

# **Olgularla Sıvı-Elektrolit Dengesizliklerinin Yönetimi**

**Prof. Dr. Tevfik Ecder**

**İstanbul Bilim Üniversitesi Tıp Fakültesi**

**İç Hastalıkları Anabilim Dalı**

**Nefroloji Bilim Dalı**

# Parenteral Sıvı Tedavisi

- 1832: Thomas Latta, ilk kez koleralı hastalarda intravenöz sıvı tedavisi uyguladı.



The invention of IV fluid therapy

Thomas Latta first used IV saline in the 1832 cholera epidemic



IV infusions at Edinburgh Royal Infirmary in the 1970s

The second worldwide pandemic of cholera hit Scotland in 1832, travelling to Europe on ships from India, hence 'Asian cholera'. This was - and remains - a terrible illness with a high mortality without medical care. Mortality is from fluid depletion. It was still 20 years before [John Snow](#) proved beyond reasonable doubt that contaminated water was the cause, but therapies were also controversial. Blood letting was a staple treatment.

The disease spread rapidly and caused widespread alarm - [riots were reported](#) in Liverpool and the North East of England. In part this seems to have been related to the mistrust of the medical profession engendered by the [Burke and Hare case](#) in Edinburgh - there was a fear that patients being taken away on carts might be killed for dissection.

- 1834: John Mackintosh, ilk kez intravenöz albumin uyguladı.
- 1876: Sydney Ringer, Ringer solüsyonunu kullanıma sundu.
- 1932: Alexis Hartmann, Ringer solüsyonuna laktat ekledi.

# Vücut Suyunun Kompartmanlara Dağılımı

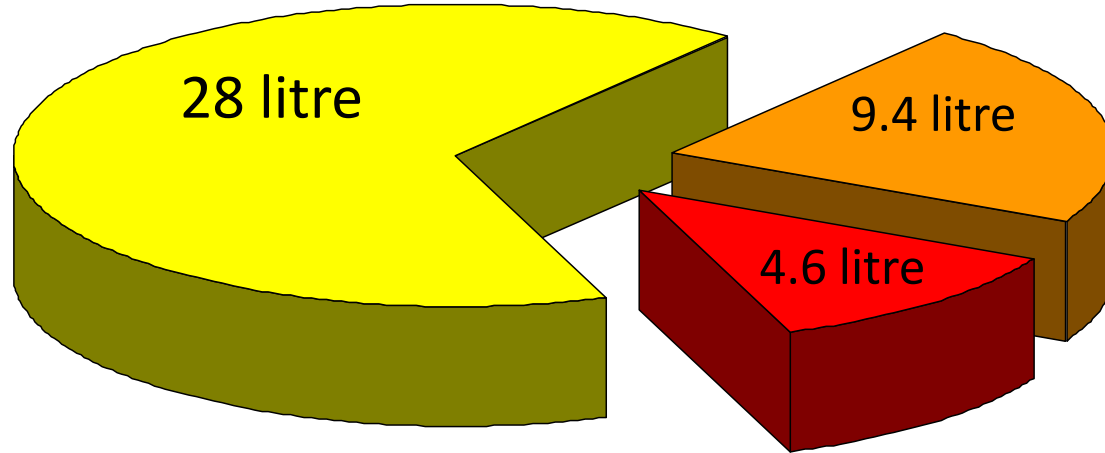
Toplam Vücut Suyu = Vücut ağırlığının %50-60'ı  
(erkeklerde %60'ı, kadınlarda %50'si)

70 kg ağırlığındaki bir erkeğin toplam vücut suyu = 42 litre

İntraselüler su (2/3)

Ekstraselüler su (1/3)

14 litre



İnterstisyel su (2/3)

İntravasküler su (1/3)

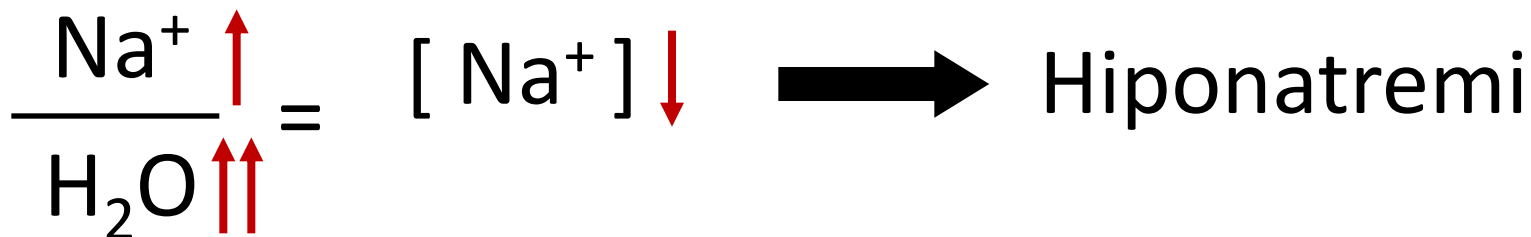
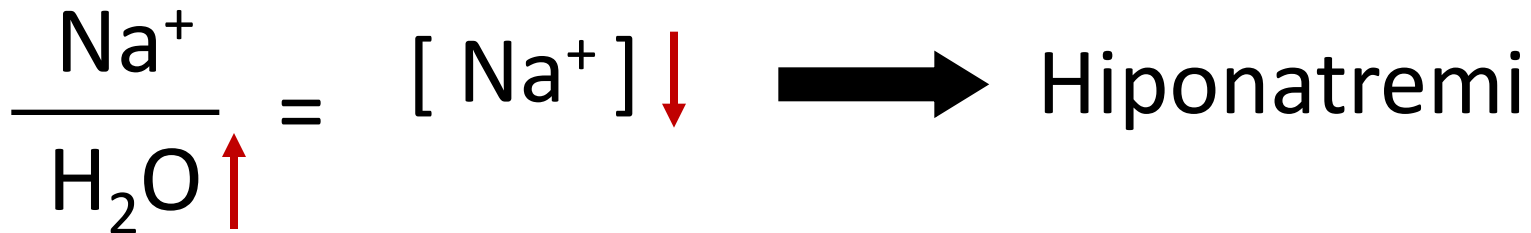
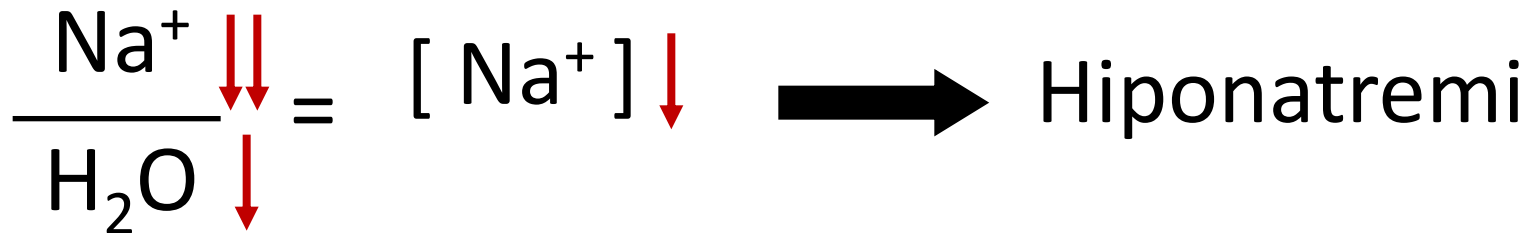
# Sıvı Kompartmanlarının Elektrolit İçerikleri

|                                                                              | Plazma<br>(mEq/L) | İnterstisyel Sıvı<br>(mEq/L) | İntraselüler Sıvı<br>(mEq/L) |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| <b><u>Kasyonlar</u></b>                                                      |                   |                              |                              |
| Na <sup>+</sup>                                                              | 142               | 144                          | 14                           |
| K <sup>+</sup>                                                               | 4                 | 4                            | 140                          |
| Ca <sup>2+</sup>                                                             | 5                 | 2.5                          | 4                            |
| Mg <sup>2+</sup>                                                             | 2                 | 1.5                          | 35                           |
| <b><u>Toplam</u></b>                                                         | <b>153</b>        | <b>152</b>                   | <b>193</b>                   |
| <b><u>Anyonlar</u></b>                                                       |                   |                              |                              |
| Cl <sup>-</sup>                                                              | 104               | 114                          | 2                            |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                                                | 25                | 30                           | 8                            |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | 2.3               | 2                            | 40                           |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>                                                | 0.94              | 1                            | 20                           |
| Proteinler                                                                   | 15                | 0                            | 55                           |
| Organik anyonlar                                                             | 5.76              | 5                            | 68                           |
| <b><u>Toplam</u></b>                                                         | <b>153</b>        | <b>152</b>                   | <b>193</b>                   |

# **Hiponatremi en sık karşılaşılan elektrolit bozukluğudur**

- **Acil olarak hastaneye yatan hastaların %15 – 20'sinde hiponatremi saptanır.**
- **Hiponatremi, hastanede yatış süresinin uzaması ve mortalite artışı ile ilişkilidir.**

# Hiponatremi en sık karşılaşılan elektrolit bozukluğudur



# Hiponatremi en sık karşılaşılan elektrolit bozukluğudur

$$\text{Posm} = 2 [\text{Na}^+] + \frac{\text{Glukoz}}{18} + \frac{\text{BUN}}{2.8}$$



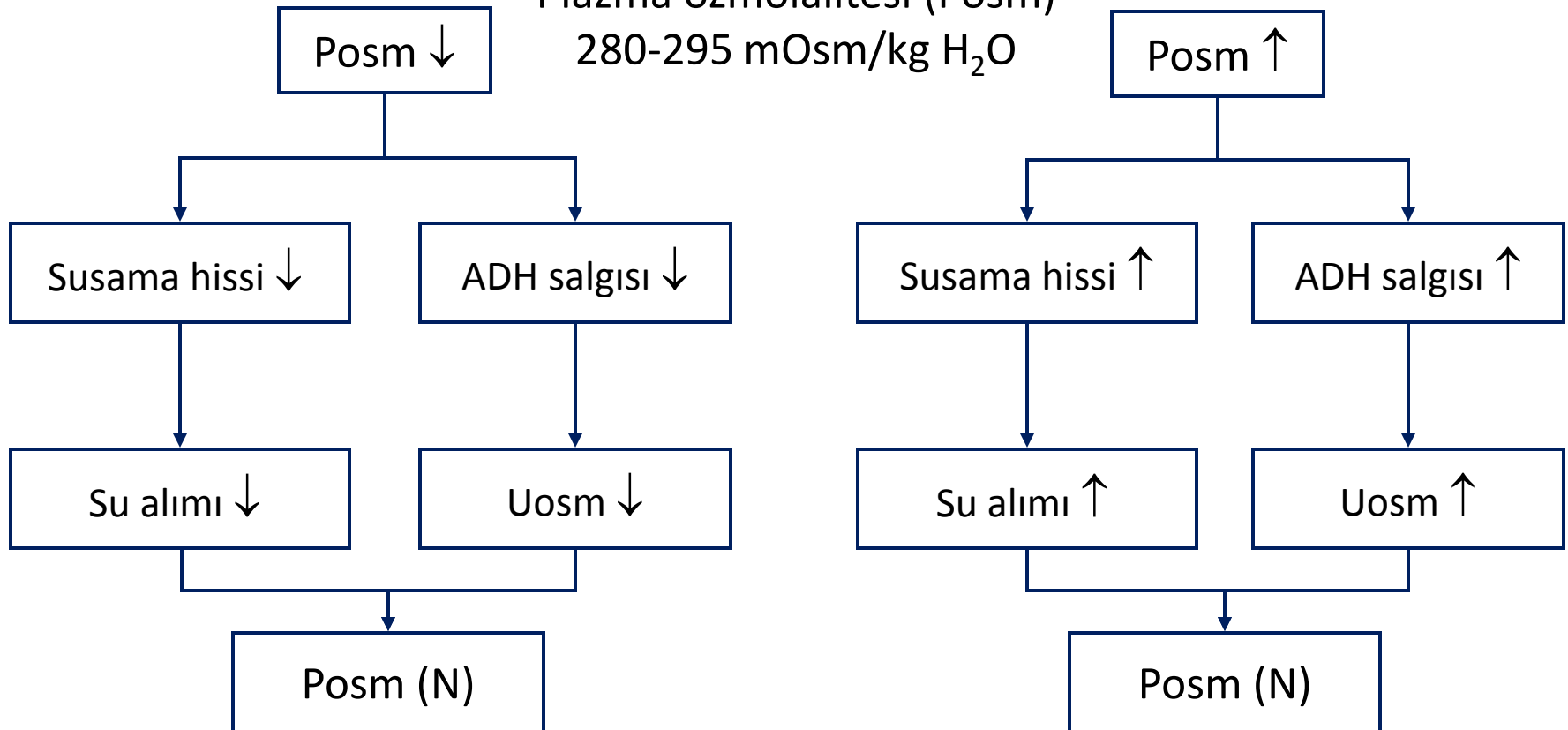
*270-290 mOsm/kg H<sub>2</sub>O*

*280-295 mOsm/kg H<sub>2</sub>O*

Plazma sodyum konsantrasyonu  
plazma ozmolalitesini belirleyen  
temel faktördür

# Ozmoregülasyon

Plazma ozmolalitesi ( $P_{osm}$ )  
280-295 mOsm/kg  $H_2O$



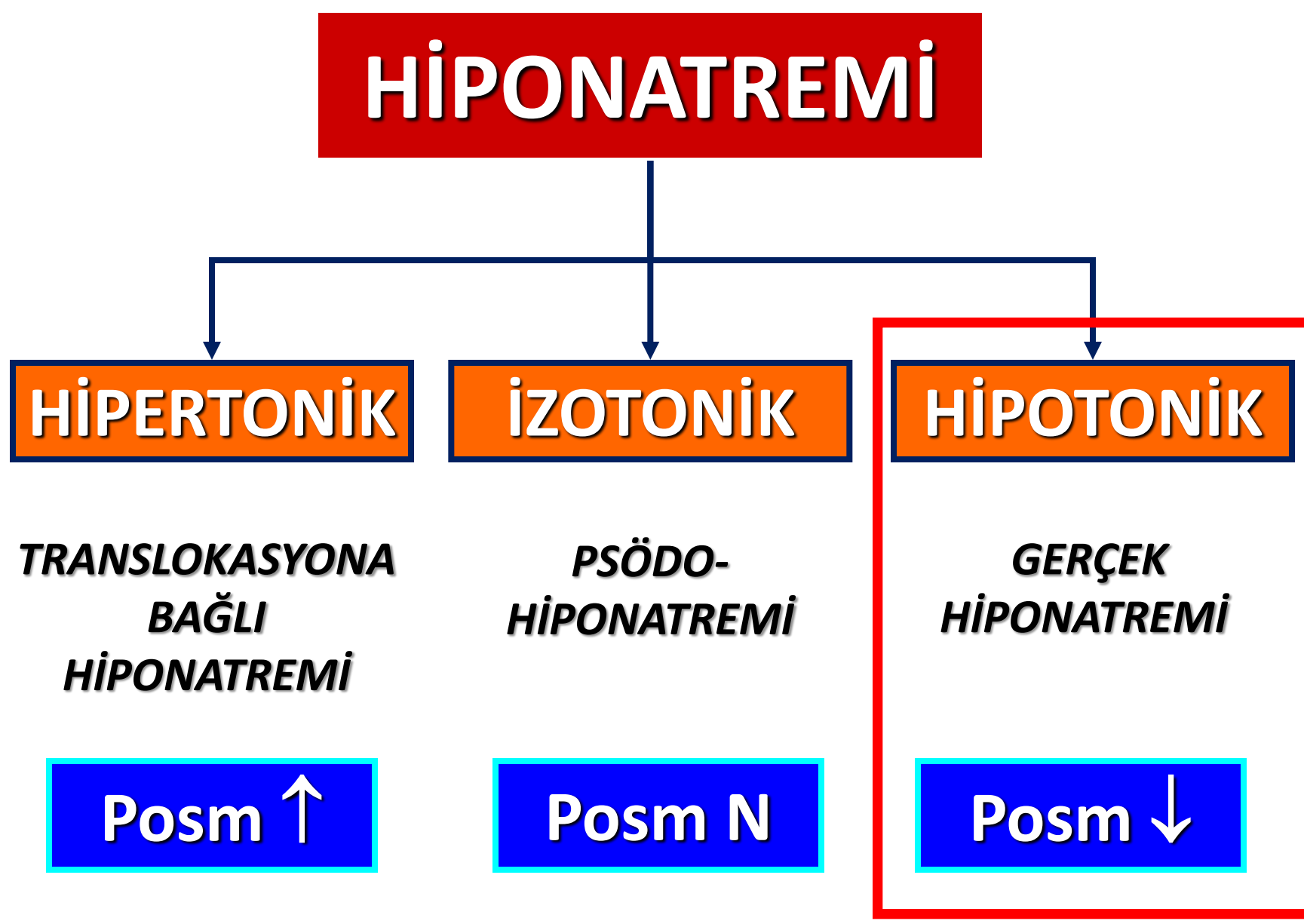
İdrar ozmolalitesi ( $U_{osm}$ )  
40-1200 mOsm/kg  $H_2O$



# Ozmöregülasyon ve Hacim Regülasyonu

|                     | Ozmöregülasyon                      | Hacim Regülasyonu                                                                                 |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Algılanan</b>    | Plazma ozmolalitesi                 | Effektif doku perfüzyonu                                                                          |
| <b>Algılayanlar</b> | Hipotalamik<br>ozmöreseptörler      | Afferent arteriyol<br>Atriumlar<br>Karotid sinus                                                  |
| <b>Etkileyenler</b> | Antidiüretik hormon<br>Susama hissi | Renin-anjiyotensin-aldosteron<br>Atrial natriüretik peptid<br>Norepinefrin<br>Antidiüretik hormon |
| <b>Etkilenen</b>    | İdrar ozmolalitesi<br>Su alımı      | İdrar sodyum atılımı                                                                              |

# HİPONATREMİ



```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[HİPERTONİK]; A --> C[İZOTONİK]; A --> D[HİPOTONİK]; B --> B1[TRANSLOKASYONA BAĞLI HİPONATREMİ]; B1 --> B2[Posm ↑]; C --> C1[PSÖDO-HİPONATREMİ]; C1 --> C2[Posm N]; D --> D1[GERÇEK HİPONATREMİ]; D1 --> D2[Posm ↓];
```

The diagram is a flowchart starting with a red box labeled 'HİPONATREMİ'. A vertical line descends from this box and splits into three horizontal arrows pointing to three orange boxes: 'HİPERTONİK', 'İZOTONİK', and 'HİPOTONİK'. Below 'HİPERTONİK' is the text 'TRANSLOKASYONA BAĞLI HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm ↑'. Below 'İZOTONİK' is the text 'PSÖDO-HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm N'. Below 'HİPOTONİK' is the text 'GERÇEK HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm ↓'. The 'HİPOTONİK' box and its associated text and box are enclosed in a red rectangular frame.

**HİPERTONİK**

*TRANSLOKASYONA  
BAĞLI  
HİPONATREMİ*

**Posm ↑**

**İZOTONİK**

*PSÖDO-  
HİPONATREMİ*

**Posm N**

**HİPOTONİK**

*GERÇEK  
HİPONATREMİ*

**Posm ↓**

# HİPONATREMİ

```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[HİPERTONİK]; B --- C[Hiperglisemi  
Mannitol infüzyonu  
Glisin (TUR sendromu)]; B --- D[Posm ↑]
```

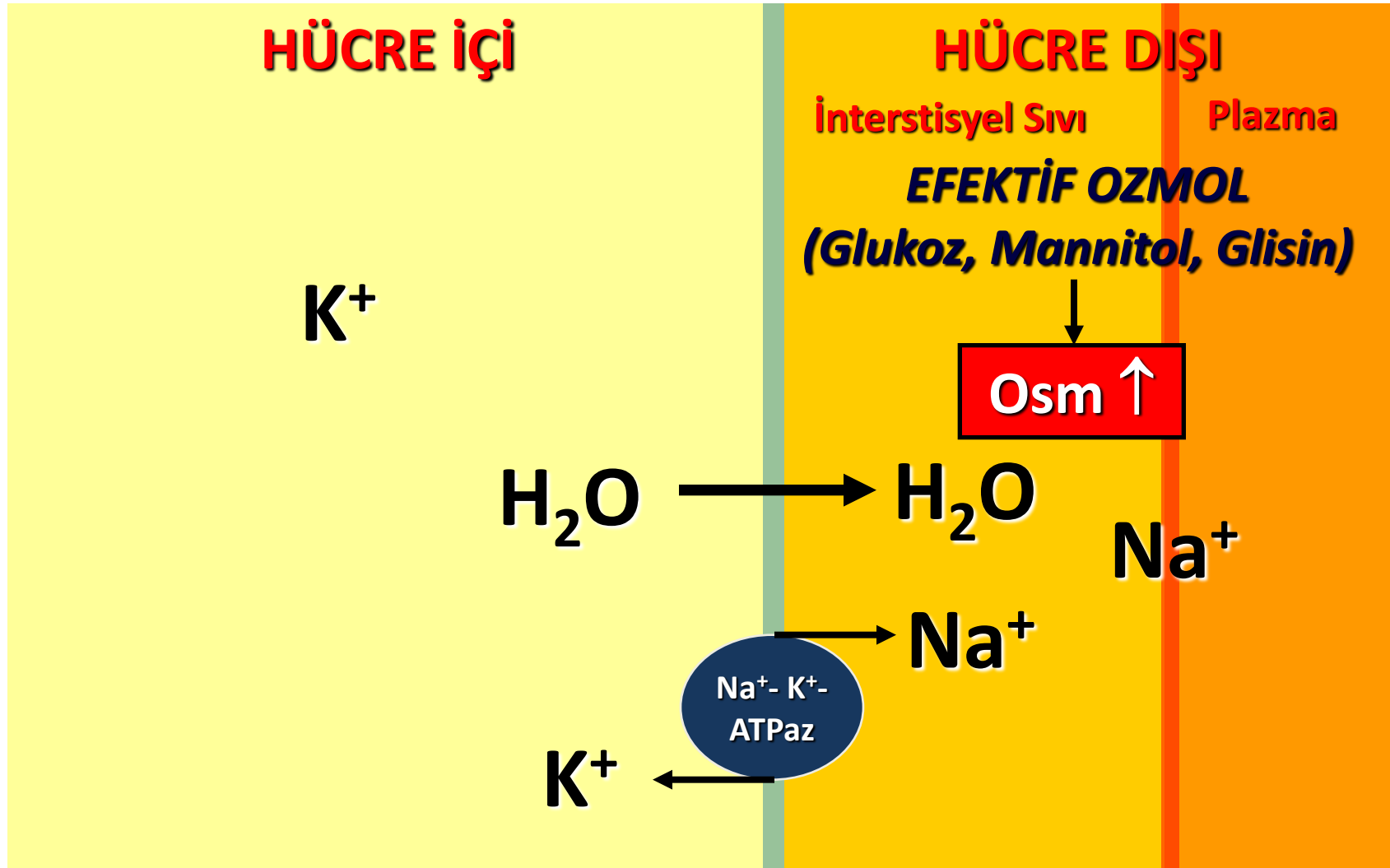
## HİPERTONİK

*TRANSLOKASYONA  
BAĞLI  
HİPONATREMİ*

*Hiperglisemi*  
*Mannitol infüzyonu*  
*Glisin (TUR sendromu)*

Posm ↑

# Hipertonik Hiponatremi



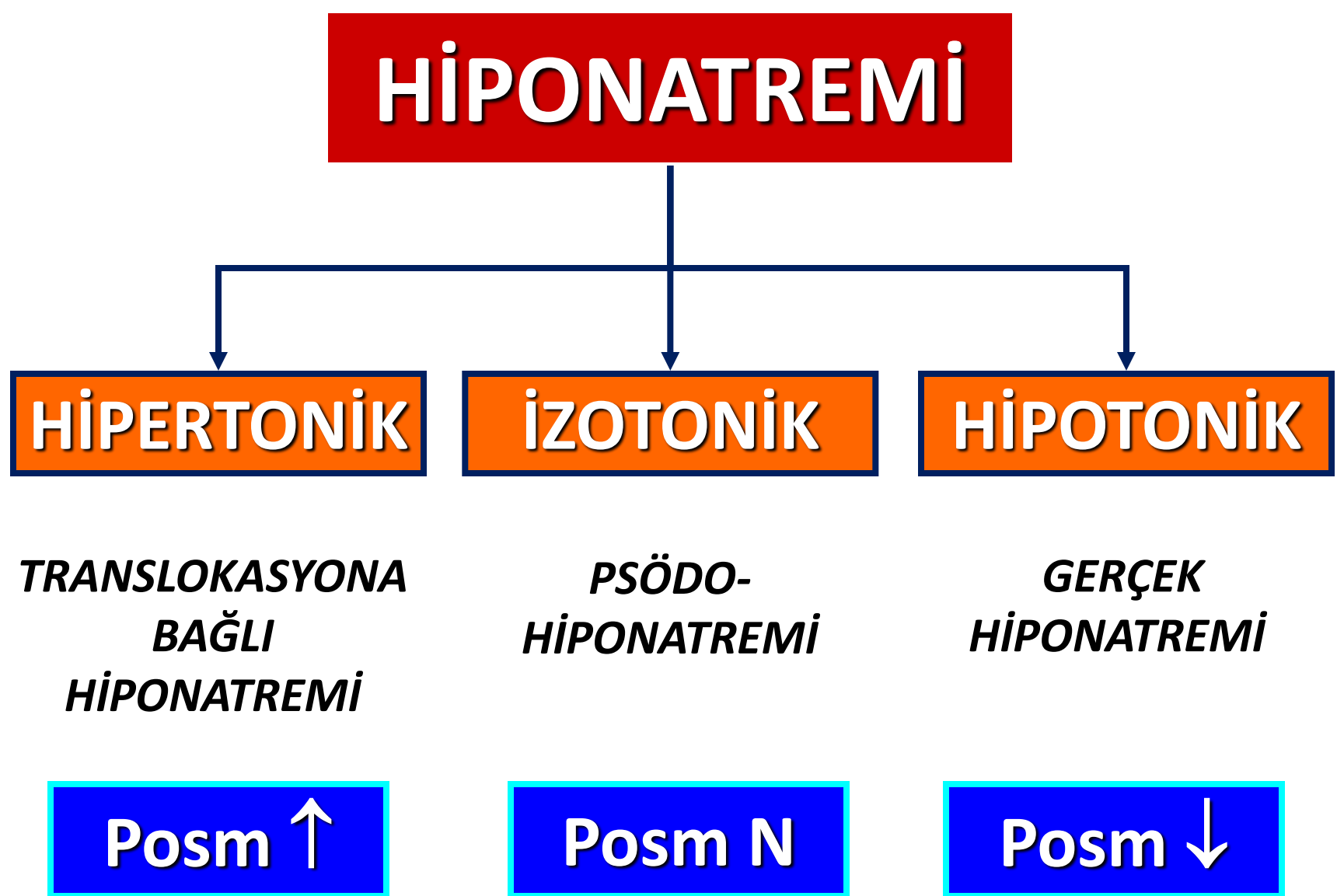
# Hipertonik Hiponatremi

*Serum glukoz konsantrasyonundaki her 100 mg/dl artış için:*

- ✓  $[\text{Na}^+] \sim 2.4 \text{ mEq/L}$  düşer.
- ✓  $\text{Posm} \sim 2 \text{ mOsm/kg H}_2\text{O}$  artar.

ÖRNEK: *Glukoz: 900 mg/dl olan bir hastada:  
[Na<sup>+</sup>]'da 19.2 (2.4 × 8) mEq/L düşüş beklenir.*

# HİPONATREMİ



```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[HİPERTONİK]; A --> C[İZOTONİK]; A --> D[HİPOTONİK]; B --> E[TRANSLOKASYONA BAĞLI HİPONATREMİ]; E --> F[Posm ↑]; C --> G[PSÖDO-HİPONATREMİ]; G --> H[Posm N]; D --> I[GERÇEK HİPONATREMİ]; I --> J[Posm ↓];
```

**HİPERTONİK**

*TRANSLOKASYONA  
BAĞLI  
HİPONATREMİ*

**Posm ↑**

**İZOTONİK**

*PSÖDO-  
HİPONATREMİ*

**Posm N**

**HİPOTONİK**

*GERÇEK  
HİPONATREMİ*

**Posm ↓**

# HİPONATREMİ



```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[İZOTONİK]; B --- C[PSÖDO-  
HİPONATREMİ]; C --- D[Hiperlipidemi  
Hiperproteinemi]; C --- E[Posm N]
```

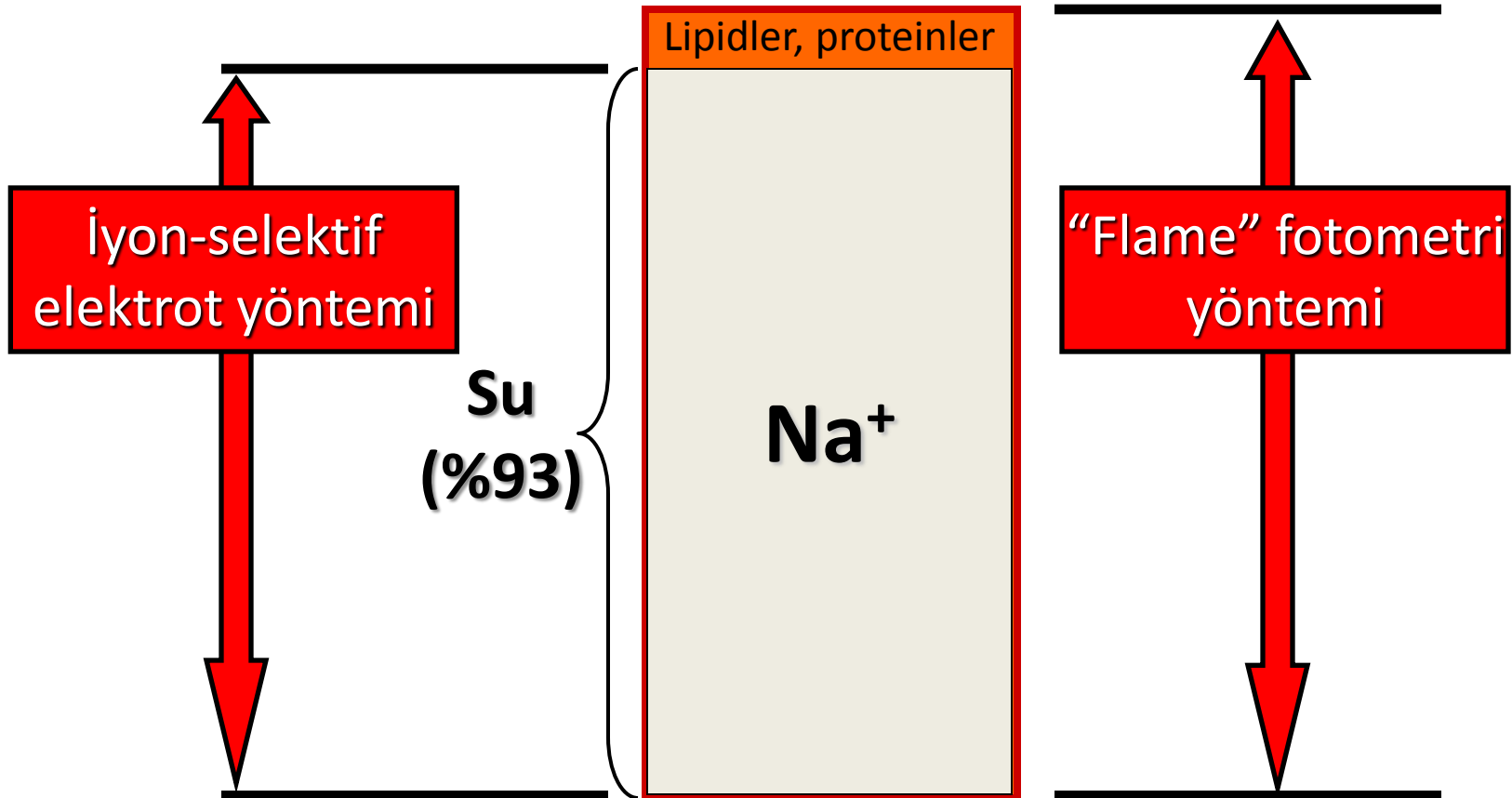
## İZOTONİK

*PSÖDO-  
HİPONATREMİ*

*Hiperlipidemi  
Hiperproteinemi*

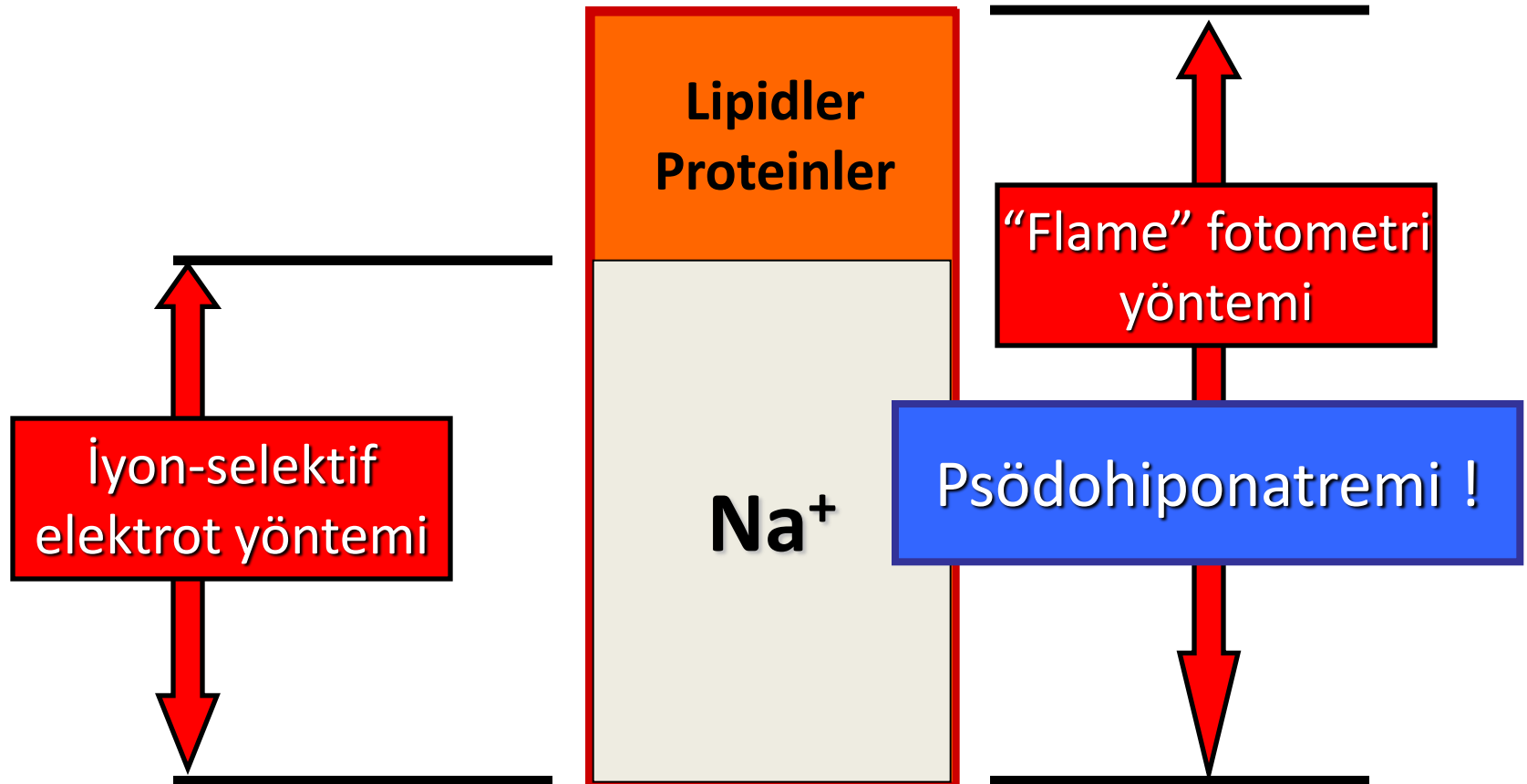
**Posm N**

# İzotonik Hiponatremi

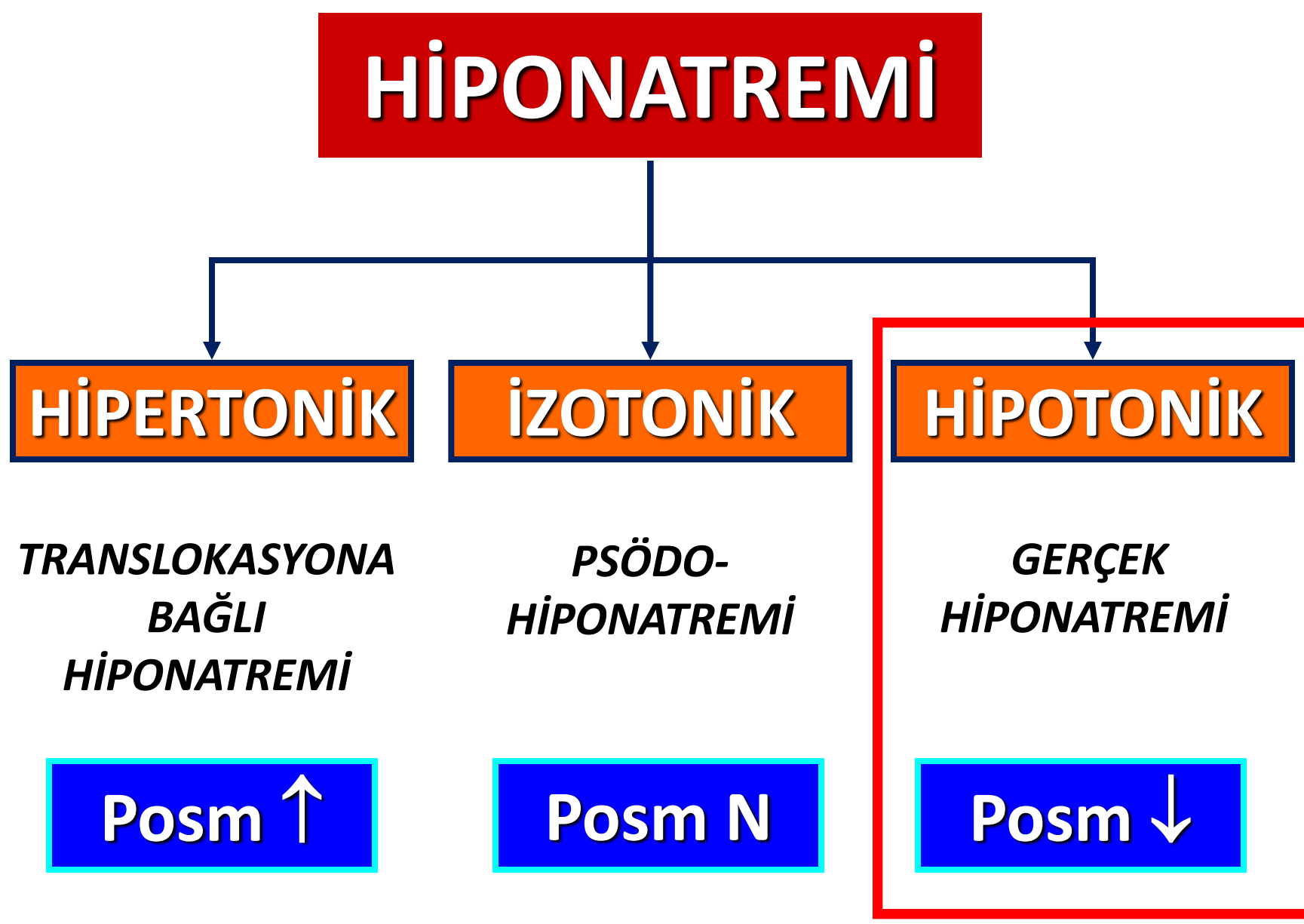




# İzotonik Hiponatremi



# HİPONATREMİ



```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[HİPERTONİK]; A --> C[İZOTONİK]; A --> D[HİPOTONİK]; B --> B1[TRANSLOKASYONA BAĞLI HİPONATREMİ]; B1 --> B2[Posm ↑]; C --> C1[PSÖDO-HİPONATREMİ]; C1 --> C2[Posm N]; D --> D1[GERÇEK HİPONATREMİ]; D1 --> D2[Posm ↓];
```

The diagram is a flowchart starting with a red box labeled 'HİPONATREMİ'. A vertical line descends from this box and splits into three horizontal arrows pointing to three orange boxes: 'HİPERTONİK', 'İZOTONİK', and 'HİPOTONİK'. Below 'HİPERTONİK' is the text 'TRANSLOKASYONA BAĞLI HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm ↑'. Below 'İZOTONİK' is the text 'PSÖDO-HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm N'. Below 'HİPOTONİK' is the text 'GERÇEK HİPONATREMİ' and a blue box with 'Posm ↓'. The 'HİPOTONİK' box and its associated text and box are enclosed in a red rectangular frame.

**HİPERTONİK**

*TRANSLOKASYONA  
BAĞLI  
HİPONATREMİ*

**Posm ↑**

**İZOTONİK**

*PSÖDO-  
HİPONATREMİ*

**Posm N**

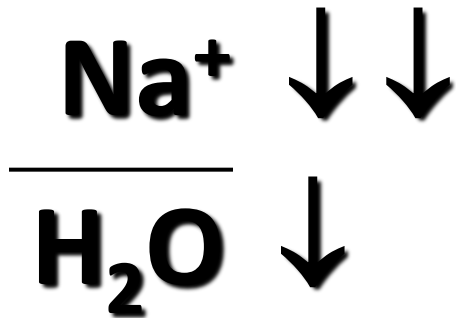
**HİPOTONİK**

*GERÇEK  
HİPONATREMİ*

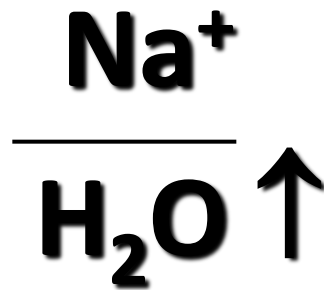
**Posm ↓**

# Hipotonik Hiponatremi

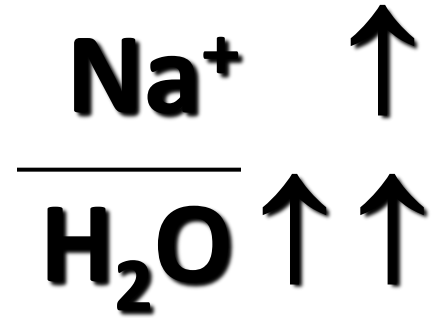
Hipovolemik  
hiponatremi



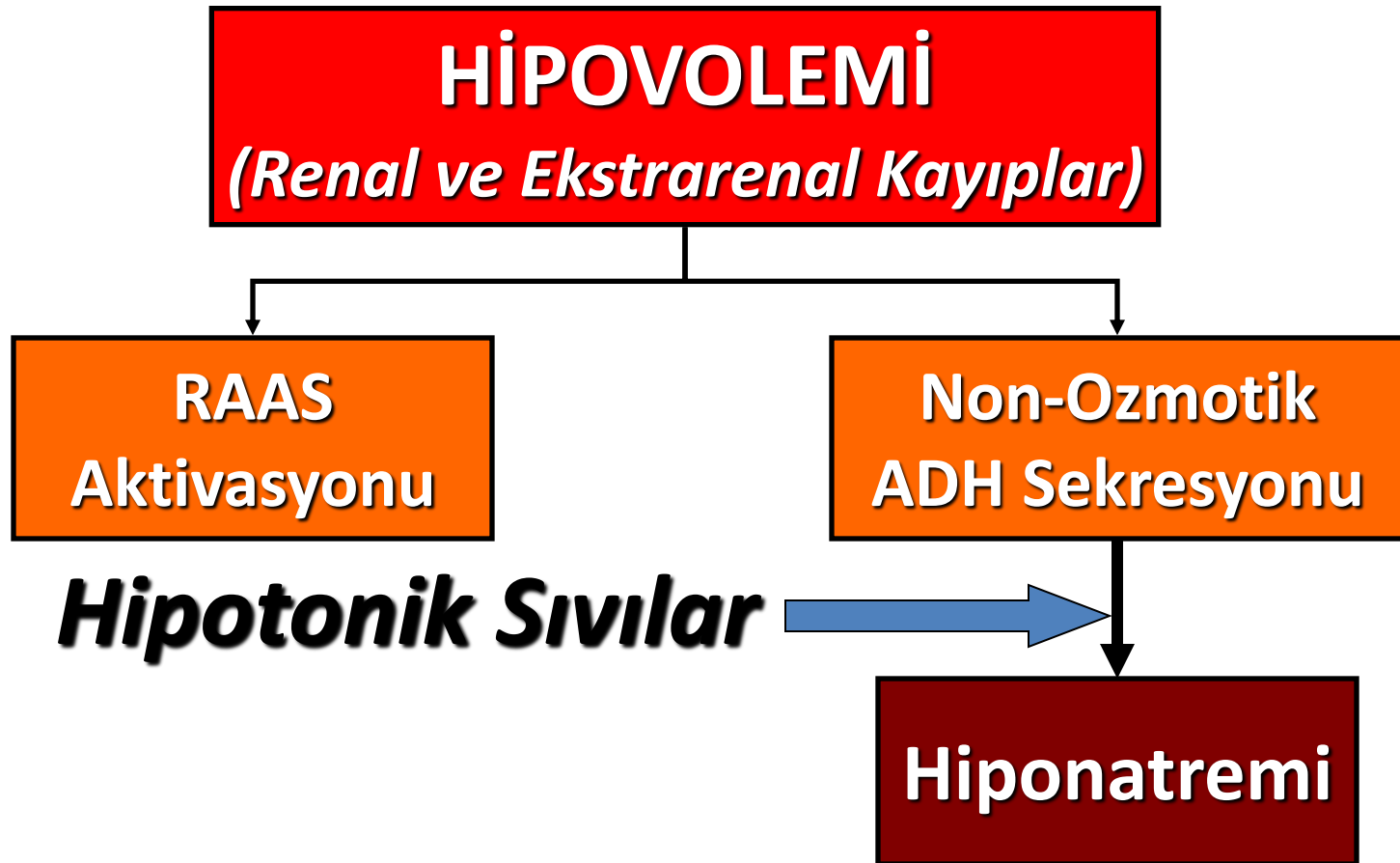
Normovolemik  
hiponatremi



Hipervolemik  
hiponatremi

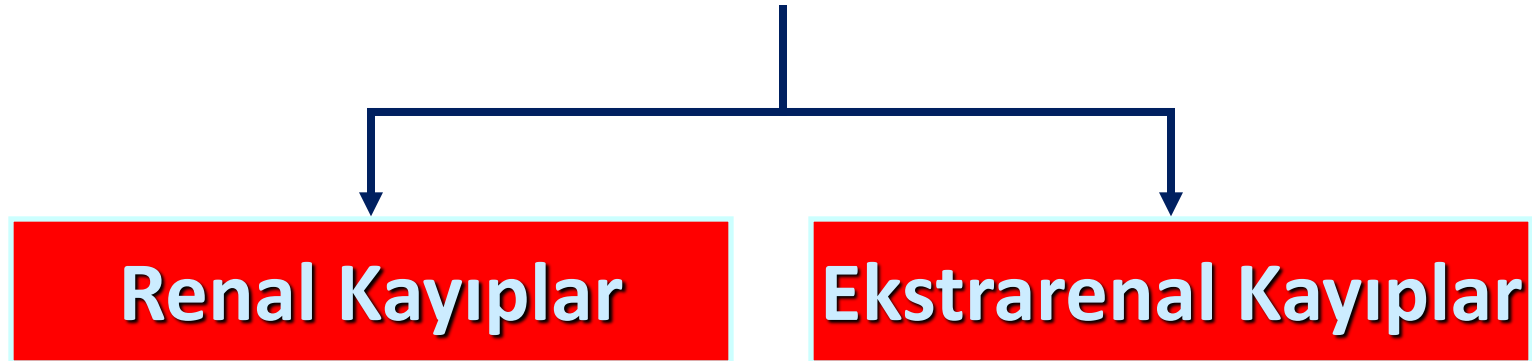


# Hipovolemik Hiponatremiler



**Hipovolemik hastalara asla hipotonik sıvı verilmemelidir !**

# Hipovolemik Hiponatremiler



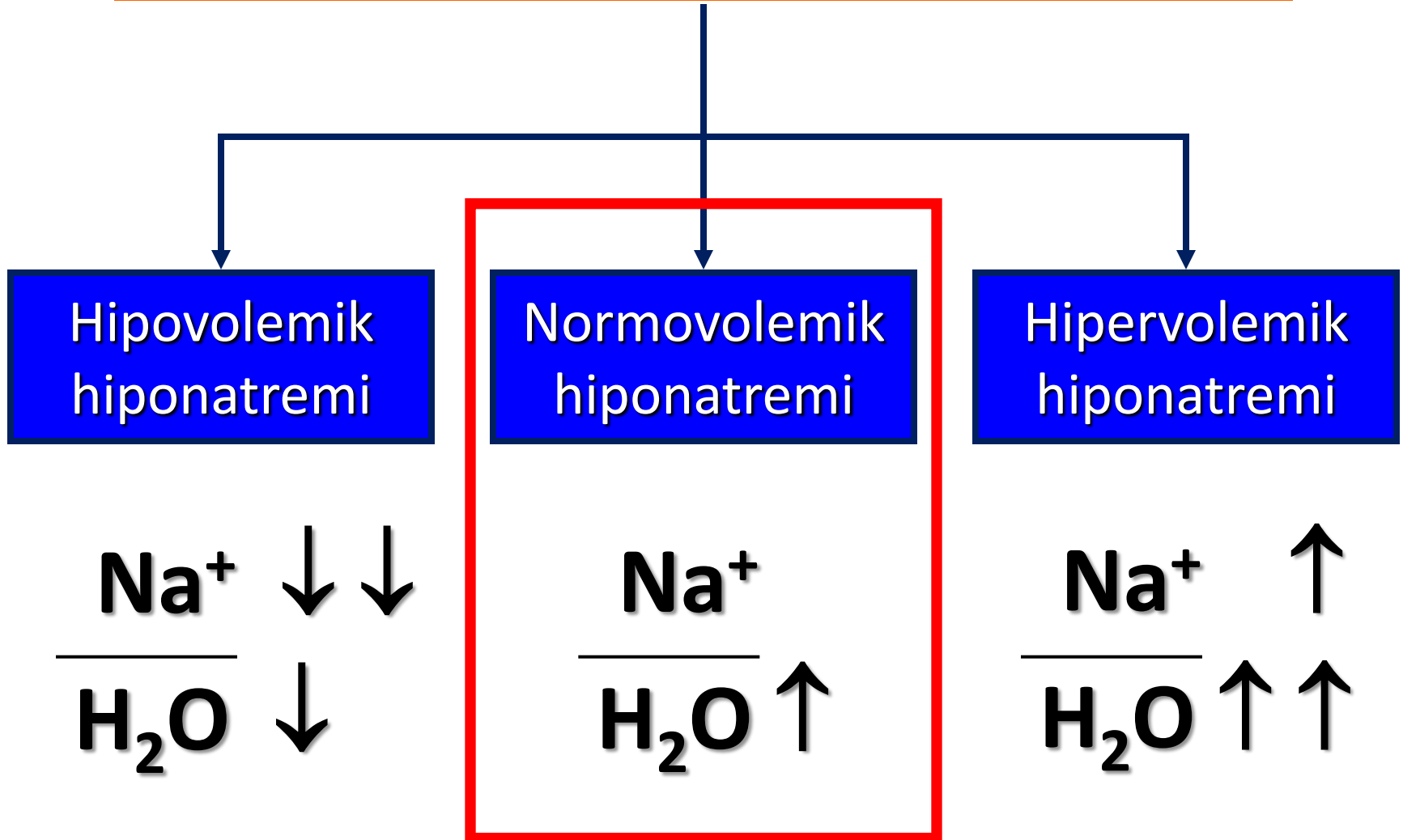
Diüretikler  
Mineralokortikoid eksikliği  
Ozmotik diürez  
Tuz kaybettiren nefropatiler  
Serebral tuz kaybı

*İdrar  $[Na^+]$   
> 20 mmol/L*

Kusma  
Diyare  
Üçüncü boşluğa kayıplar  
(pankreatit, peritonit vs.)

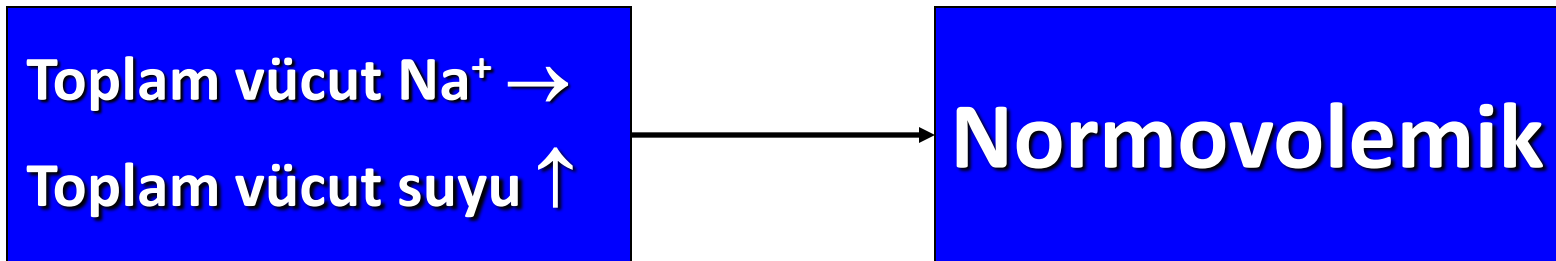
*İdrar  $[Na^+]$   
< 20 mmol/L*

# Hipotonik Hiponatremi



# Normovolemik Hiponatremiler

**Yatan hastalarda en sık karşılaşılan  
hiponatremi türüdür**



**Hafif volüm artışı var  
Ödem YOK**

# Normovolemik Hiponatremiler

- Uygunsuz ADH sendromu
- Glukokortikoid eksikliği
- Hipotiroidi
- Psikojenik polidipsi

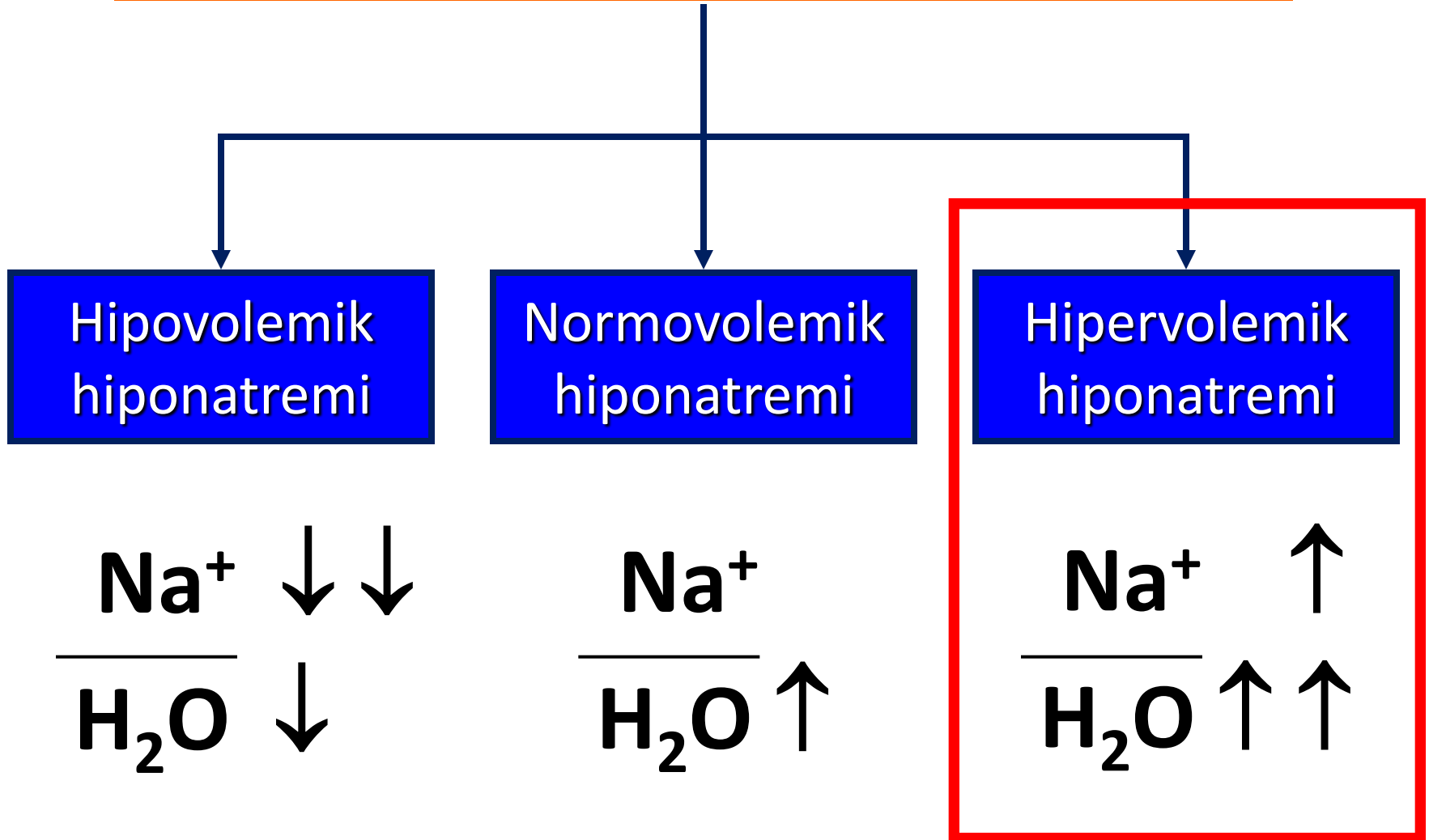


# Uygunsuz ADH Sendromu

## *Etyoloji*

- İlaçlar
- Neoplaziler
- Akciğer Hastalıkları
- MSS Hastalıkları

# Hipotonik Hiponatremi



# Hipervolemik Hiponatremiler

- Kalp yetersizliği
- Siroz
- Nefrotik sendrom
- Böbrek yetersizliği

# Hiponatreminin Klinik Bulguları

Klinik bulgular gelişen beyin ödeme bağlıdır

- İştahsızlık
- Bulantı, kusma
- Baş ağrısı
- Kas krampları
- Ajitasyon
- Reflekslerde azalma
- Patolojik refleksler
- Hipotermi
- Şuur bozuklukları
- Konvülsiyonlar
- Koma

**Semptomlar Hiponatreminin  
Ortaya Çıkış Hızına Bağlıdır**

# HİPONATREMİ

```
graph TD; A[HİPONATREMİ] --> B[AKUT]; A --> C[KRONİK];
```

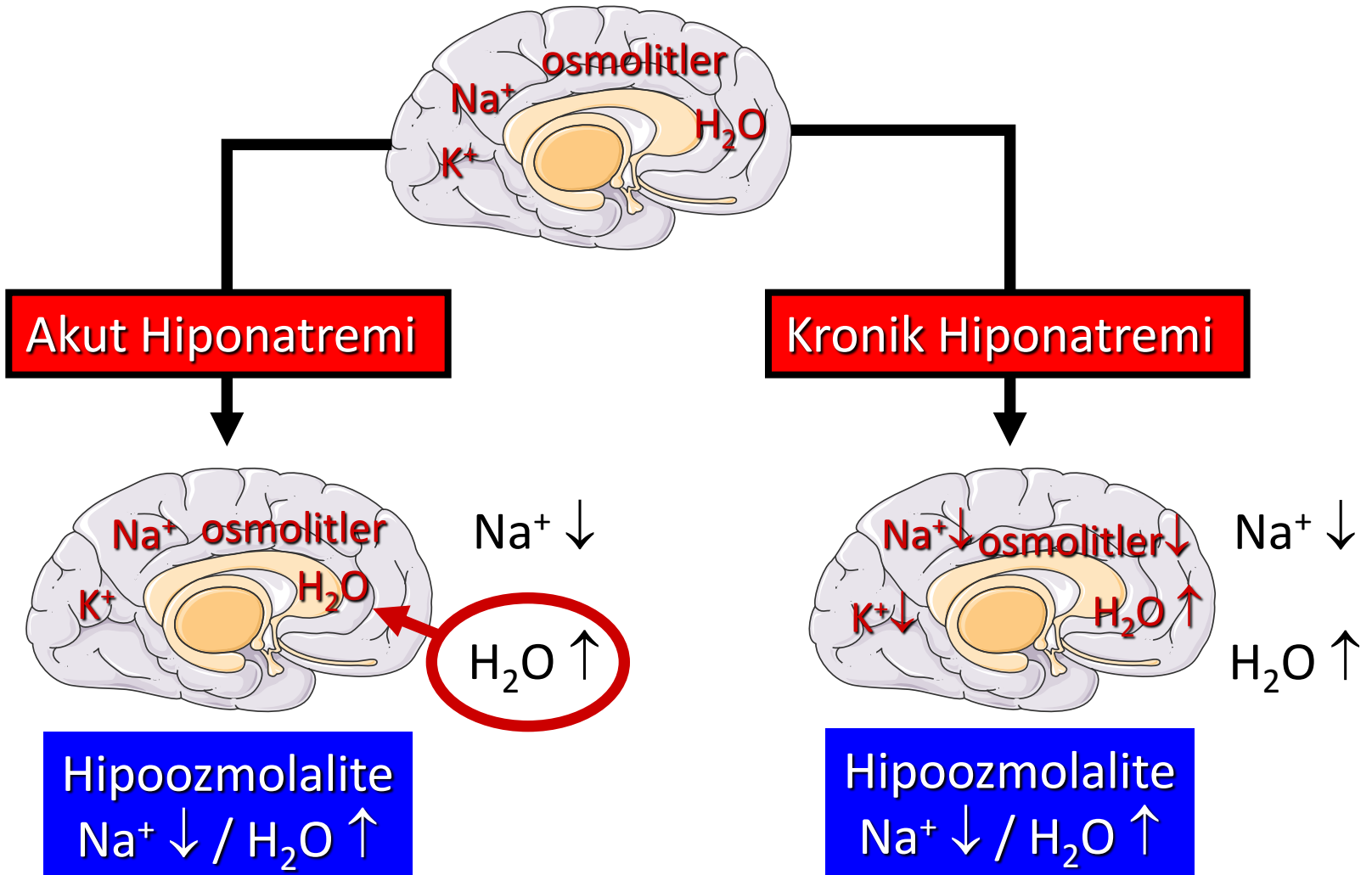
**AKUT**

*48 saatten kısa  
sürede gelişen  
hiponatremi*

**KRONİK**

*48 saatten uzun  
sürede gelişen  
hiponatremi*

# Hiponatremiye Beynin Adaptasyonu



# Ozmotic Demiyelinasyon Sendromu

## Santral Pontin Miyelinoliz

Kuadriparezi, ataksi, anormal  
ekstraoküler hareketler,  
konvülsiyon, koma



*Adams et al: Arch Neurol Psychiatry 81:154-172, 1959*  
*McCormick, Danneel: Arch Intern Med 119:444-478, 1967*

- 48 yaşında kadın hasta
- Aşırı halsizlik nedeniyle başvurdu.
- Üç gündür ishali varmış.
- Fizik muayenede turgoru azalmış. Kan basıncı 112/78 mm Hg, NDS: 98/R
- Laboratuvar bulguları:  
BUN: 24 mg/dl, kreatinin: 0.8 mg/dl  
Na: 122 mmol/L, K: 2.8 mmol/L, HCO<sub>3</sub>: 20 mmol/L

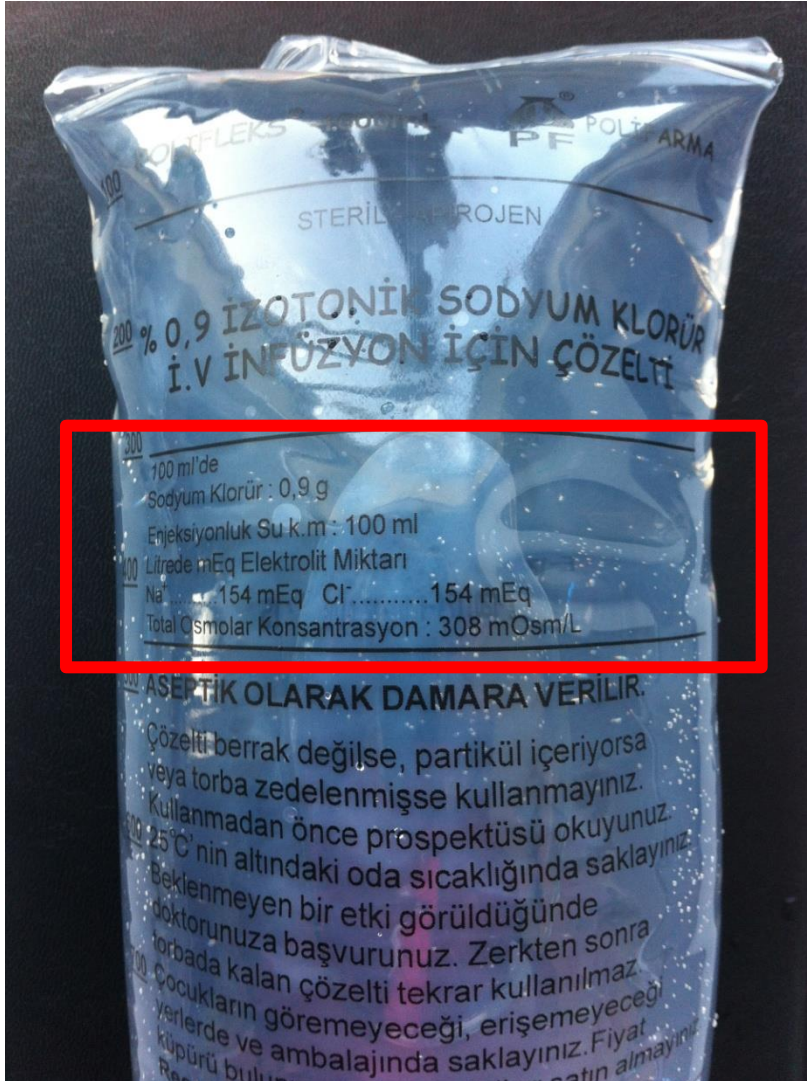
***1000 ml %0.9 NaCl solüsyonu içinde 4 ampul KCl  
İnfüzyon Hızı: 100 ml/saat***



# Hipovolemik Hiponatremi

- Öncelikle hipovolemi düzeltilmelidir.
- %0.9 NaCl solüsyonu 0.5 – 1.0 ml/kg/saat hızında verilmelidir.

# %0,9 İzotonik Sodyum Klorür Solüsyonu



% 0,9 NaCl

100 ml'de 0,9 gram NaCl

1 litrede 9 gram NaCl

NaCl'ün molekül ağırlığı: 58,5

$58,5 \text{ mg NaCl} = 1 \text{ mmol Na}^+$

$9000 / 58,5 = 153,8 \text{ mmol Na}^+$

# %0,9 İzotonik Sodyum Klorür Solüsyonu

|            | İçerik                                 | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml)               |
|------------|----------------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| % 0,9 NaCl | Sodyum: 154 mEq/L<br>Klorür: 154 mEq/L | 308 mOsm/L            | 50, 100, 150, 250,<br>500, 1000, 3000 |

- Hipovolemi durumları
- Tuz ve su kaybının olduğu durumlar
- Metabolik alkaloz tedavisi
- Oral sıvı alımının yeterli olmadığı durumlar

DİKKAT :      Hipertansiyonu olan hastalar  
Kalp yetersizliği olan hastalar

# İnfüzyon ?

# Perfüzyon ?



## İnfüzyon

Bir solüsyonun intravenöz yoldan verilmesi işlemi

## Perfüzyon

Damarlar içindeki kan akımının kapiller yatağa ulaşarak dokuyu kanlandırması

- 56 yaşında erkek hasta
- Halsizlik, öksürük ve kanlı balgam şikayetleri var.
- 40 paket-yıl sigara hikayesi var.
- Fizik muayenede ödem yok. Kan basıncı 148/96 mm Hg, NDS: 92/R. Ekspirium uzun, yaygın kaba ralleri var.
- Laboratuvar bulguları:  
BUN: 22 mg/dl, kreatinin: 1.2 mg/dl  
Na: 118 mmol/L, K: 3.8 mmol/L

**Sıvı kısıtlaması**

# Kronik Asemptomatik Hiponatremi

- Hiponatremiye yol açabilecek tedaviler (ilaçlar, parenteral sıvılar) kesilmelidir.
- Altta yatan neden (uygunsuz ADH salınımı sendromu, hipotiroidi vs.) araştırılmalıdır.
- Hiponatremi belirgin ise ( $<125$  mmol/L) serum  $[\text{Na}^+]$  ilk 24 saat içinde  $>10$  mmol/L, daha sonraki günlerde de  $>8$  mmol/L/gün yükseltilmemelidir.

- 48 yaşında kadın hasta
- Halsizlik ve bacaklarında şişlik şikayetleri var.
- Kronik glomerulonefrite bağlı kronik böbrek yetersizliği nedeniyle takip edilmekte.
- Fizik muayene: Soluk görünümde. Pretibial ödemi var.  
Kan basıncı 148/102 mm Hg, NDS: 96/R
- Laboratuvar bulguları:  
BUN: 86 mg/dl, kreatinin: 4.6 mg/dl, Hb 10.2 g/dl,  
hematokrit: %32.6, Na: 125 mmol/L, K: 4.8 mmol/L

**Sıvı ve sodyum kısıtlaması**

## OLGU 4

- 72 yaşında erkek hasta halsizlik, bacaklarında şişme ve nefes darlığı şikayetleri nedeniyle getirildi.
- Hipertansiyon ve koroner arter hastalığı hikayesi var.
- Fizik muayenede bacaklarda ödem ve boyunda venöz dolgunluk var. Akciğer kaidelerinde raller ve kalpte S3 duyulmakta. Kan basıncı 140/100 mm Hg, NDS: 110/R
- Laboratuvar bulguları:  
BUN: 42 mg/dl, kreatinin: 1.4 mg/dl  
Na: 121 mmol/L, K: 3.5 mmol/L  
Posm: 260 mOsm/kg H<sub>2</sub>O, İdrar Na: 5 mmol/L

Sıvı ve sodyum kısıtlaması + Parenteral furosemid



# Hipervolemik Hiponatremi

- Sıvı kısıtlaması
- Sodyum kısıtlaması
- Diüretikler
- Diyaliz
- Vazopressin reseptör antagonistleri

48 yaşında erkek hasta.

Taşlı kolesistit nedeniyle opere edildikten sonra servise çıkarıldı.

Genel durumu iyi. Kan basıncı 110/80 mm Hg, NDS: 76/R

Bu hasta için aşağıdaki solüsyonlardan hangisi/hangileri uygundur?

- a) %5 Dekstroz
- b) %5 Dekstroz, %0.45 Sodyum Klorür
- c) %0.9 Sodyum klorür
- d) Ringer
- e) Laktatlı Ringer

# Poliionik Solüsyonlar

|                              | İçerik                                                                                                                       | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml)        |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Laktatlı Ringer              | Sodyum: 129,3 mEq/L<br>Potasyum: 5,37 mEq/L<br>Kalsiyum: 4 mEq/L<br>Klorür: 112 mEq/L<br>Laktat: 27 mEq/L                    | 275,5 mOsm/L          | 100, 150, 250, 500, 1000, 2000 |
| % 5 Dekstroz Laktatlı Ringer | Dekstroz: 50 g/L<br>Sodyum: 129,3 mEq/L<br>Potasyum: 4 mEq/L<br>Kalsiyum: 2,7 mEq/L<br>Klorür: 109 mEq/L<br>Laktat: 27 mEq/L | 523 mOsm/L            | 100, 150, 250, 500, 1000       |
| Ringer                       | Sodyum: 147 mEq/L<br>Potasyum: 4 mEq/L<br>Kalsiyum: 4,5 mEq/L<br>Klorür: 155,5 mEq/L                                         | 310 mOsm/L            | 100, 150, 250, 500, 1000       |

- Oral sıvı alamayan hastalar
- Postoperatif dönemdeki hastalar
- İdame sıvı replasmanı

40 yaşında ve 70 kg ağırlığında erkek hasta

Kolesistektomi operasyonundan 1 gün sonra şuur bulanıklığı gelişmesi üzerine bakılan serum  $[Na^+]$  110 mmol/L bulundu.

Hastaya %5 dekstroz, %0.45 NaCl tedavisi verilmekte

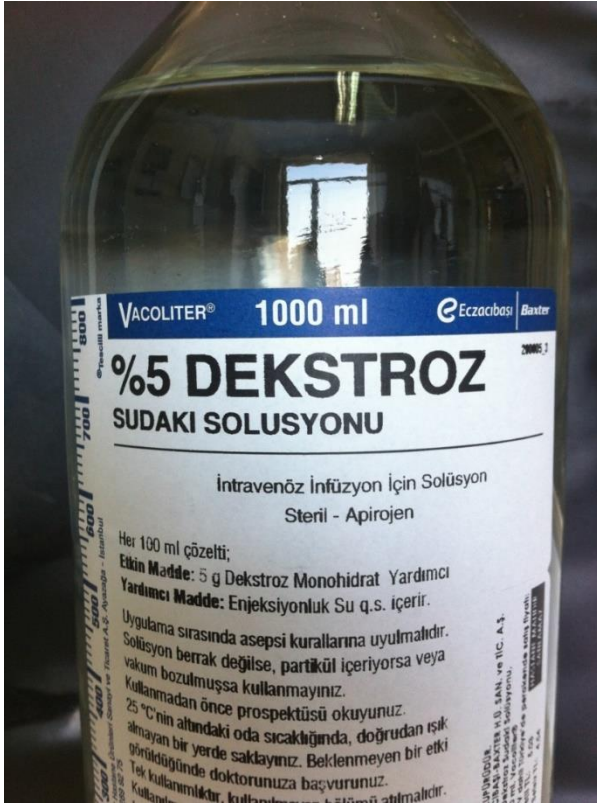
*Hastada neden hiponatremi gelişmiş olabilir ?*

**Postoperatif dönemde  
asla hipotonik sıvı verilmemelidir !**

# Akut Semptomatik Hiponatremi

- Acil olarak tedavi edilmezse beyin ödemeine bağlı kalıcı nörolojik hasar veya herniasyon ile ölüm riski yüksektir.
- Hipotonik sıvılar (%5 dekstroz, %0.45 NaCl) veriliyorsa, derhal kesilmelidir !
- Serum  $[Na^+]$ , semptomlar ortadan kalkana kadar, saatte 1-2 mEq/L artacak şekilde düzeltilmelidir.
- Tedavi boyunca sık aralıklarla (2-4 saatte bir) serum  $[Na^+]$  tayini yapılmalıdır.

# Dekstroz Solüsyonları



# Dekstroz Solüsyonları

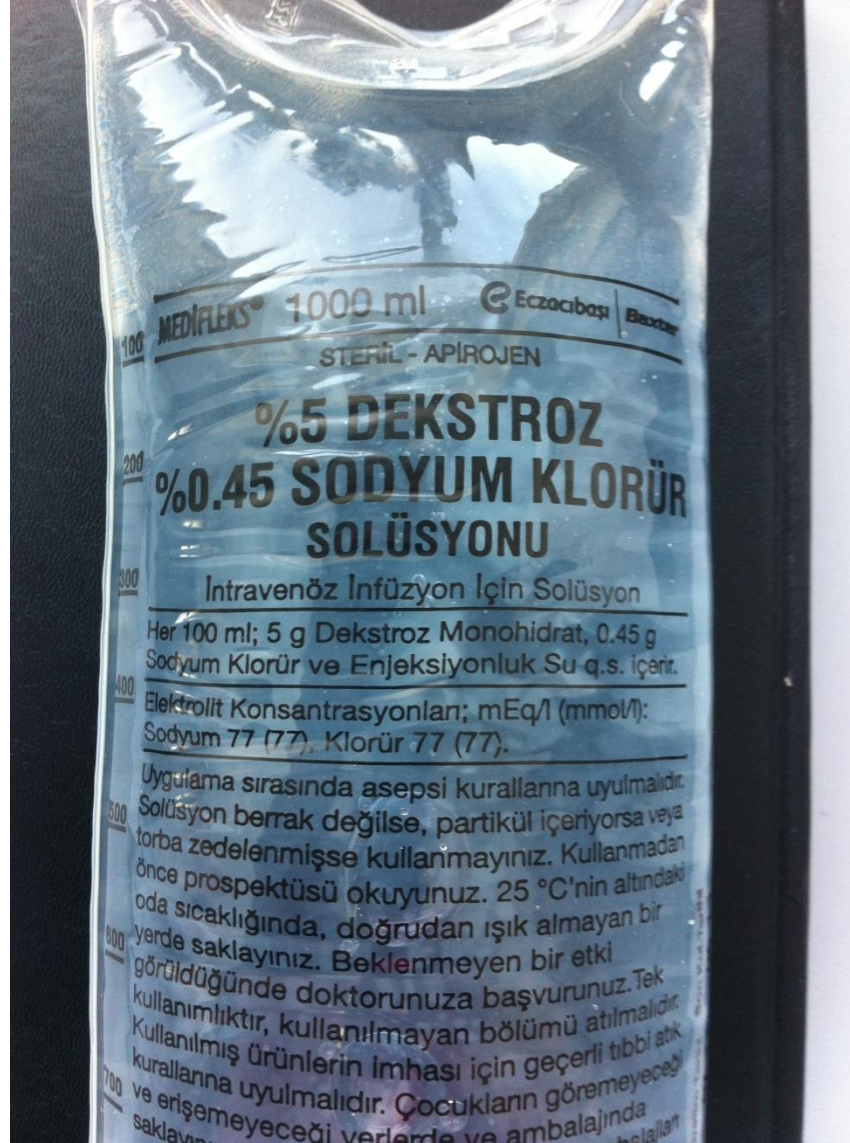
|               | İçerik              | Kalori      | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml)      |
|---------------|---------------------|-------------|-----------------------|------------------------------|
| % 5 Dekstroz  | 50 gram/L dekstroz  | 200 kcal/L  | 253 mOsm/L            | 50, 100, 150, 250, 500, 1000 |
| % 10 Dekstroz | 100 gram/L dekstroz | 400 kcal/L  | 506 mOsm/L            | 50, 100, 150, 250, 500, 1000 |
| % 20 Dekstroz | 200 gram/L dekstroz | 800 kcal/L  | 1012 mOsm/L           | 100, 150, 250, 500, 1000     |
| % 30 Dekstroz | 300 gram/L dekstroz | 1200 kcal/L | 1518 mOsm/L           | 100, 150, 250, 500, 1000     |
| % 50 Dekstroz | 500 gram/L dekstroz | 2000 kcal/L | 2500 mOsm/L           | 100, 150, 250, 500, 1000     |

- Sodyum verilmesinin sakıncalı olabileceği durumlar  
(Kalp yetersizliği, hipertansiyon)
- Hipoglisemi
- Kalori desteği için

**DİKKAT :** Hiponatremi gelişebilir  
Hipopotasemi gelişebilir



# Dekstroz ve Sodyum Klorür İçeren Solüsyonlar





# Dekstroz ve Sodyum Klorür İçeren Solüsyonlar

|                                          | İçerik                                                                           | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml)  |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| % 5 Dekstroz<br>% 0,2 NaCl               | Dekstroz: 50 gram/L<br>Sodyum: 34,2 mEq/L, Klorür: 34.2 mEq/L                    | 320 mOsm/L            | 100, 150, 250, 500, 1000 |
| % 5 Dekstroz<br>% 0,45 NaCl              | Dekstroz: 50 gram/L<br>Sodyum: 77 mEq/L, Klorür: 77 mEq/L                        | 406 mOsm/L            | 250, 500, 1000           |
| % 5 Dekstroz<br>% 0,9 NaCl               | Dekstroz: 50 gram/L<br>Sodyum: 154 mEq/L, Klorür: 154 mEq/L                      | 560 mOsm/L            | 250, 500, 1000           |
| % 5 Dekstroz<br>% 0,45 NaCl<br>% 0.3 KCl | Dekstroz: 50 gram/L<br>Sodyum: 77 mEq/L, Potasyum: 40 mEq/L<br>Klorür: 117 mEq/L | 486,5 mOsm/L          | 250, 500, 1000           |
| % 3,33 Dekstroz<br>% 0,3 NaCl            | Dekstroz: 33,3 gram/L<br>Sodyum: 51,3 mEq/L, Klorür: 51,3 mEq/L                  | 270,6 mOsm/L          | 100, 150, 250, 500, 1000 |

- Hipotonik olanlar sodyum verilmesinin sakıncalı olabileceği durumlarda (kalp yetersizliği, hipertansiyon) verilir.

**DİKKAT :** Hipotonik olanlar hiponatremiye yol açabilir  
Dekstrozlu solüsyonlar hipopotasemiye yol açabilir

# Hipertonik Sodyum Klorür Solüsyonu

|          | İçerik                                 | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml)  |
|----------|----------------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| % 3 NaCl | Sodyum: 513 mEq/L<br>Klorür: 513 mEq/L | 1026 mOsm/L           | 100, 150, 250, 500, 1000 |

- Semptomatik hiponatremi

DİKKAT : Hipertansiyonu olan hastalar  
Kalp yetersizliği olan hastalar

# “Serum Sale” Ampul

**1 amp (10 ml) Serum Sale:  
(% 20 NaCl)**

*100 ml’de 20 g NaCl*

*=1000 ml’de 200 g NaCl*

*=1000 ml’de 3.4 mol NaCl = 3400 mmol Na*



**NaCl**  
**Molekül Ağırlığı: 58.5 g**

**1 amp Serum Sale 34 mmol Na içerir**

# Geleneksel Formül

$$\text{Na}^+ \text{ açığı} = \text{Toplam Vücut Suyu} \times (\text{İstenen } [\text{Na}^+] - \text{Bulunan } [\text{Na}^+])$$

70 kg erkek, serum  $[\text{Na}^+]$ : 110 mmol/L

Hedef  $[\text{Na}^+]$ : 120 mmol/L Yükseltme Hızı: 2 mmol/L/saat

$$\text{Süre: } (120 - 110) \div 2 = 5 \text{ saat}$$

Sodyum açığı: Toplam vücut suyu  $\times (120 - [\text{Na}^+])$

$$(70 \times 0.6) \times (120 - 110) = 42 \times 10 = 420 \text{ mmol}$$

%3 NaCl , litrede 513 mmol  $\text{Na}^+$  içerir

820 ml %3 NaCl, 5 saatte verilmelidir (İnfüzyon hızı 164 ml/saat)

veya

1 L % 0.9 NaCl (154 mmol/L) içine 8 amp %20 NaCl

$$(8 \times 34 = 272 \text{ mmol}) \text{ konabilir } (154 + 272 = 426 \text{ mmol})$$

# Adrogué-Madias Formülü

$$\text{Serum [Na}^+\text{]’da deęişiklik} = \frac{\text{infüzet [Na}^+\text{]} - \text{serum [Na}^+\text{]}}{\text{TVS} + 1}$$

*1 litre infüzetin verilmesi ile serum [Na<sup>+</sup>]’nun ne kadar deęiőeceęini bulur*

$$\text{Serum [Na}^+\text{]’da deęişiklik} = \frac{(\text{infüzet [Na}^+\text{]} + \text{infüzet [K}^+\text{]}) - \text{serum [Na}^+\text{]}}{\text{TVS} + 1}$$

*1 litre Na ve K içeren infüzetin verilmesi ile serum [Na<sup>+</sup>]’nun ne kadar deęiőeceęini bulur*

70 kg erkek, serum [Na<sup>+</sup>]: 110 mmol/L

Serum [Na<sup>+</sup>]’da deęişiklik = (513 – 110) ÷ (42 + 1) = 9.37

1000 ml %3 NaCl ile serum [Na<sup>+</sup>] 9.37 mmol/L artar

10 mmol/L yükselmesi için 1067 ml (~1070 ml) %3 NaCl vermek gerekli

İnfüzyon hızı 214 ml/saat (5 saat boyunca)

Geleneksel formül ile  
164 ml/saat

# Basit Bir Uygulama

- Serum  $[\text{Na}^+]$ 'nu 1 – 2 mEq/L/saat artırmak için %3 NaCl (513 mmol/L) 1 – 2 ml/kg/saat hızda infüze edilmelidir.

70 kg erkek, serum  $[\text{Na}^+]$ : 110 mmol/L

İstenen  $[\text{Na}^+]$ : 120 mmol/L, Düzeltme hızı: 2 mmol/L/saat

İnfüzyon hızı 140 ml/saat (5 saat boyunca)

Geleneksel formül ile  
164 ml/saat

Adrogé-Madias formülü ile  
214 ml/saat

26 yaşında kadın hasta

Aşırı halsizlik nedeniyle iç hastalıkları polikliniğine başvurdu.

Yaklaşık 1 yıldır halsizlik şikayeti varmış. Son aylarda giderek artmış.

Fizik Muayene:

Ödem yok. BKİ: 18 kg/m<sup>2</sup>

TA: 112/76 mm Hg, NDS: 80/R

## Laboratuvar Bulguları:

Glukoz: 84 mg/dl

BUN: 18 mg/dl

Kreatinin: 0.8 mg/dl

Hb: 12.2 g/dl

Hct: % 36.4

Na: 138 mmol/L

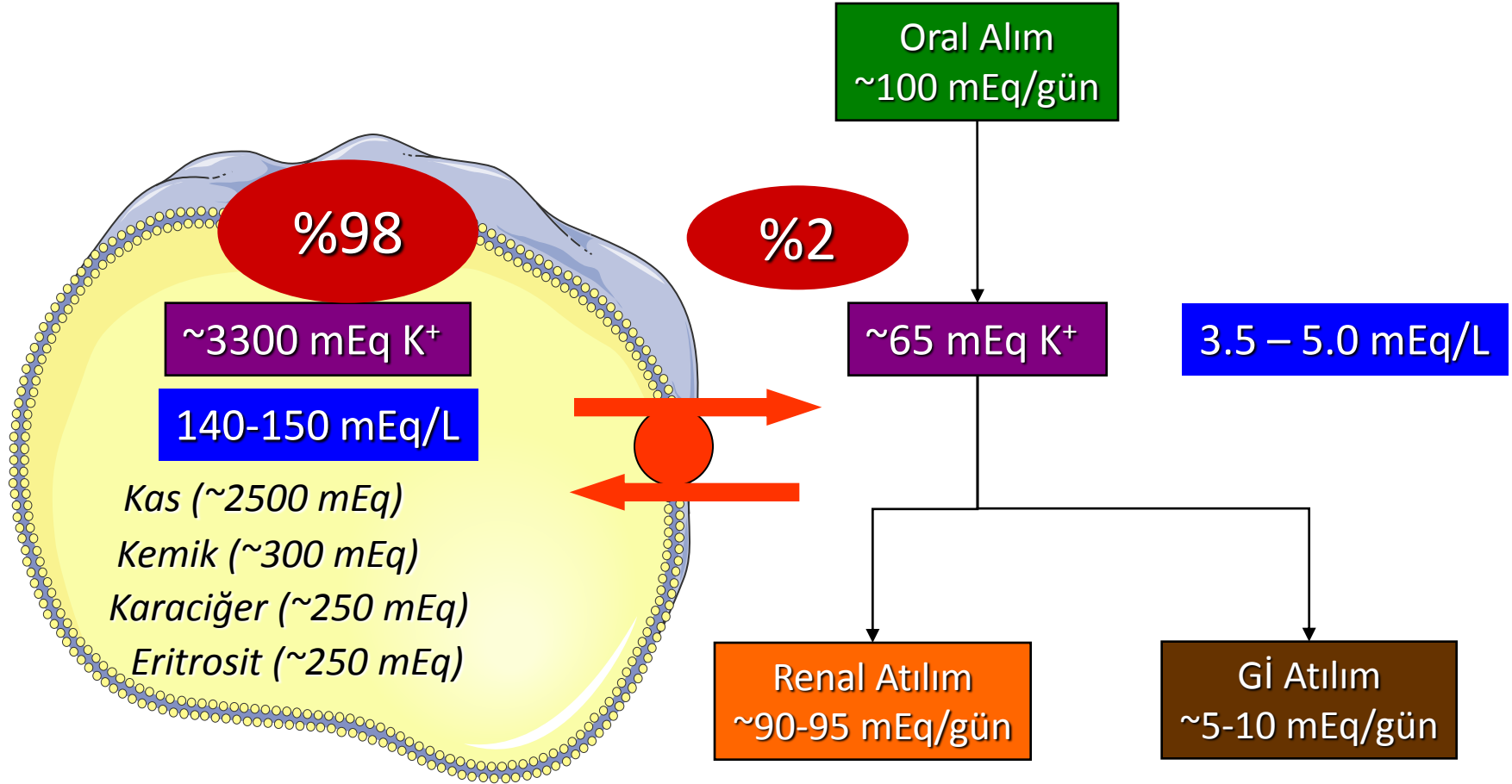
K: 2.8 mmol/L

Cl: 92 mmol/L

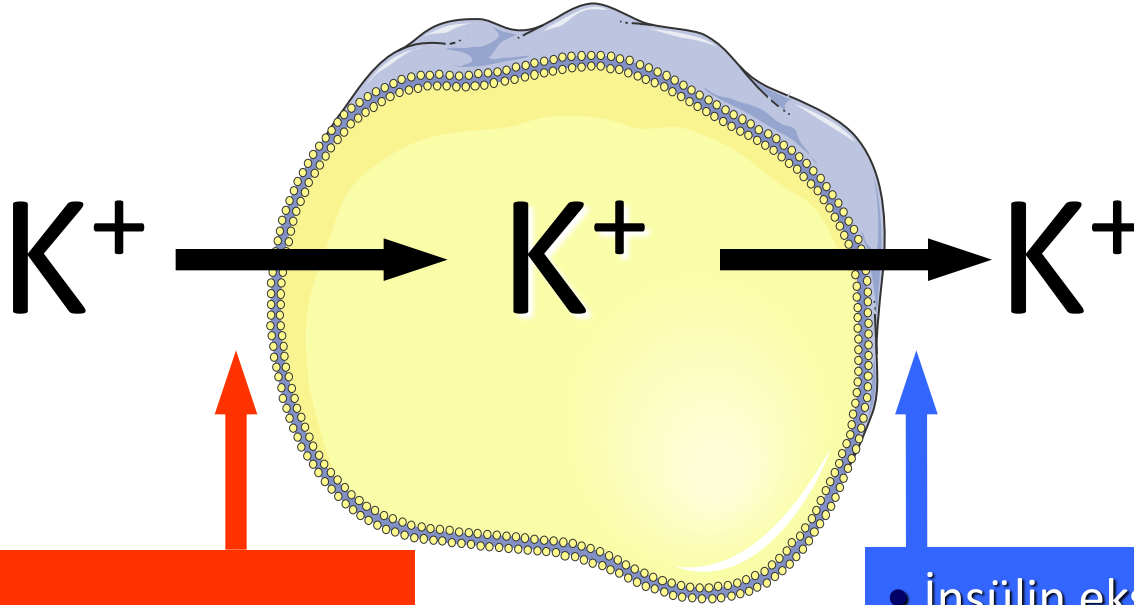




# Vücuttaki Potasyumun Dağılımı



# Transselüler Potasyum Geçiři



- İnsülin
- $\beta 2$ -reseptör agonistleri
- Alkaloz
- $\alpha$ -reseptör antagonistleri

- İnsülin eksikliği
- $\beta 2$ -reseptör antagonistleri
- Asidoz
- $\alpha$ -reseptör agonistleri
- Hiperozmolalite
- Egzersiz

# Hipopotaseminin Klinik Bulguları

## Kardiyak Bulgular

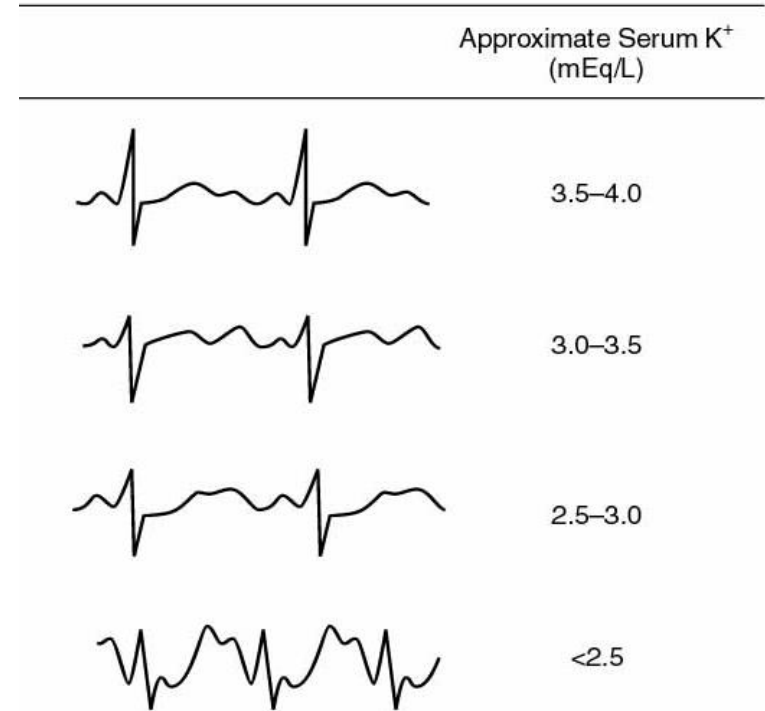
EKG değişiklikleri

Aritmiler

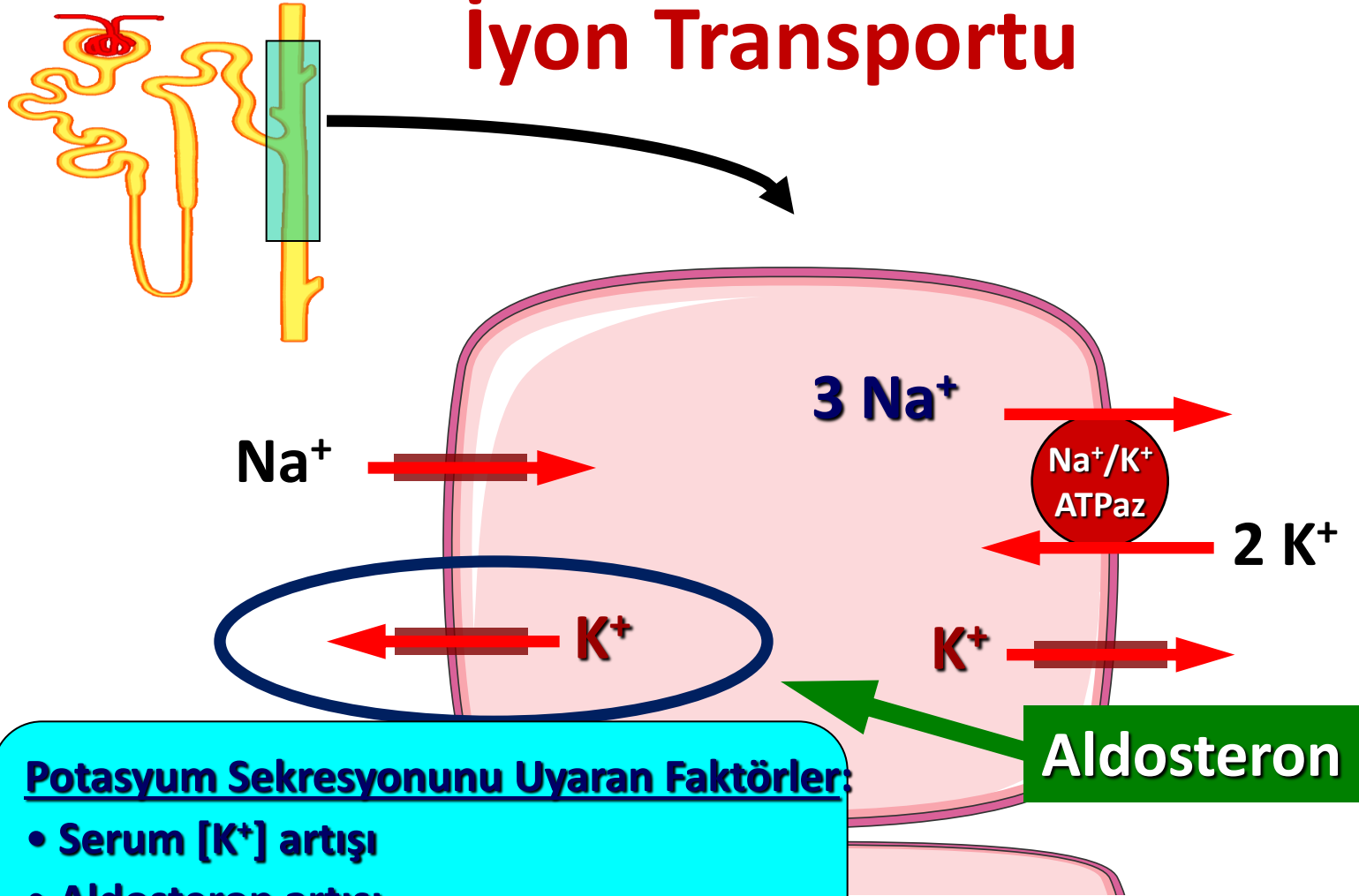
Dijital intoksikasyonu

## Nöromusküler Bulgular

Halsizlik, kas krampları, paralizi, rabdomiyoliz, konstipasyon, ileus



# Toplayıcı Tubulustaki Esas Hücrelerde İyon Transportu



## Potasyum Sekresyonunu Uyaran Faktörler:

- Serum [K<sup>+</sup>] artışı
- Aldosteron artışı
- Distal nefrona gelen sodyumun artışı

# Yalancı Hipopotasemi

- Aşırı lökositoz ( $>100,000/\text{mm}^3$ ) olan durumlarda (en sık akut lösemilerde) görülür.
- Alınan kan örneği uzun süre oda sıcaklığında beklerse, potasyum lökositlerin içine geçer.
- Yalancı hipopotasemiden şüphelenilirse alınan kanın plazması hızla ayrılmalı ve  $4^{\circ}\text{C}$ 'de saklanmalıdır.

# Hipopotasemi

*Lökosit sayısı  $>100,000/\text{mm}^3$  ise  
yalancı hipopotasemi ?*

Potasyumun hücre içine  
girişinin artmasına bağlı

Katekolamin artışı ( $\beta$  agonistler, stres)  
Alkalemi  
İnsülin uygulaması  
Hipopotasemik periyodik paralizi

Vücuttaki toplam potasyumun  
miktarının azalmasına bağlı

Potasyum  
kaybı

Diyetle  
yetersiz  
alım

# Potasyum Kaybı

## Renal Kayıp

(İdrarla  $K^+$  atılımı  $>20$  mEq/gün)

## Gastrointestinal Kayıp

(İdrarla  $K^+$  atılımı  $< 20$  mEq/gün)

Diyare, fistüller, polipler,  
laksatif kullanımı

### Metabolik alkaloz varsa:

Diüretikler, kusma,  
primer hiperaldosteronizm,  
Bartter sendromu

### Metabolik asidoz varsa:

Renal tubuler asidoz  
Diabetik ketoasidoz  
Üreterosigmoidostomi

### Asit-baz bozukluğu yoksa:

ATN'nin iyileşme dönemi  
Postobstrüktif diürez  
Hipomagnezemi  
Aminoglikozidler, sisplatin

## Laboratuvar Bulguları:

Glukoz: 84 mg/dl

BUN: 18 mg/dl

Kreatinin: 0.8 mg/dl

Hb: 12.2 g/dl

Hct: % 36.4

Na: 138 mmol/L

K: 2.8 mmol/L

Cl: 92 mmol/L

İdrar: pH 5.6, Na<sup>+</sup> 76 mEq/gün, K<sup>+</sup> 48 mEq/gün

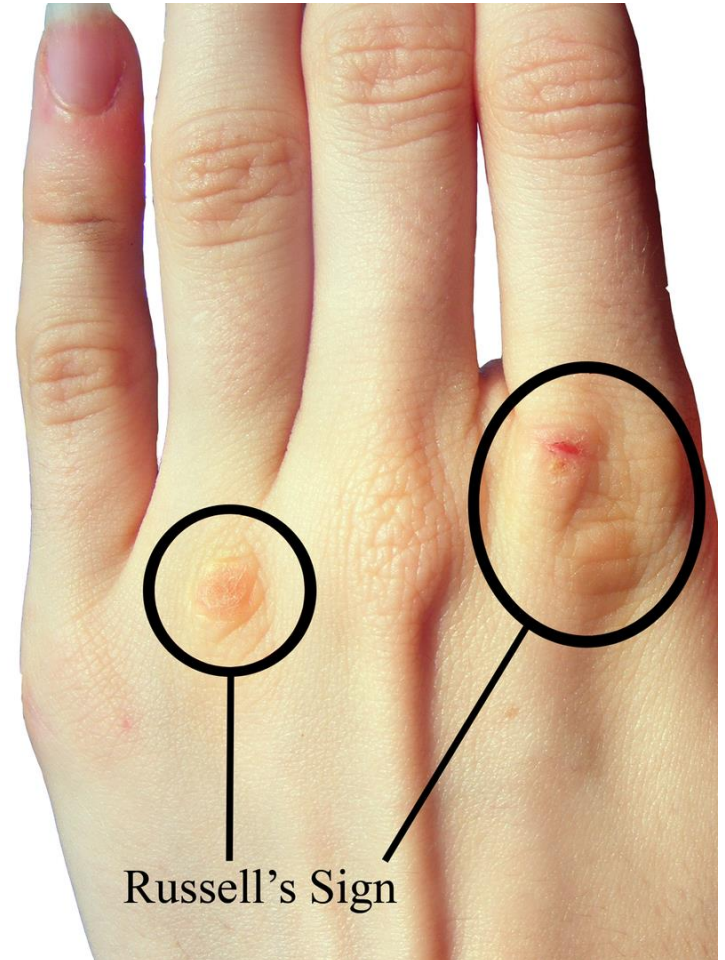
Arter Kan Gazi:

pH 7.49, HCO<sub>3</sub>: 34 mmol/L, pCO<sub>2</sub>: 46 mm Hg

## Kronik Provoke Kusma



# Bulimia Nervosa



# Gastrointestinal Traktustan H<sup>+</sup> Kaybı

Kusma / NG drenaj



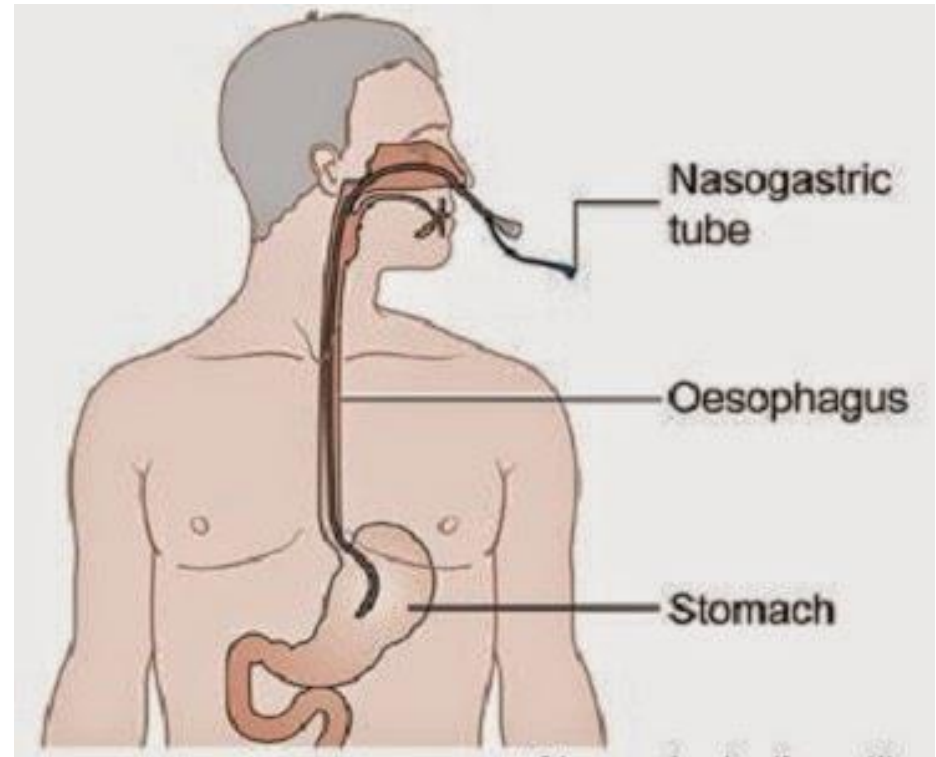
Asidik sıvı kaybı



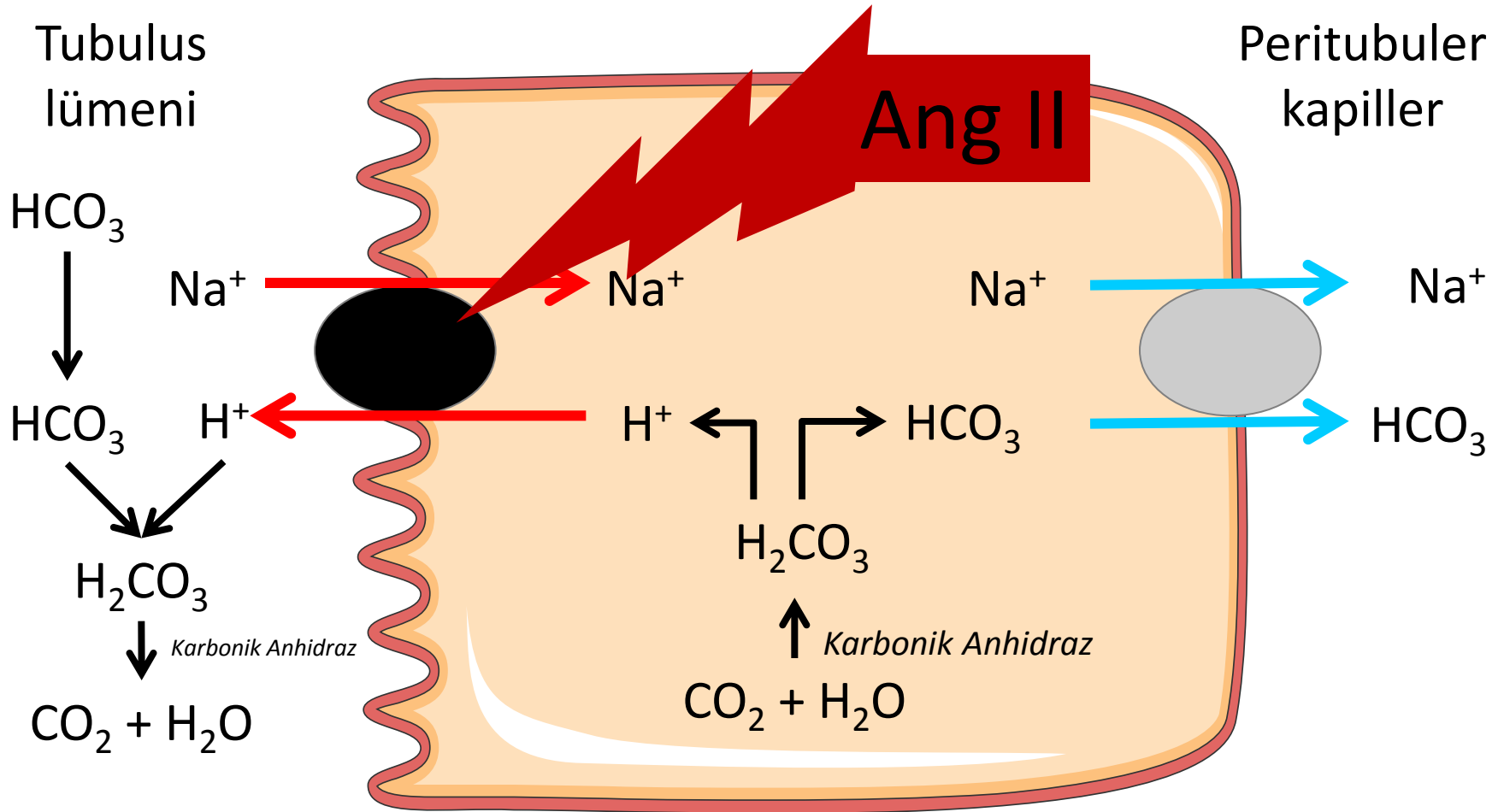
Hipovolemi



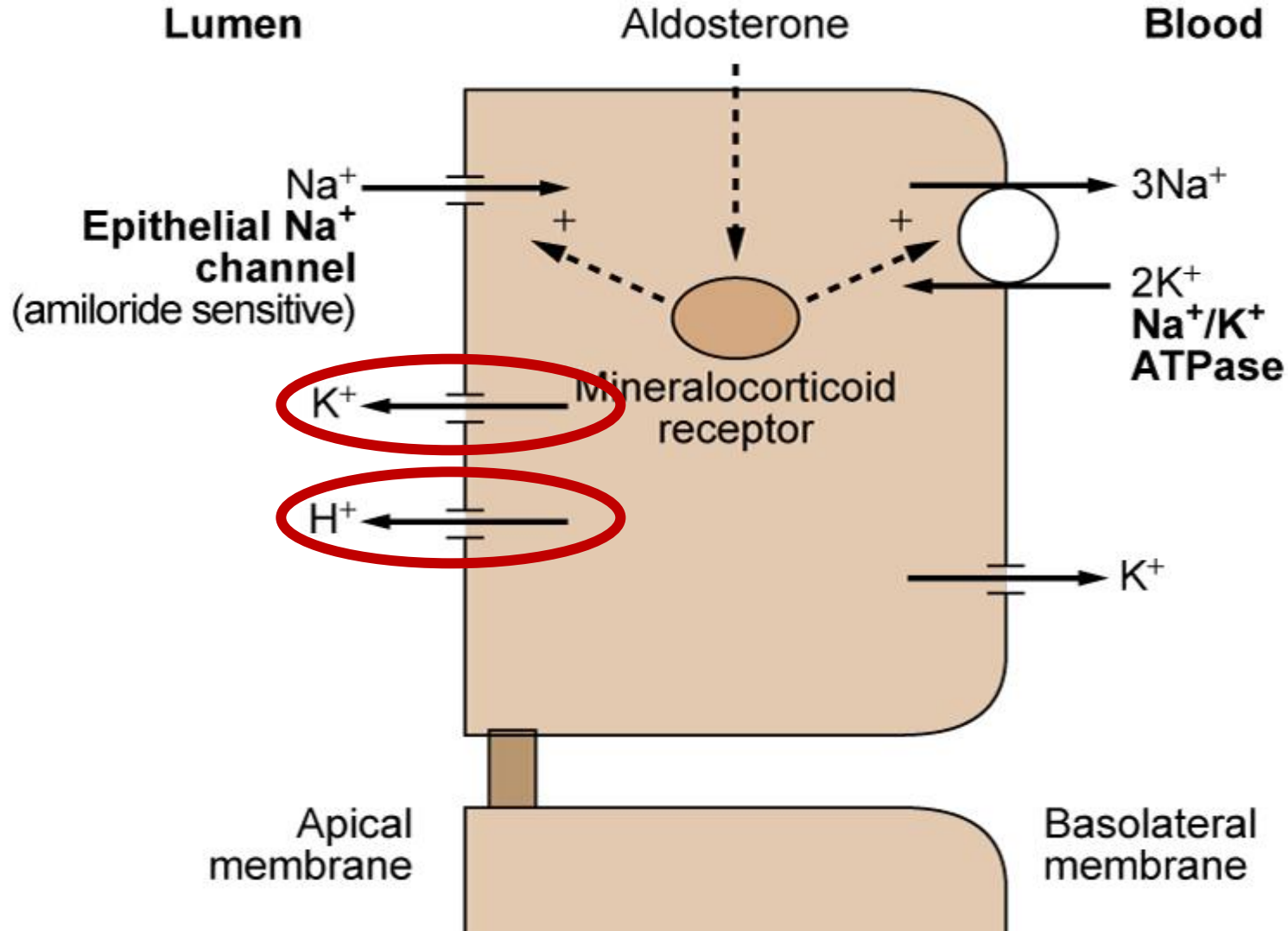
**RAAS'ın uyarılması**



# Proksimal Tubulusta Bikarbonatın Geri Kazanılması (Reklamasyonu)



# Toplayıcı Tubulusta Esas Hücrelerde Elektrolit Transportu



# Hipopotasemi Tedavisi

## ORAL

- Potasyumdan zengin gıdalarla beslenme
- Potasyum sitrat (Kalinor tb, Pot-K tb):  
40 mEq/tablet
- Böbrekle potasyum kaybı olanlarda amilorid, triamteren veya spironolakton

# Hipopotasemi Tedavisi

## PARENTERAL

- Mutlaka infüzyon şeklinde yapılmalıdır !



**Potasyumun direkt  
intravenöz verilmesi  
ölüme yol açar !!!**

**1 amp (10 ml) Potasyum Klorür:  
(% 7.5 KCl)**

**Molekül Ağırlığı: 75 g**

*100 ml'de 7.5 g KCl*

*1000 ml'de 75 g KCl*

*1000 ml'de 1 mol KCl = 1 mol K<sup>+</sup>*

*1000 ml'de 1000 mmol K<sup>+</sup>*

**1 amp KCl 10 mmol K<sup>+</sup> içerir**

**1 amp KCl 1000 mmol/L  
konsantrasyonda K<sup>+</sup> içerir**

# Hipopotasemi Tedavisi

## PARENTERAL

- 1000 ml dekstroz içermeyen sodium klorür içine en fazla 60 mmol potasyum eklenmelidir.
- Potasyum konsantrasyonu litrede 40 mmol'den fazla ise veya saatte 10 mmol'den hızlı ise infüzyon pompası kullanılmalıdır.
- Eğer solüsyon 100 – 200 ml ise:
  - Periferik ven için 10 mmol potasyum eklenmelidir.
  - Santral ven için en fazla 40 mmol potasyum eklenmelidir.
- İnfüzyon hızı saatte 10 – 20 mmol'ü geçmemelidir.

**Hipotasemi tedavisinin en önemli komplikasyonu hiperpotasemidir.**



# Potasyum İçeren Solüsyonlar





# Potasyum İçeren Solüsyonlar

|                            | İçerik                                                                                                                                                     | Ozmolar Konsantrasyon | Piyasadaki Formlar (ml) |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| İzolen                     | Sodyum: 140 mEq/L; Klorür: 103 mEq/L; Potasyum: 10 mEq/L<br>Asetat: 47 mEq/L; Kalsiyum: 4,8 mEq/L; Sitrat: 7,65 mEq/L<br>Magnezyum: 3 mEq/L                | 307 mOsm/L            | 500, 1000               |
| İzolen – M<br>% 5 Dekstroz | Dekstroz: 50 g/L; Sodyum: 40 mEq/L; Klorür: 40 mEq/L<br>Potasyum: 35 mEq/L; Asetat: 20 mEq/L; Fosfat: 15 mEq/L                                             | 391 mOsm/L            | 250, 500, 1000          |
| İzolen – P<br>% 5 Dekstroz | Dekstroz: 50 g/L; Sodyum: 25 mEq/L; Klorür: 20,5 mEq/L<br>Potasyum: 20,4 mEq/L; Laktat: 23,2 mEq/L<br>Magnezyum: 3 mEq/L; Fosfat: 3 mEq/L; Sülfid: 2 mEq/L | 347 mOsm/L            | 250, 500, 1000          |
| İzolen – S                 | Sodyum: 141 mEq/L; Klorür: 98 mEq/L; Potasyum: 5 mEq/L<br>Fosfat: 1 mEq/L; Magnezyum: 3 mEq/L; Asetat: 27 mEq/L<br>Glukonat: 23 mEq/L                      | 295 mOsm/L            | 250, 500, 1000          |
| Kadalex                    | Dekstroz: 50 g/L; Potasyum: 27 mEq/L; Klorür: 27 mEq/L                                                                                                     | 307 mOsm/L            | 500, 1000               |
| Kadex 40                   | Dekstroz: 50 g/L; Sodyum: 77 mEq/L; Potasyum: 40 mEq/L;<br>Klorür: 117 mEq/L                                                                               | 485 mOsm/L            | 500                     |

## OLGU 8

40 yaşında erkek hasta

- İç Hastalıkları Kliniği'nde sebebi bilinmeyen ateş nedeni ile yatmakta.
- Damar yolunu açık tutacak çekilde Isolyte tedavisi almakta.
- Serum potasyum konsantrasyonu 6.8 mEq/L olarak bulundu.
- Laboratuardan kan örneğinin hemolizli olduğu ile ilgili uyarı geldi.

**Tanı ?**

**Yaklaşım ?**

# Hiperpotasemi

**$[K^+] > 5.0 \text{ mEq/L}$**

- Yatan hastaların % 1 – %10'unda görülür.

**Sıklıkla belirti vermez.**

**Aniden ortaya çıkabilir.**

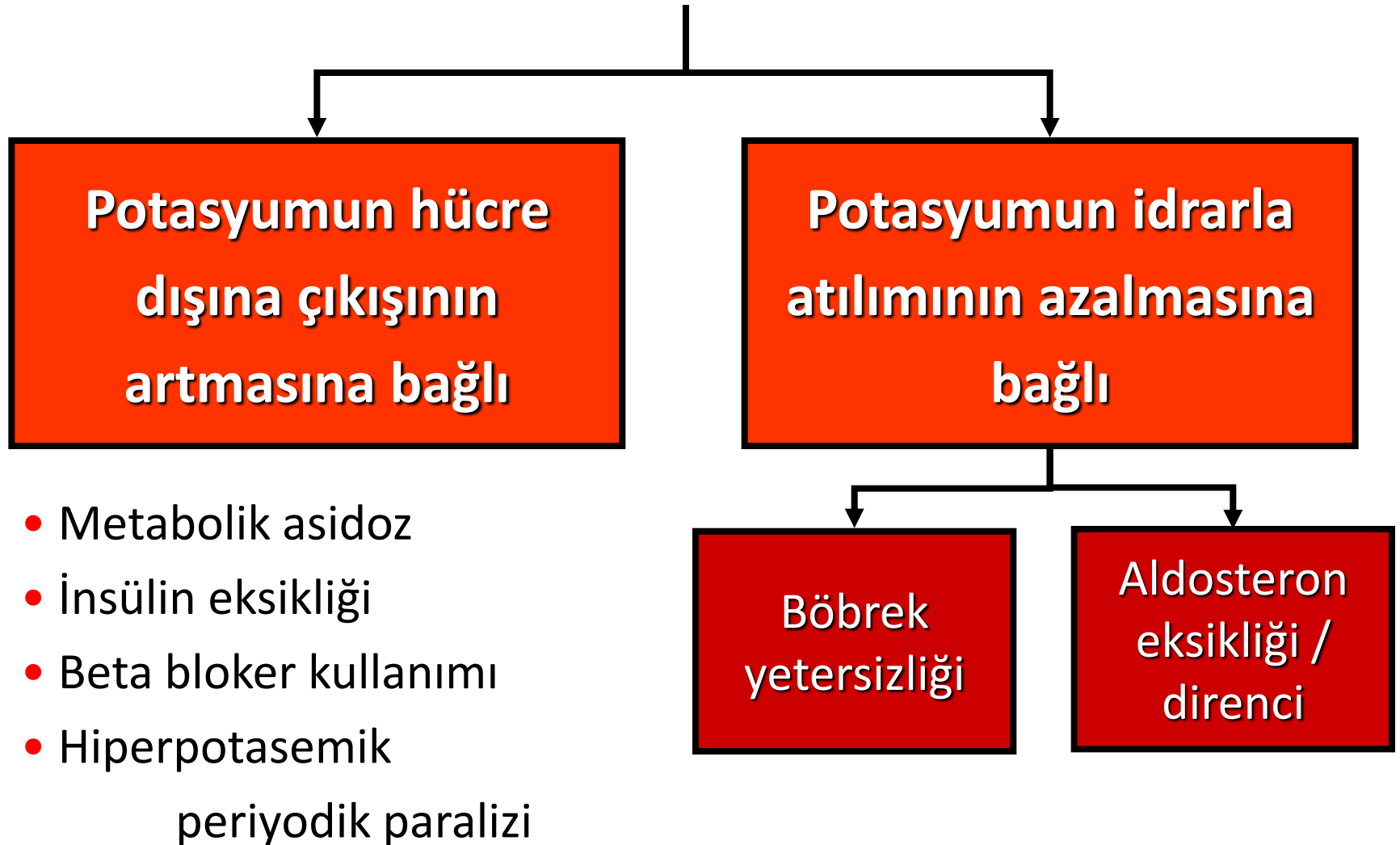
**Ölümcül olabilir.**

# Yalancı Hiperpotasemi

## *(Psödohiperpotasemi)*

- Hemoliz
  - Kan alınma işlemi sırasında (mekanik travma)
  - Kanın beklemesi sırasında
- Uzun süreli turnike uygulanması
- Pıhtılaşma sonrasında
  - Belirgin lökositozu veya trombositozu olanlarda
- Herediter sferositoz
- Ailevi psödohiperpotasemi

# Hiperpotasemi



# Böbrek Yetersizliği

- Nefron sayısının çok azalması
  - GFR < 10-15 ml/dak.
  - Akut oligürik böbrek yetersizliği
- Potasyumun hücre içine geçişinin azalması
  - Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup>-ATPaz aktivitesinin azalması (üremik toksinler)
  - Metabolik asidoz
- Ek sebepler araştırılmalı: Diyetle alım, hemoliz, rabdomiyoliz, ilaçlar

# Hiperpotasemiye Neden Olabilecek İlaçlar

- Potasyum tutucu diüretikler  
(spironolakton, amilorid, triamteren)
- Nonsteroid antiinflatuar ilaçlar
- RAS blokerleri
- Beta blokerler
- Heparin
- Kalsinörin inhibitörleri (Siklosporin, takrolimus)
- Trimetoprim
- Mannitol
- Dijital

# Aldosteron Eksikliği / Direnci

- Primer adrenal yetersizlik (Addison hastalığı)
- Konjenital adrenal enzim eksikliği
- Heparin
- Psödohipoaldosteronizm
- Hiporeninematik hipoaldosteronizm
  - *Normovolemik veya hipervolemik*
  - *Renin ve aldosteron düzeyleri baskılanmıştır*
  - *Diyabetik nefropatide, kronik tubulointerstisyel hastalıklarda görülür.*



# Klinik Bulgular

## Nöromusküler Bulgular

Halsizlik, parestezi, paralizi

## Kardiyak Bulgular

EKG değişiklikleri,  
aritmler

| Serum potassium          | Typical ECG appearance                                                               | Possible ECG abnormalities                                                                                                                               |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mild (5.5-6.5 mEq/L)     |   | Peaked T waves<br>Prolonged PR segment                                                                                                                   |
| Moderate (6.5-8.0 mEq/L) |   | Loss of P wave<br>Prolonged QRS complex<br>ST-segment elevation<br>Ectopic beats and escape rhythms                                                      |
| Severe (>8.0 mEq/L)      |  | Progressive widening of QRS complex<br>Sine wave<br>Ventricular fibrillation<br>Asystole<br>Axis deviations<br>Bundle branch blocks<br>Fascicular blocks |

**Hiperpotasemi, EKG değişiklikleri olmasa bile tedavi edilmelidir !!!**

## OLGU 8

40 yaşında erkek hasta

- İç Hastalıkları Kliniği'nde sebebi bilinmeyen ateş nedeni ile yatmakta.
- Damar yolunu açık tutacak çekilde Isolyte tedavisi almakta.
- Serum potasyum konsantrasyonu 6.8 mEq/L olarak bulundu.
- Laboratuardan kan örneğinin hemolizli olduğu ile ilgili uyarı geldi.

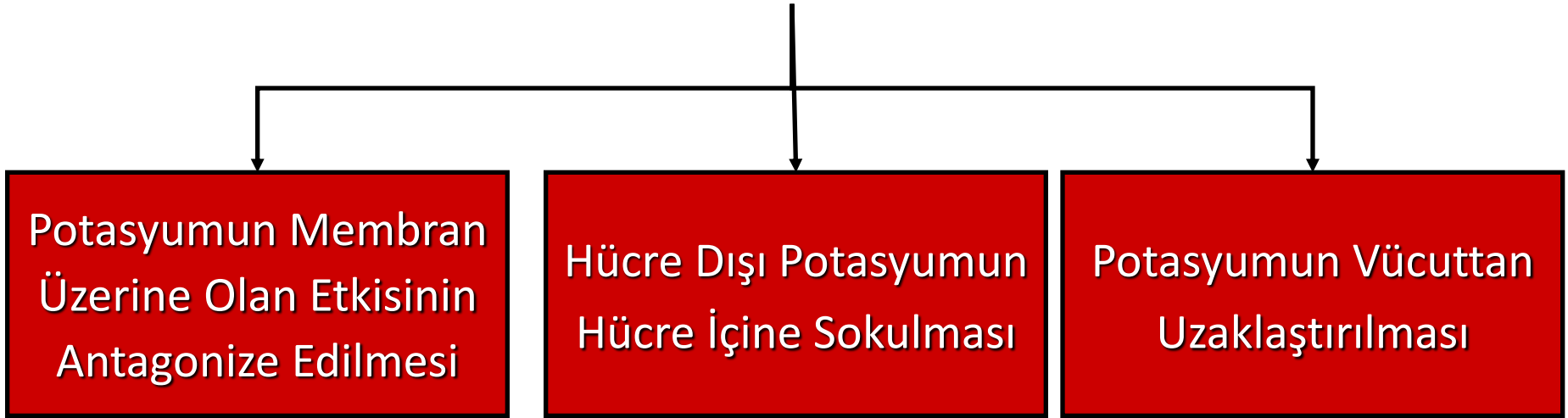
**Tanı ?**

**Yaklaşım ?**

- “Yalancı hiperpotasemi” düşünmekle birlikte tüm önlemler alınmalı.
- Potasyum verilmesi durdurulmalı.
- EKG çekilmeli.
- Laboratuara tekrar kan örneği yollanmalı.
- Hiperpotasemiye yol açabilecek tüm faktörler gözden geçirilmeli:

*Potasyum tuzu, ilaçlar, kan transfüzyonu, hemoliz, rabdomiyoliz vs.*

# Tedavi

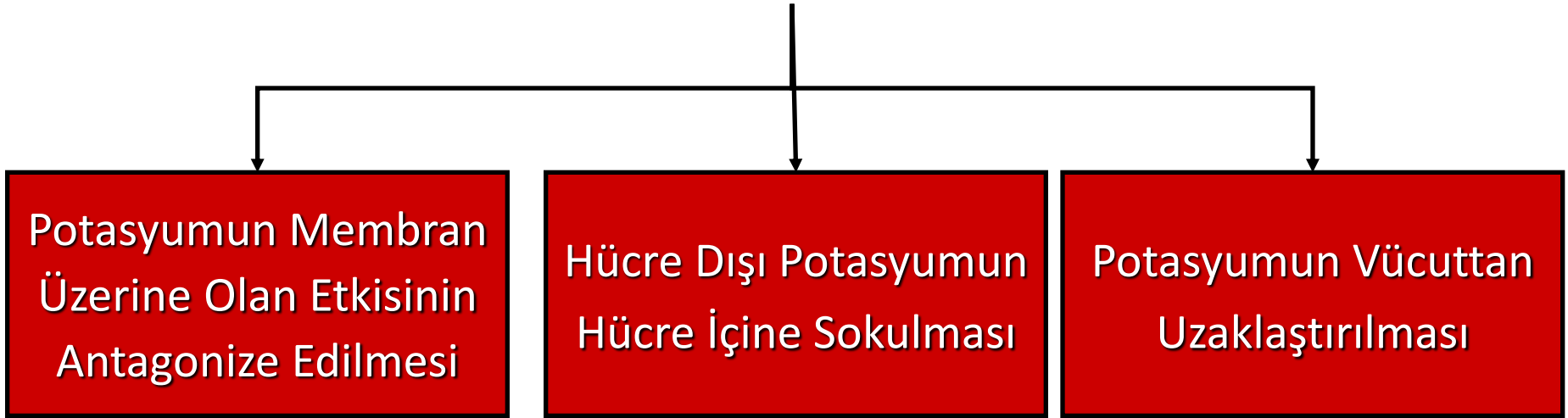


- Kalsiyum

# Kalsiyum

- Koruyucu etkisi dakikalar içinde başlar ve kısa sürer.
- Ciddi hiperpotasemi bulguları (geniş QRS kompleksi, P dalgası kaybı) olan hastalarda verilmelidir.
- Bikarbonat içeren solüsyonların içinde verilmemelidir.
- Kalsiyum glukonat veya kalsiyum klorür şeklinde verilebilir.
  - *Kalsiyum glukonat: 1000 mg (10 ml, %10'luk solüsyon), İV olarak, 2-3 dak.'dan uzun bir sürede, kardiyak monitör takibi ile*
  - *Kalsiyum klorür: 500 – 1000 mg (5 – 10 ml, %10'luk solüsyon), İV olarak, 2-3 dak.'dan uzun bir sürede, kardiyak monitör takibi ile*
- EKG değişiklikleri devam ediyorsa, aynı doz 5 dakika sonra tekrar edilebilir.

# Tedavi

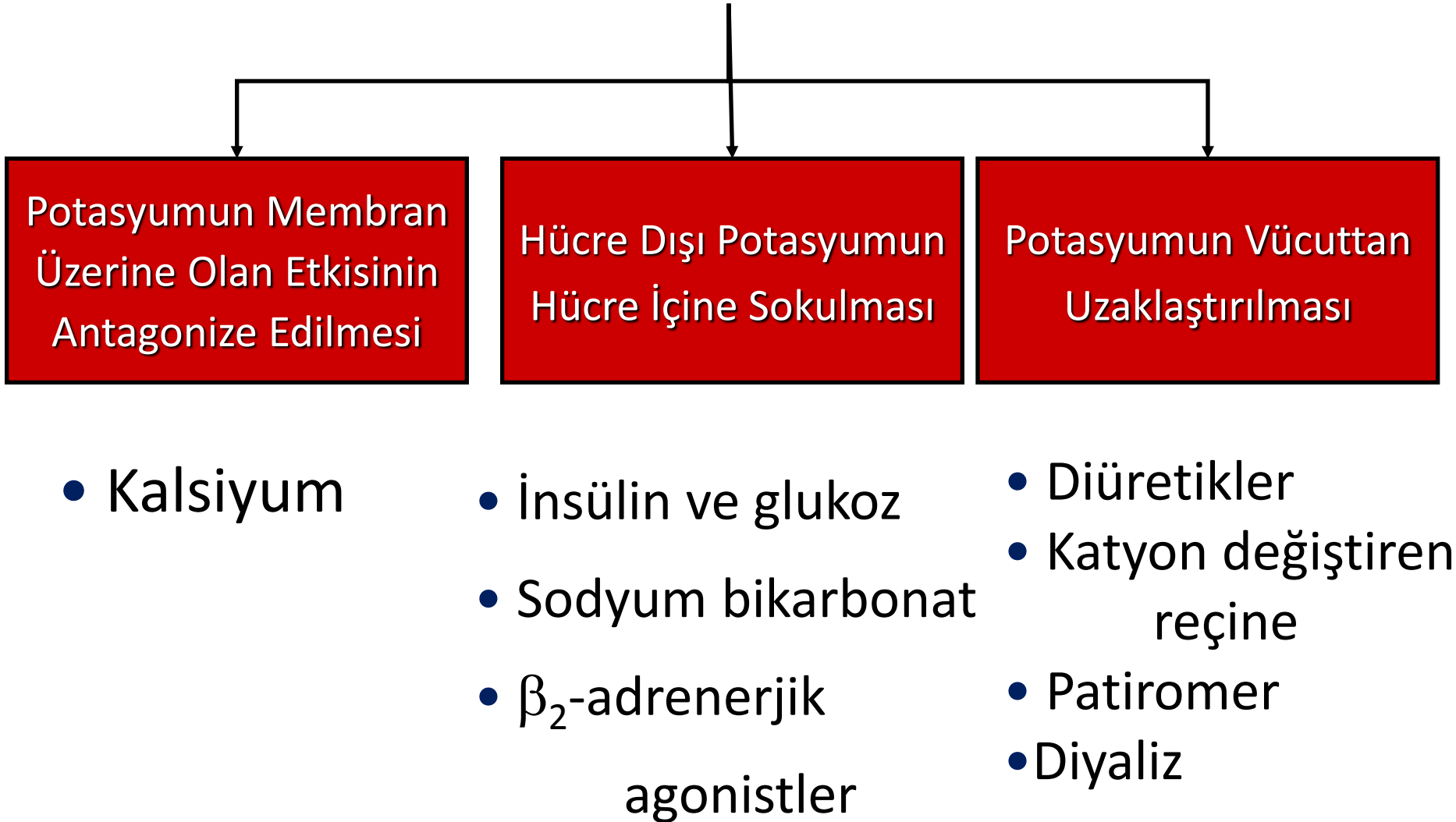


- Kalsiyum
- İnsülin ve glukoz
- Sodyum bikarbonat
- $\beta_2$ -adrenerjik agonistler

# İnsülin ve Glukoz

- Etkisi 15 dakikada başlar, 60 dakikada üst düzeye ulaşır ve birkaç saat sürer.
- 25-50 gram glukozu 10-20 Ünite kristalize insülin eklenir.
  - Örnek: 500 mL %20 dekstroz içine  
20 ünite kristalize insülin
- Eğer hasta hiperglisemik ise glukoz infüzyonu gerekmez.

# Tedavi





# Diyaliz

- Medikal tedaviye dirençli olgularda
- Hemodiyaliz ile serum  $[K^+]$  saatte 1.0-1.5 mEq/L azalır.

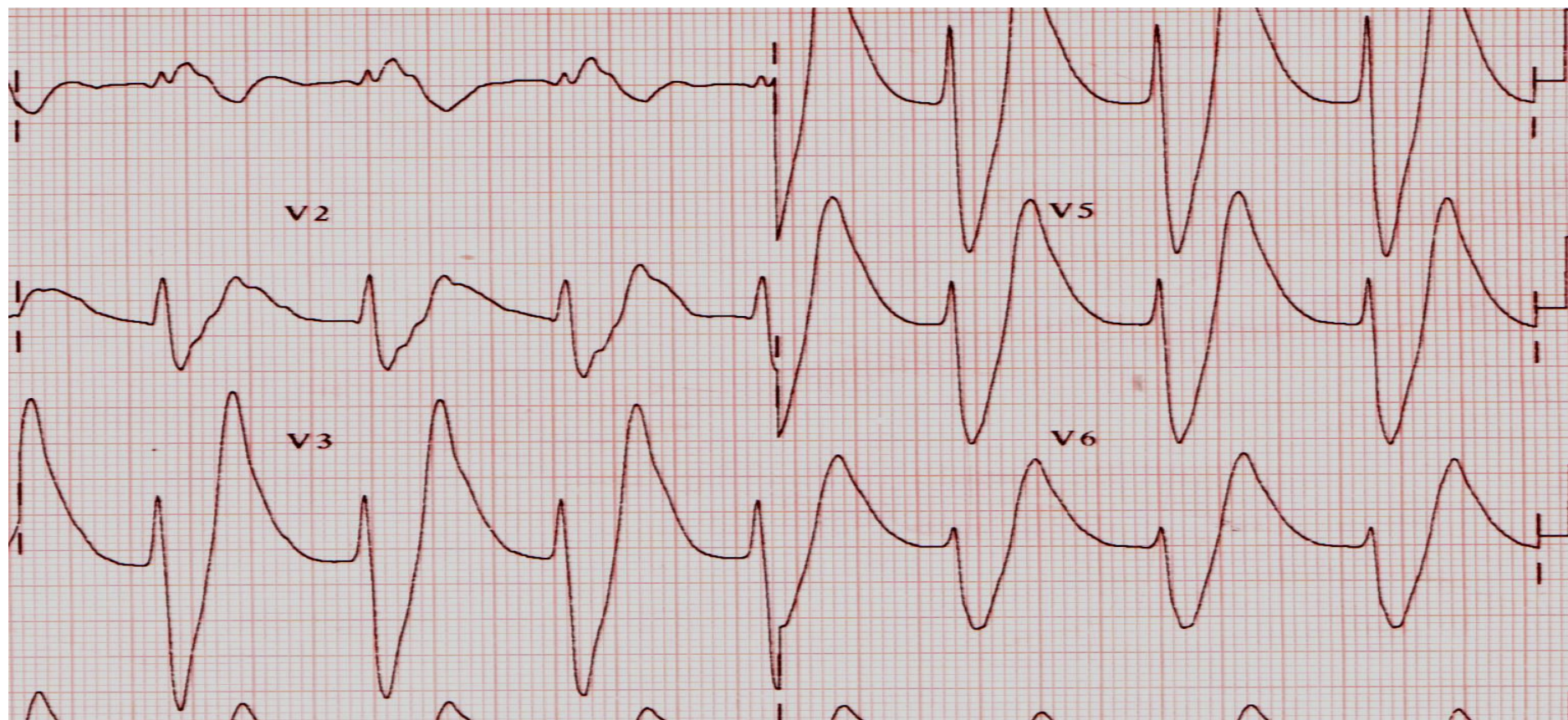


17 yaşında erkek hasta

- Sabah uyandığında boynundan aşağısını hareket ettiremediğini fark ettiği için yakınları tarafından bir hastanenin acil polikliniğine götürülmüş.
- Kronik glomerulonefrite bağlı son dönem böbrek yetersizliği nedeniyle 6 aydan beri hemodiyaliz tedavisi görmekte olduğu öğrenilmiş.

- Fizik muayenede kuadripleji saptandığı için nöroloji acil polikliniğine sevk edilmiş.
- Burada gören nörolog, kuadriplejiyi açıklayacak bir patoloji bulamadığı için “konversiyon reaksiyonu” olabileceğini düşünerek hastada ileri tetkike gerek duymamış.

# OLGU 9



82 yaşında kadın hasta

- Şikayeti: Halsizlik
- Yaklaşık 30 yıldır bilinen hipertansiyonu olan hastanın yapılan tetkiklerinde üre ve kreatinin yüksekliği, anemi ve ultrasonografide böbrek boyutlarında küçülme saptandığı için nefroloji polikliniğine yollanmış.
- Kullandığı ilaç: Amlodipin (10 mg/gün)

- Fizik muayene: Şuur açık. Ödem yok. Soluk görünümde.  
TA: 150/90 mm Hg, NDS: 80/R
- Laboratuvar bulguları:
  - Glukoz: 102 mg/dl, BUN: 92 mg/dl, kreatinin: 4.4 mg/dl, Na: 138 mEq/L, K: 4.2 mEq/L, Hb: 9.2 g/dl, Htc: %28
  - Kreatinin klirensi: 12.1 ml/dak

- Üç gün sonra genel durum bozukluğu ile acil polikliniğine getirildi.
- EKG’de AV tam blok saptandı.
- Serum  $[K^+]$ : 8.8 mEq/L bulundu.
- Acil hiperpotasemi tedavisi yapıldı, geçici “pacemaker” takıldı.
- Hemodiyaliz alındı.
- İleri tetkik için nefroloji servisine yatırıldı.



- Nefroloji servisinde hemodiyaliz tedavilerine devam edildi.
- Pacemaker çıkarıldı.
- Düzenli hemodiyaliz tedavisi için AV fistül açıldı.
- Yattığı 10 gün boyunca hiperpotasemisini açıklayacak hiçbir neden bulunamadı.
- Hastaneden çıkış işlemlerinin yapıldığı gün ziyaretine gelen komşusunun sorduğu soru:

Hocam; hastaneye yatmadan önce kendisine kansızlık nedeniyle bol bol pekmez yedirdik.  
Çıkınca da yedirmeye devam edelim mi?



# Parenteral Sıvı Tedavisinde Temel Kurallar

- Hastalar her gün tartılmalı
- Her gün elektrolit takipleri yapılmalı
  - ✓ *Hipotonik solüsyonlar verilen hastalarda hiponatremiye dikkat !*
  - ✓ *Dekstroz solüsyonları verilen hastalarda hipopotasemiye dikkat !*
- Kalsiyum içeren solüsyonların içine bikarbonat eklenmemeli

# Parenteral Sıvı Tedavisinde Temel Kurallar

Hipovolemi

Şok

Postoperatif dönem

İzotonik (% 0.9) NaCl verilmeli

Hipotonik solüsyonlar (% 5 dekstroz,  
% 0.45 NaCl) tehlikeli hiponatremiye  
yol açabilir !

Hiperozmolar durumlar

Hipernatremi

Hiperglisemi

Hipotonik (% 0.45) NaCl verilmeli