

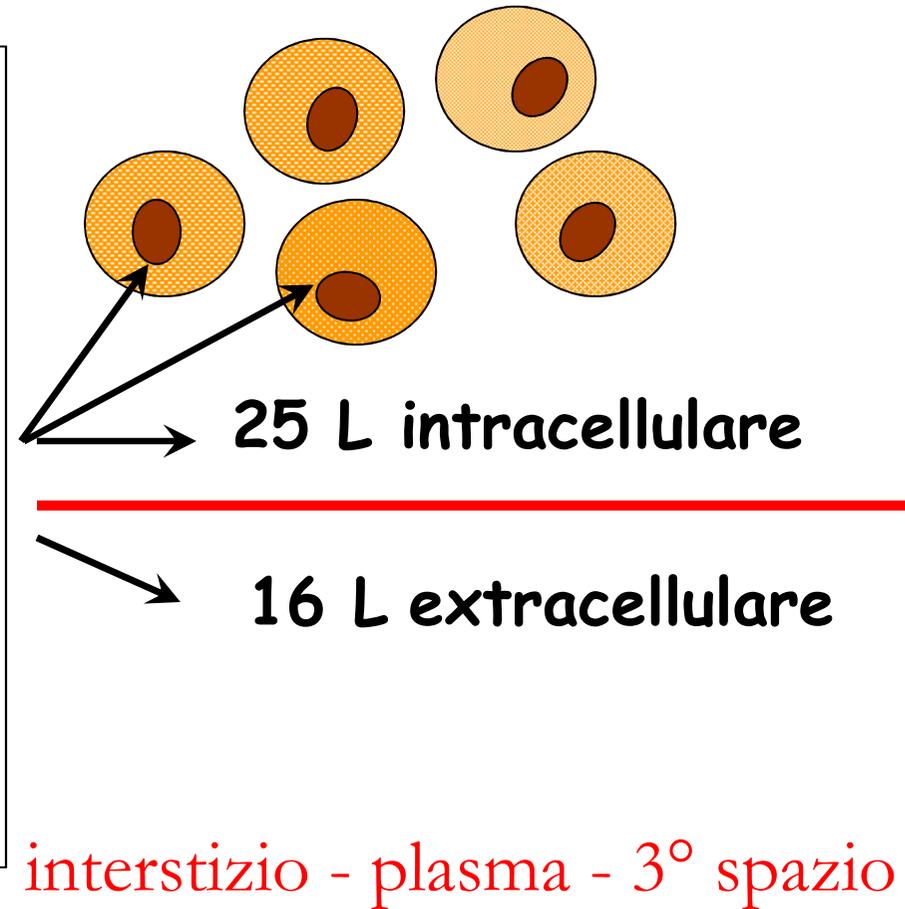
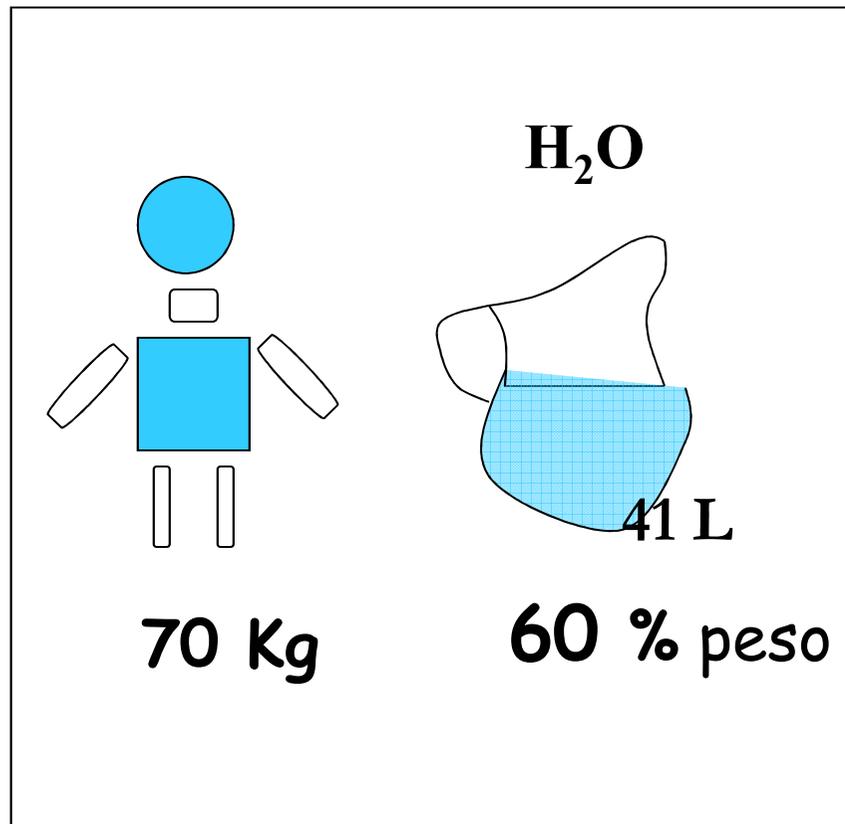
ALTERAZIONI DEL BILANCIO IDRICO ED ELETTROLITICO

Dr. Cristiano Fava

Università di Verona - AA 2012-2013

Corso di Laurea in Tecniche di laboratorio
biomedico

CONTENUTO IDRICO DELL'ORGANISMO



BILANCIO IDRICO QUOTIDIANO

- **ENTRATE**

Ossidazione cellulare
(circa 10 ml ogni 100 Kcal di
substrato metabolizzato)

Assunzione di cibo ed acqua
(1500-3500 ml)

- **USCITE**

Espirazione (350 ml)

Evaporazione
transcutanea (300 ml)

Sudorazione (100 ml)

Urine (1500 ml)

Feci (250 ml)

COMPARTO INTERSTIZIALE

GEL di materiale proteico, macromolecole, fibre collagene, fibre elastiche, mucopolisaccaridi → si frappone fra cellula e cellula e fra le cellule e le strutture vascolari



11 L di H₂O

adsorbe i fluidi e diffonde acqua, nutrienti e ossigeno dai vasi capillari alle cellule

comunica con il comparto intracellulare esclusivamente attraverso le membrane

COMPARTO PLASMATICO

FLUIDI CIRCOLANTI nelle strutture vascolari dall'albero arterioso al venoso



comunica con il comparto interstiziale e intracellulare esclusivamente a livello capillare

lo scambio è regolato da gradienti pressori

3-4 L di H₂O

COMPARTO TRANSCELLULARE (3° SPAZIO)

include LIQUIDO CEREBROSPINALE,
PLEURICO, PERICARDICO, PERITONEALE,
ARTICOLARE, GASTROINTESTINALE



prodotto localmente dalle cellule di rivestimento è più
difficilmente scambiabile con il resto del comparto
extracellulare

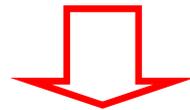
2 L di H₂O

**Alterazioni dell'equilibrio INTRA-
EXTRACELLULARE DEI FLUIDI
compromettono le funzioni cellulari :**

- le reazioni metaboliche
- l'attivazione di segnali intracellulari
- il trasporto di sostanze

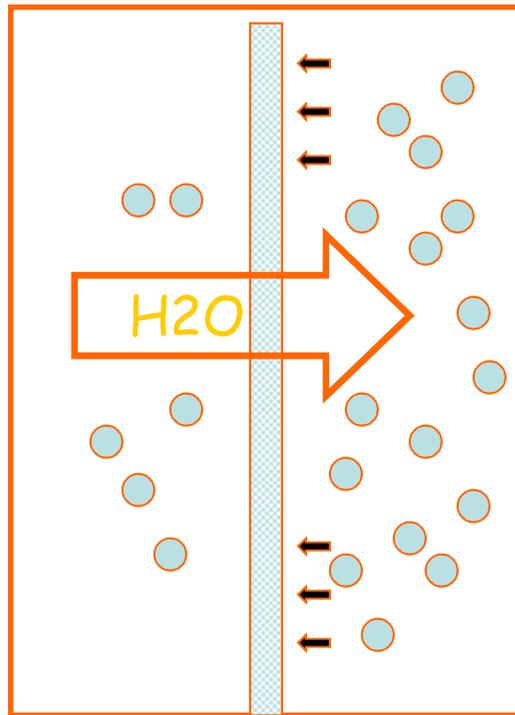
MOVIMENTO DEI FLUIDI TRA COMPARTIMENTI

- **FLUIDI e SOLUTI** sono in costante movimento tra i vari comparti :
 - per **DIFFUSIONE** (secondo gradiente)
 - per **TRASPORTO ATTIVO** (contro gradiente)
 - per **OSMOSI** (attraverso membrane semipermeabili)



il movimento e la collisione tra particelle fornisce energia per i processi di scambio tra comparti

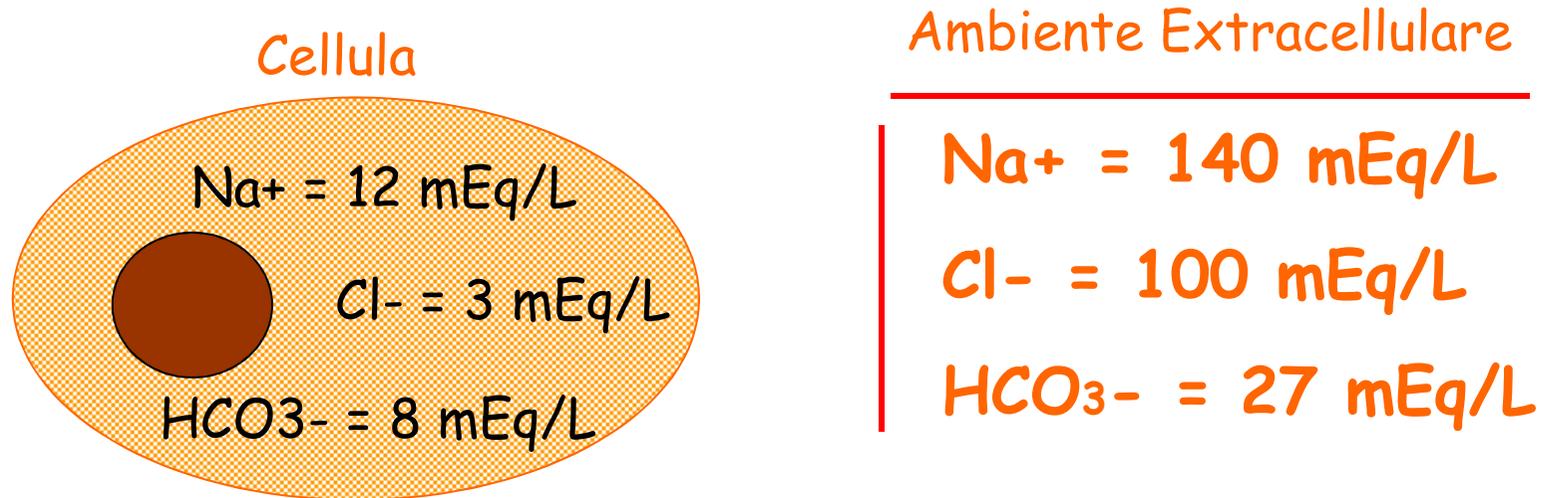
ACQUA E PRESSIONE OSMOTICA



- L'attività OSMOTICA è esercitata da sostanze NON diffusibili ed è proporzionale alla loro concentrazione
- **OSMOLARITA'** = concentrazione di sostanze osmoticamente attive in 1 L di soluzione (espressa in milliosmole/L = mOsm/L)

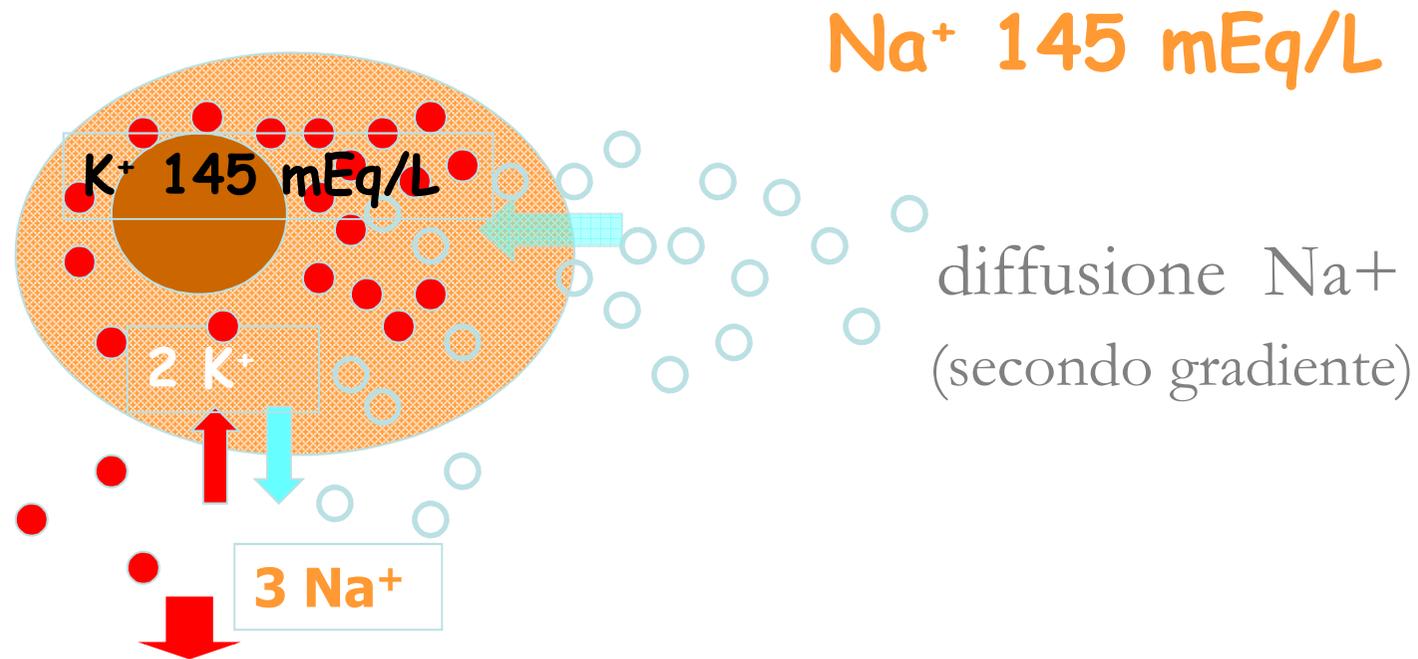
OSMOLARITA' dei FLUIDI EXTRACELLULARI

- Determinata principalmente dalla concentrazione del Na^+ e dei suoi anioni Cl^- e HCO_3^-



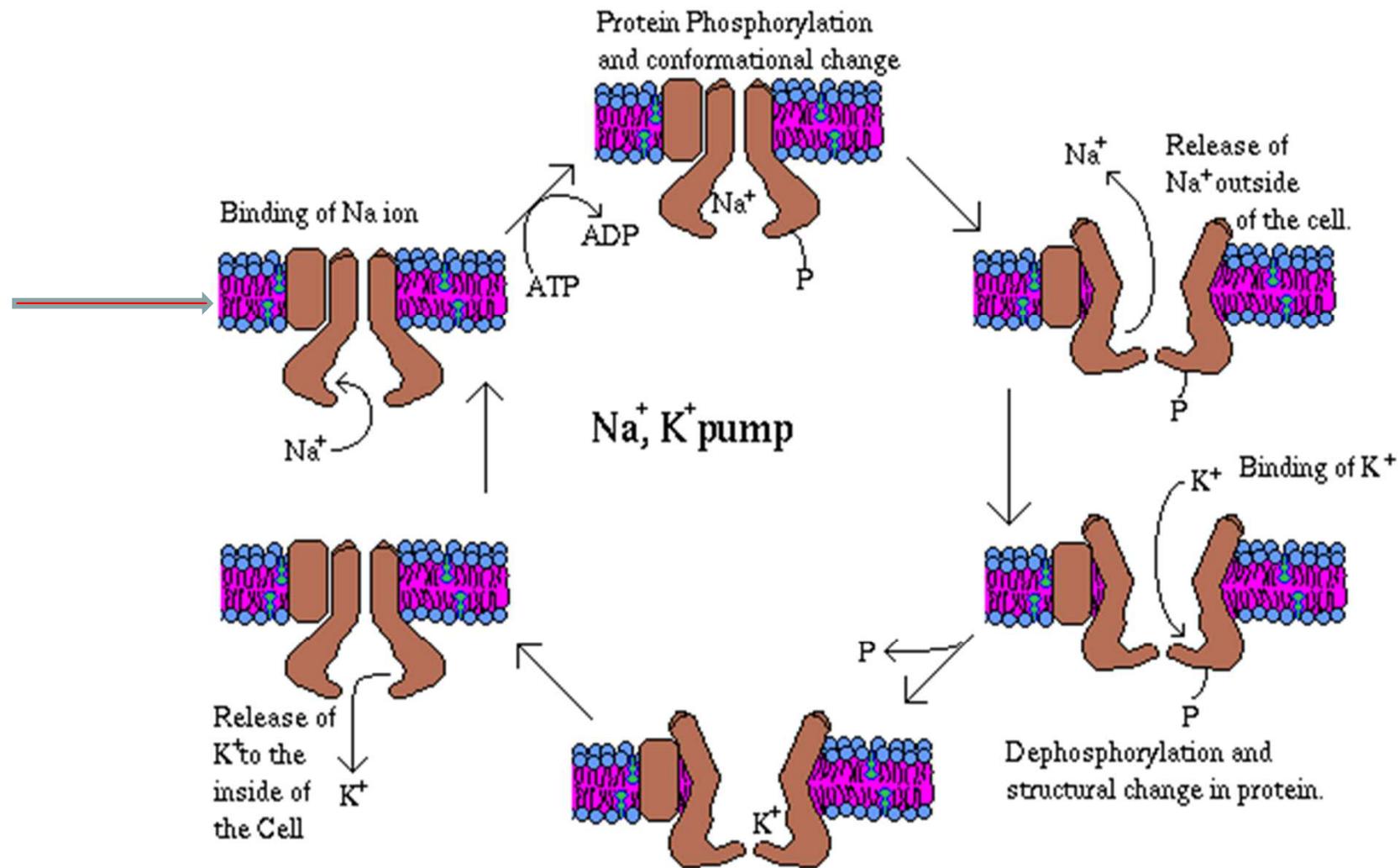
- rende ragione del 90-95 % dell'attività osmotica
- garantisce il mantenimento del VOLUME dei fluidi extracellulari e impedisce il rigonfiamento cellulare

OMEOSTASI del SODIO e dell' ACQUA



pompa Na^+/K^+ (contro gradiente)
mantiene il gradiente di concentrazione
intra-extracellulare del sodio e del potassio

Il trasporto transmembrana di Na^+ e K^+ richiede consumo energetico



- The Top is the Outer membrane.
- The Bottom is the inner membrane (inside of the Cell)

Compartimenti extracellulari

Scambio capillare:

$$J_v = K_f (\Delta P - \Delta \pi)$$

J_v = velocità di passaggio del fluido tra compartimento intravascolare ed extravascolare

K_f = permeabilità all'acqua del letto capillare

ΔP = differenza di pressione idrostatica

$\Delta \pi$ = differenza di pressione oncotica

Na/K ATPasi

Na/K ATPasi

Compartimento intracellulare

Altre componenti ad attività osmotica :

- **GLUCOSIO**
- **AZOTO UREICO**
- OSMOLARITA' EXTRACELLULARE

rendono ragione del 5 %
dell'attività osmotica

DIABETE

e

INSUFFICIENZA
RENALE

↑ osmolarità extracellulare

=

$2 \times [\text{Na}^+(\text{mEq/L})]$

+

$\frac{\text{GLUCOSIO (mg/dL)}}{18}$

18

+

$\frac{\text{AZOTO UREICO (mg/dL)}}{2,8}$

2,8

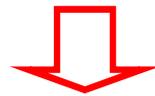
= 275 - 295 mOsm/Kg

Contenuto di sodio, cloro e potassio nei vari fluidi corporei

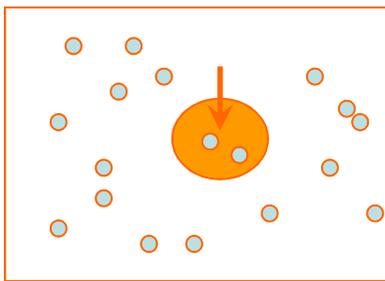
Sorgente	Na ⁺ , mEq/L	Cl ⁻ , mEq/L	K ⁺ , mEq/L
Gastrico	20-80	100-150	5-20
Pancreatico	120-140	90-120	5-15
Intestino tenue	100-140	90-130	5-15
Bile	120-140	80-120	5-15
Ileostomia	45-135	20-115	3-15
Diarrea	10-90	10-110	10-80
Sudore	10-30	10-35	3-10
Bruciatura	140	110	5

TONICITA' DEI FLUIDI e OMEOSTASI dell' ACQUA INTRACELLULARE

CAPACITA' di generare una pressione osmotica

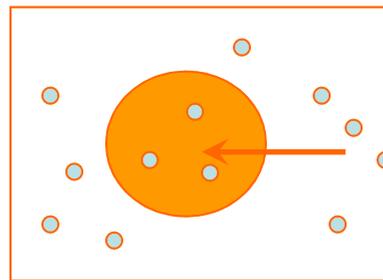


passaggio di acqua da un compartimento all'altro



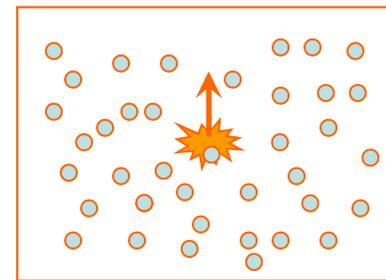
isotonico

280 mOsm/L



ipotonico

< 270 mOsm/L



ipertonico

>300 mOsm/L

ALTERAZIONI della REGOLAZIONE dei VOLUMI

- **1) DISIDRATAZIONE**

- lieve (fino a $\approx 2\%$ del peso corporeo)
- moderata (fino a $\approx 5\%$ del peso corporeo)
- severa ($\geq 8\%$ del peso corporeo)

N.B.: in caso di espansione del 3° spazio il peso può non essere indicativo.

le variazioni di concentrazione del **sodio** sono indicative del meccanismo fisiopatologico

SODIO e DISIDRATAZIONE

- **ISOTONICA** (concentrazione di Na^+ normale o di poco diminuita)



perdita di acqua conseguente a perdita di Na^+

- **IPERTONICA** (concentrazione aumentata di Na^+)



perdita di acqua senza perdita di Na^+



- **IPOTONICA** (concentrazione ridotta di Na^+)

DEPLEZIONI di VOLUME CIRCOLANTE

(1)

Con volume EXTRACELLULARE diminuito

perdite extrarenali di Na^+ e H_2O

gastrointestinali (vomito, diarrea, suzione n.g.)

cutanee/respiratorie (sudorazione profusa,
ustioni, elevate T° , iperventilazione)

emorragie

perdite renali di Na^+ e H_2O

diuresi osmotica (diabete mellito)

diuretici - ipoaldosteronismo (Addison)

tubulopatie con perdita di sali

perdite renali di H_2O → diabete insipido nefrogenico

DEPLEZIONI di VOLUME CIRCOLANTE (2)

- Con volume EXTRACELLULARE = 0 ↑

PORTATA CARDIACA

RIDISTRIBUZIONE ipoalbuminemia
shift dei capillari
sequestro in 3° spazio

AUMENTO del LETTO VASCOLARE

sepsi
vasodilatazione

SEQUESTRO nel 3° SPAZIO

ALTERAZIONI che conducono a DEFICIT di VOLUME

- **INTROITO INADEGUATO**

- inabilità
- perdita senso della sete
- terapia infusiva incongrua

- **ESPANSIONE 3° SPAZIO**

- occlusione intestinale
- edema generalizzato da ipoalbuminemia
- ascite - versamenti sierosi

- **ECESSIVA PERDITA**

- vomito - diarrea
- suzione da sondino
- terapia diuretica incongrua
- diuresi osmotica
- insufficienza surrenalica
- ustioni estese

MANIFESTAZIONI CLINICHE del deficit di volume

- **OBIETTIVE :**
 - perdita di peso
 - pliche cutanee
 - tensione bulbi oculari
- **URINARIE :**
 - riduzione della diuresi
 - urine ad elevata osmol.
- **PLASMATICHE :**
 - aumento ematocrito
 - aumento azotemia
 - aumento osmolarità
- **CARDIOVASCOLARI**
 - ipotensione posturale
 - tachicardia, polso piccolo
 - ridotto riempimento venoso
 - in casi gravi **SHOCK**
- **aumento TEMPERATURA**
 - (incapacità di disperdere il calore prodotto dall'attività metabolica)

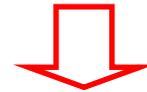
ALTERAZIONI della REGOLAZIONE dei VOLUMI

2) IPERIDRATAZIONE

le variazioni di concentrazione del **sodio** sono
indicative del meccanismo fisiopatologico

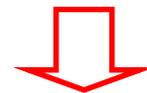
SODIO e IPERIDRATAZIONE

- **ISOTONICA** (concentrazione di Na^+ normale o di poco diminuita)



accumulo di acqua conseguente ad accumulo di Na^+

- **IPOTONICA** (concentrazione ridotta di Na^+)



accumulo di acqua senza accumulo di Na^+

ALTERAZIONI che conducono a ECESSO di VOLUME

- **INCAPACITA' di ELIMINARE H₂O e Na⁺ :**

insufficienza e

- scompenso cardiaco
- insufficienza renale
- iperaldosteronismo
- ipercortisolismo
- insufficienza epatica

- **ECESSO di INTROITO**

- dieta incongrua (raro)
- terapie (infusive) ad alto contenuto di Na⁺
- terapia infusiva incongrua

- **INTROITO IMPROPRIO**

in rapporto all'ESCREZIONE

MANIFESTAZIONI CLINICHE dell' eccesso di volume

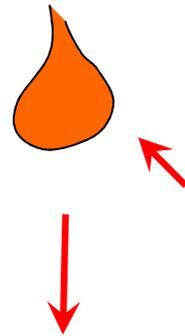
- **INCREMENTO PONDERALE $\geq 5\%$**
- **EDEMA GENERALIZZATO**
- **INCREMENTO VOLUME CIRCOLANTE**
 - polso pieno
 - distensione venosa
 - edema polmonare

IPONATRIEMIE

$$\text{Na}^+ < 135 \text{ mEq/L}$$

- PERDITA di Na⁺
con introito eccessivo di H₂O libera
(sudorazione profusa - diuretici – diuresi osmotica -
infusioni ipotoniche)
- ECCESSIVO INTROITO H₂O
in rapporto all'escrezione
(soluzioni parenterali incongrue - ripetuti clismi con
H₂O libera - insufficienza renale - eccesso di ADH -
farmaci che incrementano la secrezione di ADH -
polidipsia psicogena)

SIADH : sindrome da inappropriata secrezione di ADH



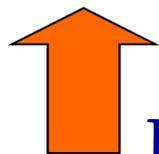
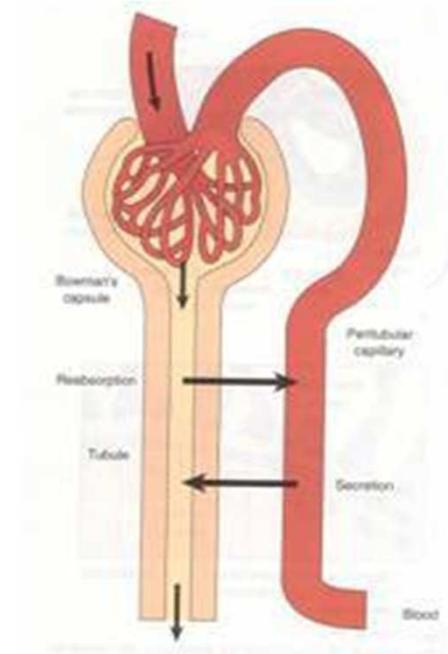
ADH

lesioni dell'ipofisi

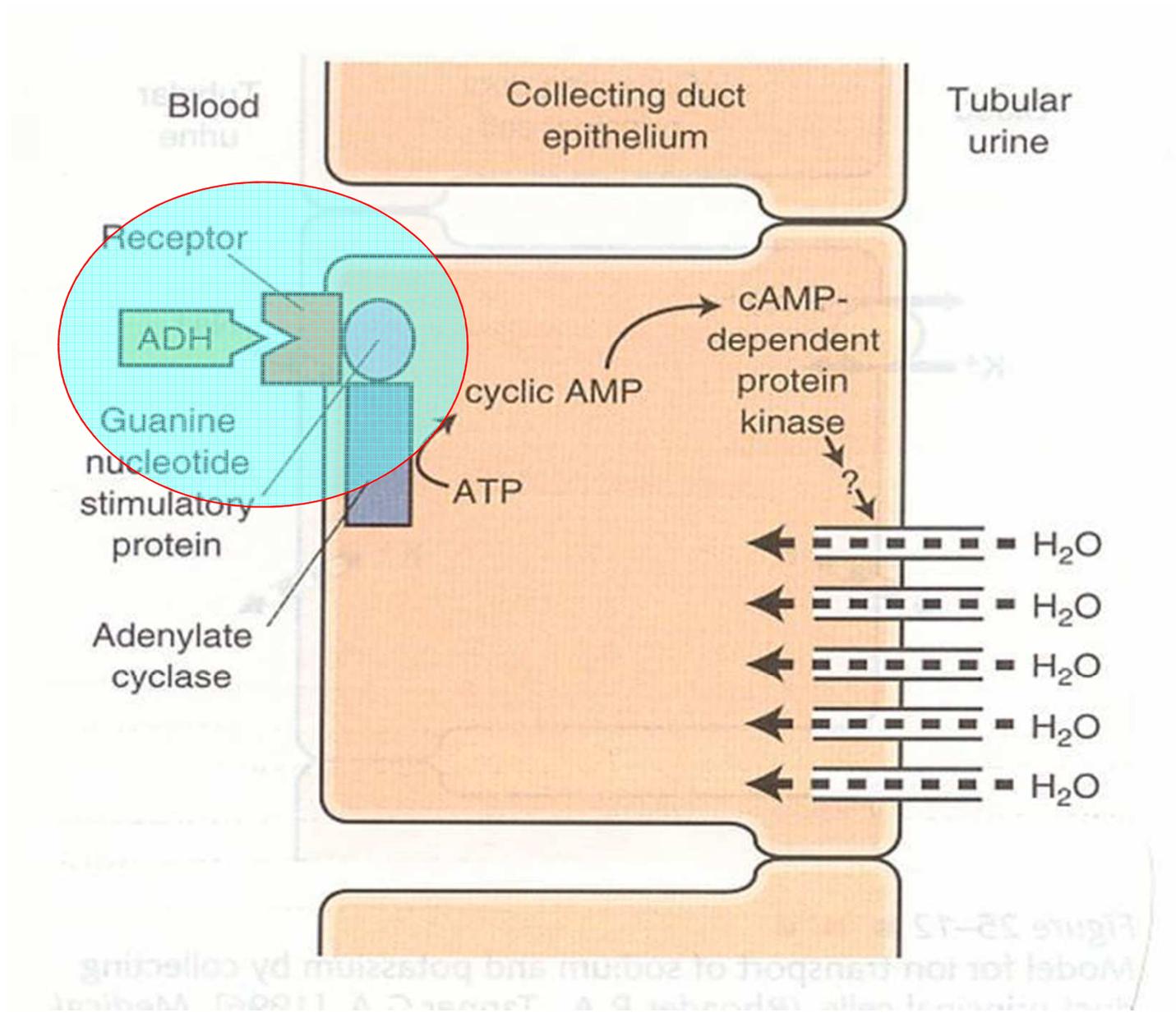
farmaci



tubulo distale



RIASSORBIMENTO H₂O libera

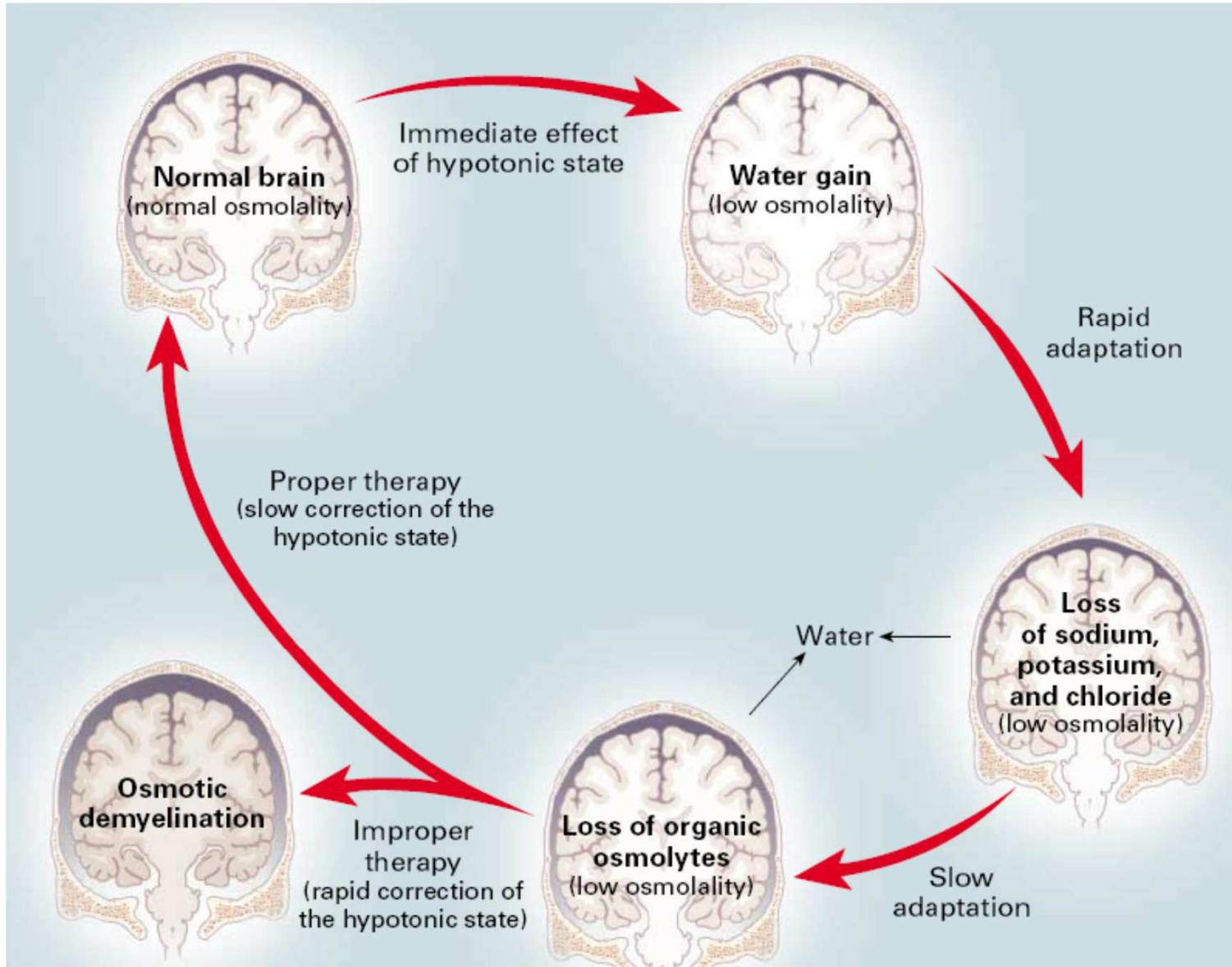


MANIFESTAZIONI CLINICHE

$\text{Na}^+ < 135 \text{ mEq/L}$

- **RIDOTTA OSMOLARITA' PLASMATICA**
($< 285 \text{ mOsm}$) \longrightarrow EDEMA CELLULARE
- **DILUIZIONE delle COMPONENTI PLASMATICHE**
(ematocrito, azotemia, Cloro)
- **MANIFESTAZIONI NEUROLOGICHE :**
cefalea, depressione, confusione mentale, sonnolenza, stupore, coma
- **MANIFESTAZIONI GASTROINTESTINALI :** anoressia,
nausea, vomito, diarrea

Fisiopatologia del danno cerebrale da rapida correzione dell'iposodemia



Laboratorio

- Sodiemia
- Ipertrigliceridemia, iperproteinemia, iperglicemia
- Osmolarità plasmatica (distinzione tra forme normo, iper- ed ipo-osmolari) ed urinaria
(se osmolarità urinaria >100 mEq/L \rightarrow SIADH diagnosi più probabile dopo aver escluso forme da sovraccarico o costrizione del volume circolante)
- Sodio urinario (nelle forme ipovolemiche):
- Se >20 mEq/L causa renale
- Se <20 mEq/L \rightarrow cause non renali
(ovvero il rene dovrebbe tentare di compensare riassorbendo sale; se invece ne perde è la causa principale dell'iposodiemia)

IPERNATRIEMIE : $\text{Na}^+ > 145 \text{ mEq/L}$

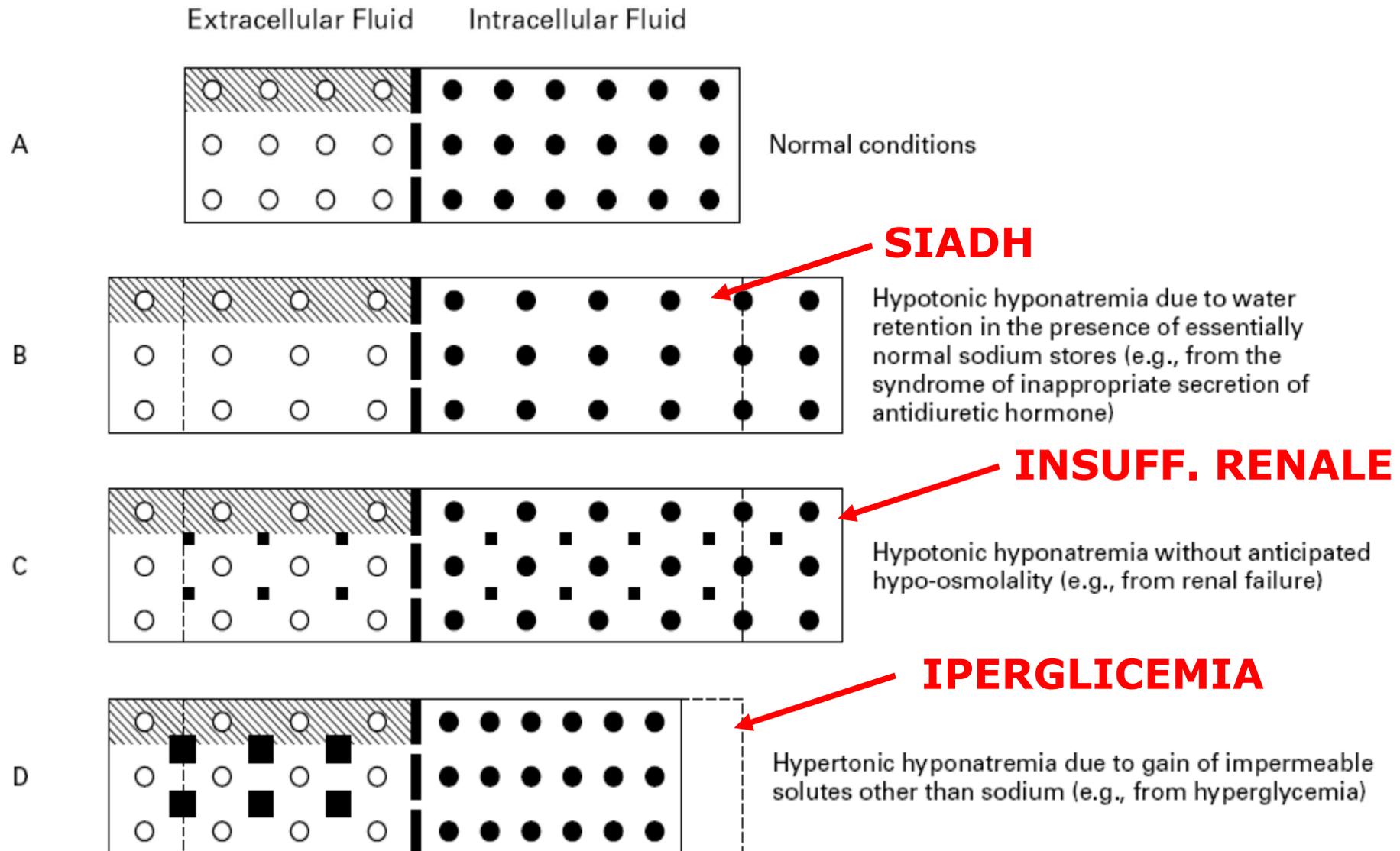
- **PERDITA di H₂O senza PERDITA di Na⁺**
 - DIABETE INSIPIDO
 - DIARREA ACQUOSA
 - SUDORAZIONE PROFUSA
 - ALIMENTAZIONE ENTERALE IPERTONICA
 - DIURESI OSMOTICA
- **RIDOTTO INTROITO di ACQUA**
 - inabilità - incongrui provvedimenti terapeutici
- **ECESSO di INTROITO SALINO**
(senza corrispondente idratazione)

MANIFESTAZIONI CLINICHE

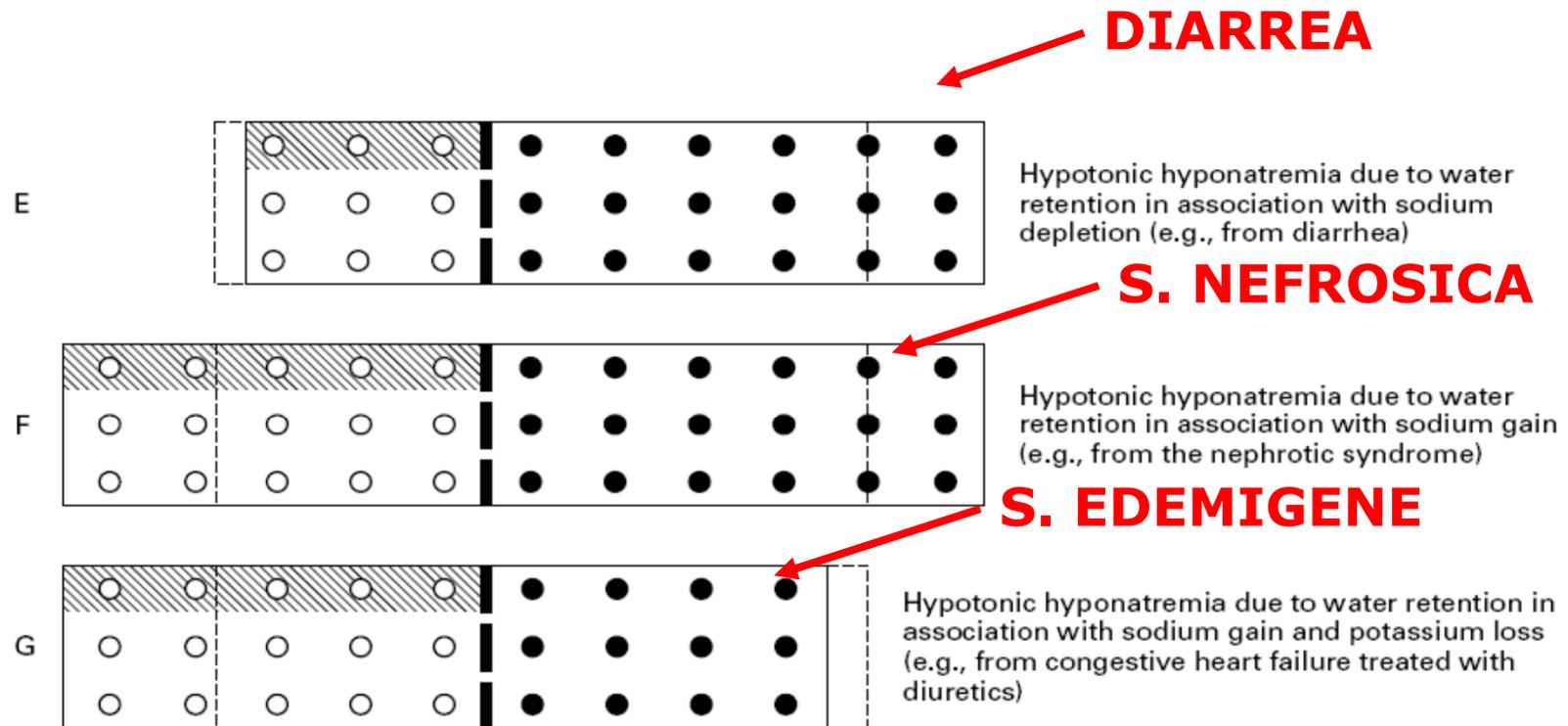
Na⁺ > 145 mEq/L

- aumento **OSMOLARITA' PLASMATICA**
(> 300 mOsm/L)
- aumento ematocrito e azotemia
- oligo-anuria (urine ad alto PS)
- **disidratazione intracellulare**
- manifestazioni neurologiche

Fluidi EXTRA ed INTRA-cellulari nell'iponatremia



Fluidi EXTRA ed INTRA-cellulari nell'iponatremia



ECF, fluidi extracellulari vs. ICF; fluidi intracellulari

Fluidi EXTRA ed INTRA-cellulari nell'ipernatremia

