



# CAIRAN DAN ELEKTROLIT

Ns. Susi Erianti, M.Kep

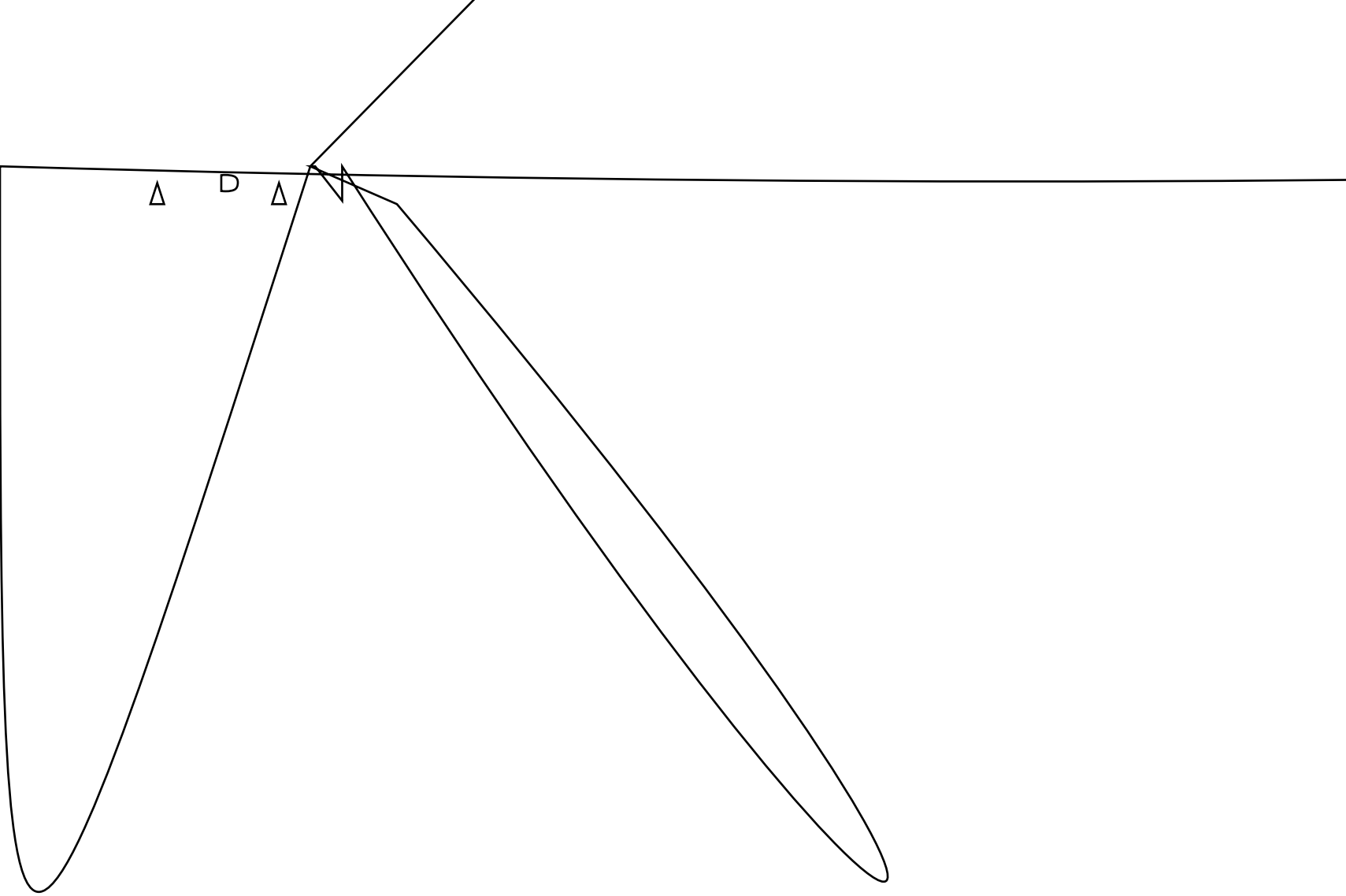


# PENDAHULUAN

- ◉ Cairan tubuh = **larutan** (air + zat terlarut)
- ◉ Zat terlarut tubuh: elektrolit & nonelektrolit
- ◉ Elektrolit: partikel kimia yg menghasilkan listrik (ion)
- ◉ Nonelektrolit tdk terurai dlm larutan & tdk bermuatan listrik: protein, urea, glukosa, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> & asam<sup>2</sup> organik

# PENDAHULUAN (CONT'D)

- ⊙ Keseimbangan cairan & elektrolit → adanya distribusi yg normal dari air tubuh & elektrolit ke dlm seluruh bgn tubuh
- ⊙ Homeostasis
  - ✓ Homeo = sama & Statis = tetap
  - ✓ Pemeliharaan keadaan statik atau konstan di “lingkungan dalam” tubuh
  - ✓ Fungsi bersama semua organ





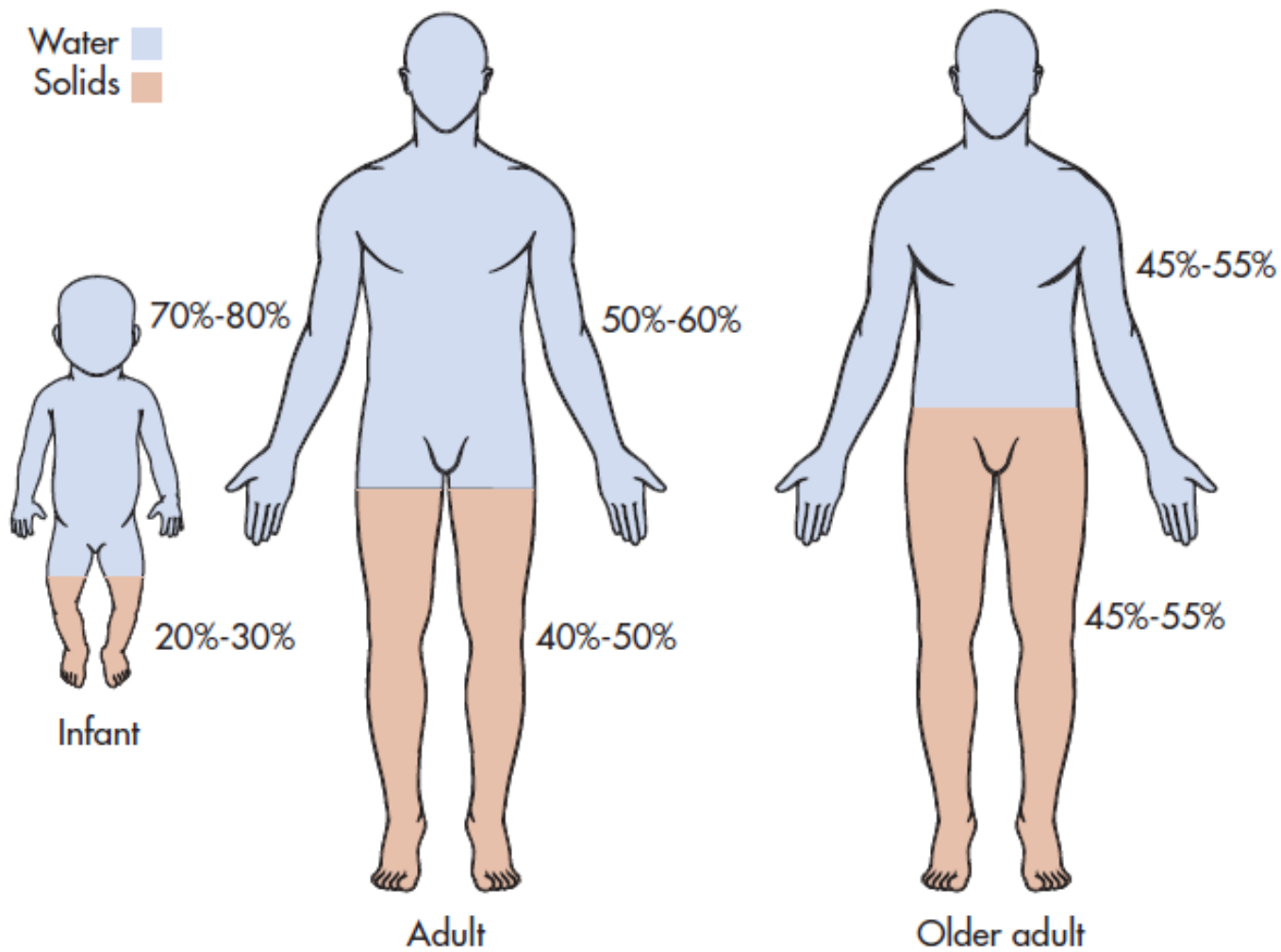
$\Delta$

D

$\Delta$

## Body composition

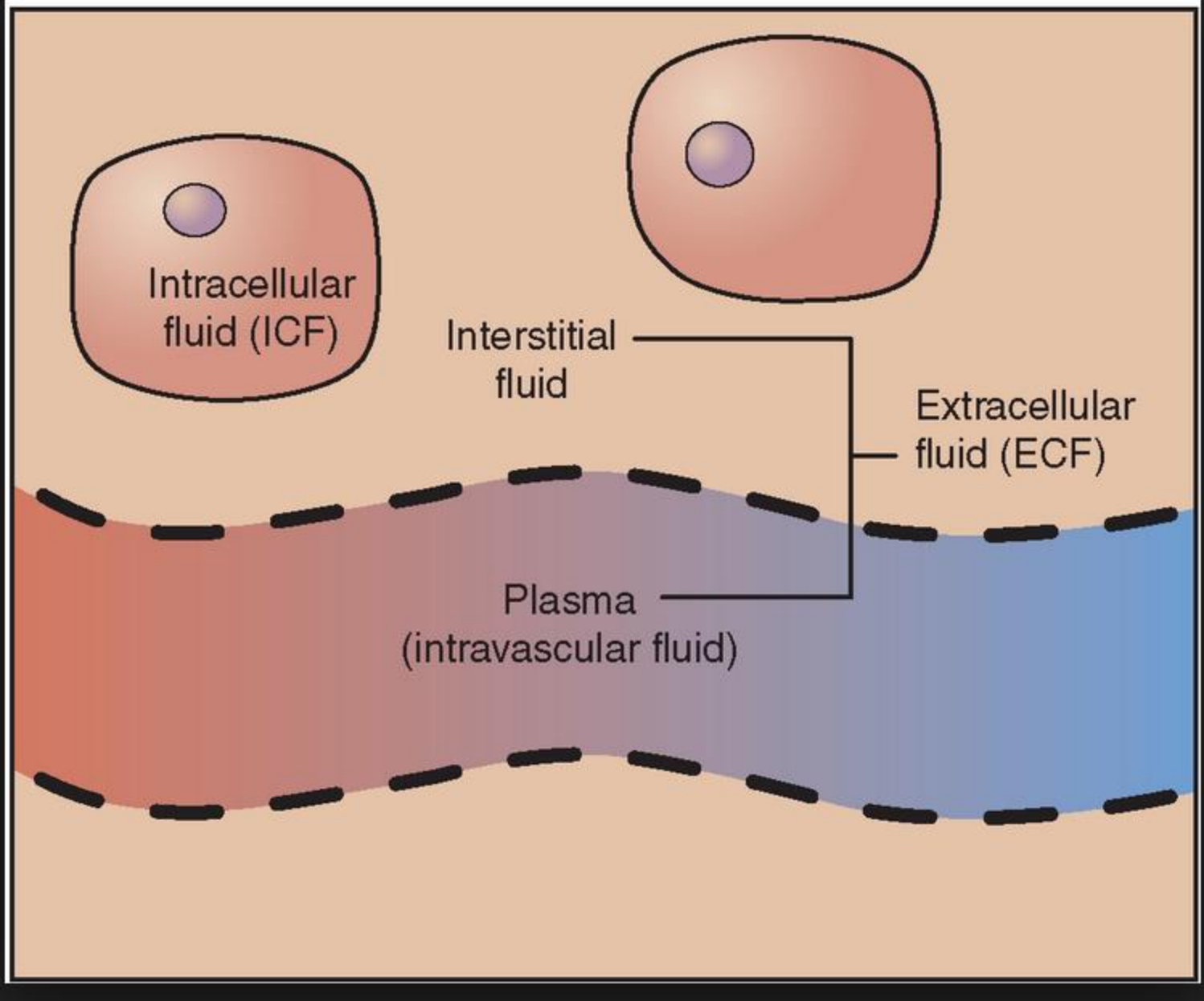
Water   
Solids 



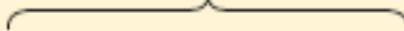
# KOMPARTEMEN CAIRAN TUBUH

## ○ Kompartemen cairan utama

- Cairan Intraseluler (CIS/ICF) → 2/3 dari air tubuh (40% dari 60%)
- Cairan ekstraseluler (CES/ECF) → 1/3 dari air tubuh (20% dari 60%) terbagi menjadi:
  - Cairan interstisial (ISF), berada pd ruang antar sel
  - Cairan intravaskuler (IVS) dlm pembuluh darah
  - Cairan transeluler, cairan yg sangat sedikit pd rongga tubuh (cairan otak, sendi, saluran pencernaan, rongga peritonium, pleura, perikardium & intraokuler)



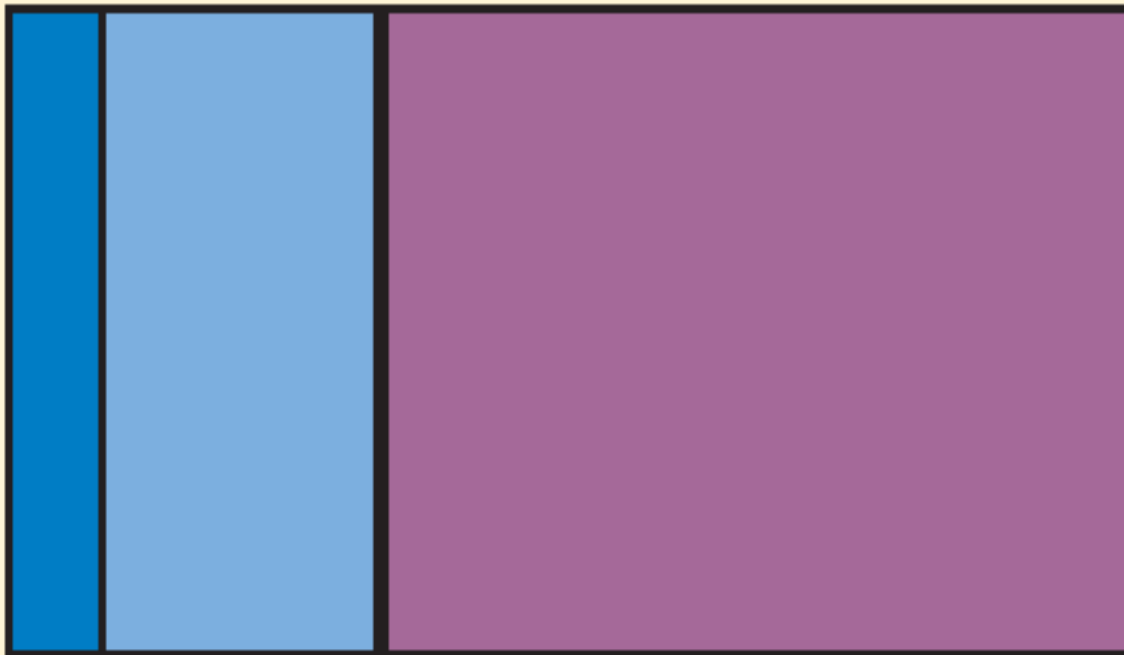
Extracellular  
(20% of body weight)



Plasma  
5%

Interstitial  
15%

Intracellular  
(40% of body weight)





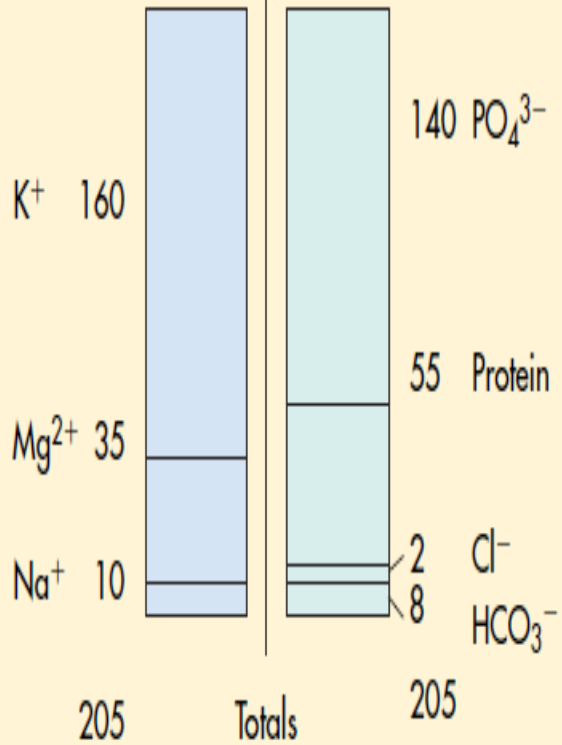
# ELEKTROLIT

- Elektrolit → molekul yg berdisosiasi membentuk ion di dlm cairan
  - Ion → partikel penghasil listrik
    - Kation (ion bermuatan positif):  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$
    - Anion (ion bermuatan negatif):  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  dan beberapa protein tubuh bersifat anion
- Anion & kation dpt bergabung sesuai valensi (derajat kekuatan ion)
- Komposisi elektrolit dpt digambarkan dgn mg/dl, mmol/L (satuan international) dan mEq/L
- Secara klinis mEq/L sering digunakan (aktivitas kimia) dimana  $\text{mEq} = \text{mmol/L} \times \text{valensi}$

### Intracellular

Cations

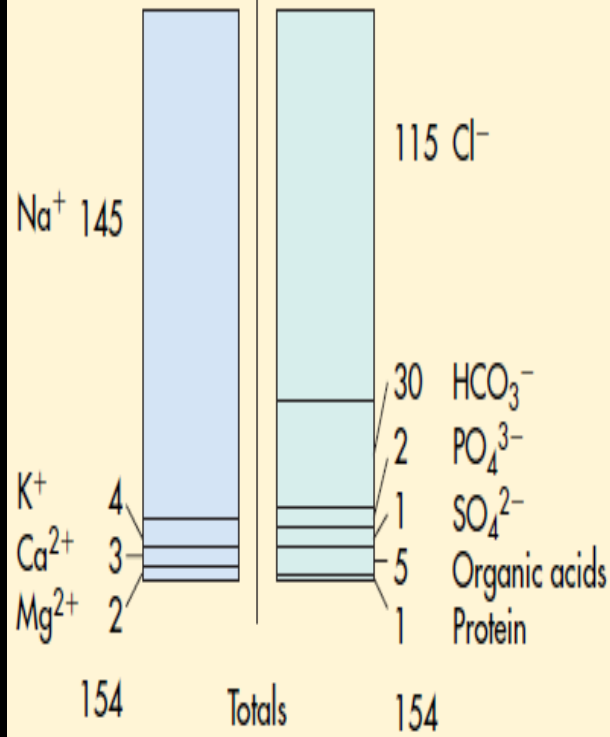
Anions



### Interstitial

Cations

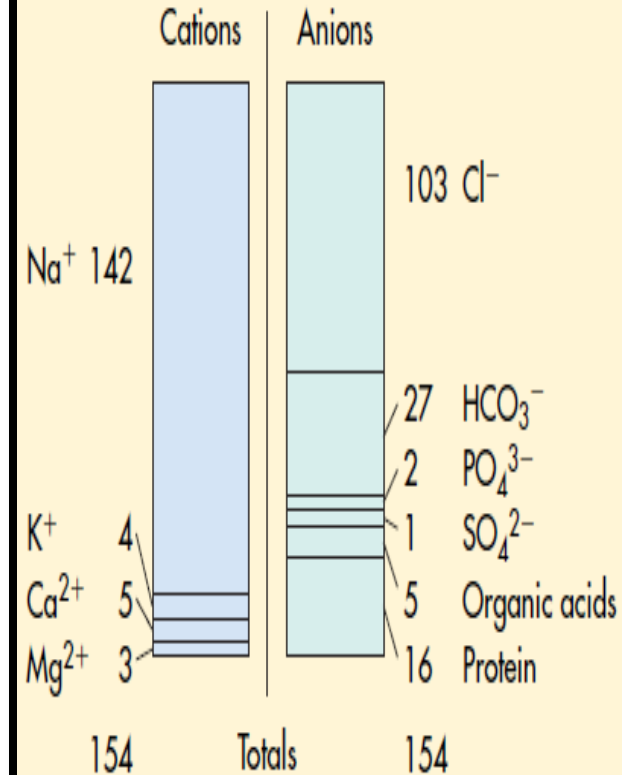
Anions



### Intravascular (Plasma)

Cations

Anions



Satuan dalam mEq/L

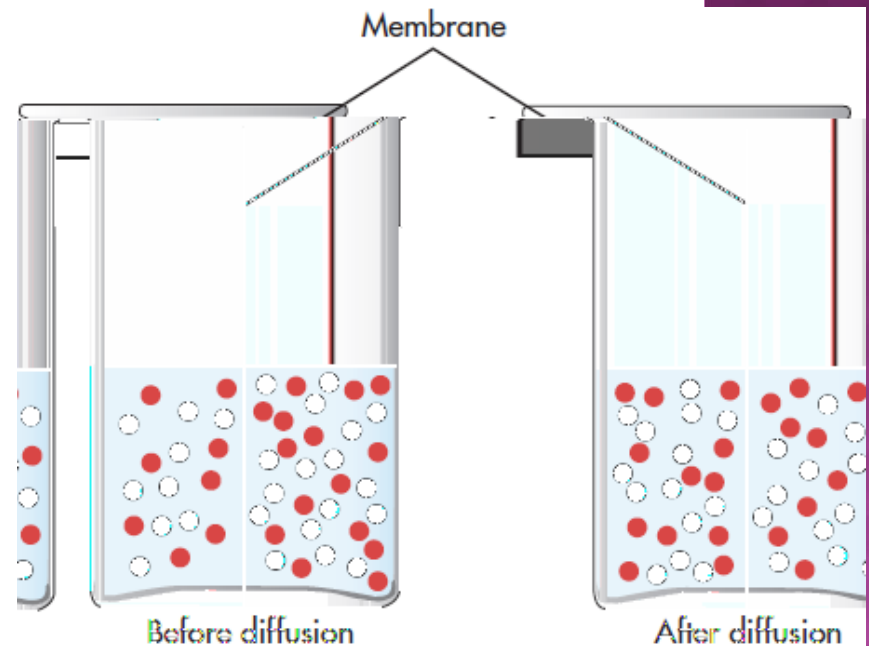


# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN

1. **Difusi** → perpindahan partikel terlarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah
2. **Osmosis** → perpindahan air (zat pelarut) dari larutan dgn konsentrasi zat terlarut yg rendah ke larutan dgn konsentrasi zat terlarut lebih tinggi
3. **Transpor aktif** → perpindahan molekul (terlarut) melawan gradien konsentrasi

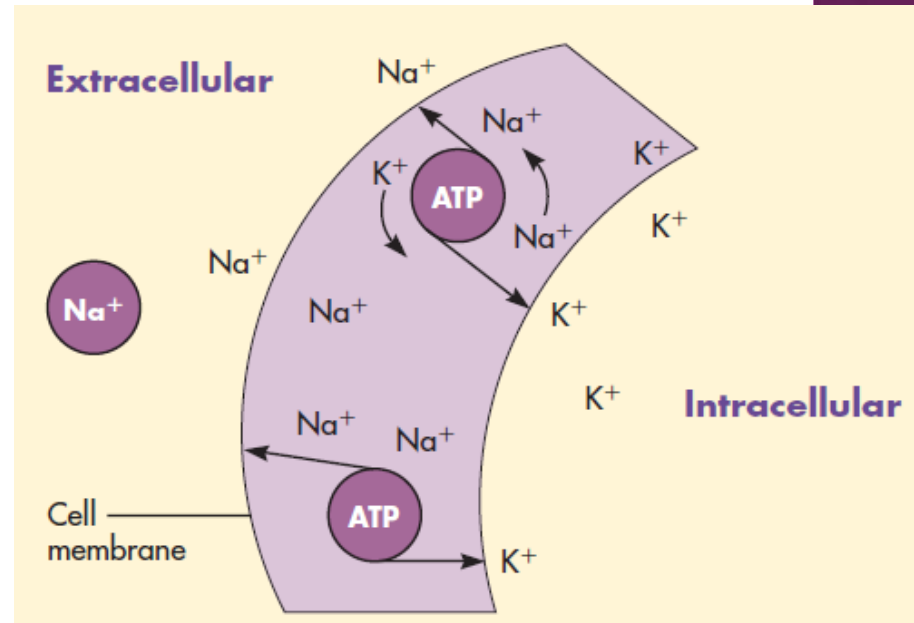
# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- **Difusi** → perpindahan pasif & tdk butuh energi mll membran permeable
  - **Simple difusi** → perpindahan pasif pd gas (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, nitrogen) & urea
  - **facilitated diffusion** → adanya molekul pembawa zat pd membran sel yg me↑ proses difusi kedalam sel terutama pd glukosa



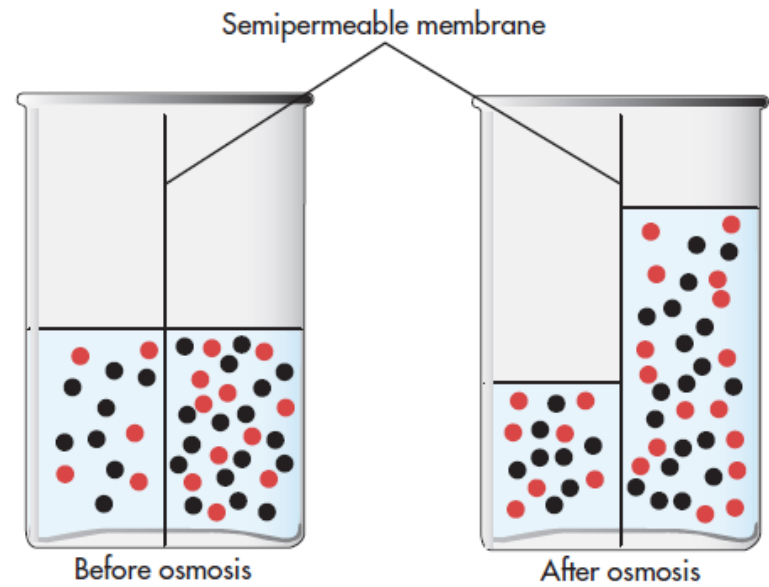
# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- Transpor aktif → melawan gradien konsentrasi dan butuh energi (ATP) terutama pd pemeliharaan konsentrasi  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$  antara ICF & ECF mll pompa  $\text{Na}^+$  dan  $\text{K}^+$



# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- ⦿ Osmosis →  
perpindahan antar  
kompartemen mll  
membran semi  
permeabel (permeable  
utk cairan tp  
impermiabel utk solut)



# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- Tekanan osmotik → tekanan yg dibutuhkan utk menghentikan aliran osmosis (mencapai keseimbangan)
- tekanan osmotik dicerminkan oleh konsentrasi zat terlarut dlm pelarut
  - Osmolalitas: ukuran konsentrasi total zat terlarut per kilogram zat pelarut (mOsm/kg atau mmol/kg)
  - Osmolaritas: ukuran konsentrasi total zat terlarut per liter zat pelarut (mOsm/L)

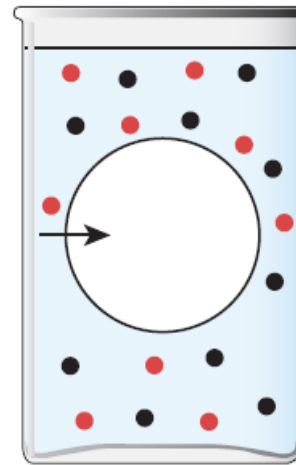


# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- Osmolalitas digunakan sbg evaluasi konsentrasi zat terlarut dan pelarut pd plasma darah & urin
- Nilai osmolalitas plasma normal: antara 275 - 295 mOsm/kg (isotonis)
- Cara hitung osmolalitas plasma :  
 $(2 \times \text{Na plasma}) + (\text{glucose}/18) + (\text{BUN}/2,8)$
- Protein darah (albumin) membantu menjaga tekanan osmotik (onkotik) pd plasma darah

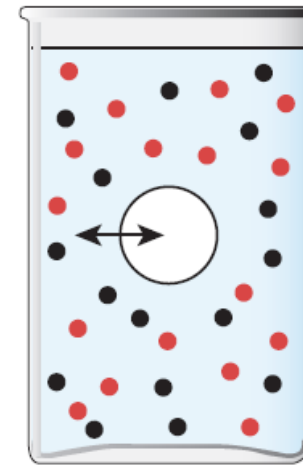
# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- Sel tubuh dipengaruhi oleh osmolaritas cairan sekitarnya
- Osmolalitas
  - Isotonis → ukuran sel tetap
  - Hipotonis → overhidtasi/udem
  - Hipertonis → dehidrasi



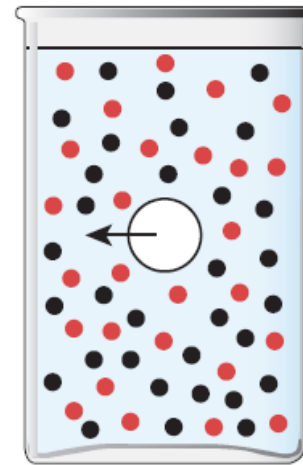
Hypotonic solution

A



Isotonic solution

B

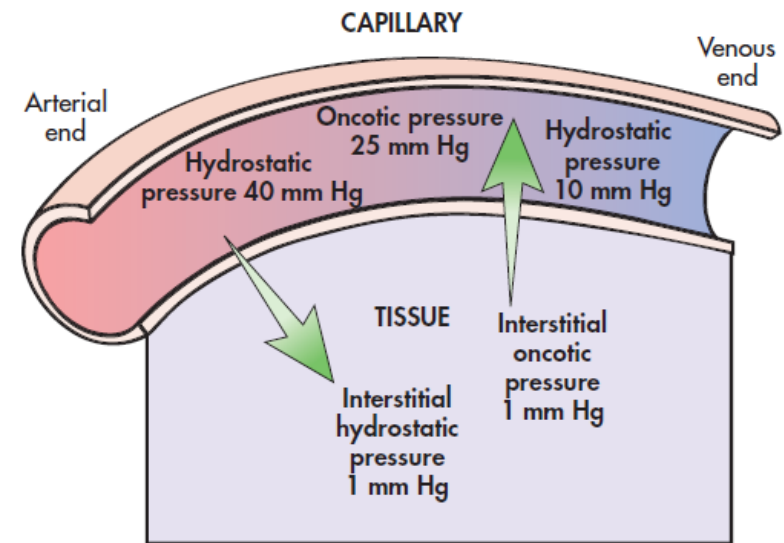


Hypertonic

C

# PROSES PERPINDAHAN CAIRAN (CONT'D)

- Tekanan hidrostatik → tekanan yg cenderung mendorong cairan keluar dari pembuluh darah
- Tekanan hidrostatik dihasilkan oleh pompa jantung pd arteri
- Pada kapiler (pembuluh darah jaringan) terjadi proses ultraviltrasi antara cairan intra vaskuler dan cairan interstisial



# ISTILAH DALAM PENEMPATAN CAIRAN (SPASIUM)

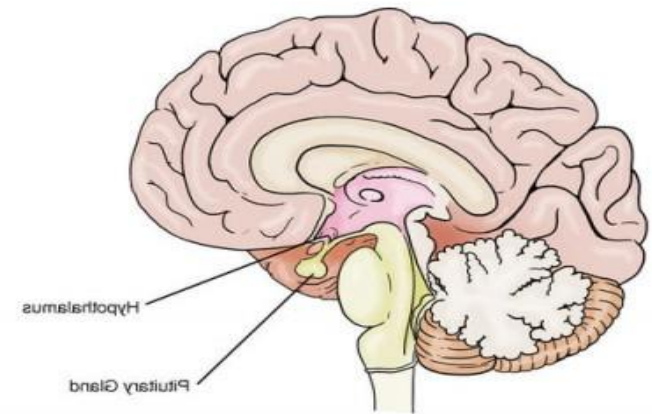
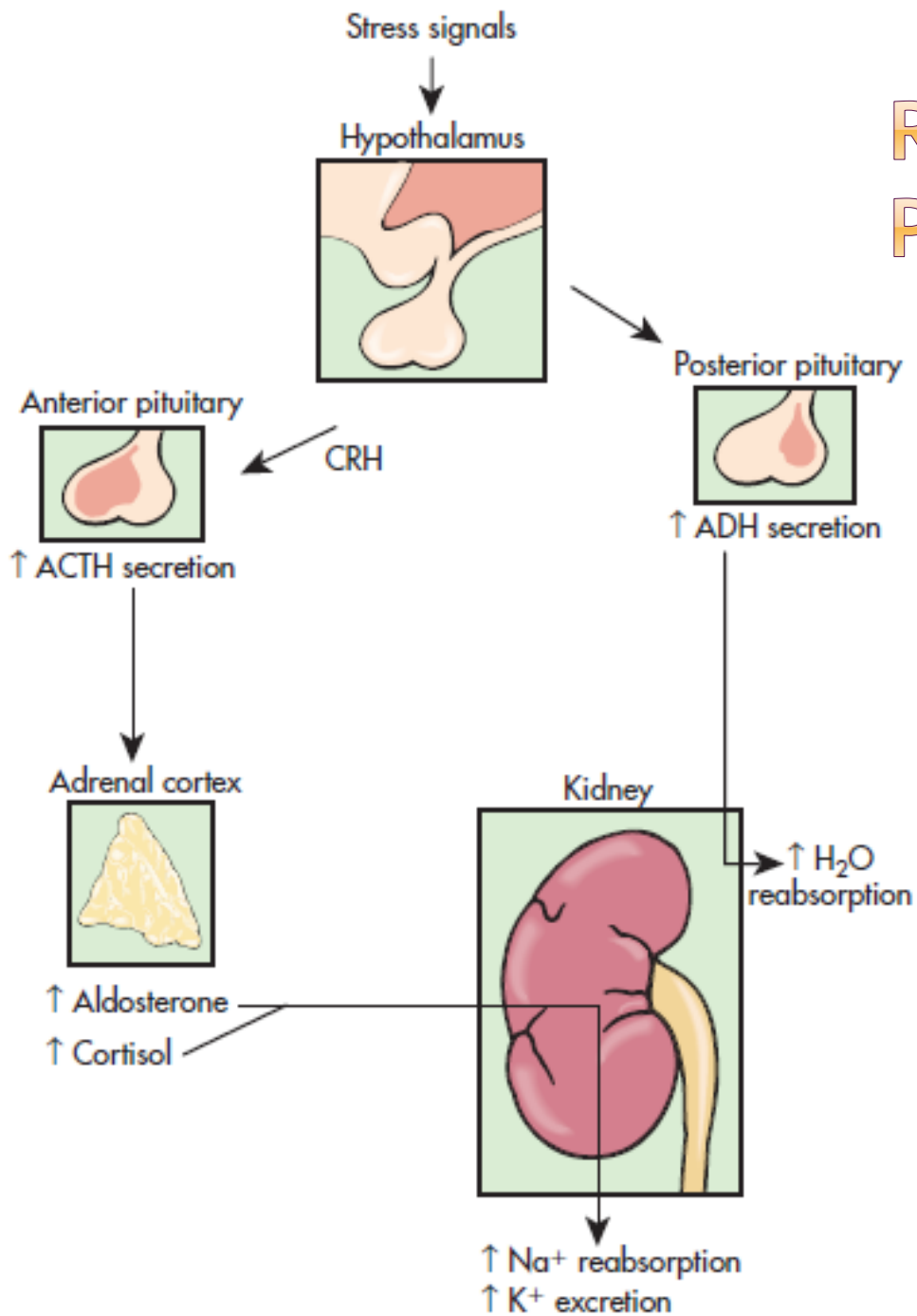
- ◉ Spasium pertama → distribusi normal antara ICF dan ECF
- ◉ Spasium kedua → akumulasi cairan abnormal pd interstisial (edema) biasanya akibat pe onkotik (protein koloid)
- ◉ Spasium ketiga → terkumpulnya cairan pd rongga tubuh misal asites

# REGULASI CAIRAN TUBUH

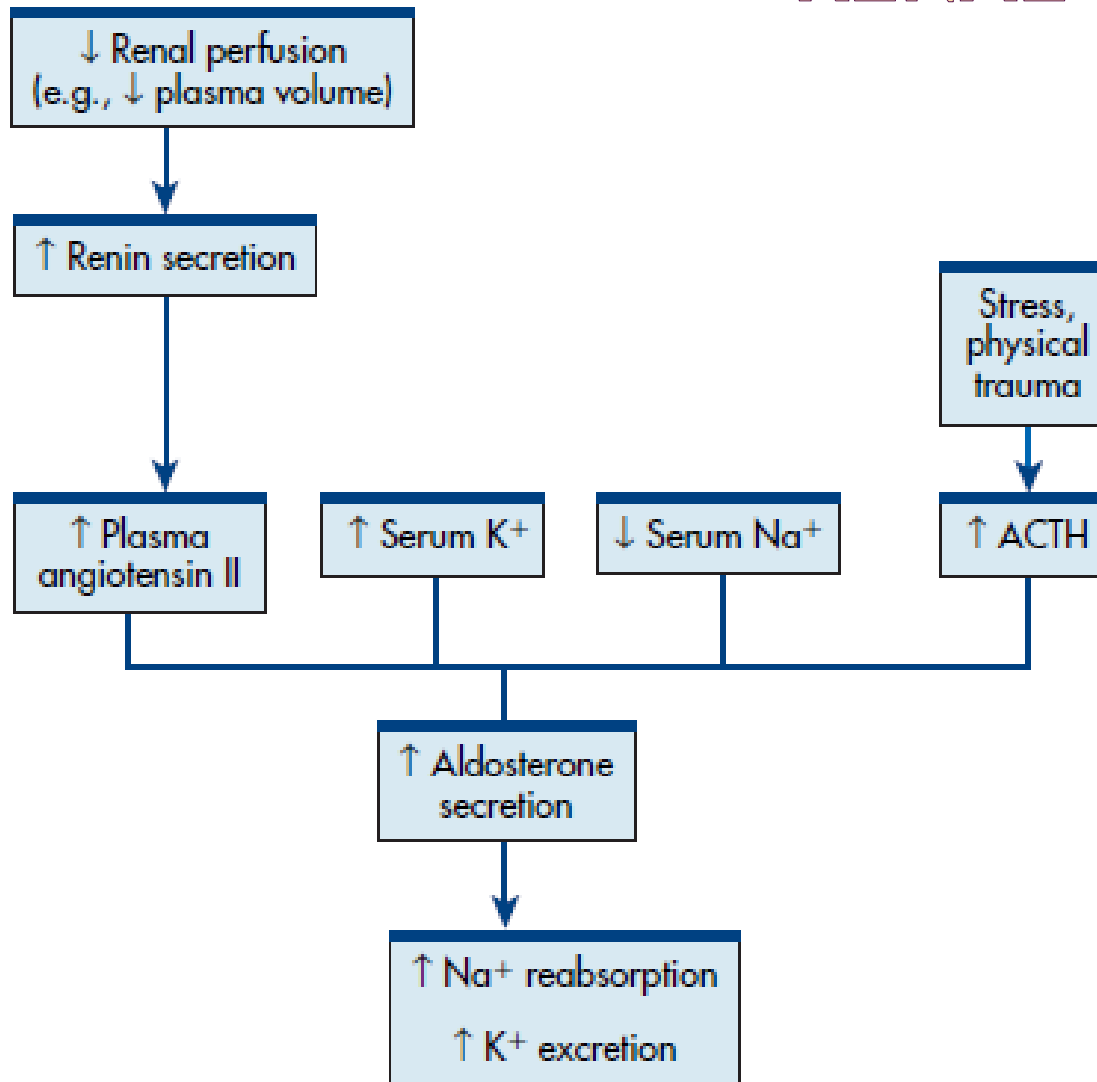
- ◉ Hipotamus → respon haus akibat pe↑ osmolalitas plasma (osmoresptor)
- ◉ Pituitari → pelepasan hormon ACTH & ADH
- ◉ Kelenjar adrenal → pelepasan hormon aldosteron → retensi cairan pd ginjal
- ◉ Ginjal → pelepasan hormon renin (proses renin-angiotensi-aldosteron/RAAS)

- ◉ Jantung → pelepasan ANP (atrial natriuretic peptide) → pe eksresi air dan  $\text{Na}^+$  pd tubulus ginjal
- ◉ GI tract → masukan cairan peroral (mampu mensekresikan 8000 cairan yg diserab oleh tubuh) & pengeluaran sedikit cairan via feses
- ◉ Regulasi lainnya:
  - ◉ Baroreseptor di arkus aorta & sinus karotikus
  - ◉ Volumereseptor/reseptor regang di atrium

# REGULASI PITUITARI



# REGULASI RENAL





# KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT PD DEWASA

## Intake

Fluids	1200 mL
Solid food	1000 mL
Water from oxidation	300 mL
	<hr/>
	2500 mL

## Output

Insensible loss (skin and lungs)	900 mL
In feces	100 mL
Urine	1500 mL
	<hr/>
	2500 mL

# KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT (CONT'D)

- Kebutuhan cairan dewasa 2500 - 3000 ml/hari
- Kebutuhan cairan anak (Holliday & Segar):
  - 0 - 10kg= 100 x kgBB atau 4 ml/KgBB/jam
  - 11-20 Kg= 1000 + (sisa Kg BB x 50)  
atau 40ml/Kg + 2 ml/kg (> 10 kg)
  - >20 Kg= 1500 + (sisa Kg BB x 20)  
atau 60 ml/Kg + 1 ml/kg (> 20 Kg)

# KESEIMBANGAN CAIRAN DAN ELEKTROLIT (CONT'D)

- ◉ Air oksidasi → air yg dihasilkan mll proses metabolisme  $\pm$  300 ml
- ◉ Insensible water lose (IWL) → kehilangan mll kulit dan paru (600-900 ml/hari) pd dewasa (10 x KgBB dlm 24 jam)
- ◉ Laju produksi urin dewasa → 40 - 80 ml/jam atau  $> 0,5$  ml/KgGG/24 jam pada anak  $> 1$  ml/KgBB/24

# FAKTOR YG MEMPENGARUHI CAIRAN & ELEKTROLIT

- ◉ Umur
- ◉ Suhu lingkungan
- ◉ Diet
- ◉ Stres
- ◉ Penyakit
- ◉ Tindakan medis
- ◉ Pengobatan

# MASALAH PD ECF

## ECF Volume Deficit

---

### Causes

- ↑ Insensible water loss or perspiration (high fever, heatstroke)
- Diabetes insipidus
- Osmotic diuresis
- Hemorrhage
- GI losses—vomiting, NG suction, diarrhea, fistula drainage
- Overuse of diuretics
- Inadequate fluid intake
- Third-space fluid shifts—burns, intestinal obstruction

## ECF Volume Excess

---

- Excessive isotonic or hypotonic IV fluids
- Heart failure
- Renal failure
- Primary polydipsia
- SIADH
- Cushing syndrome
- Long-term use of corticosteroids

# NILAI ELEKTROLIT NORMAL

## Anions

---

Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )

Chloride ( $\text{Cl}^-$ )

Phosphate ( $\text{PO}_4^{3-}$ )

## Normal Value

---

22-26 mEq/L (22-26 mmol/L)

96-106 mEq/L (96-106 mmol/L)

2.8-4.5 mg/dl (0.90-1.45 mmol/L)

## Cations

---

Potassium ( $\text{K}^+$ )

Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ )

Sodium ( $\text{Na}^+$ )

Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) (total)

Calcium (ionized)

## Normal Value

---

3.5-5.0 mEq/L (3.5-5.0 mmol/L)

1.5-2.5 mEq/L (0.75-1.25 mmol/L)

135-145 mEq/L (135-145 mmol/L)

9-11 mg/dl (2.25-2.75 mmol/L)

4.5-5.5 mEq/L

4.5-5.5 mg/dl (1.13-1.38 mmol/L)

2.25-2.75 mEq/L

# REGULASI NATRIUM & KALIUM

Ada 2 aturan umum :

1. Masalah yg sering pd gangguan elektrolit oleh karena tidak seimbang masuk & keluar ion Na.
2. Gangguan keseimbangan K jarang tetapi lebih bahaya.

# REGULASI NATRIUM & KALIUM

## KESEIMBANGAN NATRIUM

- Jumlah Na di CES menunjukkan keseimbangan:
  1. Uptake Na ml digestif.
  2. Ekskresi Na di renal dan keringat

## KESEIMBANGAN KALIUM

- Konsentrasi Na di CES menunjukkan keseimbangan:
  1. Masukan melalui digestif/pencernaan
  2. Keluaran melalui urine



# KESEIMBANGAN KALSIUM

Dikendalikan scr ketat oleh interaksi :

- Absorpsi gastrointestinal
- Ekskresi renal
- Reabsorpsi tulang
- Sistem vit D - hormon paratiroid

# KESEIMBANGAN MAGNESIUM...

- Tubuh manusia mengandung  $Mg^{2+}$  sekitar 29 gr :
  - 60 % tersimpan di tulang
  - Pd cairan tubuh:
    - Terutama di CIS (26 mEq/l)
    - Di CES (1,5-2,5 mEq/l)
- Kofaktor thd reaksi enzimatik spt :
  - ◉ fosforilasi glukosa dlm sel
  - ◉ penggunaan ATP pd kontraksi serat otot
  - ◉ sbg komponen struktural tulang
  - ◉ Intake 24-32 mEq/l (0,3-0,4 g) per hari

# KESEIMBANGAN FOSFAT....

- Dibutuhkan utk mineralisasi tulang
- Di cairan tubuh
  - ✓ pembentukan energi
  - ✓ aktivasi enzim
  - ✓ sintesa asam nukleat
- Konsentrasi di plasma 1,8-2,6 mEq/l
- Direabsorpsi di tubulus proksimal di rangsang oleh calcitriol/vit D
- Keluar melalui feses & urin 30-45 mEq/l per hari

TERIMA

KASIH