

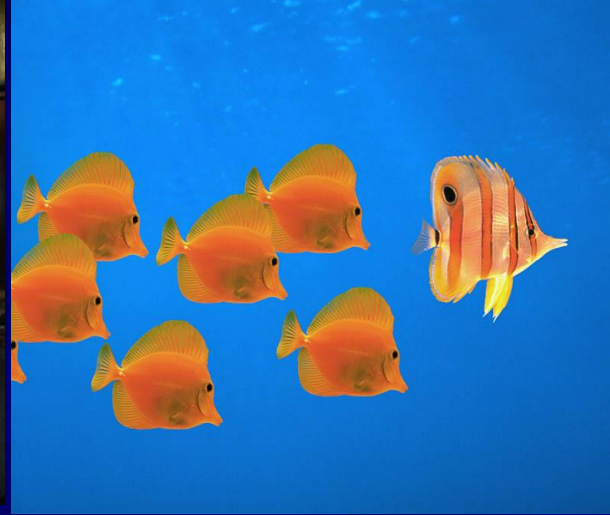
Su-Elektrolit Dengesi

Prof Dr. Arif ALTINTAŞ

altintas@veterinary.ankara.edu.tr

Su: En büyük besin

- Su canlılar için vazgeçilmez en büyük besindir
- Oksijensiz ve ışıksız yaşayan canlılar varken susuz yaşayan bir canlı yoktur
- Vücut toplam su miktarı her canlı için sabit olup;
 - Yaş (→ gençlerde “%75” ; yetişkinde “%70”)
 - Cinsiyet (→ dişilerde “%65”)
 - Vücut yağ oranı (→ yağlılarda “%60”)ile değişir



- Her canlı için sabit olan toplam su miktarındaki dalgalanma canlının organizasyon derecesi ile ters orantılıdır.
- İlkel canlılarda dalgalanma yüksek; gelişmiş organizmalarda ise düşüktür.

Suyun biyolojik önemi

- Kantitatif önemi
- Kalitatif önemi
- Fonksiyonel önemi



Suyun kantitatif önemi

■ İnsanda vücut ağırlığının % 70'i su:

%50 → Hücre içi su (70 kg için → 35 L)

%20 → Hücre dışı su (" " → 14 L)

→ %15 Hücrelerarası su = 10,5 L

(süt emenlerde %35 olup kayıplar oldukça önemli)

→ %5 Kan plazması = 3,5 L

■ Evcil hayvanlarda vücut ağırlığının ~ % 60'ı su:

At (500 kg) → 300 L → 200 L hücre içi su

75 L hücrelerarası su

25 L plazma su

Koyun (50 kg) → 28 L → yaklaşık 1/3 sindirim suyu (→ 9 L)

→ 7,5 L mide sıvısı

■ Medüz (deniz anası) → vücudun %98'i su

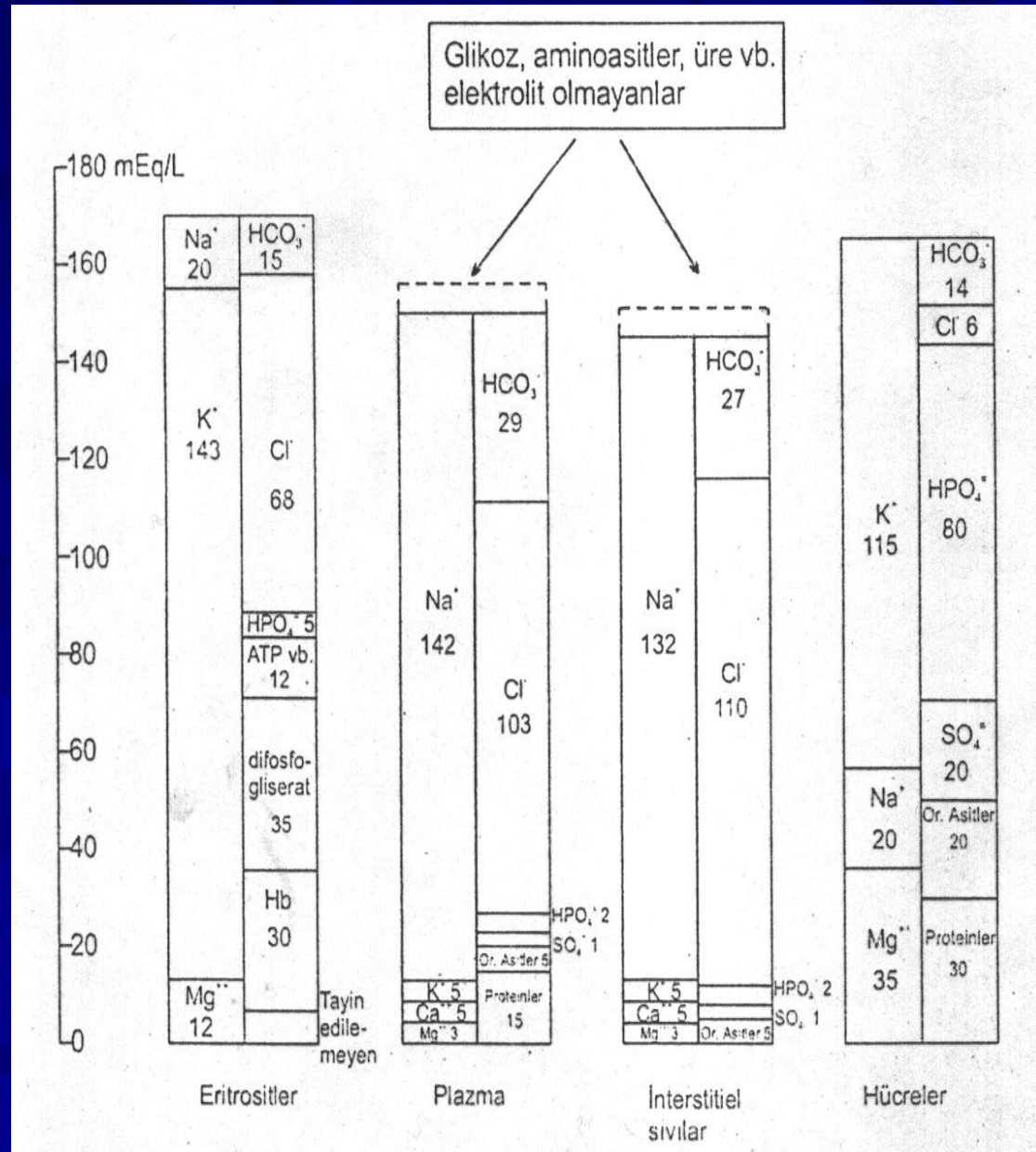
Suyun kalitatif önemi

- Su kronolojik ilk ayrıcalıklı maddedir
- Su büyük fonksiyonların tümüne iştirak eder
- Su iyi bir çözücüdür,
- Tüm besinselleri ve atıkları taşır
 - Etçillerin sindirim sistemi nemli besinleri su desteği olmaksızın taşıyabilir....
 - ... fakat tam yada kısmen kuru olan besinlerin taşınması suya gereksinim duyar (**Kedide** susuz tam olarak gerçekleşmez !!!!)

Suyun fonksiyonel önemi

- En büyük termoregülasyon etkeni
 - Spesifik ısı artışı ile hipertermiyi zorlayan kalori fazlasını absorbe edebilir
 - Yüksek buharlaşma ısı ile (37°C'de : 575 cal)
 - Terleme ile ilgili
 - Yada perspirasyon ve termik polipne ile ilgili
- Diğer fonksiyonlar
 - Eklem lubrifikasyonu
 - Optik ortam
 - İç kulak
 - Omurilik sıvısı...

- Vücut suyu sabit elektrolit katımıyla bir çözeltiye benzediğinden vucut suyu ve elektrolit düzeni beraberce bir görev ünitesi oluştururlar.
- Bu iki sektörden birinde meydana gelecek bir değişiklik genellikle diğerine de yansır.



Organizmanın sıvı sektörlerinin elektrolit içeriği

Elektrolit dağılımı

■ Hücre dışı sıvıların

- başlıca katyonu Na^+

- başlıca anyonu HCO_3^- ve Cl^-

→ NaCl ve NaHCO_3 şeklinde

■ Hücre içi sıvıların

- başlıca katyonu K^+ ve Mg^{++}

- başlıca anyonu proteinat^- ve H_2PO_4^- ; HPO_4^-

Su ve Su alımı

- Organizmanın su gereksinimi nedir ?
- Su gereksinimi nasıl karşılanır ?
- Hangi kayıplar telafi edilebilir ?

Su gereksinimi

- Su alımı ve su atımı çok sayıda faktörden etkilenir (yaş, beslenme, fizyolojik durum, vücut ağırlığı, iklim ve aktivite....),
- Bu nedenle günlük su gereksinimini kesin olarak belirlemek oldukça güçtür.
- Bu konuda bildirilen verilerin tümü yaklaşık değerler olarak dikkate alınmalıdır.
- Ilıman iklimde;
 - Yetişkin → 1 ml/kcal
 - Çocuk → 1,5 ml/kcal
 - Ateşli hastalıklar, ishal, kusma gereksinimi artırır → ≥ 2 ml/kcal

Su kaynakları

□ Eksojen su :
İçilen ve besinlerle alınan sudur

– Besinsel su

- Kuru : % 6-10 ($< \% 14$)
- Yarı nemli : % 24-60 ($\% 15-59$)
- Nemli : % 68-84 ($> \% 60$)

– İçme suyu

Su kaynakları

- **Endojen su (metabolik su):** Organizmada üretilen su



yada $108 / 180$ veya kısaca **0,6 ml / g**

örnek : **stearik asit**



yada $324 / 284 = 1,14 \text{ ml / g}$

Metabolik su besinlerin tabiatına göre üretilir

Okside substrat	Üretilen metabolik su (g) :	
	100 g substrat	100 kcal ürün
Nişasta (4,15 kcal/g)	55,6	13,3
Protein (4,4 kcal/g)	39,6	9,2
Lipidler (9,4 kcal/g)	107,1	11,3

yada bir köpek besisi için

% 42 Nişasta

% 25 Protein

% 15 Lipid

23,3

9,9

16,1

49,3

174,3

110

141

11-12 g / 100kcal

425,3 kcal

yada ihtiyacın % 10'u

Organizmanın su kayıpları

- ❑ Önemsiz su kayıpları
(= kaçınılmaz ve olağan) → ~ 50 ml/kg/gün
(cüsseli köpeklerde ~40ml/kg/gün,
cüssesiz köpeklerde ~60 ml/kg/gün)
- ❑ Önemli su kayıpları = vücut ağı (kg) x dehidrasyon(%) x 10
(= regüle edilebilir)
- ❑ Özel bir durumla ilgili kayıplar
(fizyolojik ve sağlıklı)

Önemsiz su kayıpları

- **Buharlaştırma ile kayıp**
 - Deri kayıpları : çok az (tuzlu su)
 - perspirasyon (hava tutuklanması termik kondüktiviteyi zayıflatır)
 - terleme
 - Solunum kayıpları (saf su)
 - sık nefes alma (+++ köpek >>> + kedi)
- **Tükürük kayıpları**
 - Çok yeme (+/0 köpek << +++ kedi)

Önemli su kayıpları

□ İdrar kayıpları

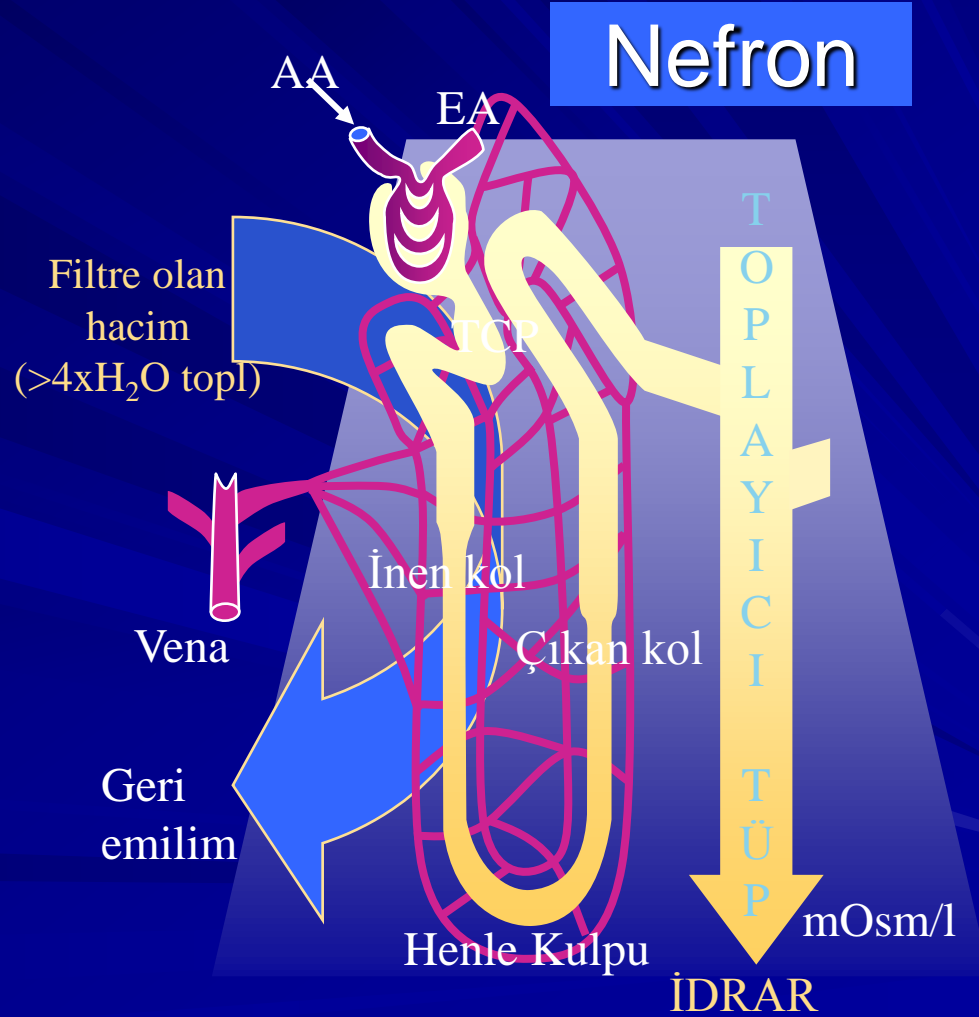
(özel fakat kontrol edilebilir)

Kedi : 15 - 20 ml/kg/gün

Köpek : 24 - 40 ml/kg/gün

Kaynak :

➔ böbrek filtrasyonu



Önemli Su kayıpları

- İdrar kayıpları : değişim faktörleri
 - İdrar konsantre etme yeteneęi : Kedi >>> Köpek
 - dansite : Kedi 1,035 - 1,060
Köpek 1,015 - 1,045
 - ozmolarite : kedide 1000 mOsm/l'nin üzerinde
köpekte 500 - 1200 mOsmol/l
 - Absorbe olan su miktarı
 - Çözünmüş maddeler :
 - Mineraller : K, Na (1g NaCl 30 ml su gerektirir)
 - Azot : 1g üre 100 ml su gerektirir

Önemli Su kayıpları

□ Dışkı kayıpları : zorunlu fakat az görülür

– Kaynak

- Fekal nem : normal yaşam için % 60 - 80
- Normal yada patolojik sindirim salgıları

– Değişim faktörleri :

- Oluşan tuz miktarı \Leftrightarrow beslenme düzeyi
- Gıdanın nem düzeyi : ayrıcalık değildir
- Fiberlerin tabiatı ve oranı (sindirilemeyen kalıntı ve fermentasyon ürünleri)

Özel bir durumla ilgili kayıplar

□ Laktasyon

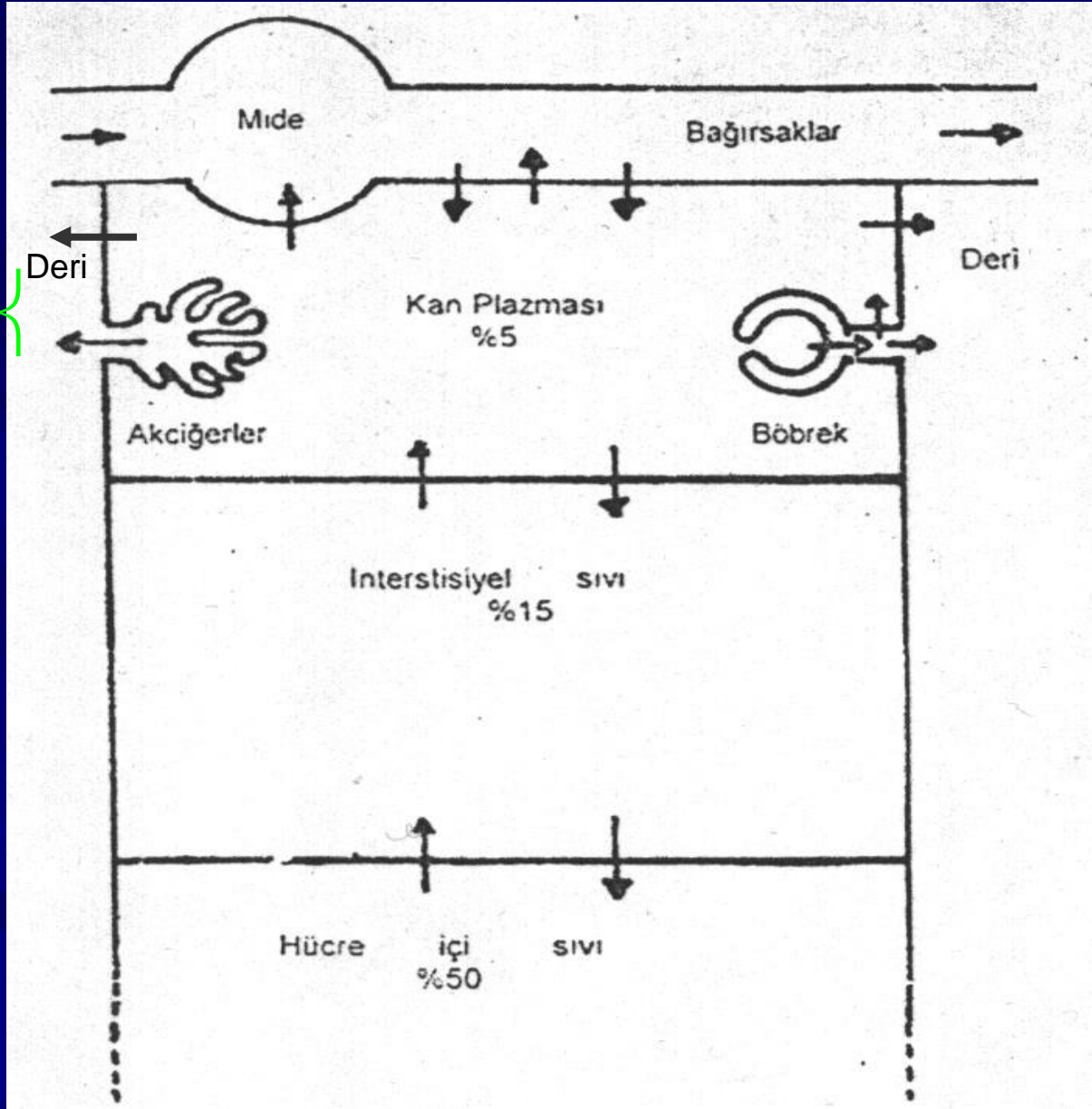
100 ml süt için	Köpek	Kedi
Su (g)	77,2	81,5
Kuru madde (g)	22,8	18,5
Enerji (kcal)	120	142

Özel bir durumla ilgili kayıplar

□ İshal

- fonksiyonel : motor bozukluğu ile geçirgenlik bozukluğu ile
- ozmotik : sindirim yetersizliği ile besinsel aşırı yükleme ile besinsel geçiş bozukluğu ile
- İnfeksiyöz ya da yangısel

Su dengesi (alınan su/atılan su) (Klinik Biyokimya, 2000)



10-15 ml/kg/gün

5 ml/kg/gün

~20-40 ml/kg/gün

Atilan
Toplam su:
~ 50 ml/kg/gün

Su Dengesi (yetişkin insan)

Su kayıp yolları

Deri	500
Akciğer	400
Bağırsak	100
<u>Böbrek</u>	<u>500</u>
Toplam	1500

Su kazanç yolları

Metabolik su	400
Diyet suyu	1100
<hr/>	
Toplam	1500

Su-elektrolit dengede etkili güçler

1. Hücre zarı geçirgenliği

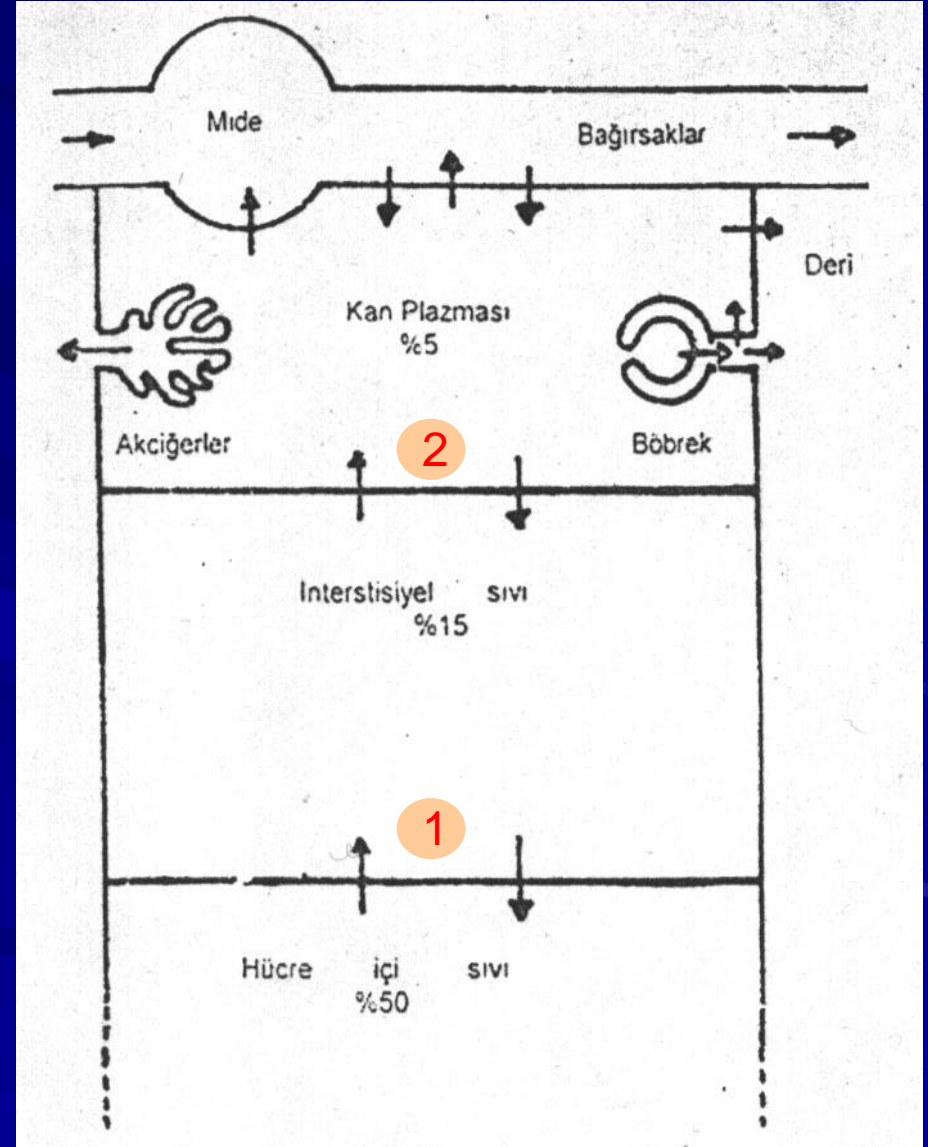
- Hücre zarları suyu ve çok sayıda erimiş besinsellere (glikoz, amino asit vb) büyük geçirgenliğe sahiptir

2. Kapiller geçirgenlik ve izotoni

- Herhangi bir sektördeki elektrolit miktarında değişiklikler ozmotik basıncın değişmesine ve bu da sektörlerarası su hareketine neden olur

- Normalde :

$$ISS_{\text{ozm. basınç}} > ESS_{\text{ozm. basınç}}$$

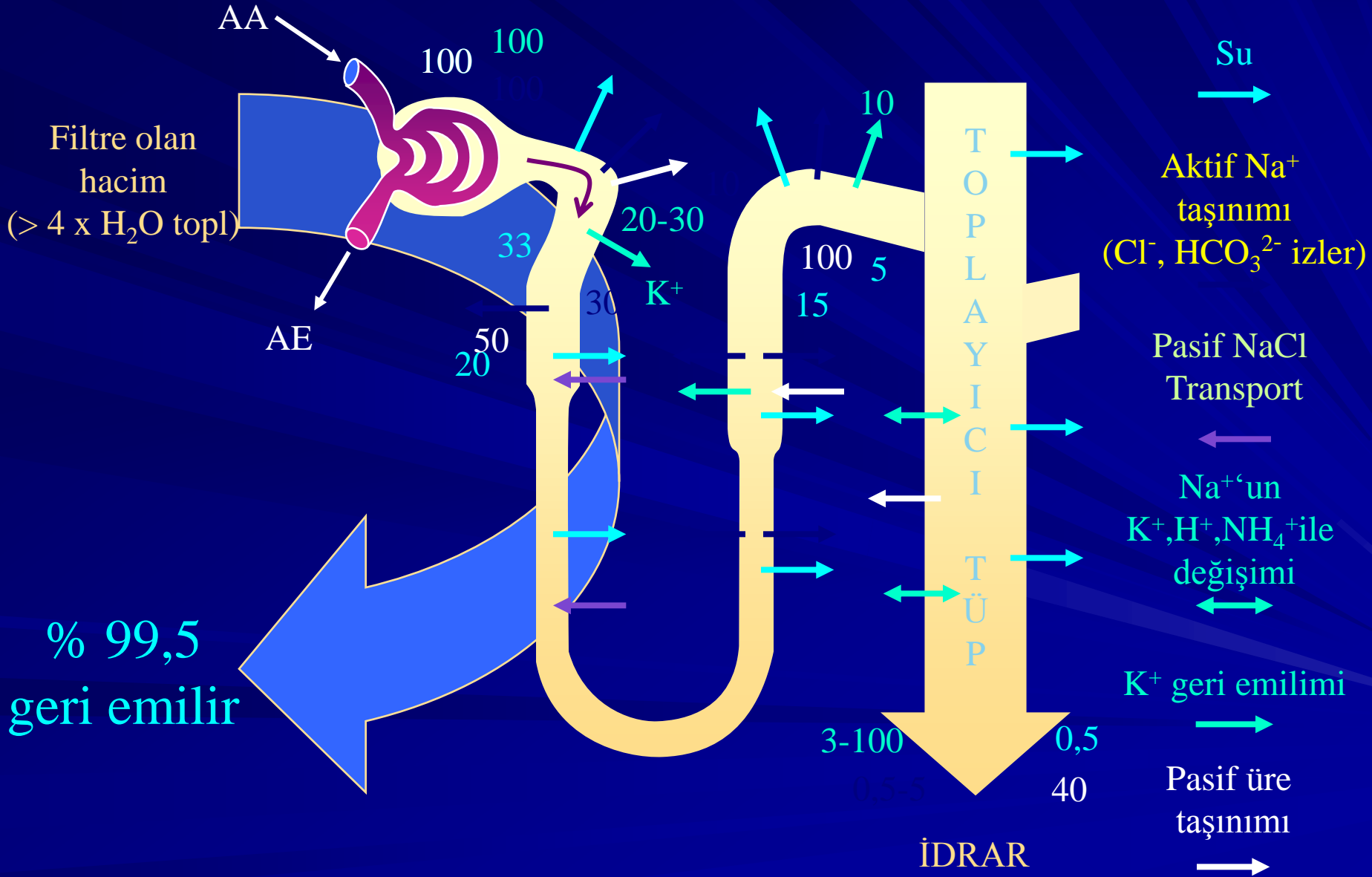


Su-Elektrolit dengenin regülasyonu

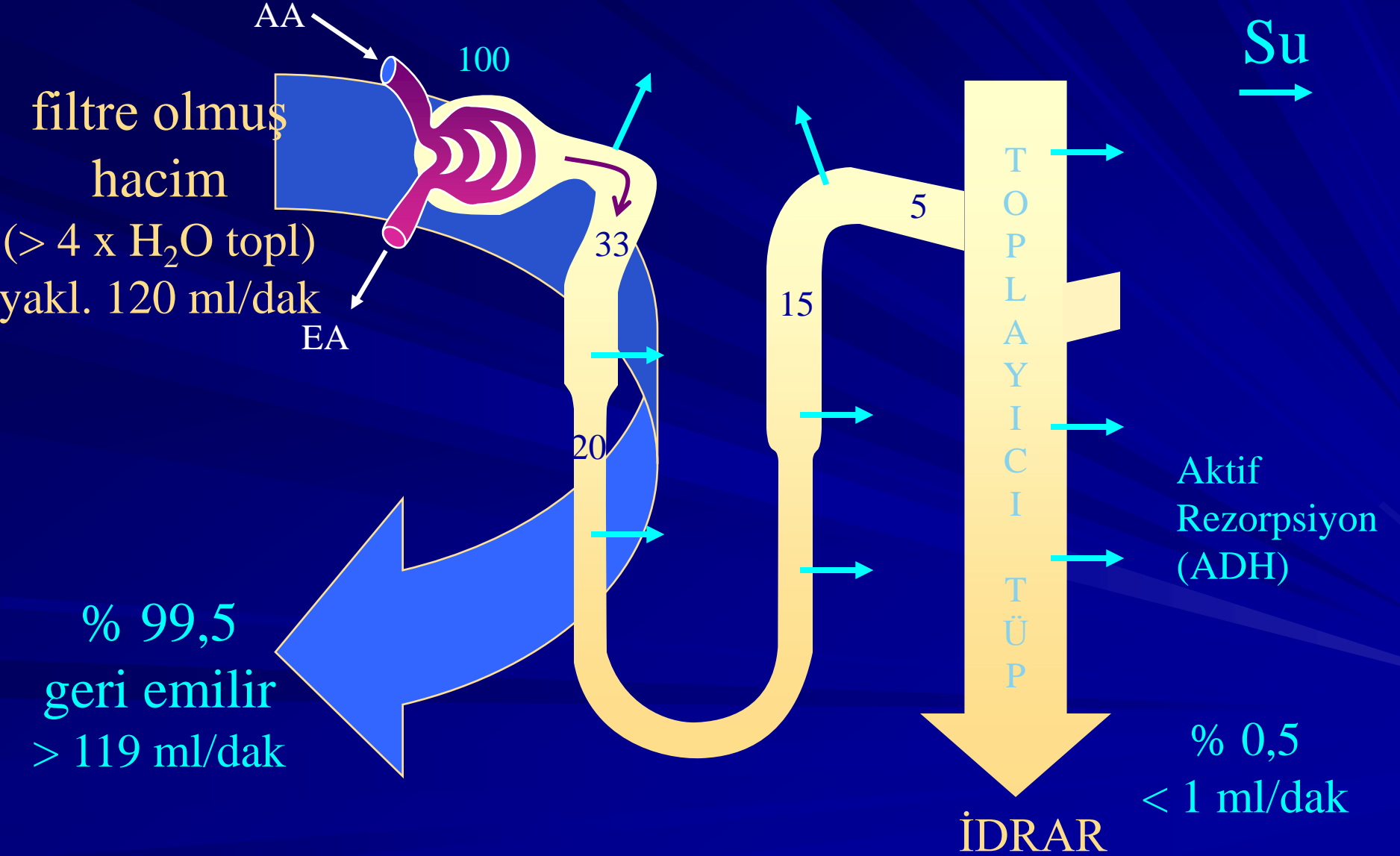
- Effektif dolaşım hacmi
- ADH (vazopressin)
- Renin-Angiotensin-Aldosteron sistemi



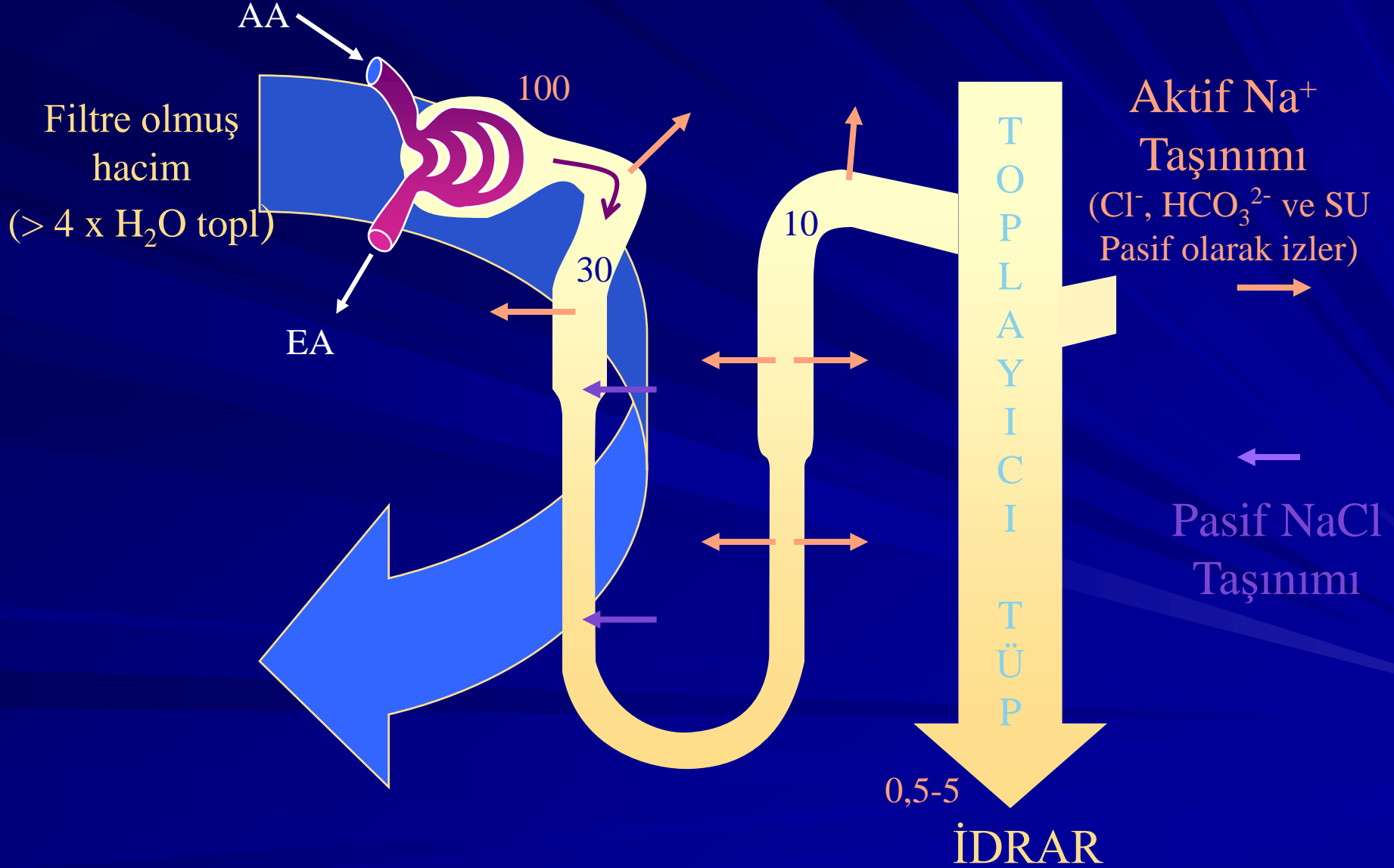
Su-Elektrolit Dengesi



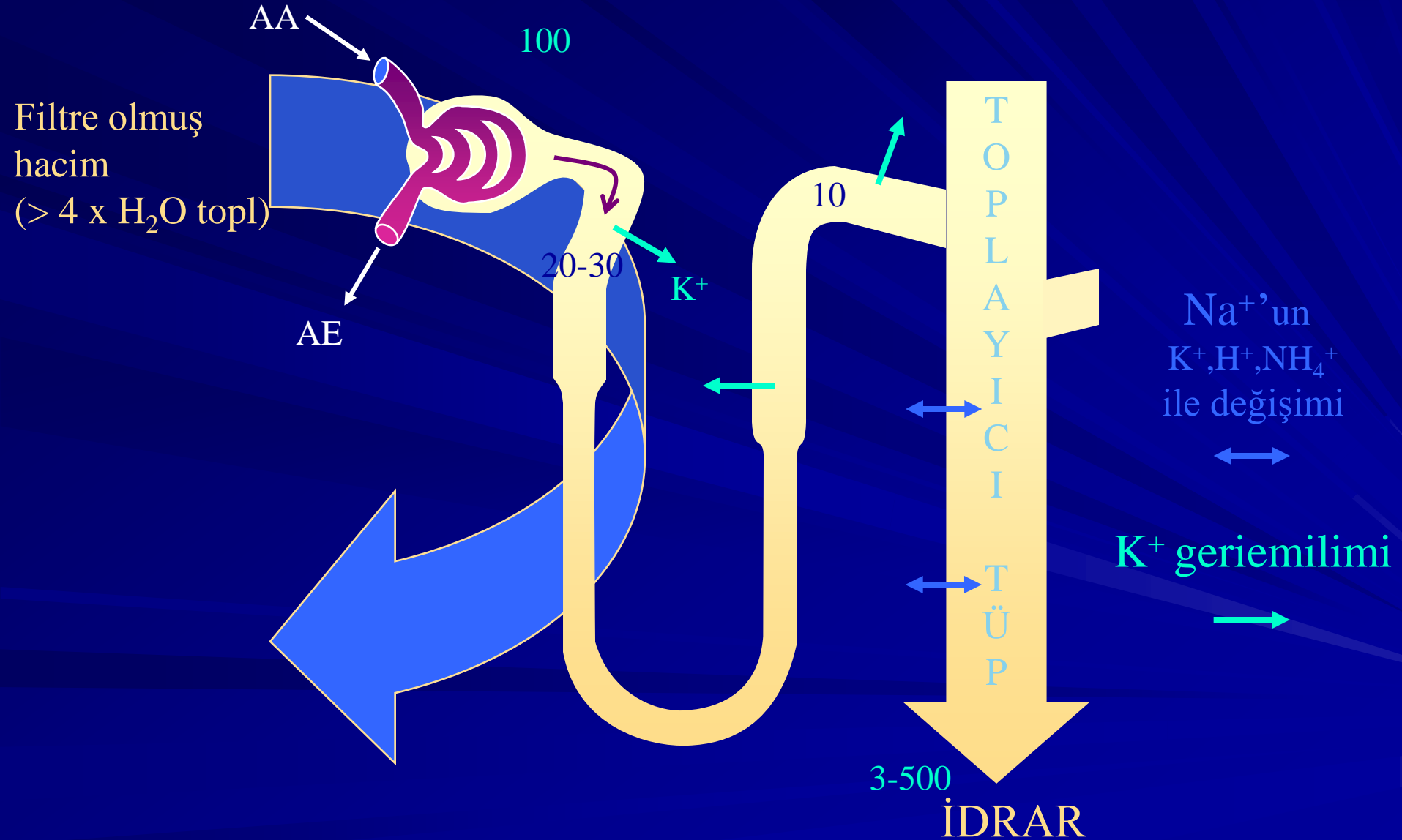
Su filtrasyonu ve rezorpsiyonu



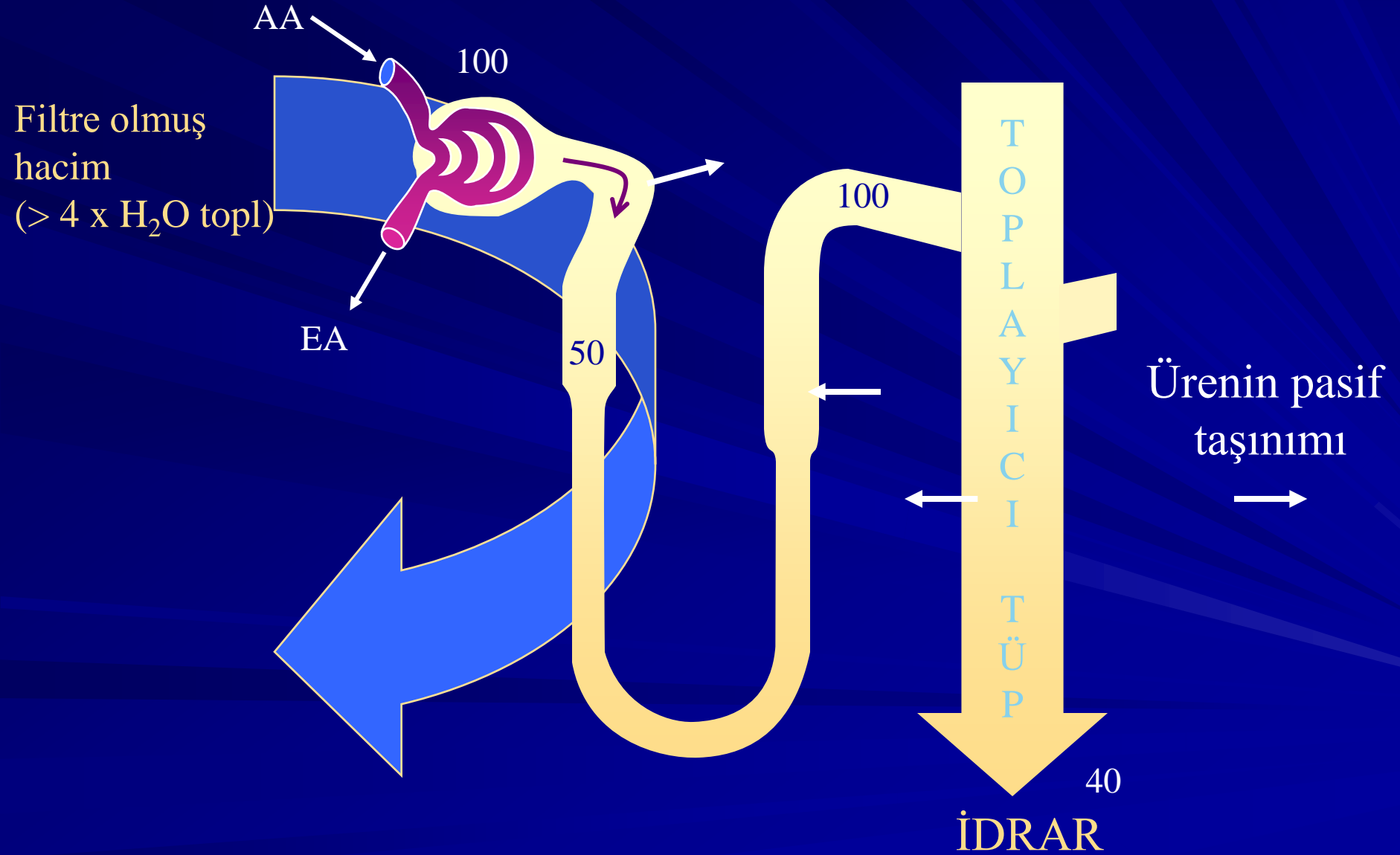
Sodyum filtrasyonu ve rezorpsiyonu



Potasyum filtrasyonu ve rezorpsiyonu



Üre filtrasyonu ve rezorpsiyonu



Su- Elektrolit denge bozuklukları

DEHİDRATASYON

Vücut ağırlığının % 5-7 kadar sıvı kaybı şu belirtilerin ortaya çıkmasına neden olur:

- Deri kırıışıklığı
- Göz çukurlarında göçme
- Nabız artışı
- Susama
- Mukozalarda kuruluk
- Hipertermi
- Ağırlık kaybı
- Yorgunluk

→ % 12-15 ise ŞOK ile sonlanır.

HİPERHİDRATASYON

sıvı sermayesinde topyekün artış olup su ile birlikte Na da tutulur. Başlıca belirtiler:

- Bulantı
- Kusma
- İçeceklerden tikslenme
(Su zehirlenmesi)

Su- Elektrolit denge bozukluğu

Su kaybı su alımından fazla



Su ve elektrolit eksikliđi



Dehidratasyon

Dehidratasyonlar

İzotonik

*Su ve tuz kaybı birlikte,
Na⁺ ve ozmolalite..... N
Hemokonsantrasyon*

*Deri kırıışıklığı, yorgunluk
göz çevresinde halka,
susama hissi yok, nabız
zayıf ve hızlı, sıkça
böbrek yetmezliği*

- Su kaybı = Tuz kaybı
 - izonatremik dehidrasyon
- **İzotonik tuz ve glikoz
çözeltisi önerilir**
(%0.9 NaCl+%5 Dekstroz)

Hipertonik

*ESS su kaybı >Na⁺kaybı
Na⁺ ve ozmolalite..... Y
Hemokonsantrasyon*

*Hücrelerden su çıkışı
Şiddetli susuzluk, dil ve
mukoza kuruluğu, ateş,
genel durum bozukluğu
ve sinirsel belirtiler*

- Su kaybı > Tuz kaybı
 - Hipernatremik dehidrasyon
- **Hipotonik tuz ve
glikoz çözeltisi önerilir**
(%0.4 NaCl+%5Dekstroz)

→ Serum Na hızlı düşürülmez
Beyin hücrelerinde ödem!!!

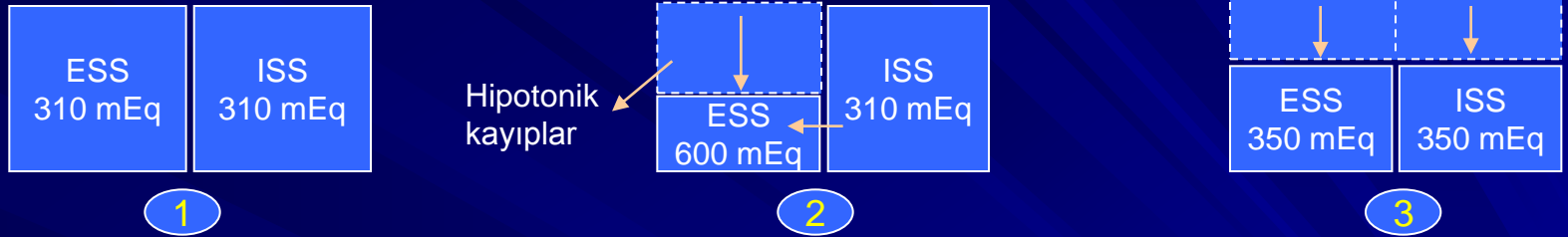
Hipotonik

*ESS su kaybı < Na⁺kaybı
Na⁺ ve ozmolalite..... D
(Su zehirlenmesi)*

*Hücrelere su girer ve şişer
Bulantı ve kusma, susuzluk
hissi kaybı, sudan tikslenme,
nemli dil, iştahsızlık ve
konvülziyon*

- Tuz kaybı > Su kaybı
 - Hiponatremik dehidrasyon
- **Hipertonik tuz ve glikoz
çözeltisi önerilir**
(%4,5 NaCl+%30 Dekstroz)

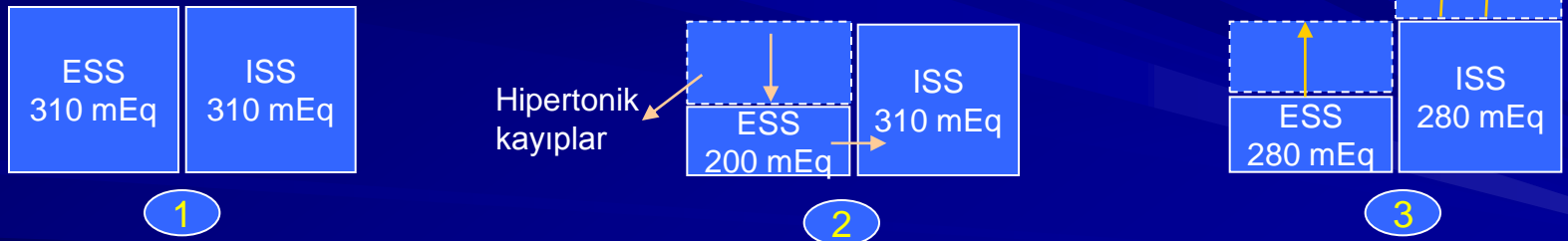
Hipertonik Dehidratasyon



İzotonik Dehidratasyon



Hipotonik Dehidratasyon



1. Normal

2. Dehidratasyona bağlı değişiklik

3. Kompensasyon

Su kaybının derecesi ve klinik belirtiler

	Hafif %3-5	Orta %6-9	Ağır >%10
Genel görünüm	Susama, Huzursuz, Gıda alımında düşüş	Susama, İnkoordinasyon, Solunum güçlüđü Hemokonsantrasyon	Terli, Komatöz Sinirsel bozukluklar
Nabız	Dolgun	Hızlı	Zayıf
Kan basıncı	Normal	Normal-düşük	Alınamaz
İdrar	Oligüri	Oligüri	Anüri

Hiperhidratasyonlar

İzotonik

Na^+ ve ozmolalite..... N
Su ve Na^+ retansiyonu
GFR de düşüş

→ Ağırılık kazancı,
ödem, pleuro-peritoneal
transüdatlar

Nedenleri

- Hipoproteinemi
- Beslenme bozukluğu
- Siroz

→ Renin-angiotensin-
ALDOSTERON
sistemi harekete geçer

Hipertonik

$Su > Na^+$ retansiyonu
 Na^+ ve ozmolalite.....D
→ Bulantı, kusma

Nedenleri

- Oligo-anurili bir hastaya
sıvı desteği
(terapötik hata)
- ADH salınımında artış
(diabetes insipidusa zıt)

→ Kanın sulandırma
sistemi harekete geçer

Hipotonik

Na^+Cl^- ve ozmolalite...Y
Hücre içi dehidrasyon
yanında hücre dışı bir
hiperhidrasyon gelişir,
ancak her iki sektörde
hiperozmolarite hakim
→ şiddetli susuzluk hissi

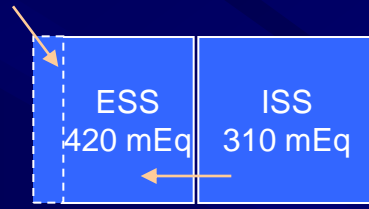
Nedenleri

- Hipertonik NaCl
injeksiyonu

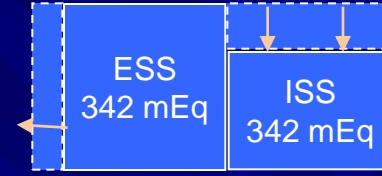
→ NaCl'den düşük
rasyon ve bolca su
alımı önerilir

Hipertonik Hiperhidratasyon

Hipertonik NaCl çözeltisi



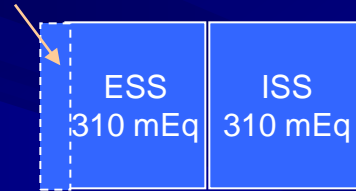
1



2

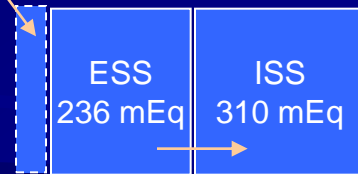
İzotonik Hiperhidratasyon

(Serum fizyolojik)



Hipotonik Hiperhidratasyon

su



1



2

1. Normal

2. Dehidratasyona bağlı değişiklik

Klinik inceleme

- Sıvı kaybının derecesi nedir?
- Ozmolar denge bozulmuş mu?
- Asit – baz dengesi bozulmuş mu?
- Potasyum metabolizması nasıl?
- Böbrek fonksiyonları nasıl?

Klinik laboratuvar inceleme

■ Anamnez ve Klinik gözlemler

- Genel durum
- Mukozaların rengi
- Nabız
- Kalp ritmi
- Solunum frekansı
- İdrar debisi

■ Hematolojik ve Biyokimyasal incelemeler

- Hematokrit (PCV)
- Plazma T. protein
- Kan üre (veya BUN)
- Kan glikoz
- İyonogram ve ozmolalite (pH, Na, K, Cl, HCO₃)
- İdrar analizleri

Anyon açığı

Normal değer = 10-25 mEq/L
= {[Na⁺] + [K⁺]} - {[Cl⁻] + [HCO₃⁻]}

Artışlar

- Diyabet
- Ketozis
- Şok
- Laktik asidoz
- Üremi
- Hiperfosfatemi

Düşüşler

- Hiperkalsemi
- Hipoalbüminemi

Sıvı kayıplarının karşılanması

Amaç: Hücre dışı sıvıların hacim ve kompozisyonunu sabit tutmaktır

Sıvı kayıpları iki şekilde karşılanabilir:

1. **Kolloidler ile** (dekstran, plasmion, kan ürünleri)
(=> **ağır hipovolemik şokta** kullanılır)
2. **Kristaloidler ile**
 - Hipertonik (%30 dekstroz; %4,5 NaCl=kana su çekenler)
 - İzotonik (%0,9 NaCl; %5 dekstroz; Ringerin laktat çözeltisi)
 - Hipotonik (% 0,4 NaCl vb az iyon çok su içerenler)

NOT: Asidoz genellikle sıvı tedavisi ile düzelir. pH <7.2 veya serum bikarbonatı <8 mmol/L ise damar içi bikarbonat verilmelidir.

Kan plazmasındaki kayıplar için;

$$\% W = (TPH - TPS) \times 100 / TPH$$

veya

$$\% W = (TPH - TPS) / TPH \times 100$$

$$\text{Hücre dışı sıvı kaybı (L)} = (\% W \times CA \times 0,4) / 100$$

=> 0,4 burada düzeltme faktörüdür (CA=canlı ağırlığı hücre dışı sıvı hacmine çevirmek için).

Damar içi sıvı tedavisi ne zaman ?

- Şok veya ağır dehidratasyon hallerinde
- Yenidoğanlarda ve süt emenlerde
- Kontrol altına alınamayan kusmalarda
- Oral sıvı tedavisine rağmen kilo kaybında

Teşekkürler

