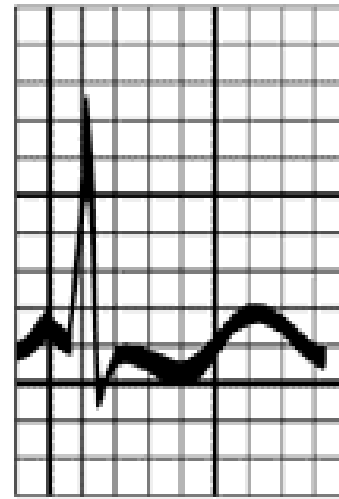
Hypokalemia



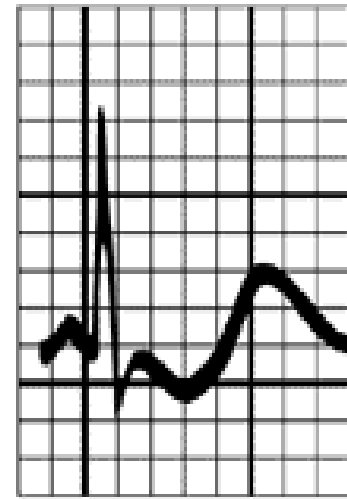
2.8



2.5

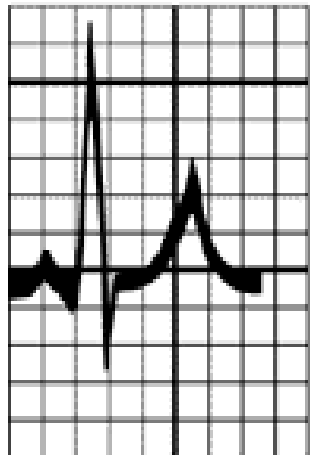


2.0

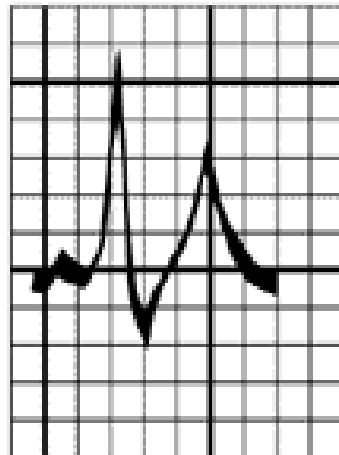


1.7

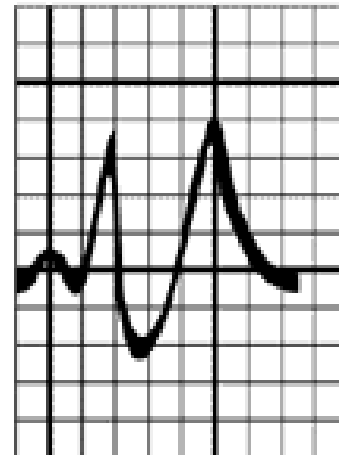
Hyperkalemia



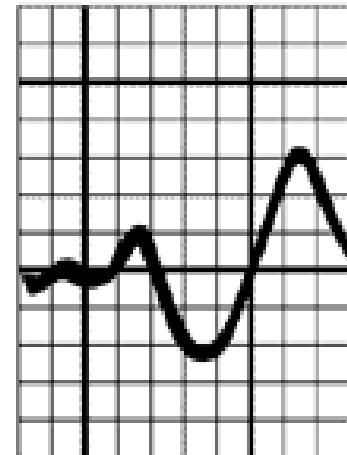
6.5



7.0



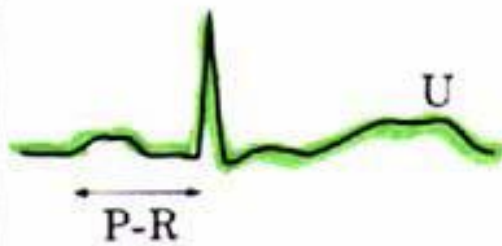
8.0



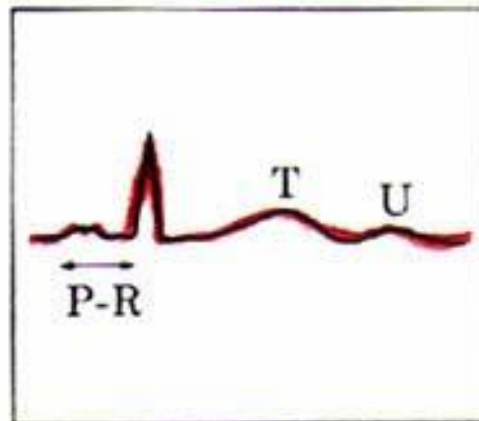
9.0

Ch 3. The Patient with Hypokalemia or Hyperkalemia

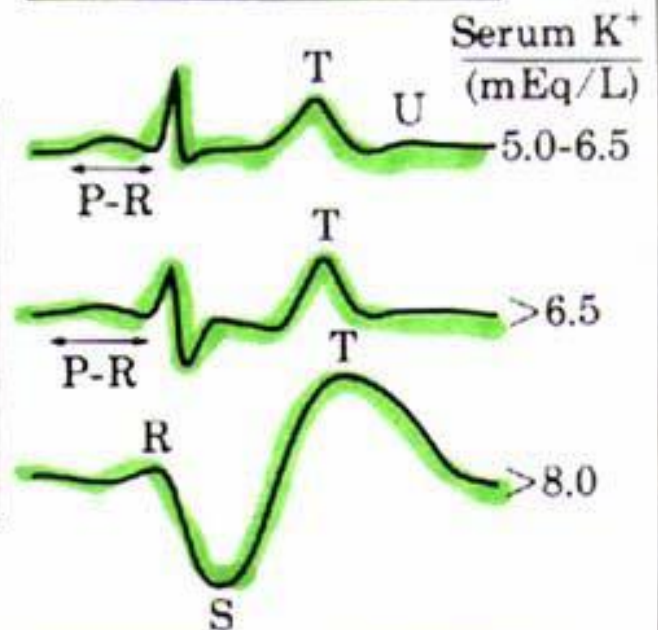
Hypokalemia



Normal



Hyperkalemia



Tedavi

- Plazma K'sı 7 mEq/L geçmişse acil tedavi
- Potasyumun hücre içine girmesini sağlamak için insülin verilir
- K atılması için diüretikler

Hipokalsemi: plazma Ca düzeyi 8 mg/dl altına düşmesi

- Akut pankreatit
- Nekrotizan fasciitis
- Akut - kronik renal yetmezlik
- Pankreas - ince barsak fistülleri
- Hipoparatiroidizm
- Semptomlar 8 mg/dl altında görülür
- Belirtiler: ağız çevresi ve parmak uçlarında uyuşma, kas krampları, tetani, kemik ağrısı, kemik kırıkları, saç dökülmesi, tırnak kırılması, ventriküler fibrilasyon, kalp bloğu, Chvostek ve Trousseau bulguları +

Chvostek ve Trousseau bulguları



Tedavi

- 10 dakikalık IV enjeksiyonla kalsiyum glukonat verilmesi

Hiperkalsemi: plazma Ca 12 mEq/L üzerine çıkması

- D vitamini yüksekliğine bağlı olarak absorpsiyonun artması
- Yaygın kemik metastazları
- Hiperparatiroidizm
- Kritik serum Ca⁺⁺ seviyesi 16-20 mg/dl dir
- Belirtiler: depresyon, laterji, psikoza kadar değişen bozukluklar
- Kas güçsüzlüğü, derin tendon reflekslerinde azalma,
- Tedavi: kalsiyumun böbreklerden atılımının sağlanması

Hipomagnezemi: plazma seviyesinin 2.7 mg/dl üzerine çıkması

- Açlık
- Malabsorbsiyon
- Uzun süreli Gis kayıpları
- Mg⁺⁺ içermeyen TPN
- Akut pankreatit
- Diabetik ketoasidoz
- Primer aldosteronizm
- Alkolizm
- Amfoterisin B tedavisi
- Uzun süren termal yanıklar
- Belirtiler:
Nöromusküler ve SSS hiperaktivitesi

Hipermagnezemi

- Şiddetli böbrek yetmezliği
- Mg⁺⁺ içeren antiasit-laksatif kullananlar
- Masif travma
- Cerrahi stres
- Şiddetli asidoz
- Belirtiler: laterji, bulantı, kusma, reflekslerin azalması, kas güçlüğü

AÇT ve Bakım Girişimleri

- Gerçek ya da olası sıvı dengesi sorunu olan tüm hastalarda aldığı-çıkardığı takibi (AÇT) yapılmalıdır.
- Alınan sıvılar, vücuda giren tüm sıvılardır.
- Atılan sıvılar, vücuttan çıkan sıvılardır.

AÇT ve Bakım Girişimleri

- Tedavi planlanmasında gerekli olduğundan, alınan ve çıkarılan sıvıların cinsi ve zamanına ilişkin bilgiler AÇT kayıtlarında yer almalıdır.
- Alınan sıvı çıkarılan sıvıdan çok fazla ise ya da çıkarılan sıvı alınan sıvıdan fazla ise dikkat edilmelidir.
- Sıvı dengesi durumunu netleştirmek için birkaç gün boyunca AÇT kaydı yakından izlenmelidir.
- AÇT kayıtları, hastanın durumuna göre değişir. Ciddi sıvı dengesi sorunu olan hastalarda vücuda alınan ve kaybedilen sıvıların saatlik takibi gerekir.
- Bazı hastalarda 8 saatlik takip gerekebilir. Bu amaca uygun kayıt için ölçüm kapları hastanın yanında bulundurulmalıdır.

AÇT ve Bakım Girişimleri

- Yetişkinlerde günlük normal idrar miktarı günde 1-2 litre ya da stres durumlarında günde yaklaşık 750-1200 ml olabilir.
- Yetişkinlerde normal idrar miktarı, saatte 40-80 ml ya da stresli durumlarda saatte 30-50 ml olabilir.
- Saatlik idrar takibi yapılması gerektiğinde, az miktarda idrarı ölçmede kullanılan aletlerin doğruluğunun kanıtlanması gerekir.

AÇT ve Bakım Girişimleri

- Tüple beslenme sırasında proteinden zengin ve yüksek konsantrasyonda gıda alan hastaların bunları atabilmesi için ilave sıvıya gereksinimi olduğu göz önünde tutulmalıdır.
- Normal böbrek işlevleri olanlara göre, idrarı konsantre etme yeteneği bozulan yaşlılarda daha fazla sıvı gerekir.
- Diğer klinik bulgularla ilişkilendirilerek AÇT ve idrar dansitesi (1.025'den daha yüksek okumalar konsantre idrarı, 1.010'dan düşük okumalar ise dilüe idrarı gösterir) birlikte değerlendirilir. Az miktarda ve yüksek dansiteli idrar, hacim eksikliğini; az miktarda ve düşük dansiteli idrar ise böbrek hastalığını gösterir.

Kilo Takibi

- Varolan ya da olası sıvı dengesi sorunu olan hastalarda kilo takibi klinik açıdan önemlidir.

Kilo takibinde;

- aynı tartı aleti ile aynı zamanda kilo takibi yapılmalı; sabah kahvaltıdan önce ve idrar yaptıktan sonra hastanın kilosu ölçülmelidir.
- hasta aynı /benzer giysilerle tartılmalı ve giysileri kuru olmalıdır.
- tartılmadan önce hastanın üzerindeki fazla giysiler çıkartılmalı ve drenaj torbaları boşaltılmalıdır. Eğer büyük pansumanlar ve tüpler varsa ve bunlar çıkartılamıyorsa, izlem kağıdına bu gibi değişkenler kaydedilmelidir.
- hasta ayakta duramıyorsa tekerlekli sandalyede tartılabilir, ancak daha sonra tekerlekli sandalyenin darası çıkartılmalıdır.
- hasta başka bir servise geçtiği zamanlar sorun olabilir. Bu nedenle servisteki tartılar rutin olarak test edilmelidir.

Yaşam Bulgularının Takibi

- Vücut ısısı altı saat süreyle 39 C daha yüksek seyrediyorsa, sıvı kaybı açısından risk taşır.
- **Nabız.** Sıvı hacim eksikliği, nabız hacminde azalmaya ve taşikardiye neden olur.
- **Solunum.** Ciddi hipokalemi ya da hiperkalemide ve magnezyum fazlalığında solunum kasları zayıflayabilir ya da paralizi olabilir. Serum magnezyum düzeyi 10-15 mEq/L olduğunda solunum merkezi felç olabilir.
- Sistolik kan basıncında 15 mmHg'dan fazla bir düşüş ve nabızda dakikada 15 atımdan fazla artış, intravasküler hacim eksikliğini düşündürür.

Laboratuvar Tanı Testleri

- **Kan Üre Nitrojeni (BUN)**
- **İdrar Hacmi**
- **Hematokrit**
- **Kreatinin**
- **İdrar Dansitesi**
- **İdrar sodyum değeri**

Potasyum verilirken dikkat edilecek noktalar:

- Potasyum asla IV buşe veya IM verilmemelidir. Kardiak arrest gelişebilir.
- Potasyum periferik venlerden verilecekse litreye 60mEq dan fazla konulmalıdır. Çünkü bu durum venlerde ağrıya sebep olabilir, saatte 10 mEq/ saatte fazla olmamalıdır. Santral verilecekse 20-40 mEq/ saatte fazla olmamalıdır.
- K⁺ içeren sıvınının gidiş hızı çok dikkatli izlenmeli ve hızlı verilmemelidir.
- K⁺ 'lu sıvı verilirken ven boyunca ağrı hissedilir bunu önlemek için sıvı gidiş hızı azaltılır veya dilüe edilir.
- Böbrek fonksiyonları iyi değilse, idrar miktarı azsa kesinlikle solüsyonlar verilmelidir.
- Yüksek dozda K⁺ olan hastalar kalp atımlarınının izlenmesi için monitöre bağlanmalıdır.