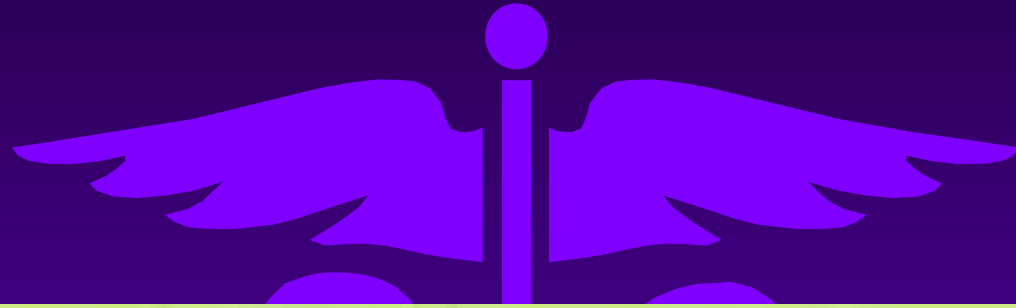




Hayati Tehlike Oluşturan Elektrolit Bozuklukları

Yrd.Doç.Dr.Süha Türkmen
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Acil Tıp Anabilim Dalı



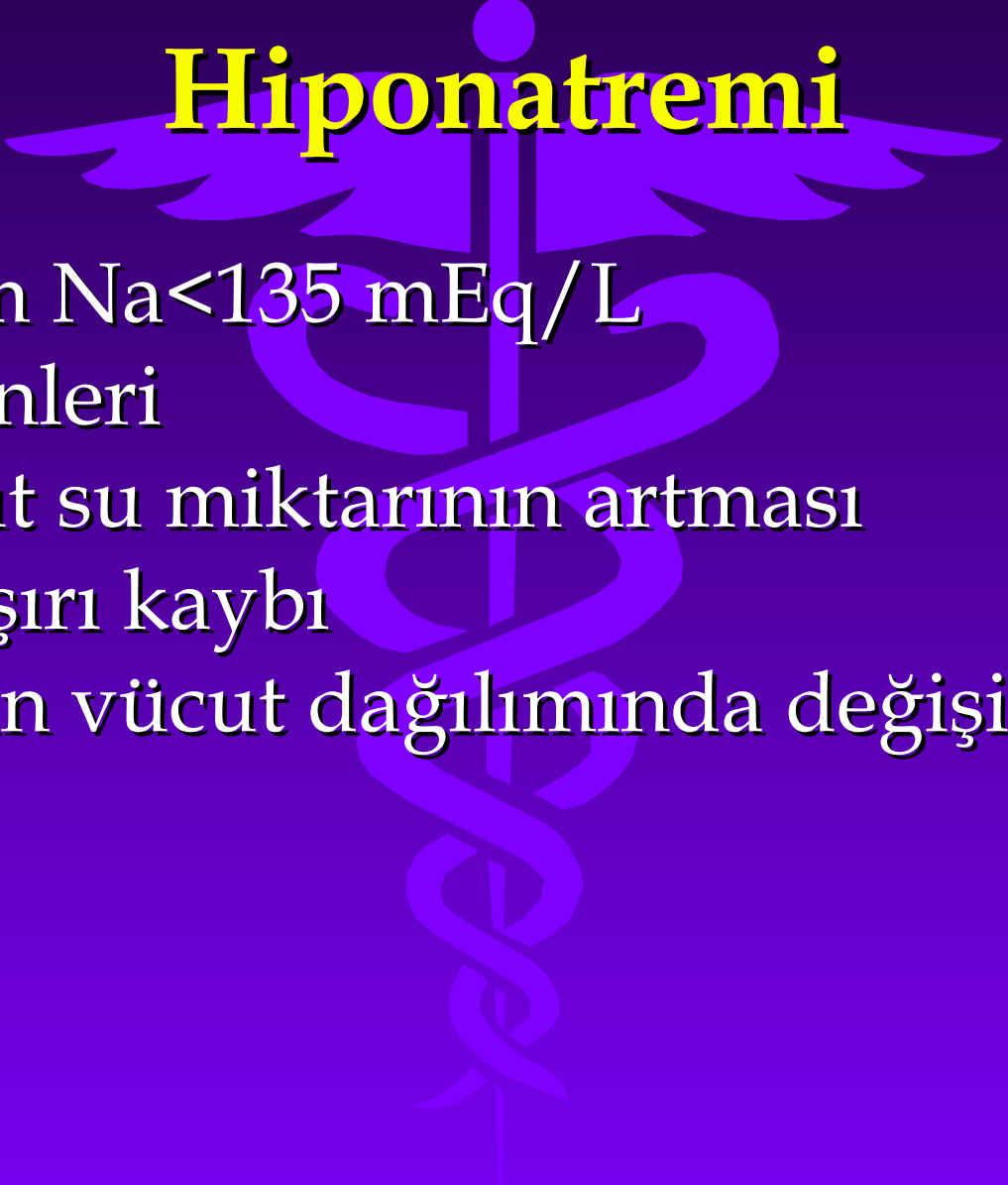
Elektrolit Dengesizliği

- Total vücut miktarında  / 
- Kompartmanlar arası değişim
- Relatif su  / 

Normal Değerler

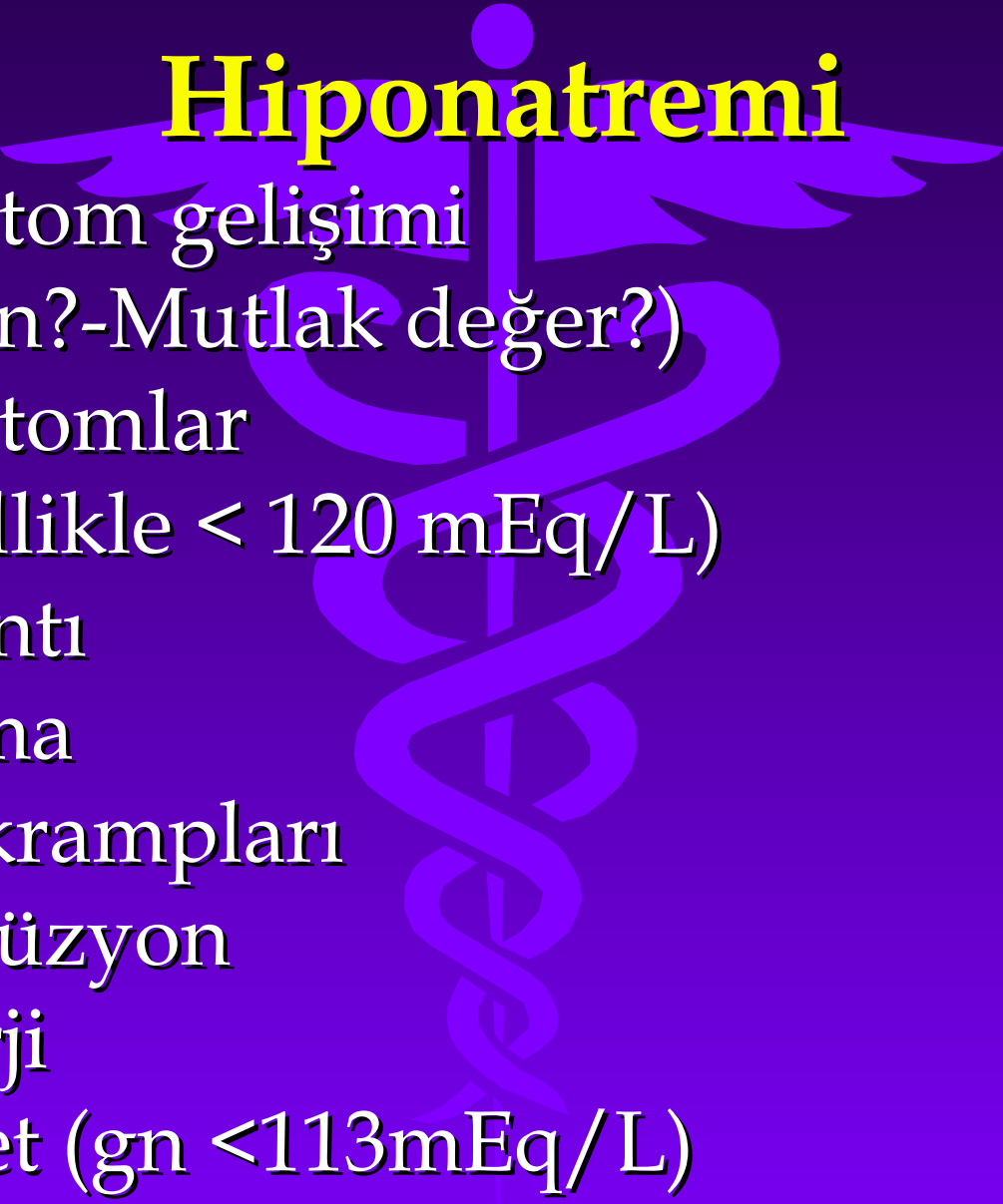
Serum osmolaritesi (Kandaki litre başına düşen çözülmüş osmotik olarak aktif molekül miktarı) ($2 \times \text{Na} + \text{Glukoz} / 18 + \text{BUN} / 2.8$)	275-295 mOsm/L
Sodyum (Na)	135-145 mEq/L
Potasyum (K)	3.5-4.5 mEq/L
Magnezyum (Mg)	1.5-2.5 mEq/L
Kalsiyum (Ca)	8.5-10.5 mg/dL

Hiponatremi



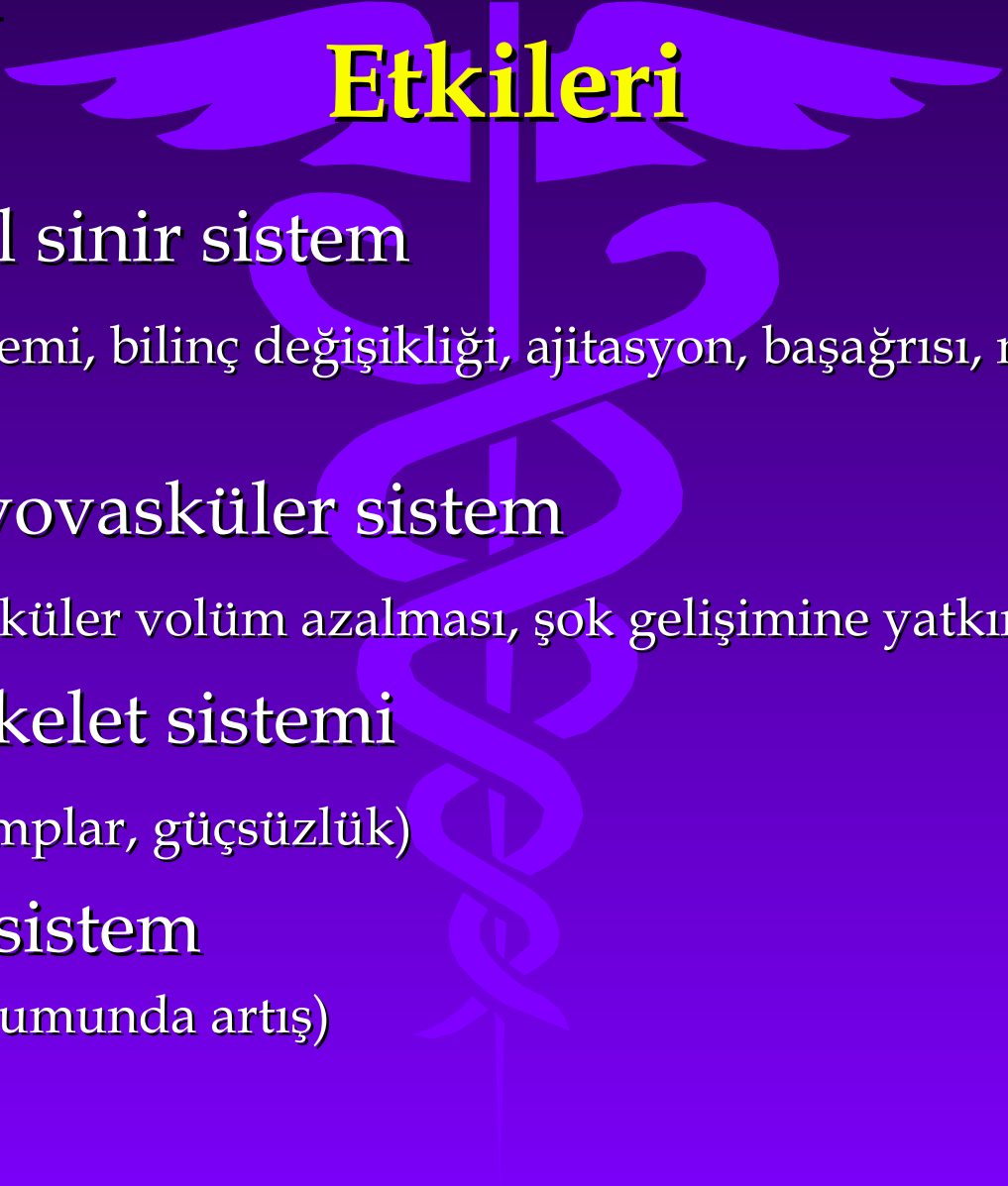
- Serum Na < 135 mEq/L
- Nedenleri
 - Vücut su miktarının artması
 - Na aşırı kaybı
 - Suyun vücut dağılımında değişiklik

Hiponatremi



- Semptom gelişimi
(Oran?-Mutlak değer?)
- Semptomlar
(genellikle $< 120 \text{ mEq/L}$)
- -Bulantı
- Kusma
- Kas krampları
- Konfüzyon
- Letarji
- Nöbet (gn $< 113 \text{ mEq/L}$)
- Koma

Hiponatreminin Sistemlere Etkileri

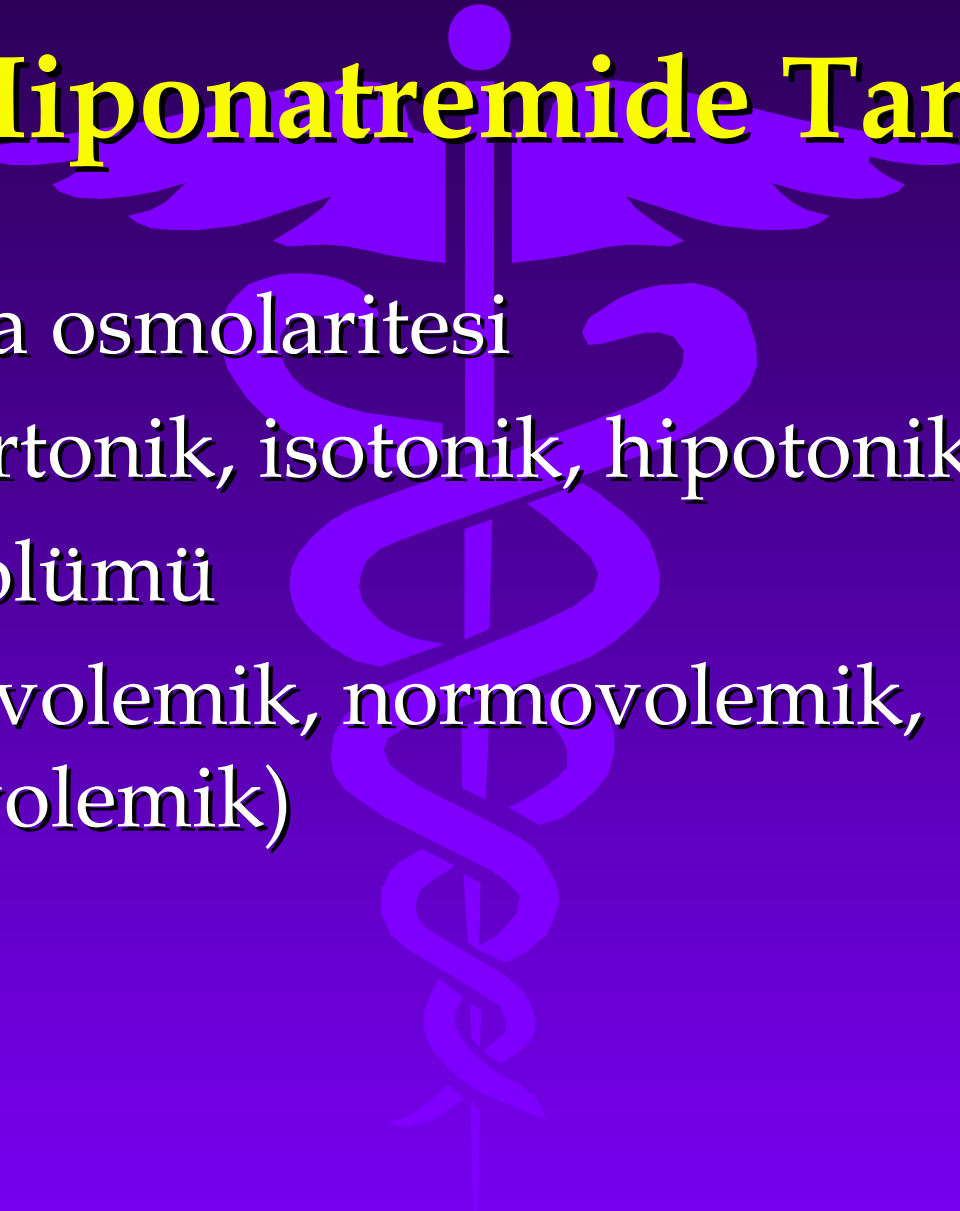


- Santral sinir sistem
(Beyin ödemi, bilinç değişikliği, ajitasyon, baş ağrısı, nöbet, koma)
- Kardiyovasküler sistem
(İntravasküler volüm azalması, şok gelişimine yatkınlık)
- Kas-İskelet sistemi
(Kas kramplar, güçsüzlük)
- Renal sistem
(Na tutulumunda artış)

Hiponatremide Tanı

- Na düşüklüğü gerçek?/sahte?
- Gerçek Na düşüklüğü var
=> plazma osmolaritesi ↓
Sahte Na düşüklüğü var
=> plazma osmolaritesi normal veya yüksek

Hiponatremide Tanı



- Plasma osmolaritesi
(Hipertonik, isotonik, hipotonik)
- ESS volümü
(Hipovolemik, normovolemik, hipervolemik)

Hipertonik Hiponatremi

(Plazma osmolaritesi > 295)

- ESS'da osmotik olarak aktif bileşiklerin artması sonucudur
- İSS'dan ESS'ya sıvı geçişi ve dilüsyonel hiponatremi
- Hiperglisemi
(Glukoz 100 mg/dl artma → Na 1.6-1.8 azalma)
- Mannitol uygulamaları
- Gliserol tedavisi

İsotonik Hiponatremi

(Plazma osmolaritesi 275-295)

- Psödohiponatremidir
- Kanda yüksek düzey lipid veya protein olması dilüsyonel hiponatremiye neden olur
- Hiperlipidemi
- Hiperproteinemi

(Multiple myelom, Waldenstrom makroglobulinemisi)

Hipotonik Hiponatremi

(Plazma osmolaritesi < 275)

- Hipovolemik
- Hipervolemik
- Normovolemik



- İdrar $\text{Na} > 20 \text{mEq/L}$
(Renal)

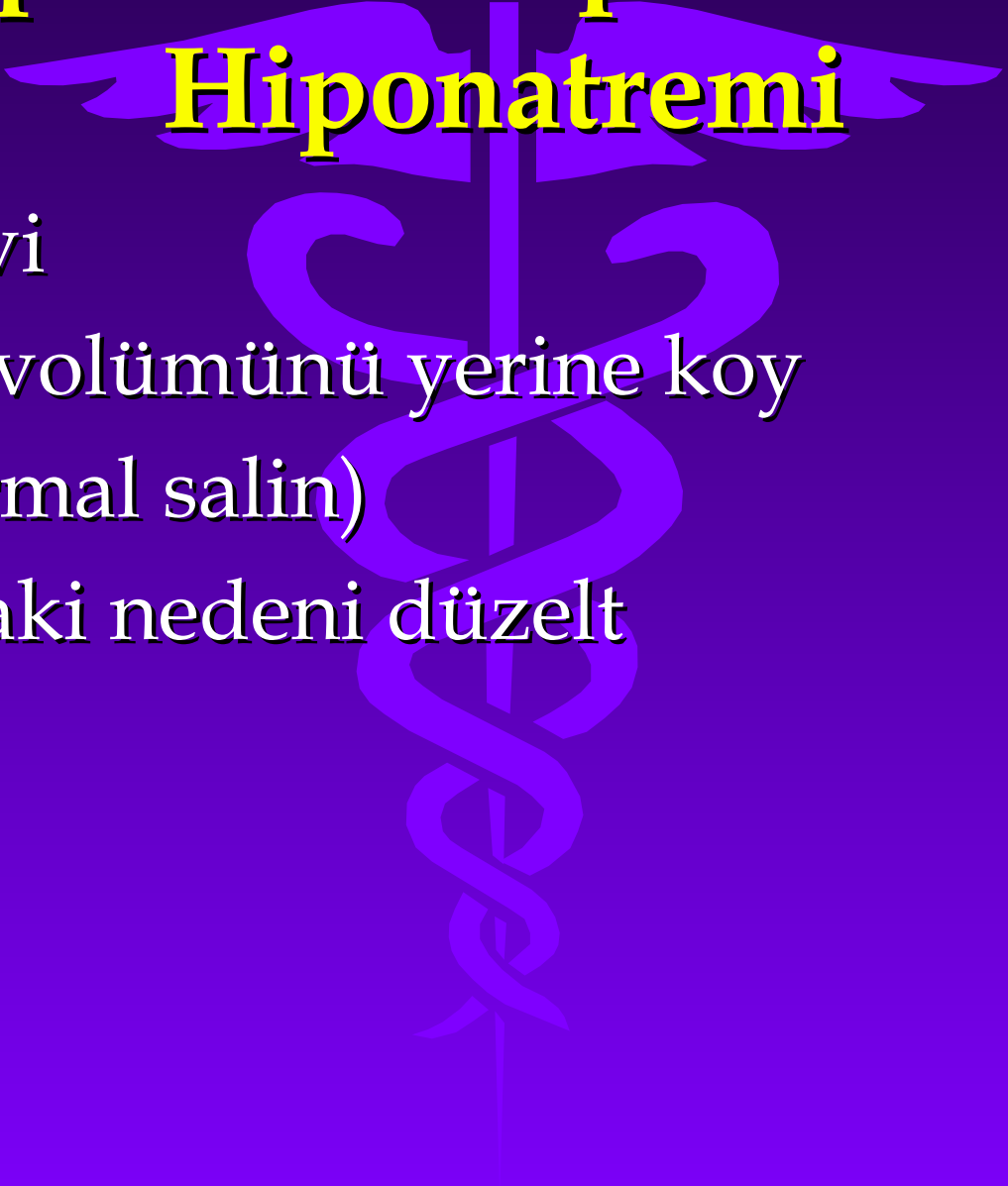
- İdrar $\text{Na} < 20 \text{mEq/L}$
(Extrarenal)

Hipotonik Hipovolemik Hiponatremi

- Renal nedenler (İdrar Na >20 mEq/L)
 - Diüretik kullanımı
 - Renal Tubuler Asidoz
 - Kronik renal yetmezlik
 - İnterstisyel nefrit
- Extrarenal nedenler (İdrar Na <20 mEq/L)
 - Hipotonik sıvılarla tedavi
 - Gastrointestinal kayıp
 - Üçüncü boşluklara kayıp
 - Terleme



Hipotonik Hipovolemik Hiponatremi



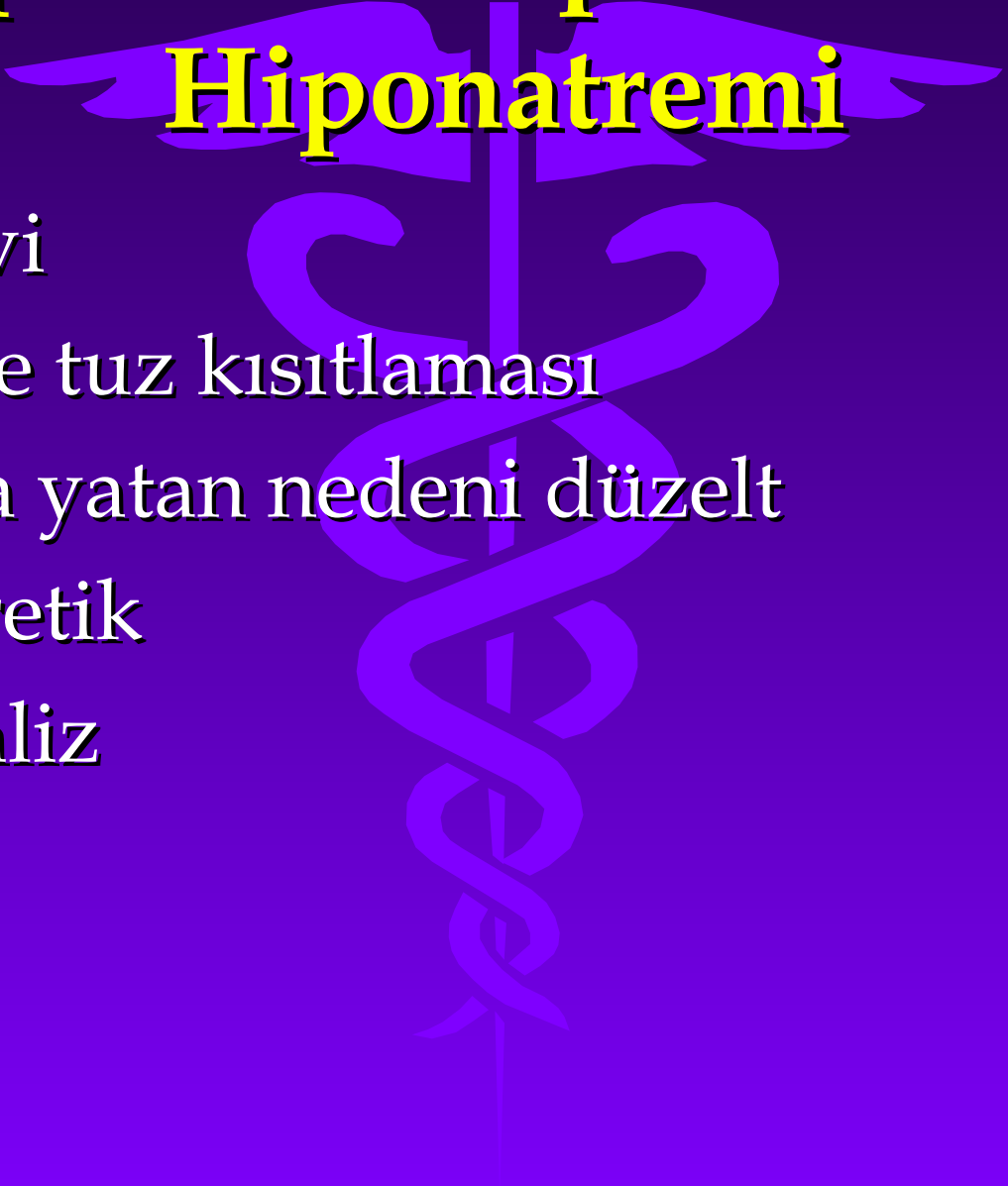
- Tedavi
 - ESS volümünü yerine koy
(normal salin)
 - Alttaki nedeni düzelt

Hipotonik Hipervolemik Hiponatremi

- Renal nedenler
 - Renal yetmezlik
- Extrarenal nedenler
 - Konjestif kalp yetmezliği
 - Nefrotik sendrom
 - Siroz



Hipotonik Hipervolemik Hiponatremi



- Tedavi
 - Su ve tuz kısıtlaması
 - Altta yatan nedeni düzelt
 - Diüretik
 - Diyaliz

Hipotonik Övolemik

Hiponatremi

- Volüm durumu normal
- Genellikle idrar $\text{Na} > 20\text{mEq/L}$
- Nedenleri
 - Uygunsuz ADH salınımı sendromu
 - Hipotroidi
 - Psikojenik polidipsi
 - Porfiri
 - İlaçlar (ADH, nikotin, sülfonilüreler, morfin, asetaminofen, karbamazepin, fenotiazin, kolşisin, klofibrat, vinkristin, MAO inhibitörleri)

Hipotonik Övolemik Hiponatremi



- Tedavi
 - Sıvı kısıtlanması
 - Altta yatan nedenin tedavisi

Uygunsuz ADH Sendromu

Tanı Kriterleri

- Hipotonik hiponatremi
- Normovolemik
- İdrar osmolaritesi $\uparrow$ (>200 mOsm/kg)
- İdrar Na $\uparrow$ (>20 mEq/L)
- Normal fonksiyonlar
(Adrenal/renal/kardiak/hepatik/tiroid)
- Su kısıtlamasına iyi yanıt

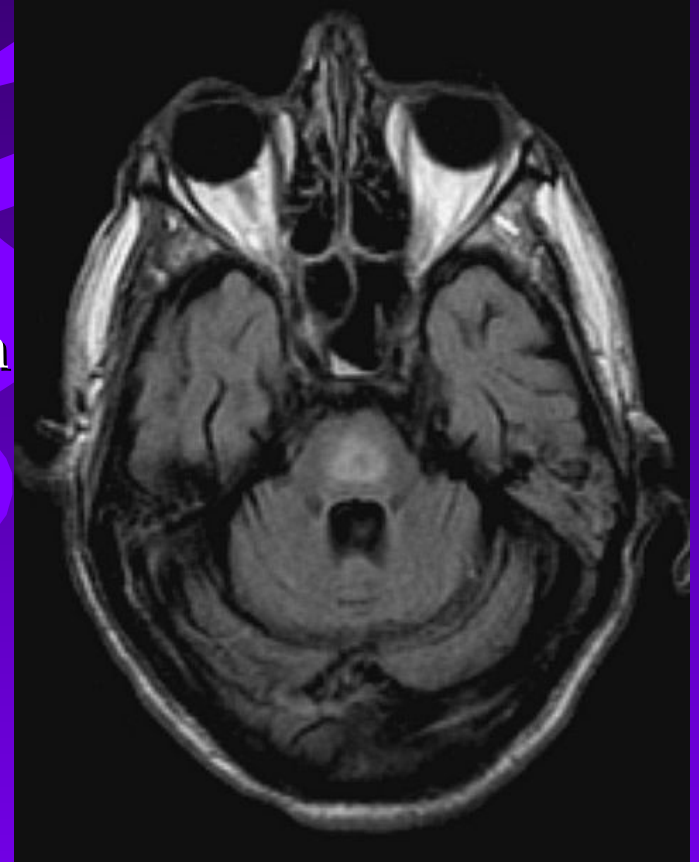
Hiponatremi Tedavi

- Ciddi hiponatremi ($<120\text{mEq/L}$)
- Hiponatremi gelişimi hızlı ($>0.5\text{mEq/L/sa}$)
- Nöbet-Koma

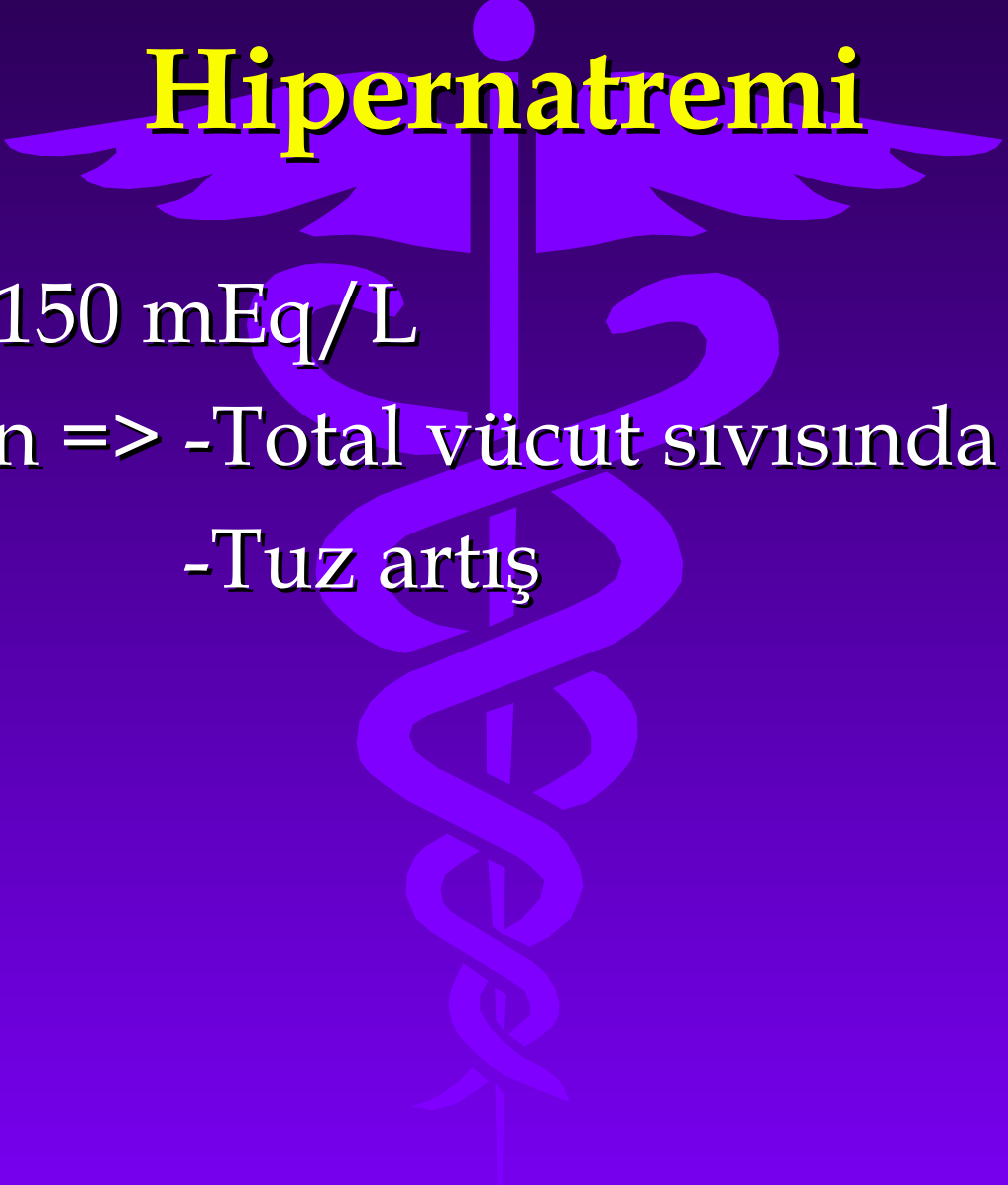
➡ %3 salin çözeltisi (513mEq/L)
(Plz. Na artışı $0.5-1\text{mEq/L/sa}$)

Santral Pontin Demyelinizasyon

- %2 oranında
- Kronik hiponatremide yatkınlık fazla
- Klinik
 - Bilinç düzeyinde dalgalanma
 - Davranış bozukluğu
 - Dizartri
 - Disfaji
 - Konvülsiyon
 - Psödobulbar palsi
 - Quadriparazi



Hipernatremi



- $\text{Na} > 150 \text{ mEq/L}$
- Neden => -Total vücut sıvısında azalma
-Tuz artış

Hipernatremi Nedenleri

- Sıvıda yetersizlik

(Su alamama/ yutamama, bozulmuş susama, artmış insensible kayıp)

- Aşırı Na

(İatrojenik fazla Na, primer aldosteronizm, cushing sendromu, peritoneal diyaliz, kusma, ishal, Gİ fistül, Diabetes insipidus, bozuk renal konsantrasyon, osmotik diürez, cilt kayıpları, ilaçlar)

- Esansiyel hipernatremi

Diabetes İnsipidus

- Santral Dİ (ADH salınımı) / Periferal Dİ (ADH'a renal yanıt) bozuk
- Ozmolaritesi ↓ idrar atılımı

(Dİ tanısında vazopressin testi)

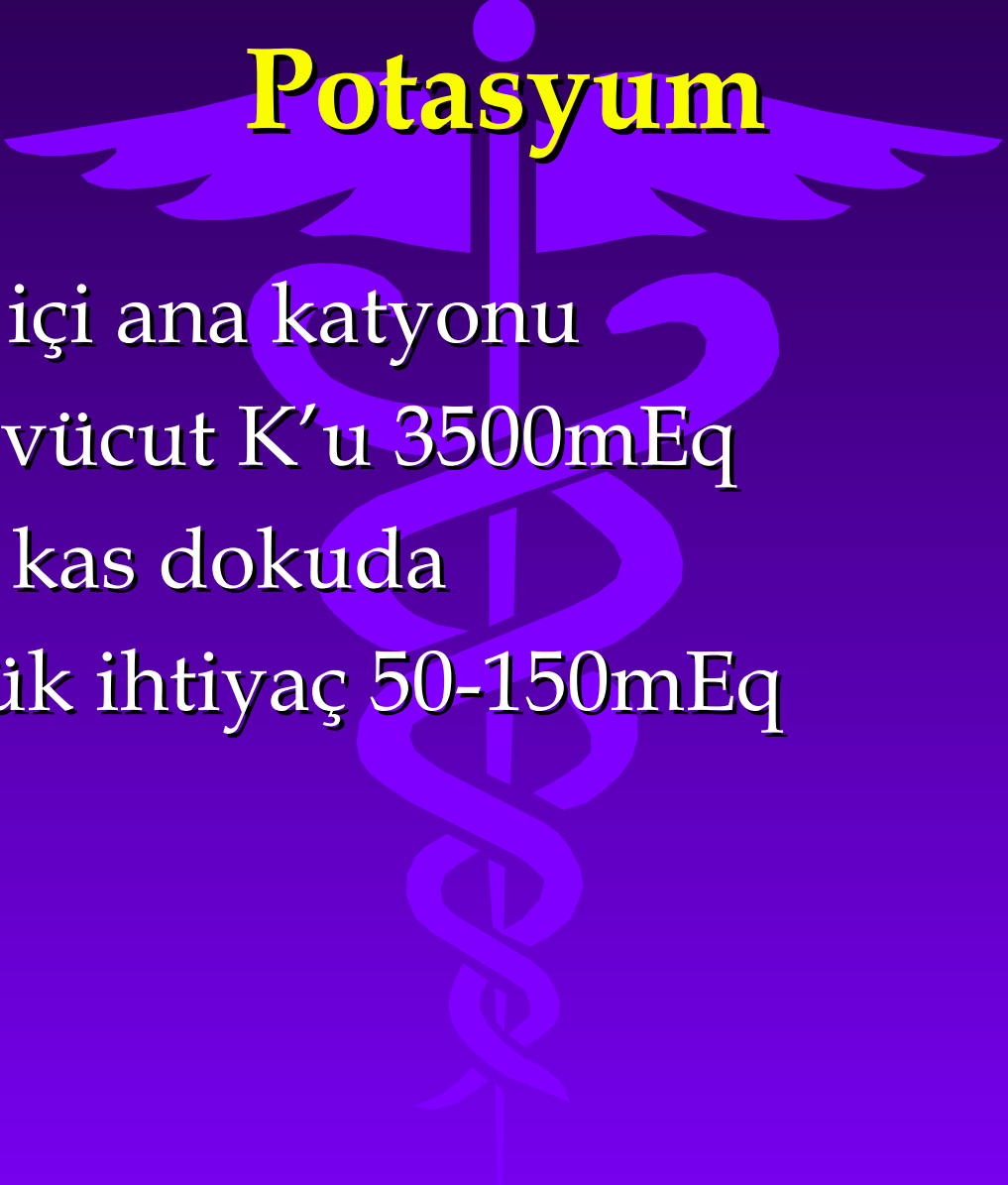
Hipernatremi

- $\text{Na} > 158 \text{ mEq/L} \Rightarrow \text{Semptom (+)}$
- Semptomlar $\Rightarrow$
 - Huzursuzluk
 - İrritabilite
 - Artmış kas tonusu
 - Nöbet
 - Koma
 - Ölüm

Hipernatremide Tedavi

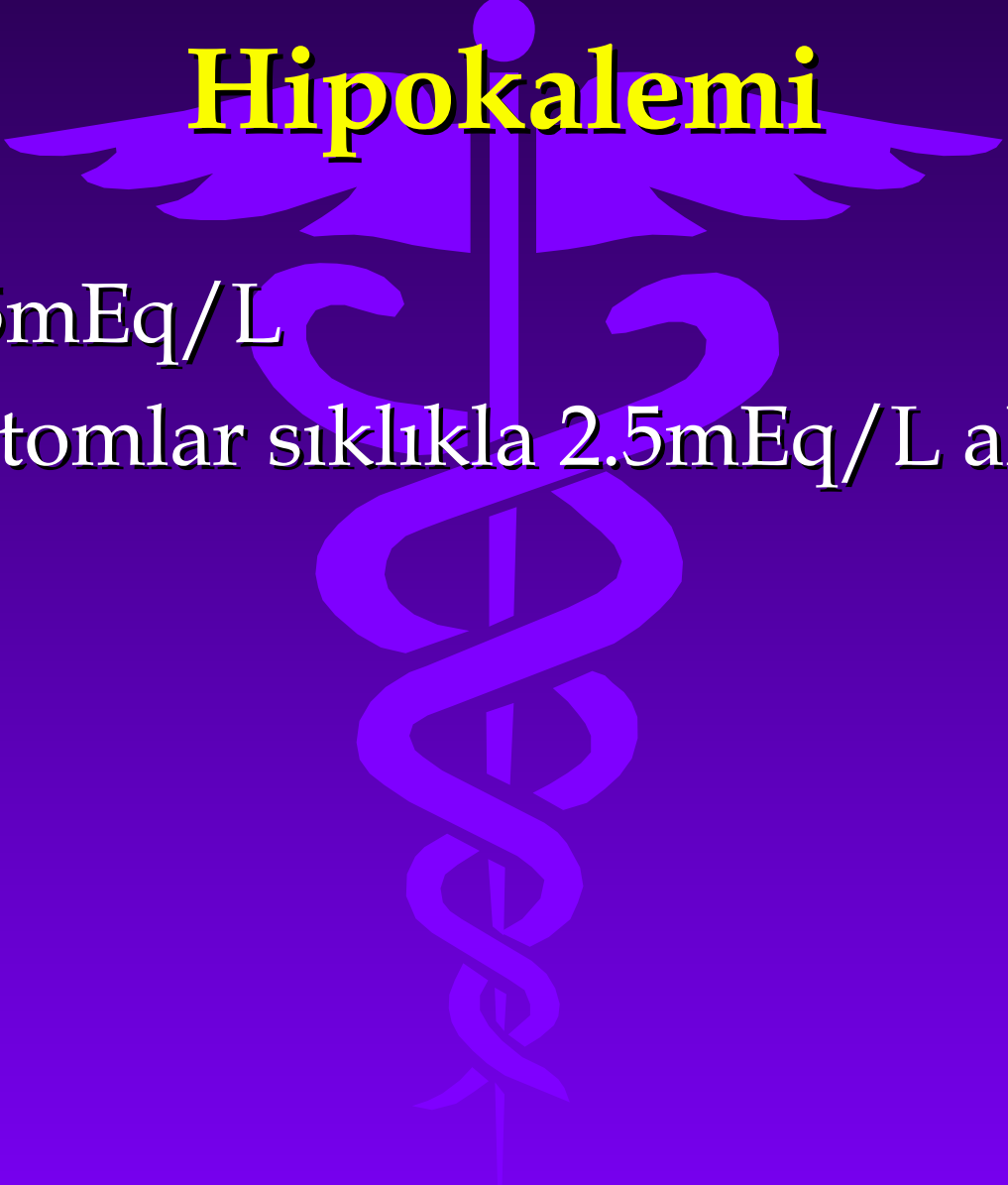
- Volüm kaybının düzeltilmesi
- Sıvı açığı= $\text{Plz.Na} - 140 / 140 \times 0.5 \times \text{kg}$
(Ör : $\text{Sıvı açığı} = 160 - 140 / 140 \times 0.5 \times 70 = 5 \text{ L}$)
- Plazma Na azalması 10-15mEq/L/gün olmalı

Potasyum



- Hüce içi ana katyonu
- Total vücut K' u 3500mEq
- %75'i kas dokuda
- Günlük ihtiyaç 50-150mEq

Hipokalemi



- $K < 3.5 \text{ mEq/L}$
- Semptomlar sıklıkla 2.5 mEq/L altında

Hipokalemi Nedenleri

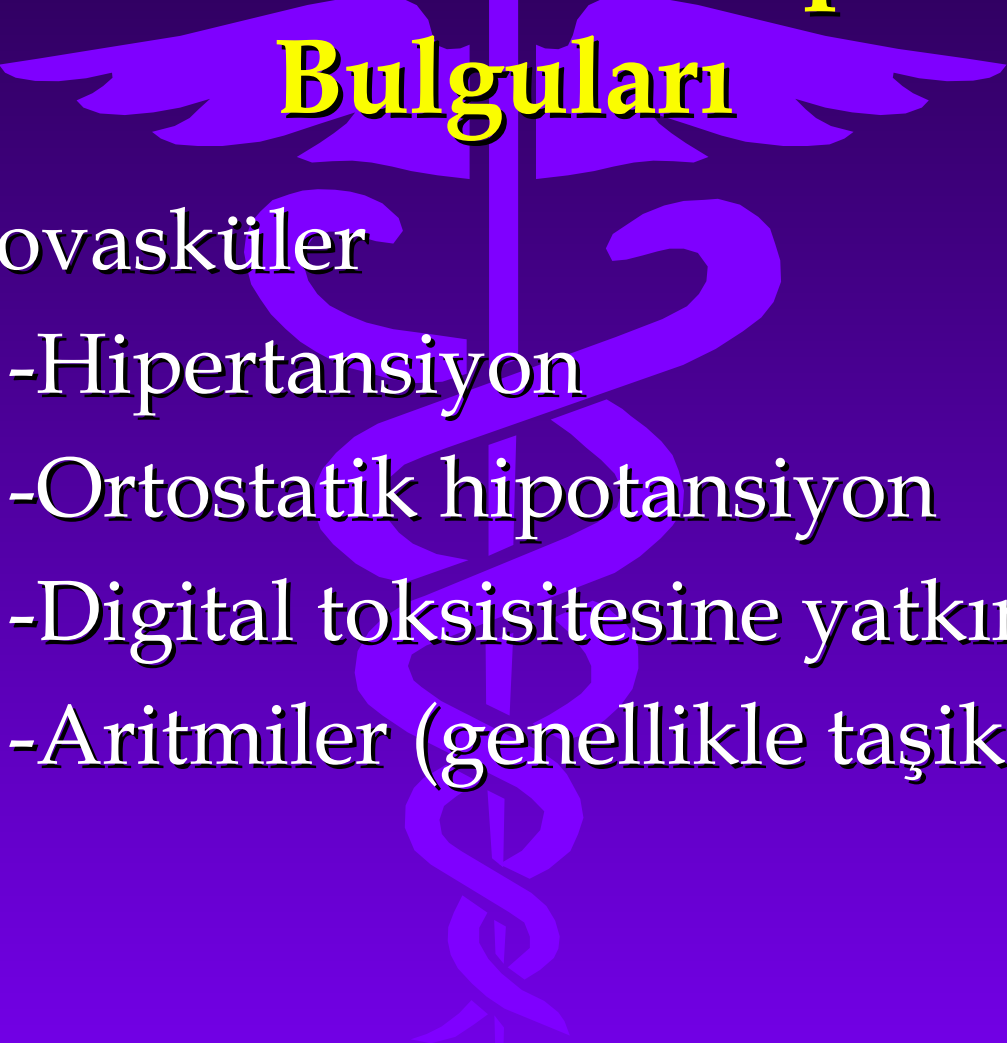
- İntraselüler şift
(Alkalozis, artmış plazma insülin, Beta-adrenerjik, hipokalemik periyodik hipokalemi)
- Azalmış alım
- GİS kayıpları
(Kusma, nazogastrik kayıp, diare, malabsorpsiyon, enterik fistül)
- Renal kayıplar
(Diüretik, pr/sec aldesteronizm, renal tübüler asidoz, osmotik diürez)
- İlaç ve toksinler
(Penisilin, karbenisilin, amfoterisin-B, lityum, dopamin)
- Terle kayıp
- Diğer
(Hipomagnezemi, akut lösemi)

Hipokalemi Semptom ve Bulguları



- Kardiovasküler
- Nöromusküler
- Gİ
- Renal
- Endokrin

Hipokaleminin Semptom ve Bulguları

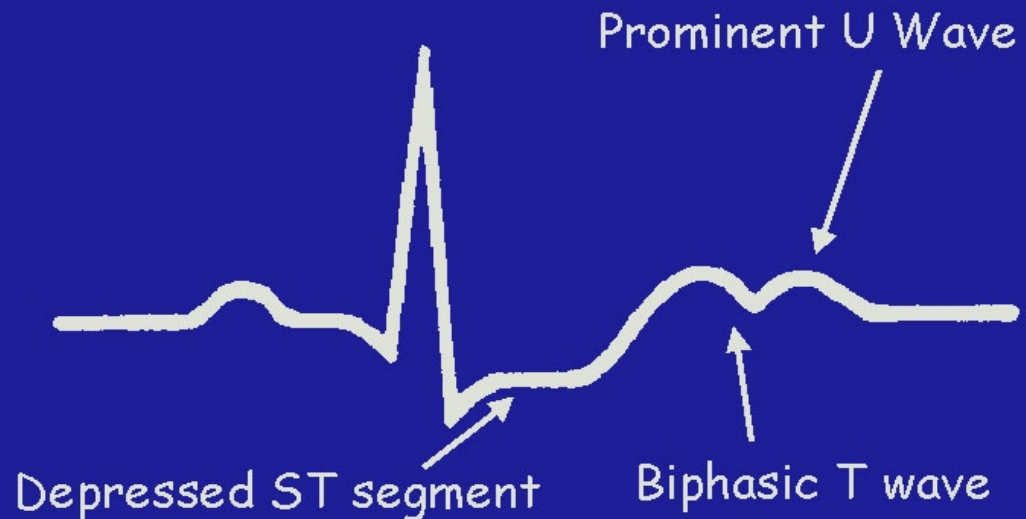


- Kardiovasküler
 - Hipertansiyon
 - Ortostatik hipotansiyon
 - Digital toksisitesine yatkınlık
 - Aritmiler (genellikle taşikardi)

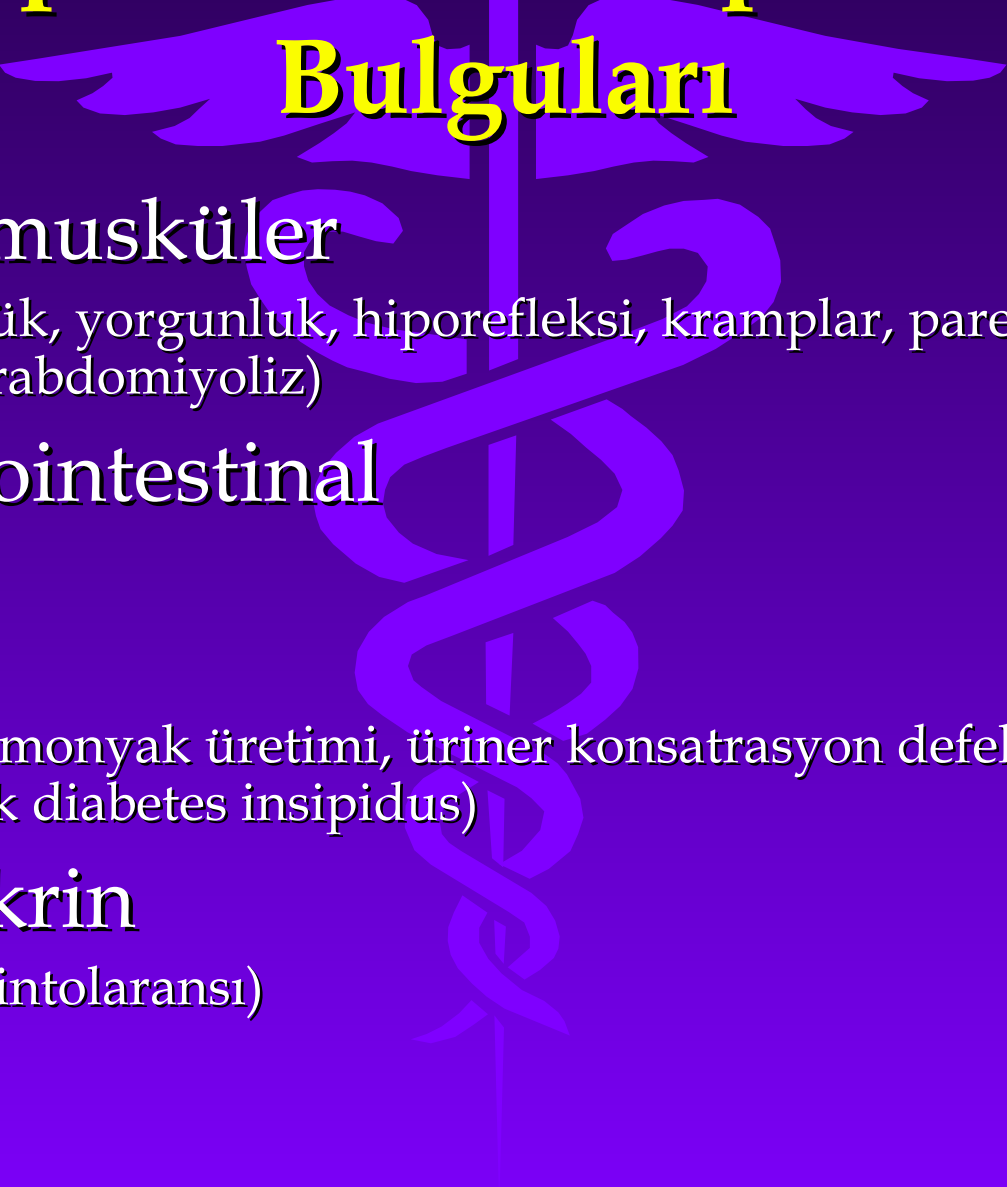
Hipokalemiye EKG değişiklikleri

- U dalgasında belirgenleşme
- T dalgasında düzleşme
- ST depresyonu

ECG Pattern of Hypokalemia



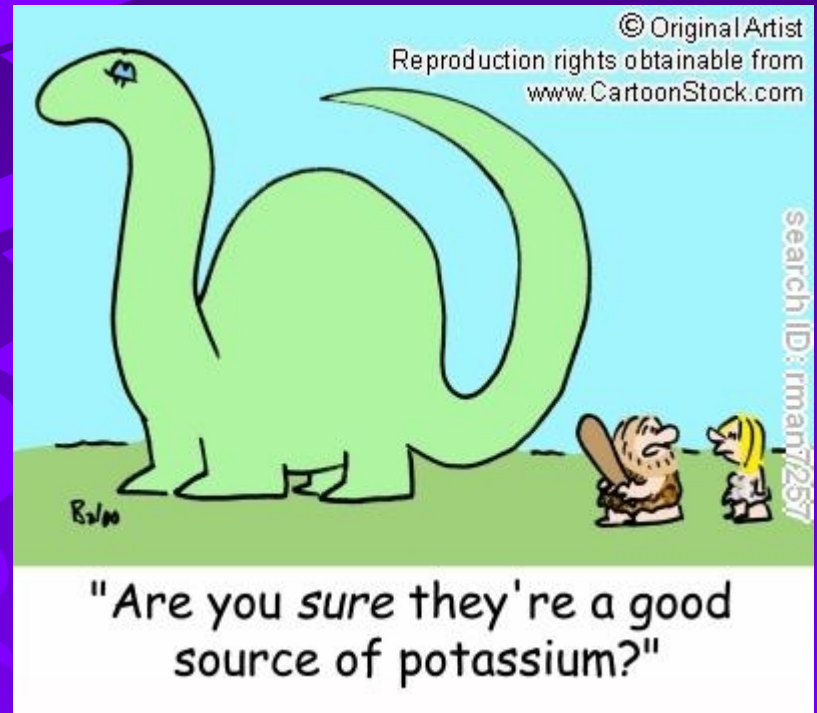
Hipokalemi Semptom ve Bulguları



- **Nöromusküler**
(Güçsüzlük, yorgunluk, hiporefleksi, kramplar, parestezi, paralizi, rabdomiyoliz)
- **Gastrointestinal**
(İleus)
- **Renal**
(Artmış amonyak üretimi, üriner konsatrasyon defekti, nefrojenik diabetes insipidus)
- **Endokrin**
(Glukoz intolaransı)

Hipokalemiye Tedavi

- Stabil hastalarda oral potasyum
- 20mEq her 30-60 dk



Hipokalemi Tedavi

- Aritmi veya ciddi hipokalemi ($K < 2.5 \text{mEq}$) $\Rightarrow$ IV tedavi
- IV tedavide 10-20mEq/saat (max 40mEq/saat) hızda
 - 1 litre sıvı içine max 40mEq
 - $> 20 \text{mEq/saat} \Rightarrow$ monitörizasyon

Hiperkalemi

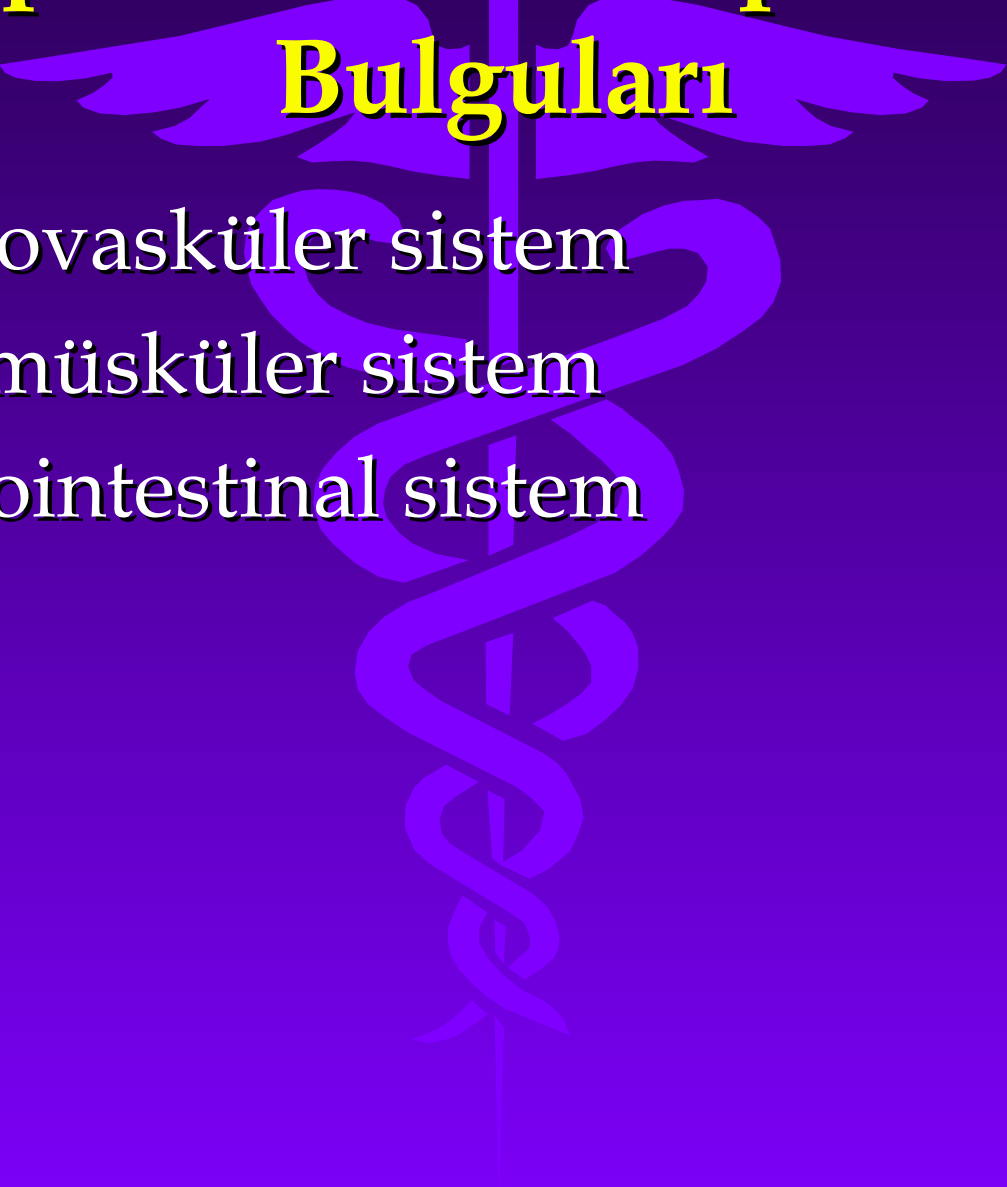


- $K > 5.5 \text{ mEq/L}$
- $6-7 \text{ mEq/L}$ orta hiperkalemi
- $> 7 \text{ mEq/L}$ ciddi hiperkalemi

Hiperkalemi Nedenleri

- Psödohiperkalemi
(Turnike uygulanması, hemoliz, lökositozis, trombositozis)
- Extrasellüler K şifti
(Asidoz, ağır egzersiz, beta-blokaj, insülin dengesizliği, digital intoksikasyonu, hiperkalemik periyodik paralizi)
- K aşırı alımı
(K zengin gıda, IV K, K içeren ilaçlar, hemoliz, kemoterapi, rabdomiyoliz, geniş doku nekrozu)
- Azalmış K atılımı
(Renal yetmezlik, K tutucu diüretikler, ACE inhibitörleri, aldesteron dengesizliği, psödohipoaldesteronizm, SLE, obstrüktif üropati, tip IV RTA)

Hiperkalemi Semptom ve Bulguları



- Kardiovasküler sistem
- Nöromusküler sistem
- Gastrointestinal sistem

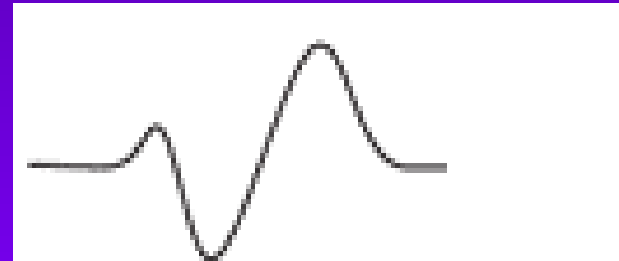
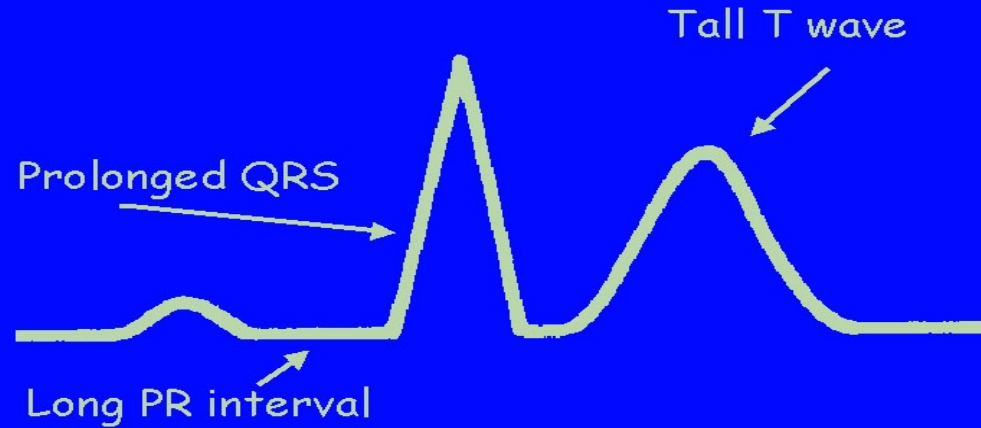
Hiperkalemi Semptom ve Bulguları

- Kardiovasküler sistem etkileri
 - Ritim problemleri
 - => Ventriküler fibrilasyon
 - Tam blok
 - Asistol
 - EKG değişiklikleri

Hiperkalemide EKG Değişiklikleri

- 6.5-7.5mEq/L
 - PR mesafesinde uzama
 - T sivriliği
 - QT kısalması
- 7.5-8.0mEq/L
 - P düzleşmesi
 - QRS genişlemesi
- 10-12mEq/L
 - QRS'in sinuzoidal paterni

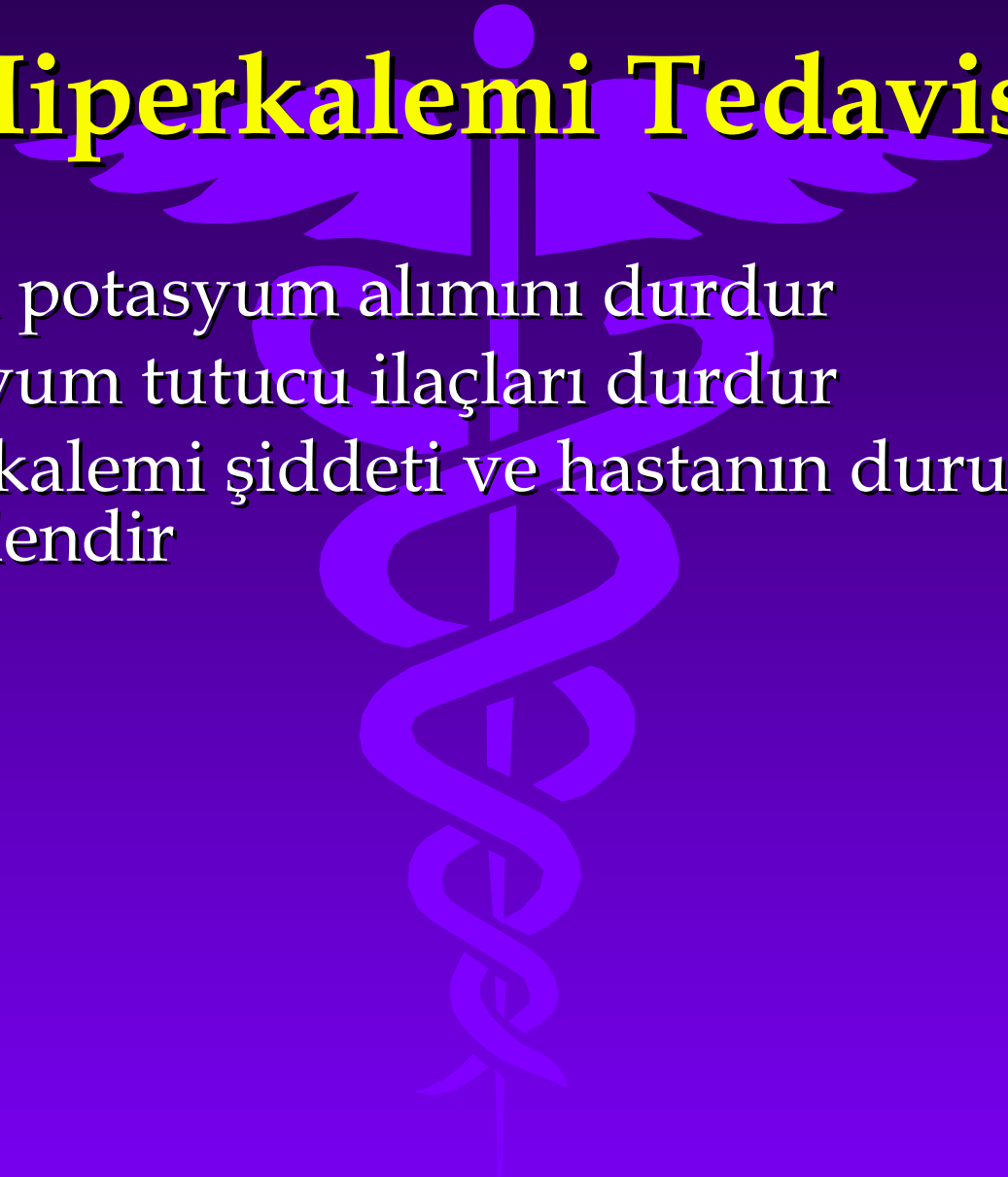
ECG Pattern of Hyperkalemia



Hiperkalemi Semptom ve Bulguları

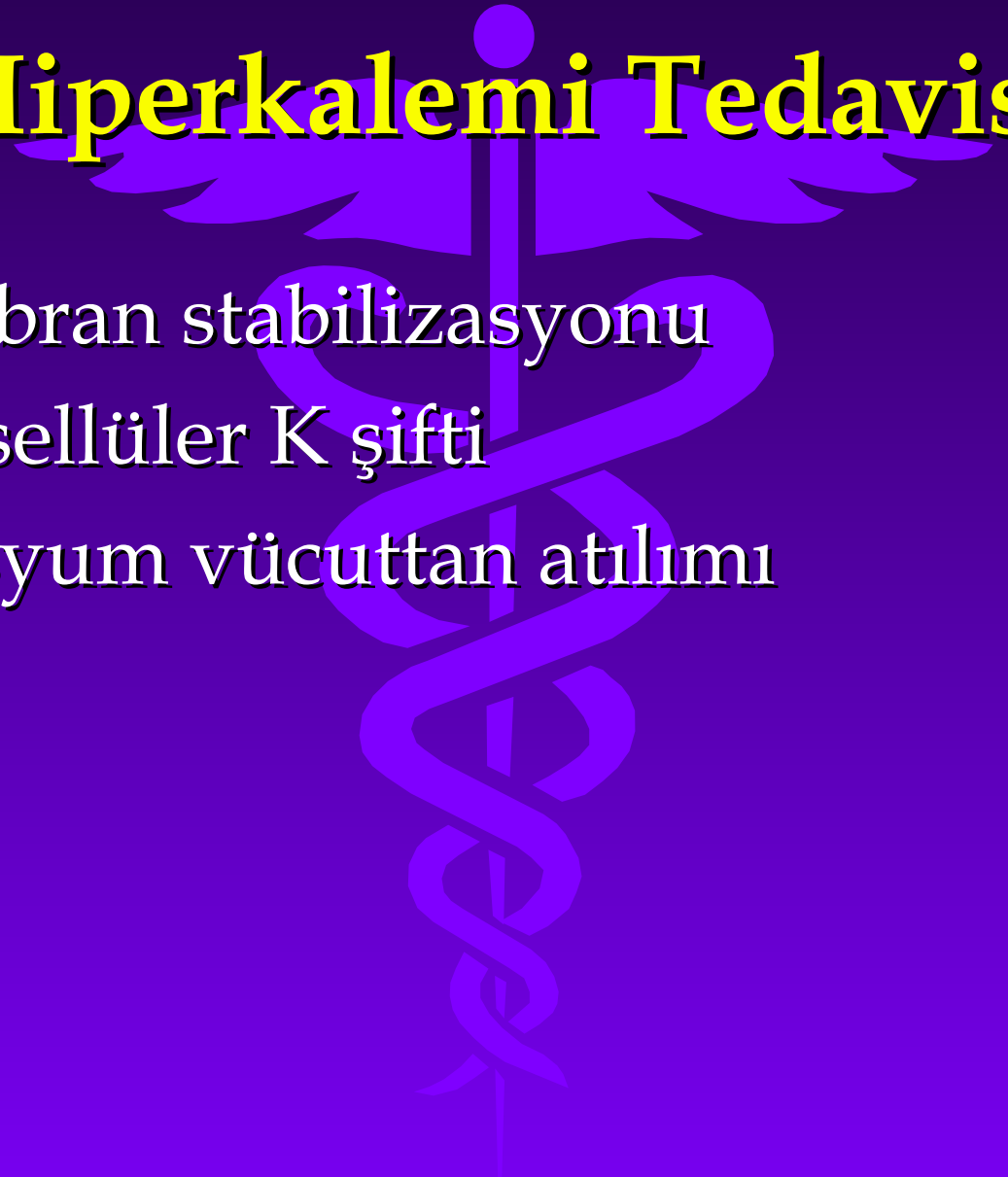
- Nöromusküler sistem
 - => Güçsüzlük
 - Parastezi
 - Arefleksi
 - Assenden paralizi
- Gastrointestinal sistem
 - => Bulantı
 - Kusma
 - Diare

Hiperkalemi Tedavisi



- Harici potasyum alımını durdur
- Potasyum tutucu ilaçları durdur
- Hiperkalemi şiddeti ve hastanın durumunu değerlendir

Hiperkalemi Tedavisi



- Membran stabilizasyonu
- İntrasellüler K şifti
- Potasyum vücuttan atılımı

Hiperkalemi Tedavisi

- Relatif Hiperkalemi ($5-6\text{mEq/L}$) & Asemptomatik
 - => Altta yatan neden belirlenmeli ve tedavi edilmeli
 - => -Diüretik (furosemid $40-80\text{ mg IV}$)
-Kayeksalat $15-30\text{ gr oral}$

Hiperkalemi Tedavisi

- Orta düzeyde hiperkalemi(6-7mEq/L)
 - Glukoz&insülin:
25gr glukoz(50 ml D50) + 10 U insülin /30 dk
 - Na HCO₃:
50-100mEq IV / 5 dk
 - Albuterol (nebulize):
10-20 mg / 15 dk

Hiperkalemi Tedavisi

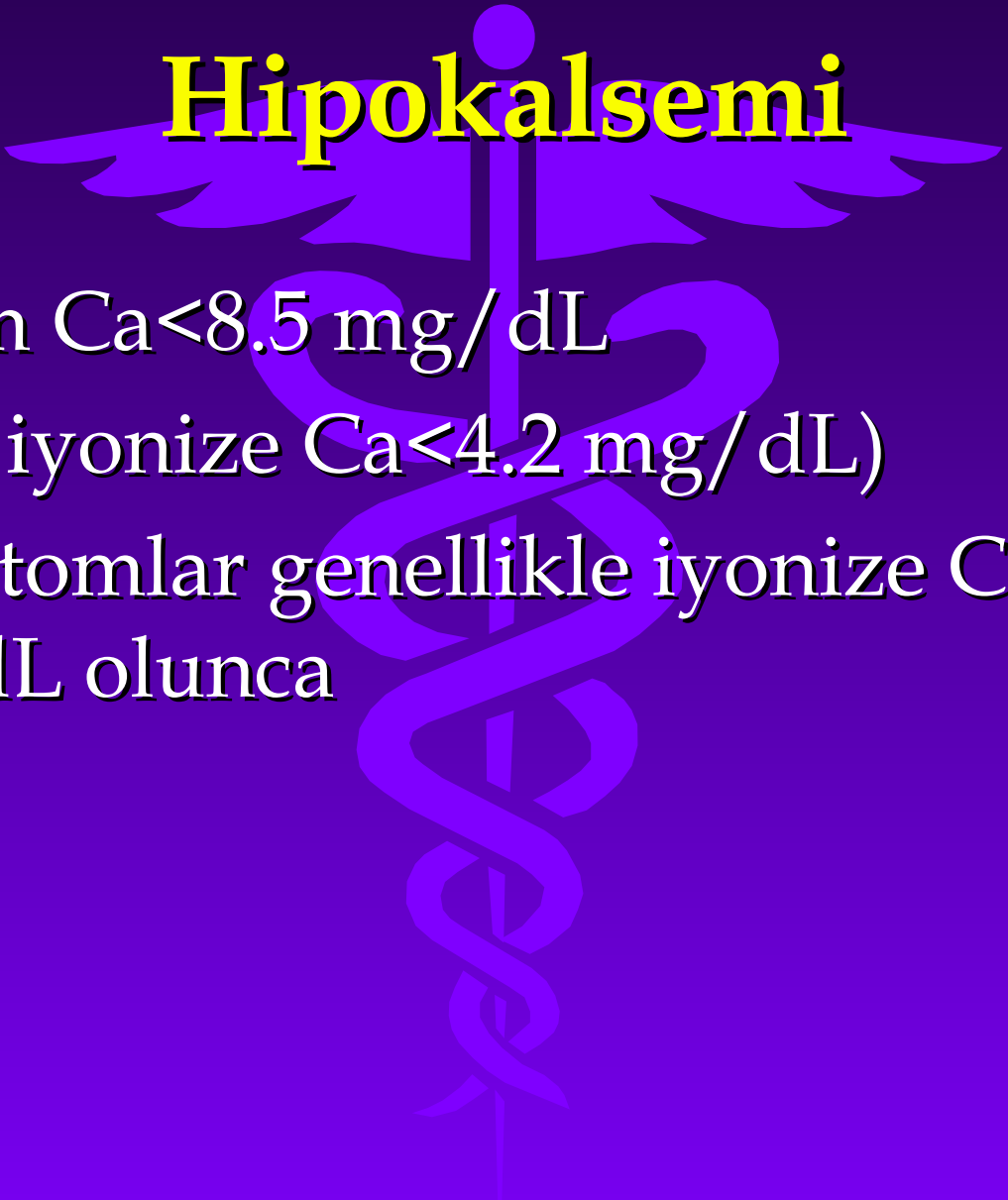
- Ciddi düzeyde hiperkalemi (>7 mEq/L)
 - Ca klorid (%10):
500-1000 mg IV / 5 dk
 - Na HCO₃:
50 mEq IV / 5 dk
 - Glukoz&İnsülin:
25 g (50 ml D50) + 10 U insülin / 30 dk
 - Albuterol (nebulize):
10-20 mg /15 dk
 - Furosemid:
40-80 mg IV
 - Kayekselat:
15-50 gr oral
 - Diyaliz

Kalsiyum

- Normal serum düzeyi 8.5-10.5 mg/dL
- PTH, vit-D ve kalsitonin
- Aktif olan iyonize Ca
- Albümin düzeyinde 1 gr/dL ↓
=> Total Ca düzeyinde 0.8 mg/dL ↓

Düzeltilmiş Ca = Hastanın Ca + [(4 – Hasta alb.) x 0.8]

Hipokalsemi

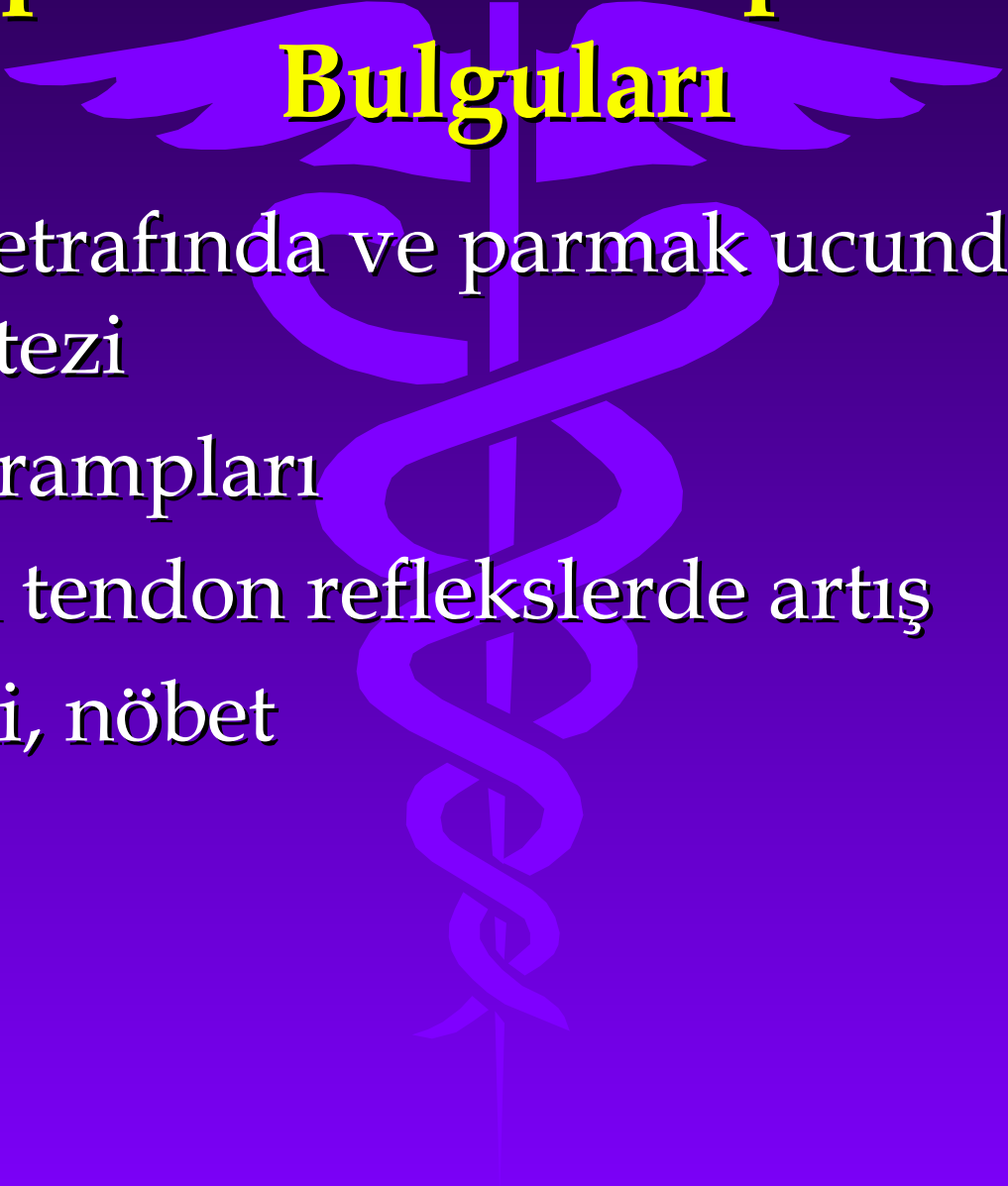


- Serum Ca < 8.5 mg/dL
(veya iyonize Ca < 4.2 mg/dL)
- Semptomlar genellikle iyonize Ca < 2.5 mg/dL olunca

Hipokalsemi Nedenleri

- Azalmış absorbsiyon
(Vit-D eksikliği, malabsorbsiyon sendromu)
- Artmış kayıp
(Alkolizim, kronik renal yetmezlik, diüretikler)
- Endokrin bozukluklar
(Hipoparatiroidi, psödohipoparatiroidi)
- İlaçlar
(Fosfatlar, fenitoin, gentamisin, sisplatin, heparin, teofilin, protamin, glukagon, norepinefrin, sitrat, diüretikler, glukokortikoid, Mg sülfat, Na nitroprussid)
- Diğer
(Sepsis, Akut pankreatit, masif transfüzyon, hipomagnezemi, rabdomiyoliz)

Hipokalsemi Semptom ve Bulguları



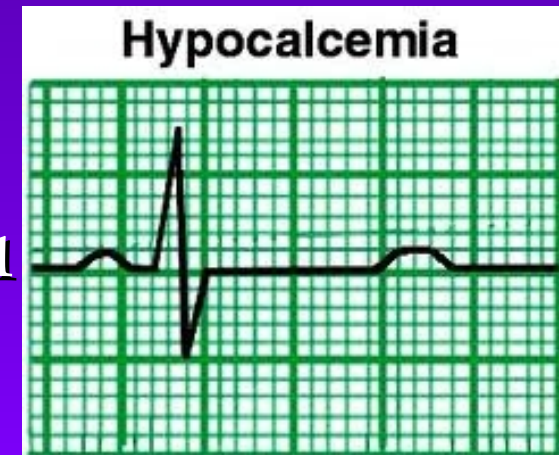
- Ağız etrafında ve parmak ucunda parastezi
- Kas krampları
- Derin tendon reflekslerde artış
- Tetani, nöbet

Hipokalsemi Semptom ve Bulguları

- Chvostek-Trousseau bulgusu



- EKG değişikliği
=> Uzun QT
ST segment uzaması



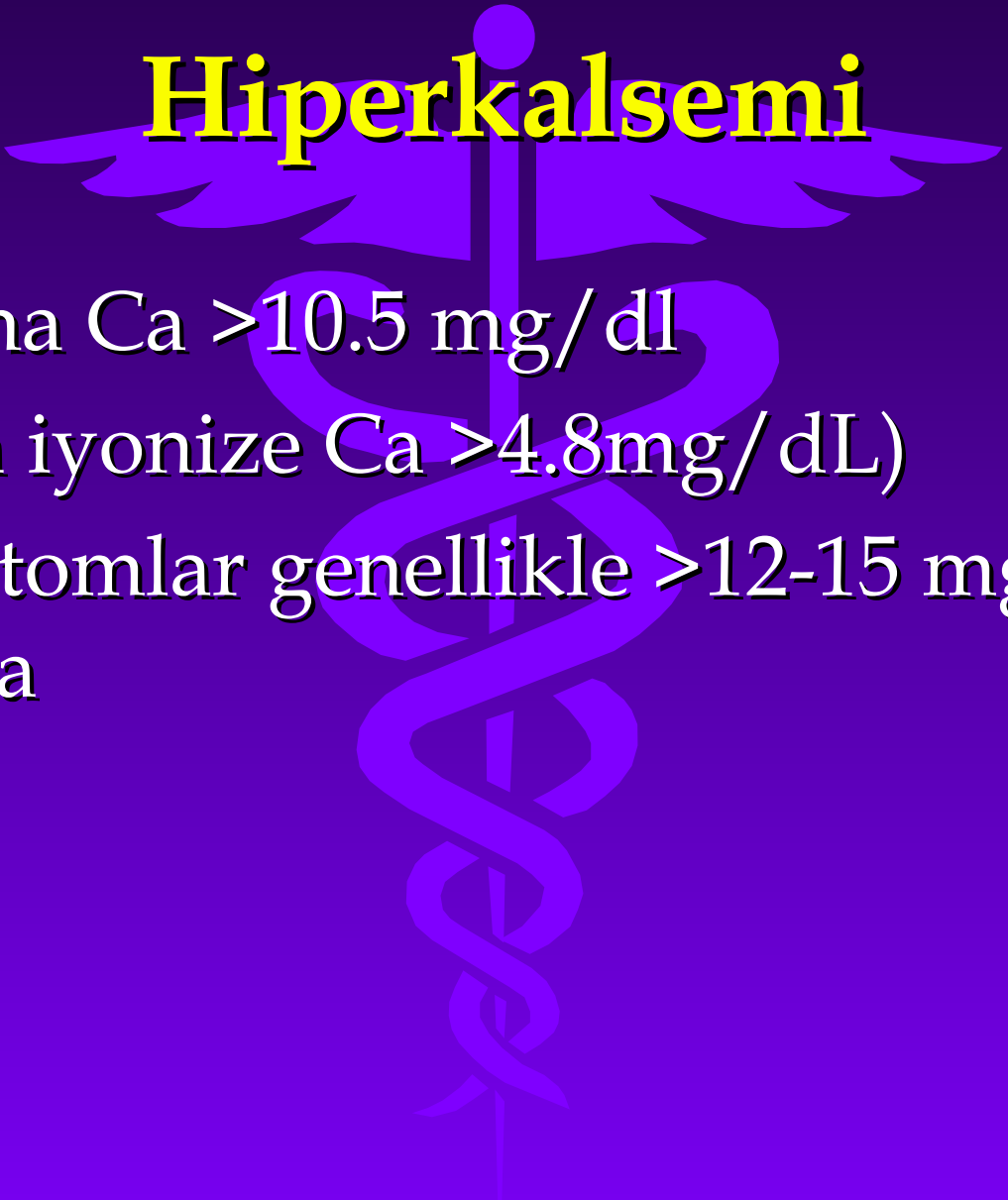
Hipokalsemi Tedavisi

- Asemptomatik veya hafif veya uzamış hipokalsemi (>10-14 gün) varsa
=> Oral tedavi
(1500-3000 mg Ca / gün)

Hipokalsemide Tedavi

- Semptomatik veya ciddi hipokalsemi
=> IV Ca
(10 ml %10'luk CaCl_2 IV / 20 dk
ardından 0.02ml/kg/sa infüzyon)
- Magnezyum

Hiperkalsemi



- Plazma Ca >10.5 mg/dl
(veya iyonize Ca >4.8 mg/dL)
- Semptomlar genellikle $>12-15$ mg/dL olunca

Hiperkalsemi Nedenleri

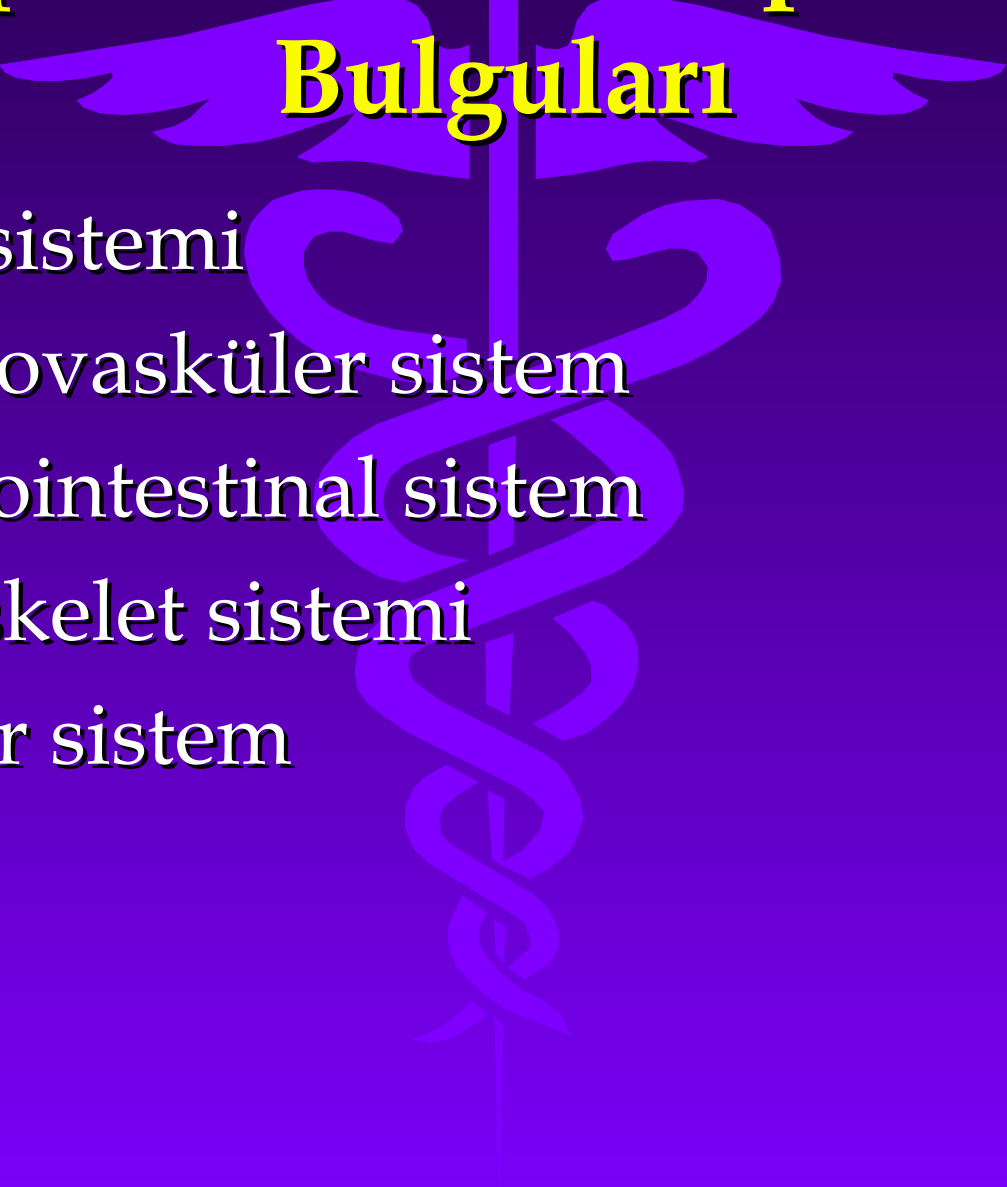
- Malignansi
(Akciğer, göğüs, böbrek, lösemi, myelom)
- Endokrinopati
(Primer hiperparatiroidi, hipertiroidizm, feokromasitoma, adrenal yetmezlik, akromegali)
- İlaçlar
(Hipervitaminoz A-D, tiazid, lityum)
- Granülomatöz hastalıklar
(Sarkoidoz, tüberküloz, histoplazmoz, koksidiomikoz)
- İmmobilizasyon
- Diğer
(Paget hastalığı, postrenal transplantasyon)

Hiperkalsemi Semptom ve Bulguları

- Güçsüzlük, yorgunluk, polidipsi, dehidratasyon
- Konjuktivit
- Bant keratopati
- Pruritis

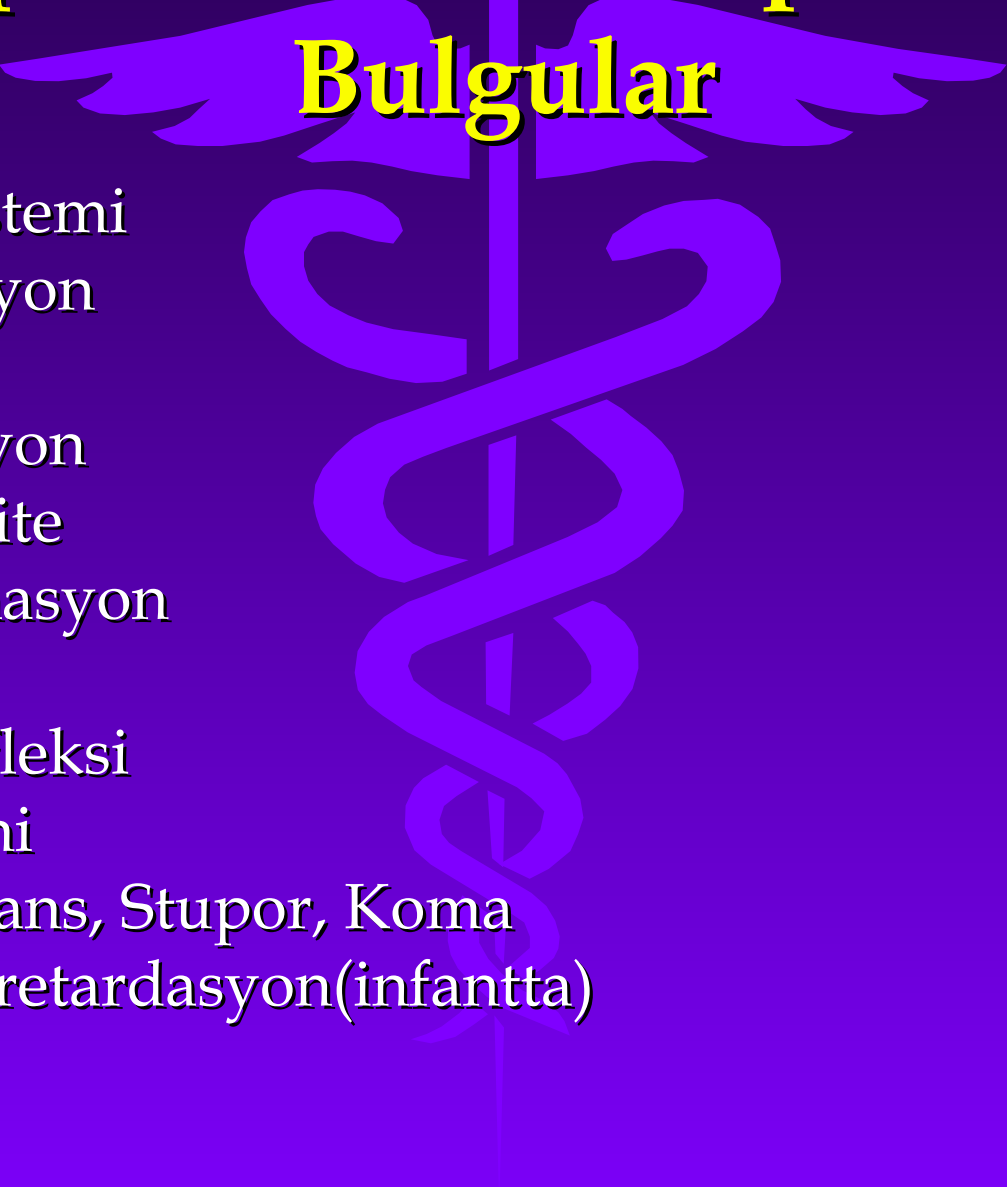


Hiperkalsemi Semptom ve Bulguları



- Sinir sistemi
- Kardiovasküler sistem
- Gastrointestinal sistem
- Kas iskelet sistemi
- Üriner sistem

Hiperkalsemi Semptom ve Bulgular



- Sinir sistemi
 - Konfüzyon
 - Apati
 - Depresyon
 - İrritabilite
 - Halüsinasyon
 - Ataksi
 - Hiporefleksi
 - Hipotoni
 - Somnolans, Stupor, Koma
 - Mental retardasyon(infantta)

Hiperkalsemi Semptom ve Bulgular

- Kardiovasküler sistem
 - Hipertansiyon
 - Aritmi (bradikardi, 2-3. derece blok)
 - Vasküler kalsifikasyon
 - EKG anormallikleri
 - => ST depresyonu
 - ST kısalması
 - QT kısalması
 - T dalgasında genişleme

Hiperkalsemi Semptom ve Bulgular



- Gastrointestinal sistem

(Anoreksi, bulantı, kusma, konstipasyon, karın ağrısı, peptik ülser, pankreatit)

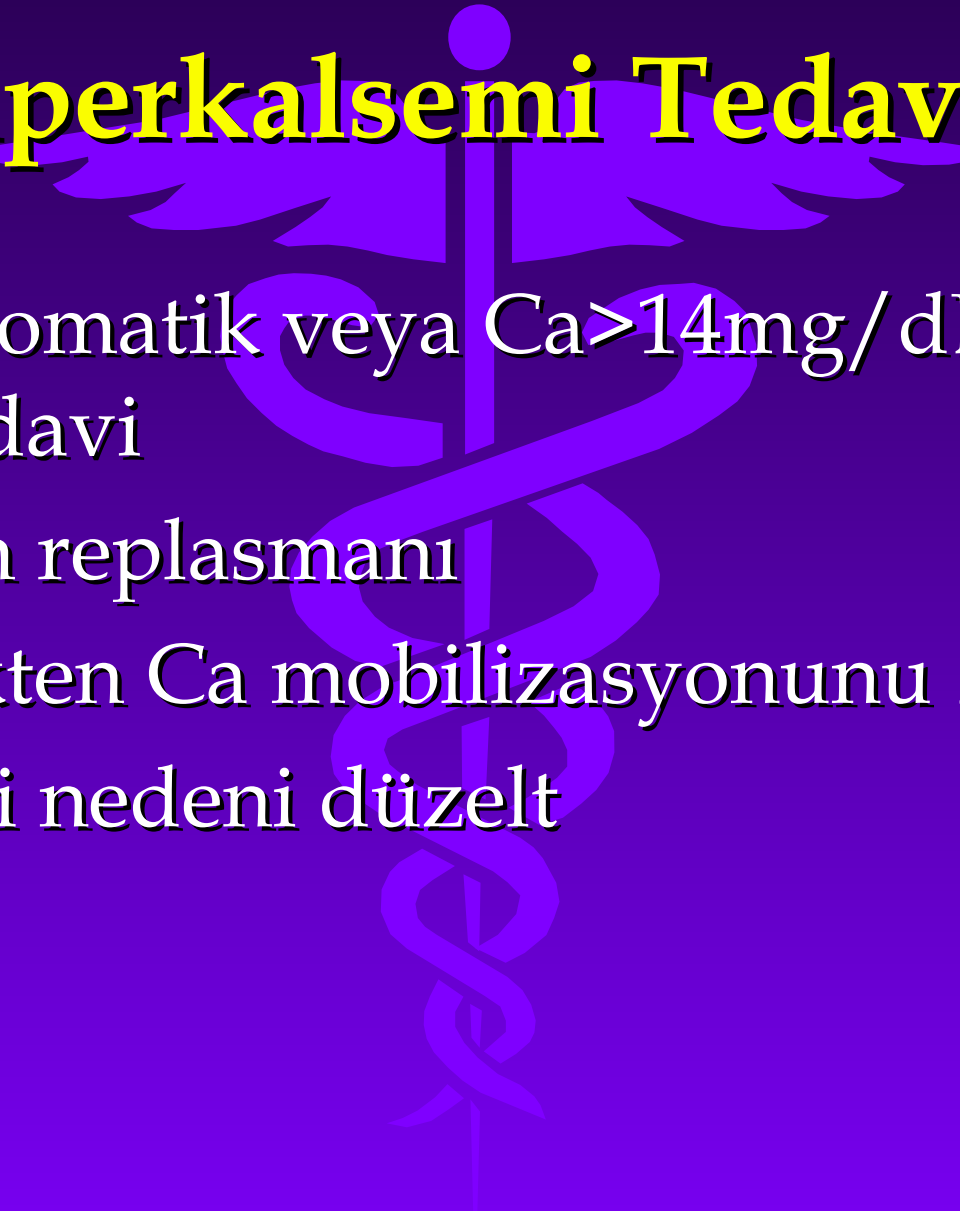
- Üriner sistem

(Poliüri, noktüri, renal yetmezlik, nefrolitiyazis)

- Kas iskelet sistemi

(Kırıklar, kemik ağrıları, deformiteler)

Hiperkalsemi Tedavisi



- Semptomatik veya $\text{Ca} > 14 \text{ mg/dL}$
=> Tedavi
- Volüm replasmanı
- Kemikten Ca mobilizasyonunu ↓
- Alttaki nedeni düzelt

Hiperkalsemiye Tedavi

- Bifosfonatlar

=> - Pamidronat

(90mg/24sa IV)

-Etidronat

(7.5mg/kg/ gün IV)

-Zoledronik asit

(4mg/15dk IV)

Hiperkalsemi Tedavisi

- Artık kullanılmayan

=> Diüretikler

Mitramisin



Gallium

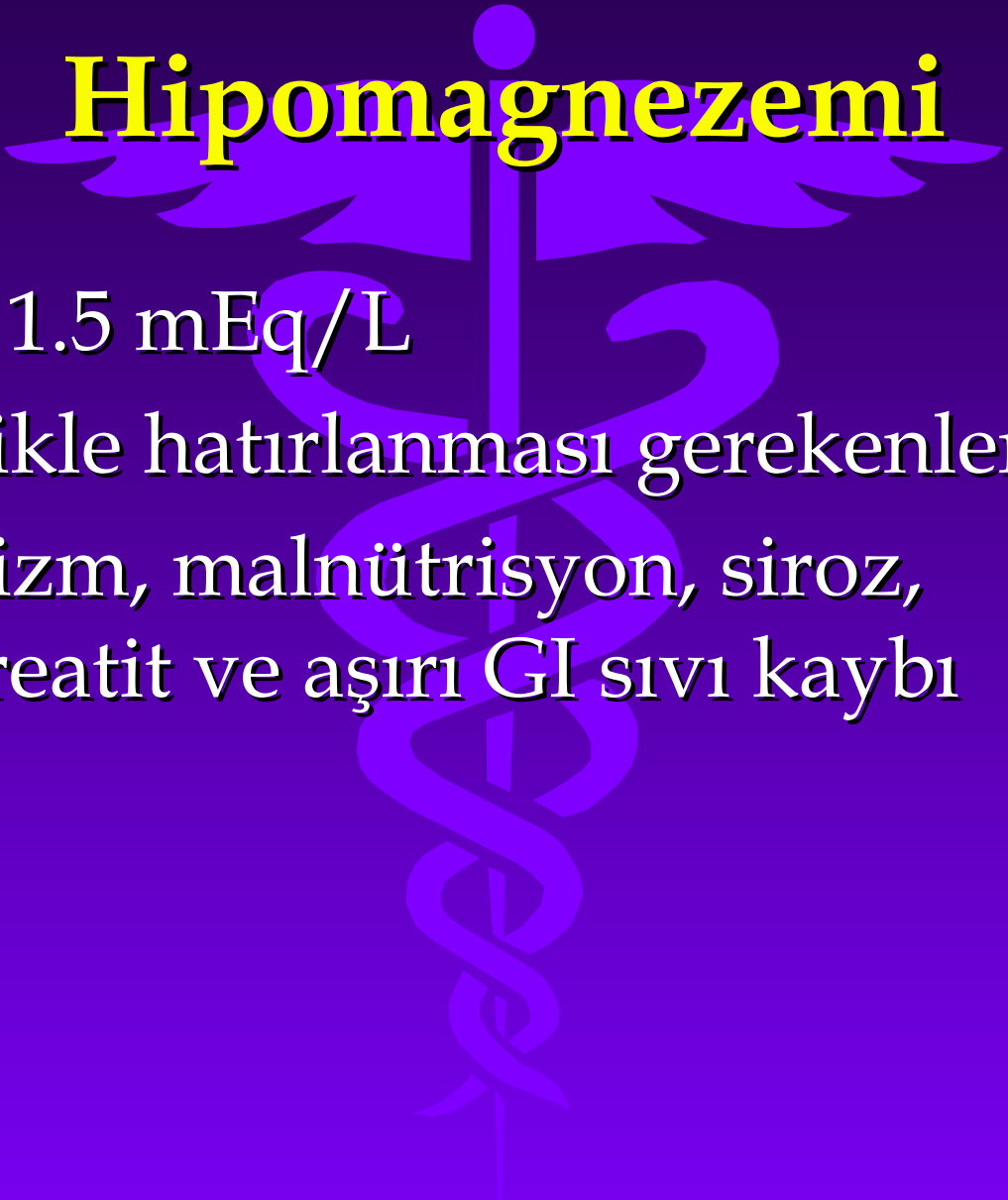
IV Fosfatlar

Magnezyum



- Normal değerleri 1.5-2.5 mEq/L
- Görev aldığı reaksiyonlar
 - Enzim reaksiyonları
 - ATP üretimi
 - Protein sentezi
 - Koagülasyon
 - Platelet agregasyonu
 - Nöromusküler aktivite

Hipomagnezemi



- $Mg < 1.5 \text{ mEq/L}$
- Özellikle hatırlanması gerekenler
Alkolizm, malnütrisyon, siroz,
pankreatit ve aşırı GI sıvı kaybı

Hipomagnezemi Nedenleri

- Artmış kayıp

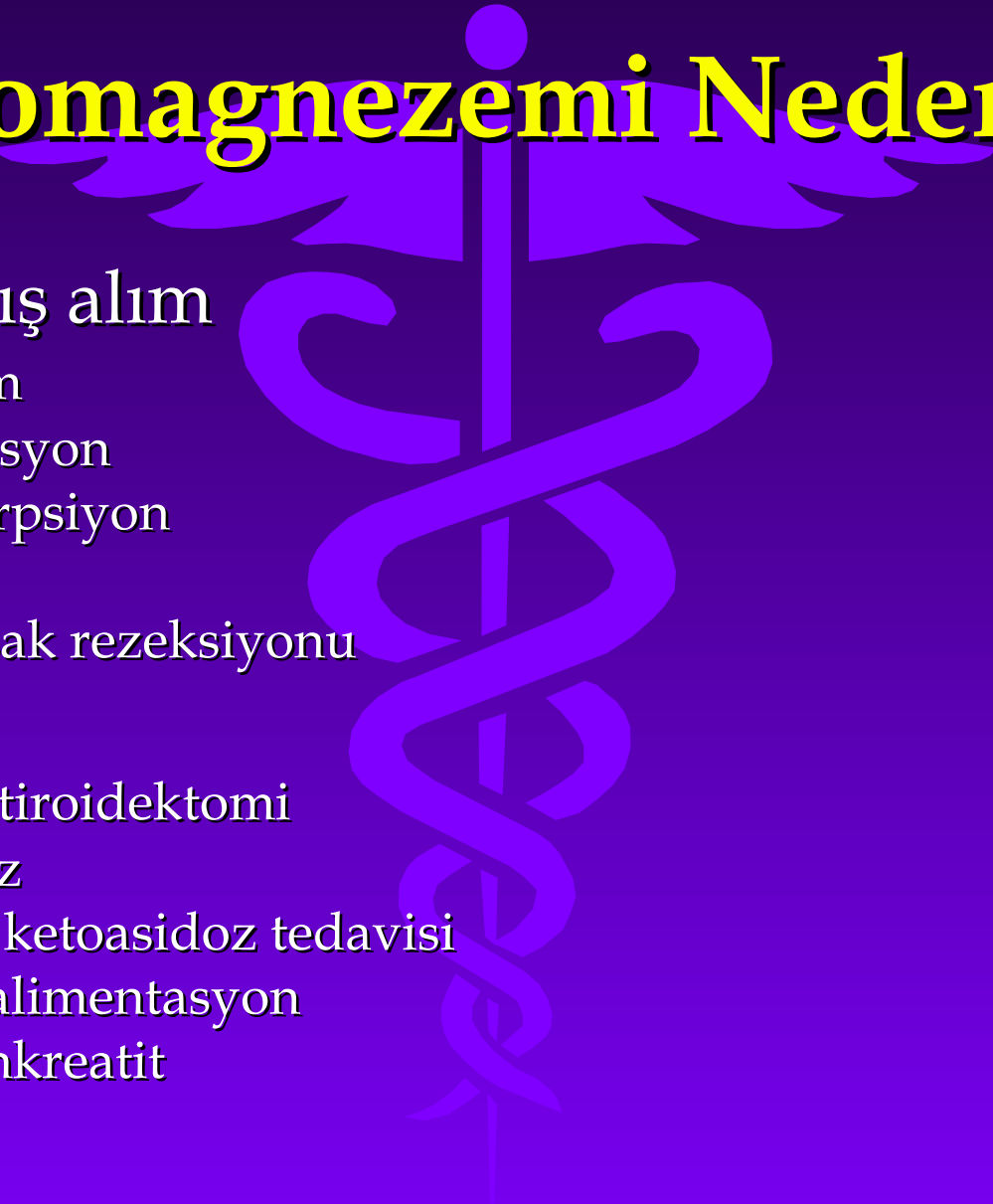
- Extrarenal

(Nazogastrik tüpten, diyare, intestinal fistül, yanık, sepsis, laktasyon)

- Renal

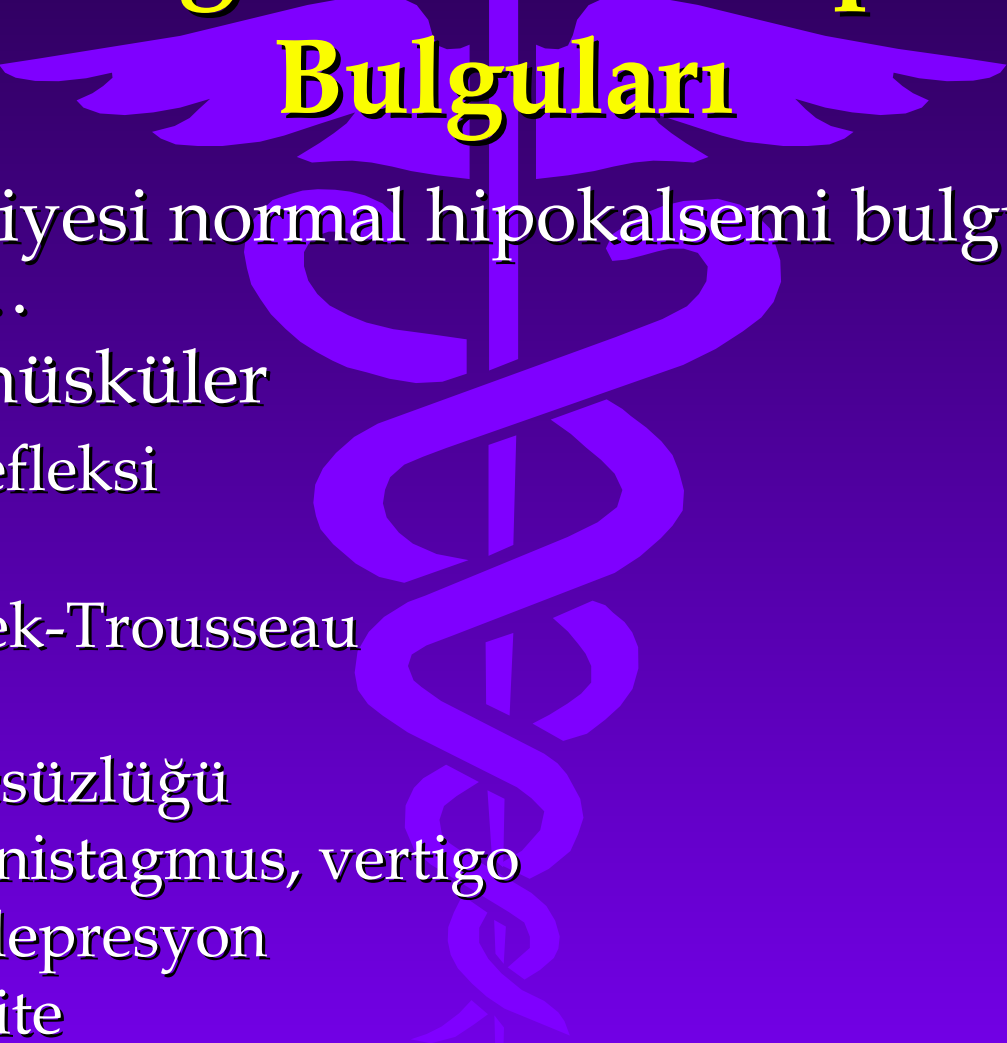
(Ketoasidoz, uygunsuz ADH send.,hipertiroidi, hiperparatiroidi, hiperkalsemi, tubulointestinal renal yetmezlik, pr.-sec. aldesteronizm, osmotik diürez, ilaçlar)

Hipomagnezemi Nedenleri



- Azalmış alım
 - Alkolizm
 - Malnütrisyon
 - Malabsorpsiyon
 - Siroz
 - İnce barsak rezeksiyonu
- Diğer
 - Postparatiroidektomi
 - IV glukoz
 - Diabetik ketoasidoz tedavisi
 - IV hiperalimentasyon
 - Akut pankreatit

Hipomagnezemi Semptom ve Bulguları



- Ca seviyesi normal hipokalsemi bulguları varsa...
- Nöromusküler
 - Hiperrefleksi
 - Tetani
 - Chvostek-Trousseau
 - Tremor
 - Kas güçsüzlüğü
 - Ataksi, nistagmus, vertigo
 - Apati, depresyon
 - İrritabilite
 - Konfüzyon, koma

Hipomagnezemi Semptom ve Bulguları



- Gastrointestinal

- Disfaji
- Anoreksi
- Bulantı

- Kardiovasküler

- Aritmi
- Kalp yetmezliği
- Hipotansiyon

- Diğer

- Hipokalemi
- Hipokalsemi
- Anemi

Hipomagnezemi Tedavisi

- Hipokalemi, hipokalsemi ve hipofosfatemisi
olası
=> Yakın takipleri
- Hafif yetmezlik
=> Oral MgSO_4 6 gr/gün
- Ağır yetmezlik
=> MgSO_4 1. gün => 8-12 gr IM/IV
2.gün => 4-6 gr

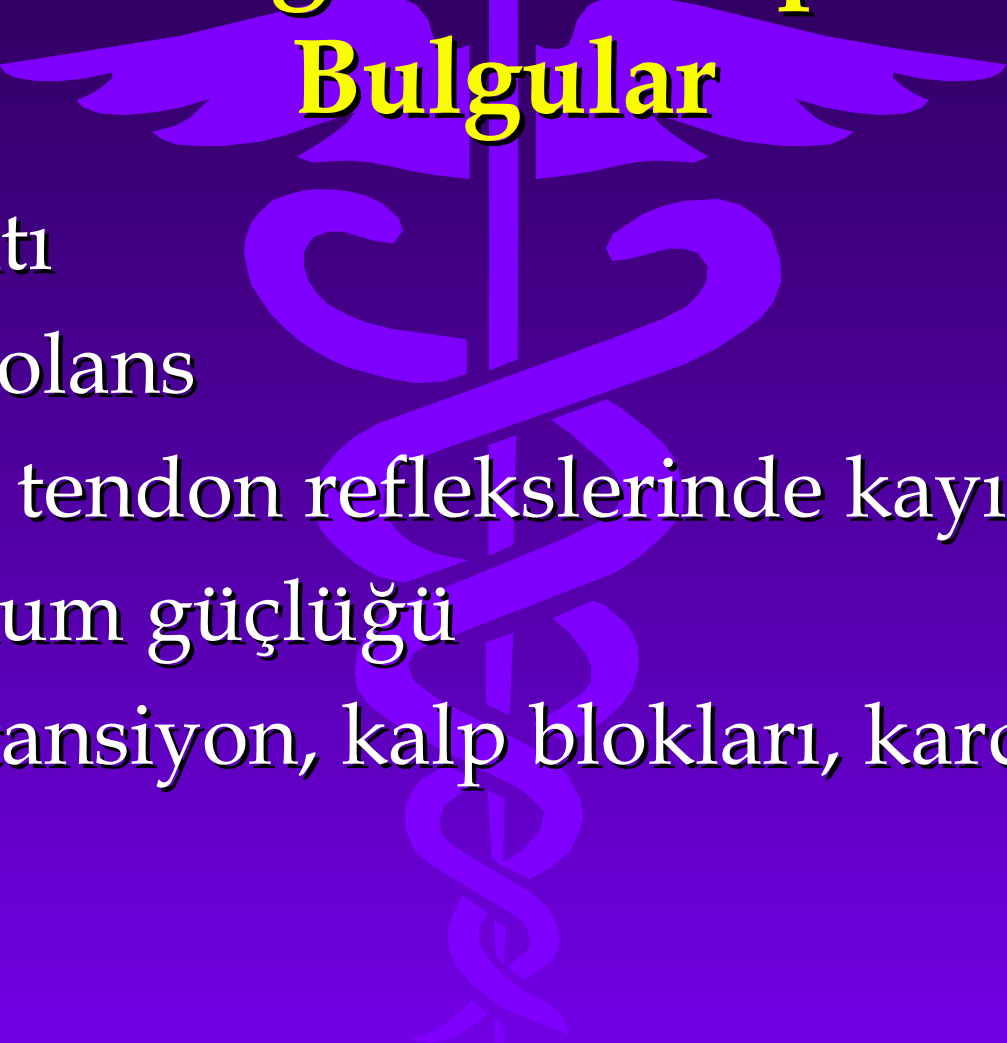
Hipermagnezemi

- $\text{Mg} > 2.5 \text{ mEq/L}$

Hipermagnezemi Nedenleri

- Renal yetmezlik
- Artmış yükleme
 - Mg içeren laksatif, antiasit, enema
 - Preeklampsi/Eklampsi tedavisi
 - Diabetik ketoasidoz
 - Rabdomiyoliz
- Artmış emilim
 - Hiperparatiroidi
 - Ailesel hipokalsemik hiperkalsemi
 - Hipotiroidi
 - Adrenal yetmezlik

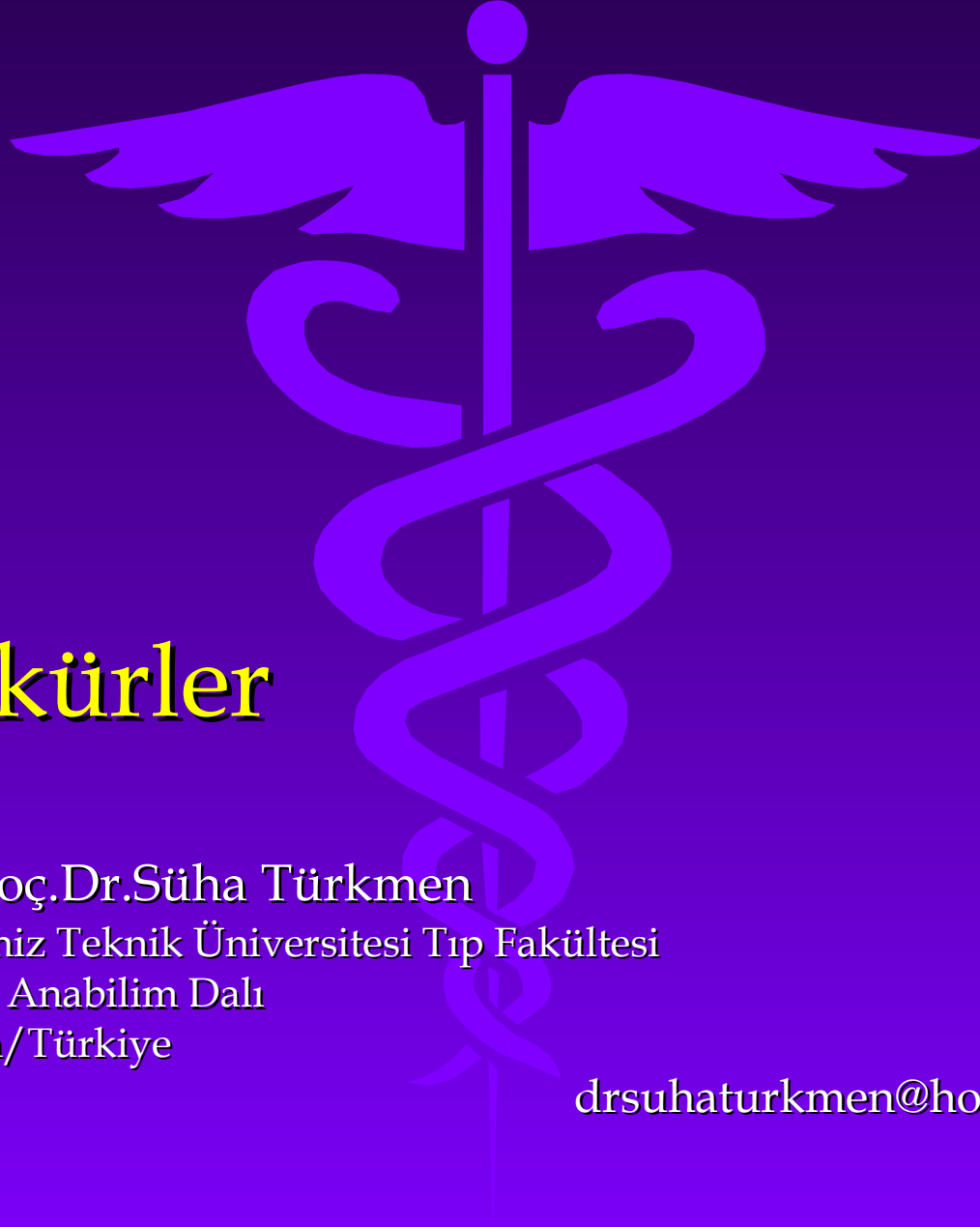
Hipermagnezi Semptom ve Bulgular



- Bulantı
- Somnolans
- Derin tendon reflekslerinde kayıp
- Solunum güçlüğü
- Hipotansiyon, kalp blokları, kardiyak arrest

Hipermagnezemi Tedavi

- Mg alımını kes
- Renal yetmezlik yoksa
=> IV sıvı + Furosemid 40-80 mg IV
- Renal yetmezlik varsa
=> Diyaliz
- Ciddi yükseklik varsa
=> CaCl_2 5 ml/5dk IV
(kardiak etkileri azaltmak için)



Teşekkürler

Yrd.Doç.Dr.Süha Türkmen
Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi
Acil Tıp Anabilim Dalı
Trabzon/Türkiye

drsuhaturkmen@hotmail.com