

# LA FORMA DELL'ACQUA

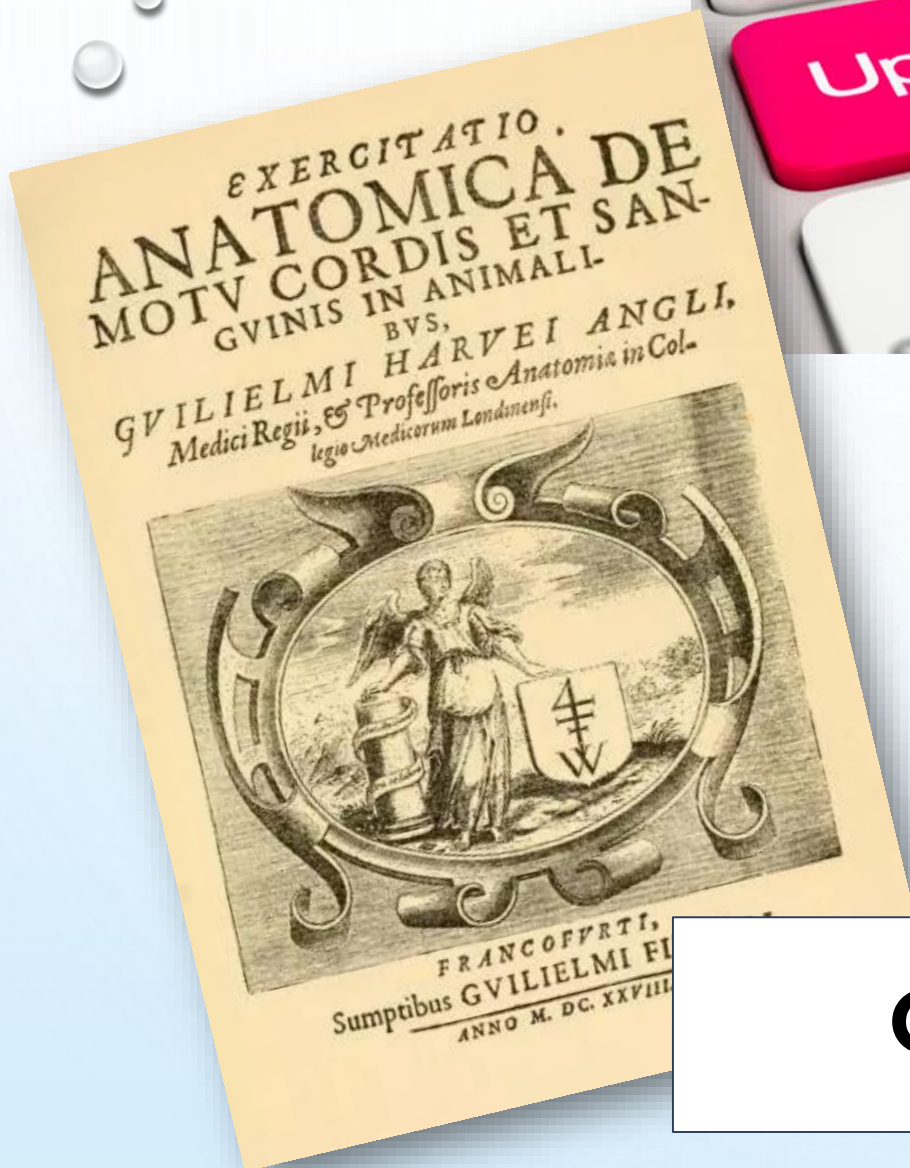
LE ALTERAZIONI DEI FLUIDI, DEL SODIO E DEL POTASSIO



# FLUIDI E IONI

- IL PAZIENTE IPOVOLEMICO  
E LA FLUID RESUSCITATION
- ACQUA E SODIO: LE IPONATREMIE
- DISIDRATAZIONE E IPERNATREMIA
- IPERPOTASSIEMIA
- IPOPOTASSIEMIA

**SOLO PER VOI! SOLO PER OGGI!**



**COSA FAREMO?**

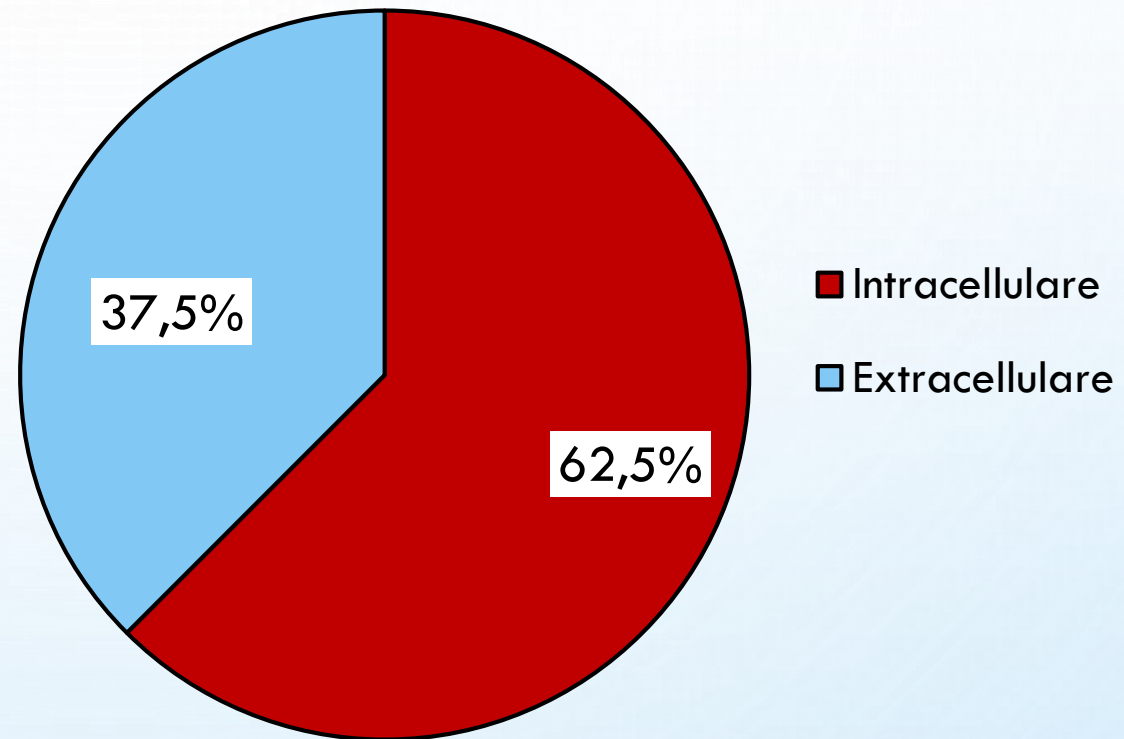
# TOTAL BODY WATER

Un maschio adulto «tipo» di 70 kg di peso è formato da circa 40 L di acqua, suddivisa in

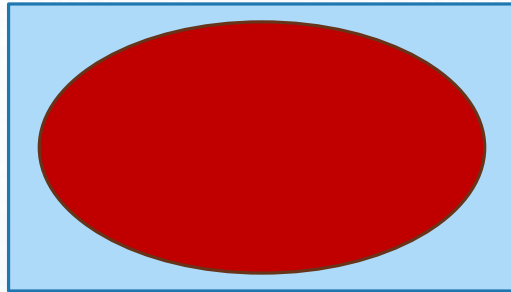
- Intracellulare: circa  $\frac{2}{3}$  (25 L)
- Extracellulare: circa  $\frac{1}{3}$  (15 L)

L'acqua **extracellulare** è rappresentata da

- Plasma: 20% (circa 3 L)
- Fluido interstiziale: 80% (circa 12 L)
- Fluido transcellulare (il cosiddetto "terzo spazio" cioè fluidi gastrointestinali, peritoneali, cerebrali e oculari)



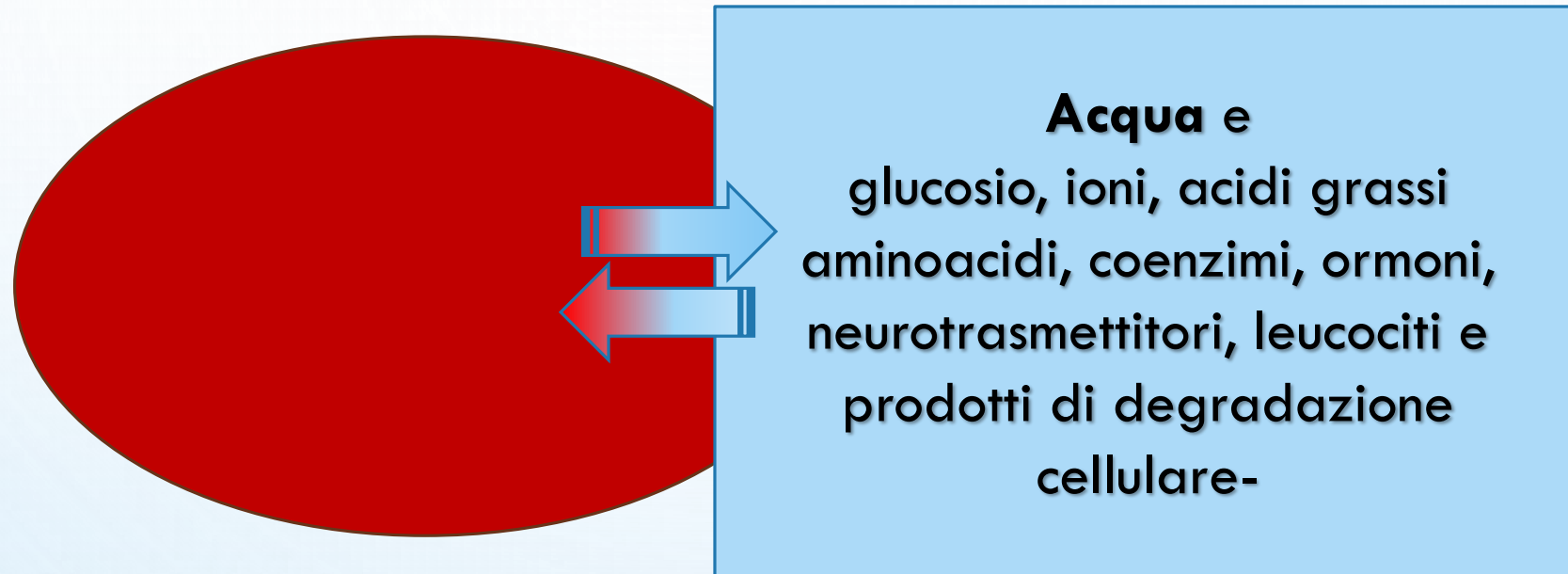
# OMEOSTASI DEI LIQUIDI EXTRA- ED INTRACELLULARI



In condizioni fisiologiche, la **diversa** composizione dei fluidi intra- ed extracellulari è mantenuta da numerosi meccanismi.

**Questo equilibrio garantisce la vita.**

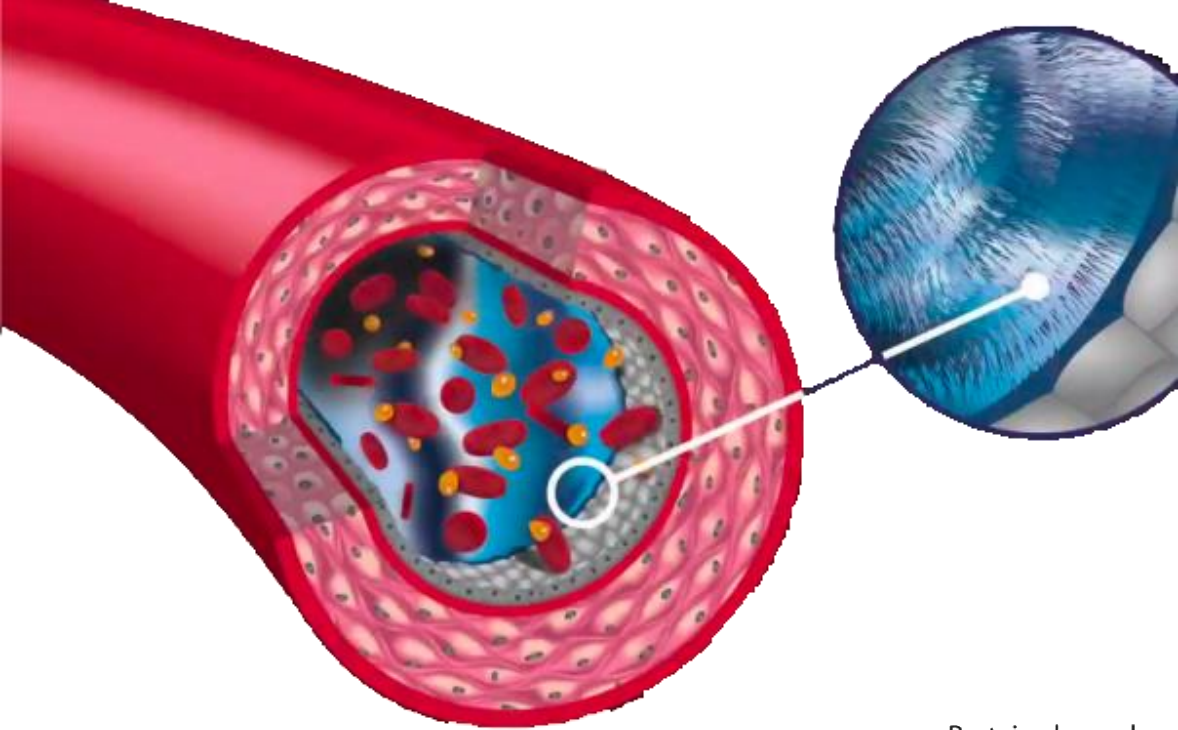
# CITOSOL E LIQUIDI EXTRACELLULARI



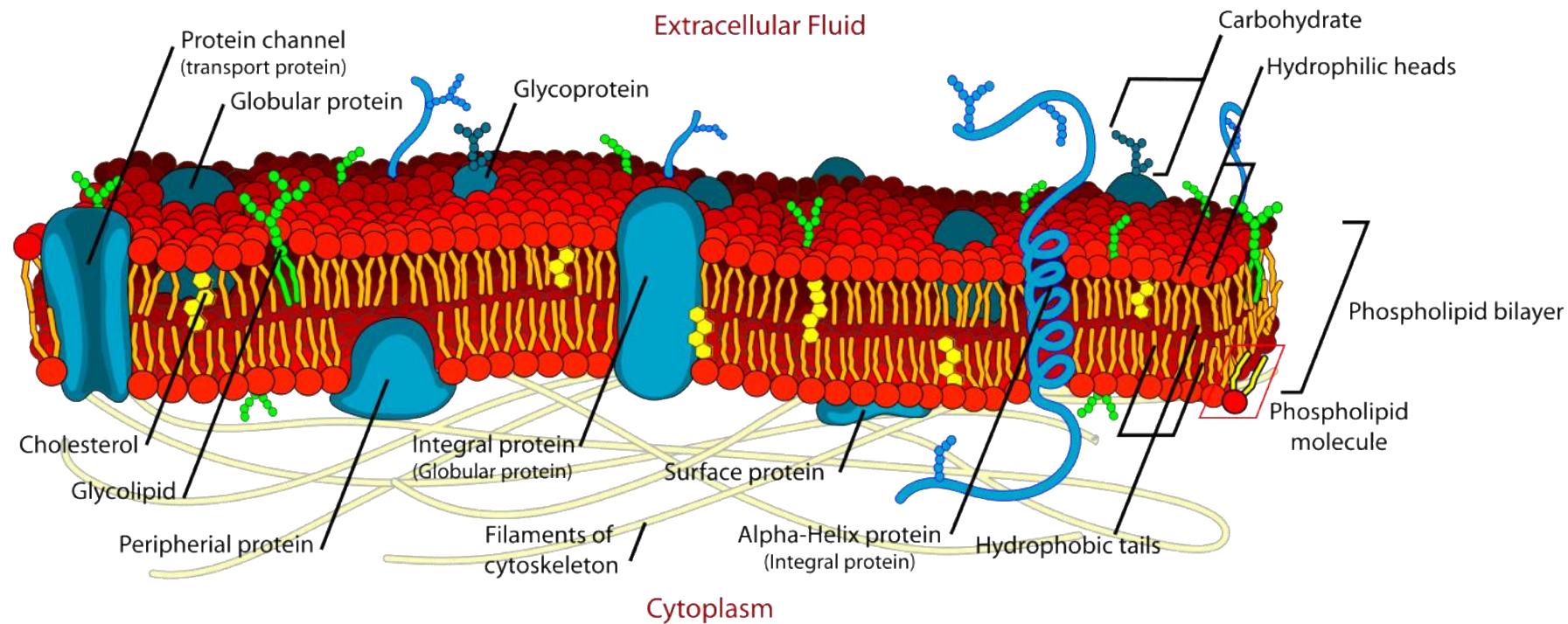
La composizione del citosol e del fluido extracellulare dipende dagli scambi tra le cellule il sangue ed è perciò diversa nei vari organi tessuti dell'organismo

# COMPOSIZIONE INTRA- ED EXTRACELLULARE

<b>Ioni</b>	<b>Concentrazione intracellulare mMol/L</b>	<b>Concentrazione extracellulare mMol/L</b>
Potassio	139	4
Sodio	12	145
Cloro	4	116
Bicarbonato	12	29
Aminoacidi (come proteine)	138	9
Magnesio	0.8	1.5
Calcio	<0.0002	1.8



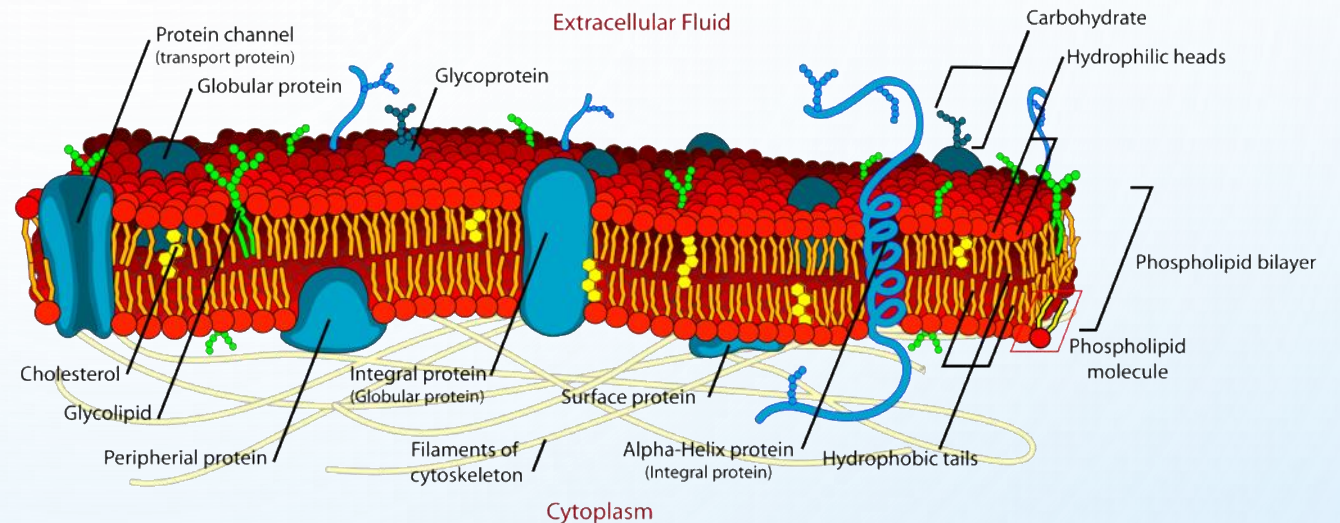
# INTERFACCE





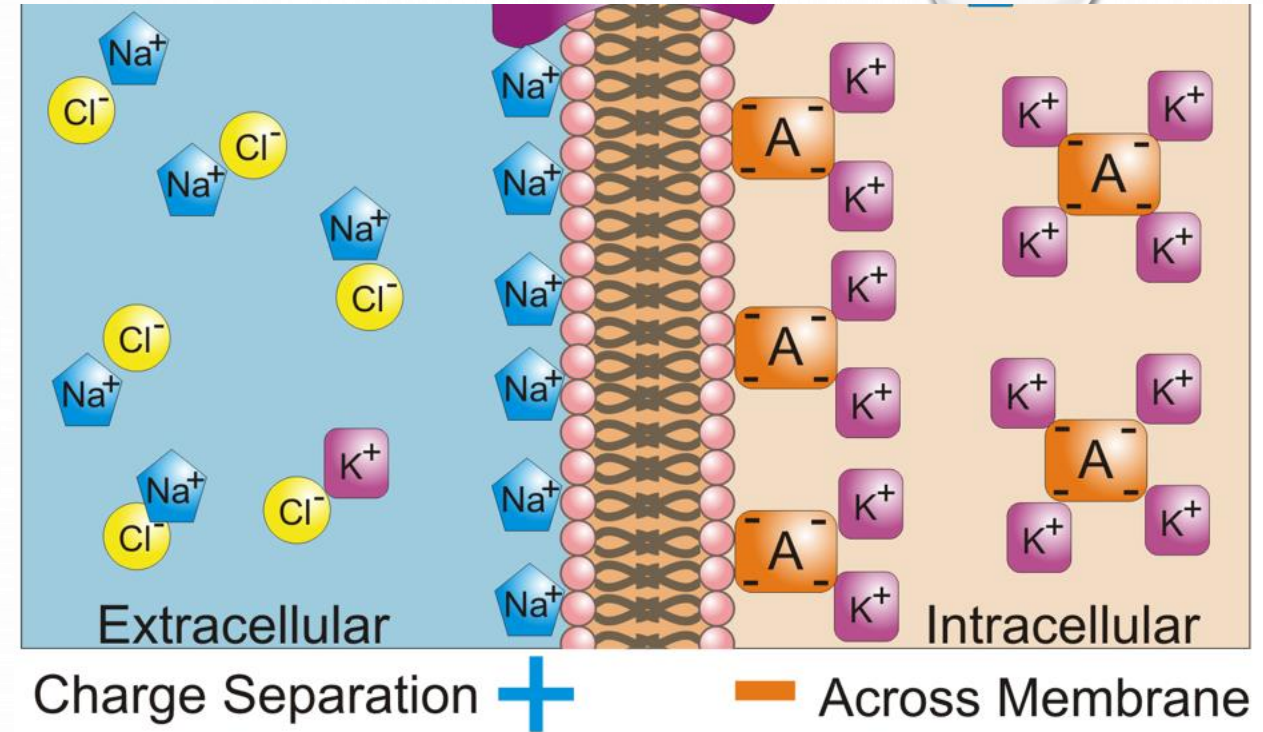
# ACQUA E MEMBRANE CELLULARI

- LE FORZA OSMOTICHE SONO I MAGGIORI DETERMINANTI DELLA DISTRIBUZIONE E DEL MOVIMENTO DELL'ACQUA ATTRAVERSO L'ORGANISMO.
- I SOLUTI CHE NON POSSONO PASSARE LIBERAMENTE ATTRAVERSO LE MEMBRANE CELLULARI ESERCITANO UNA PRESSIONE OSMOTICA PRODUCENDO UN PASSAGGIO DI FLUIDO ATTRAVERSO LE MEMBRANE VERSO IL LATO AD OSMOLALITÀ MAGGIORE



# SODIO E POTASSIO

Un'importante differenza tra liquidi intra ed extracellulari è la concentrazione degli ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ .



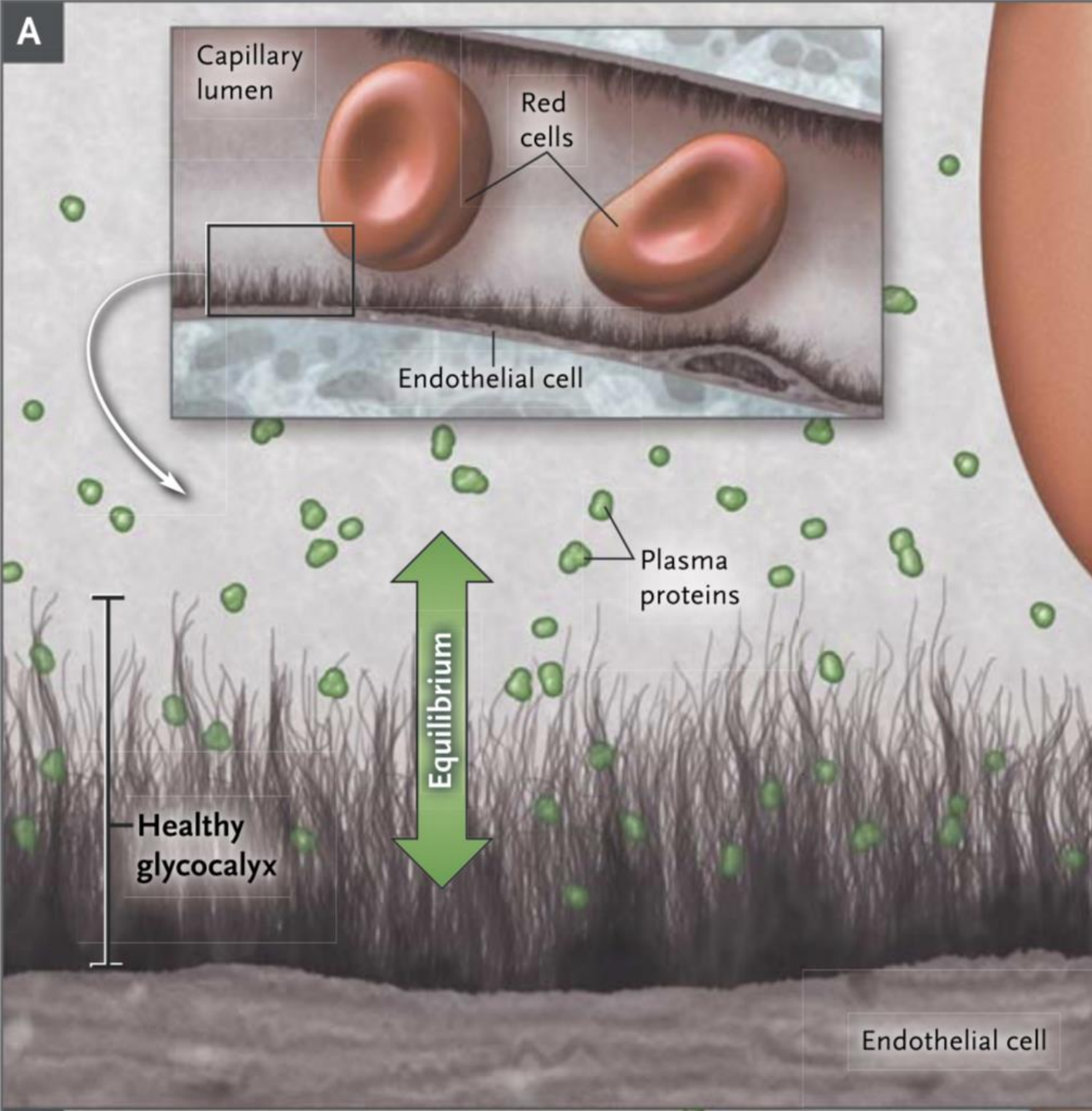
Questo produce una diversa carica elettrica ai due lati della membrana cellulare produce il potenziale di membrana.

L'inversione di polarità e il suo ripristino sono il mezzo con cui le cellule svolgono ruoli fondamentali (contrazione muscolare, trasmissione nervosa, signaling cellulare)



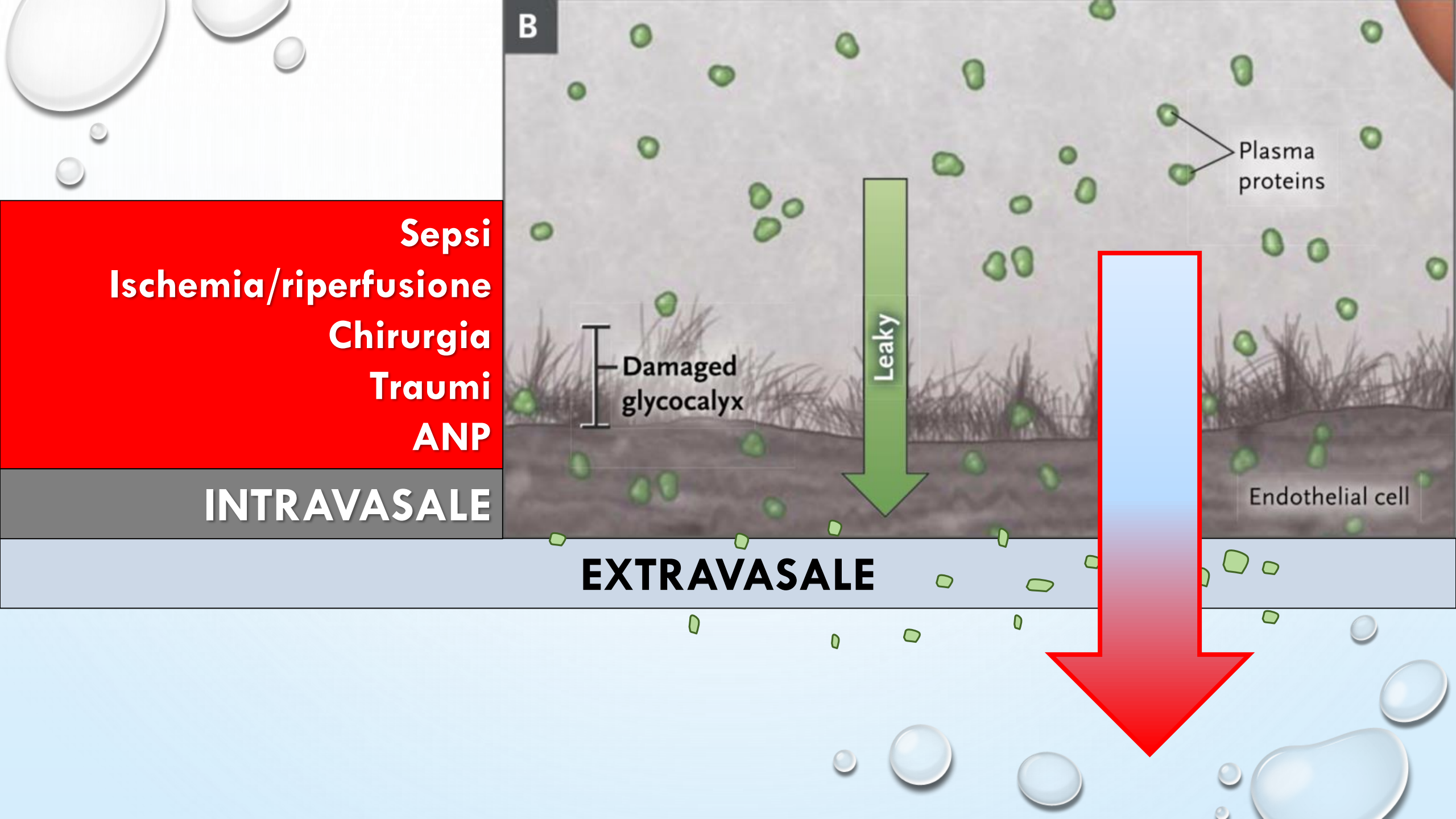
**STARLING AVEVA RAGIONE  
MA NON E' PROPRIO COSI'....**

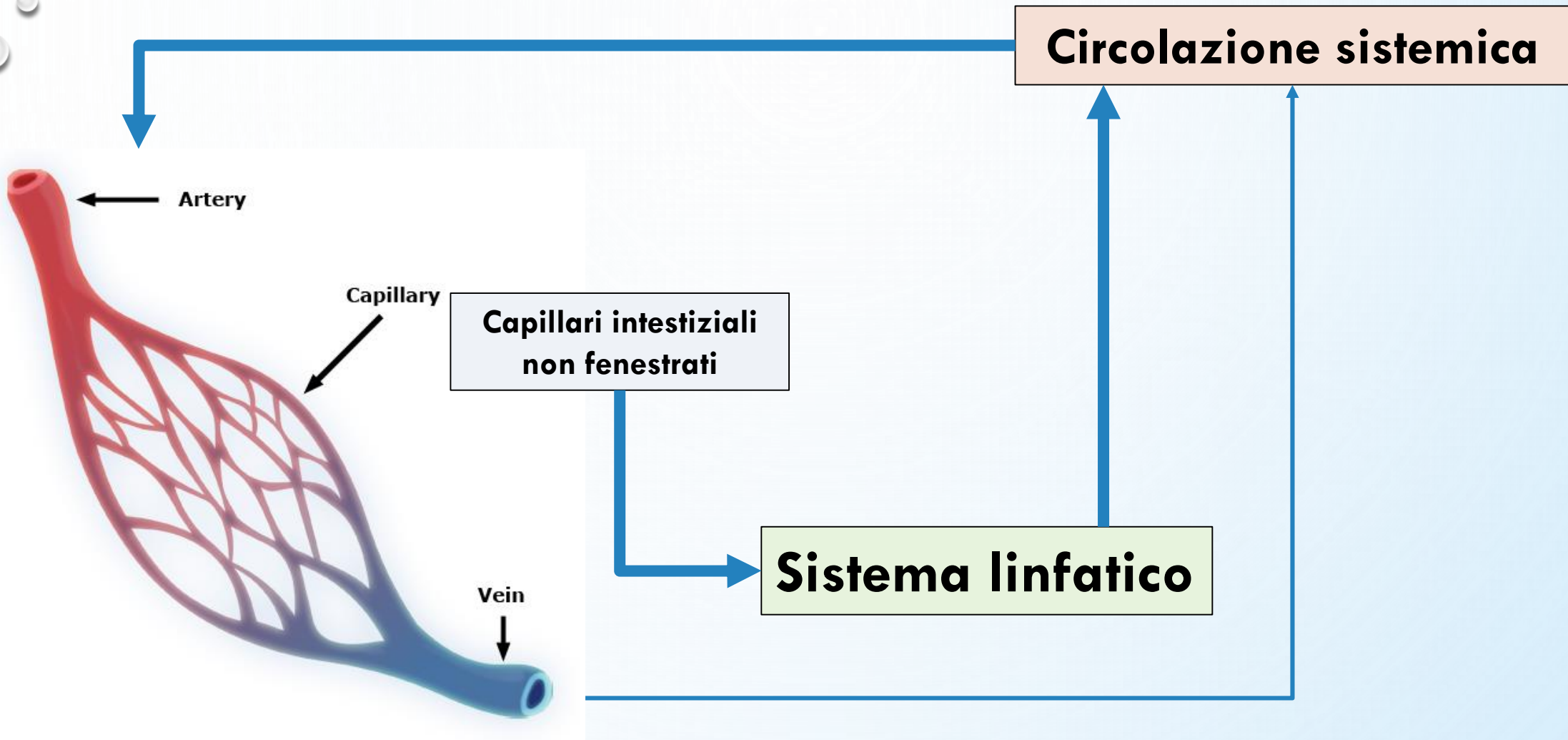
**BARRIERA CAPILLARE: IL PRINCIPIO DI STARLING  
IL PASSAGGIO DI FLUIDI TRA SANGUE E TESSUTI E' DETERMINATO  
DALLA DIFFERENZA DELLE PRESSIONI IDROSTATICA E COLLOIDO-  
OSMOTICA TRA IL PLASMA NEI CAPILLARI E IL FLUIDO ESTERNO**

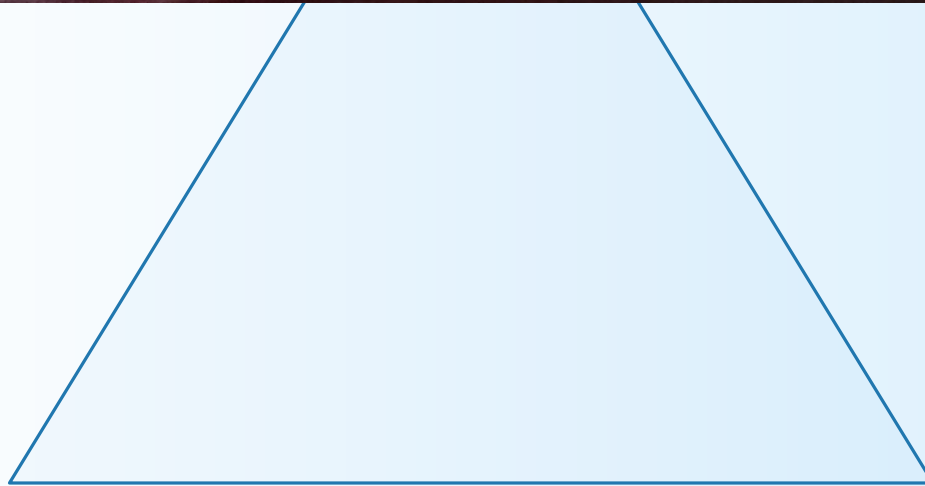


## GLICOCALICE

- Riveste la parte interna dell'endotelio
- Trattiene proteine e genera ulteriore pressione osmotica







**VOLUME**

**TRIAD E CARDIOVASCOLARE**  
**PERFUSIONE**

**POMPA**

**FREQUENZA**





**PERDERE VOLUME**

# PERDITE DI VOLUME INTRAVASCOLARE

- **NON EMORRAGICHE**
- **EMORRAGICHE**

# PERDITE DI VOLUME INTRAVASCOLARE **NON EMORRAGICHE**

- Perdute gastrointestinali: vomito, diarrea, ascite
- Ustioni
- Esposizioni ambientali
- Perdite renali saline
- Sequestro in terzo spazio
- IPOVOLEMIE RELATIVE

# PERDITE DI VOLUME INTRAVASCOLARE

## EMORRAGICHE

- **Torace:** dissezione aortica, trauma polmonare, lesione vascolare polmonare o dei vasi intercostali, emottisi
- **Addome/pelvi/retroperitoneo:** emorragia digestiva (varici esofagee, ulcera, angiodisplasie), trauma degli organi solidi (milza, fegato, reni), vascolare (rottura di aneurisma aortico, trauma vascolare)
- **Patologie ginecologiche:** gravidanza ectopica, emorragie ostetriche, metrorragie, rottura di cisti ovarica, etc
- **Patologie ortopediche:** frattura di ossa lunghe, del bacino o fratture multiple
- **Lesioni vascolari maggiori**
- **Vasti danni ai tessuti molli**



ACTH  
GLUCO- E  
MINERALCORTICOIDI

CATECOLAMINE



VASOPRESSINA  
(ADH)


RENINA  
AGT  
ALDOSTERONE

**Vasocostrizione e tachicardia: centralizzano il circolo**  
**Ritenzione idrosalina: mantiene il volume**





**È UN PAZIENTE  
IPOVOLEMICO?**

The background is a light blue gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered around the edges. A large, solid red rectangle is centered on the page, containing the text.

**FAI SEMPRE UNA  
VALUTAZIONE  
ABCDE!**



A

- A COLPO D'OCCHIO: PALLIDO, SUDATO, AGITATO, CONFUSO, OBNUBILATO, LETARGICO

**Vie aeree**

**O<sub>2</sub>**



## B

- O: ESPANSIONE
- P: FREDDO SUDATO
- A: RIDOTTO, SCOMPENSO
- C: TACHIPNOICO
- S: DESATURATO

**EGA**



C

- REFILL CAPILLARE AUMENTATO
- POLSO PERIFERICO, PICCOLO, FREQUENTE
- RIDOTTA PRESSIONE DI PULSAZIONE,  
RIDOTTA PRESSIONE ARTERIOSA
- FREQUENZA CARDIACA AUMENTATA
- FOCI EMORRAGICI

**Monitor/ECG**  
**doppia via venosa**

# C

- TACHICARDIA: SINUSALE! E' UNA TACHICARDIA RIFLESSA, COMPENSATORIA.



- ALTERAZIONE ST DA "DISCREPANZA"
- **IL RITMO DI ARRESTO TIPICO DI UN PAZIENTE IPOVOLEMICO E' LA PEA**

D

- GCS RIDOTTO



# E

- VALUTAZIONE TESTA-PIEDI COMPLETA:  
FOCI EMORRAGICI, EMATOMI, DEFORMITÀ OSSA LUNGHE,  
STABILITÀ BACINO, ESPLORAZIONE RETTALE, ROLL DEL PAZIENTE
- RACCOGLI **ANAMNESI**
- FAI **UN'ECOGRAFIA**

# **ECOGRAFIA**

- **DIAMETRO VENA CAVA INFERIORE**
- **DIAMETRO SEZIONI DESTRE**
- **RICERCA VERSAMENTI**
- **VALUTA L'AORTA ADDOMINALE**

# **OK, E' IPOVOLEMICO!**

- **QUALI LIQUIDI USO?**
- **COME E QUANTI NE INFONDO?**





GOOD BEDS.

COFFEE & TRAVELERS



MALIGNANT CHOLERA.

DOCUMENTS

COMMUNICATED BY THE

CENTRAL BOARD OF HEALTH,  
LONDON,

RELATIVE TO THE TREATMENT OF CHOLERA  
BY THE COPIOUS INJECTION OF AQUEOUS  
AND SALINE FLUIDS INTO THE VEINS.

No. 1.

*Letter from DR. LATTA\* to the Secretary  
of the Central Board of Health, London,  
affording a View of the Rationale and  
Results of his Practice in the Treatment of  
Cholera by Aqueous and Saline Injections.*

Leith, May 23, 1832.

SIR,—My friend Dr. Lewins has communicated to me your wish for a detailed account of my method of treating cholera by saline injection into the veins, with which I now most willingly comply. My



RELATIVE TO THE TREATMENT OF CHOLERA  
BY THE COPIOUS INJECTION OF AQUEOUS  
AND SALINE FLUIDS INTO THE VEINS.

# Read's patent syringe

13

## VENOUS INJECTION.

The experiments of various experienced Physiologists had long since demonstrated the practicability of transmitting blood from one living body to another; but it is, at length, to Dr. BLUNDELL's application of it to the human body, and to his unwearied zeal and physiological knowledge, that the prof data upon which it can be of saving life under circumstances of frequent occurrence.

The successful treatment of venous injections, has been in practice, and created a demand by which to perform with efficiency.

For injecting chemical fluids into the veins, the use of one tube only, is required, screwed to the side branch of the syringe—the fluid being pumped either from a basin (in a similar manner to enema injection), or from a japanned reservoir, which I have constructed for this purpose. This reservoir is so contrived, that the liquid may be kept at any temperature, which is marked by a thermometer, and the quantity of the fluid is registered by a graduated scale.

### Treatment of Cholera.

To convey blood from one person to another without atmospheric communication.



For injecting chemical fluids into the veins, the use of one tube only, is required, screwed to the side branch of the syringe—the fluid being pumped either from a basin (in a similar manner to enema injection), or from a japanned reservoir, which I have constructed for this purpose. This reservoir is so contrived, that the liquid may be kept at any temperature, which is marked by a thermometer, and the quantity of the fluid is registered by a graduated scale.

TRIAL OF  
SALINE VENOUS INJECTIONS  
IN  
MALIGNANT CHOLERA

AT THE DRUMMOND-STREET HOSPITAL,  
EDINBURGH.

*«SHORTLY AFTER THE COMMENCEMENT OF THE INJECTION THE PULSE, WHICH WAS NOT PERCEPTIBLE, GRADUALLY RETURNS; THE EYES, WHICH WERE SUNK AND TURNED UPWARDS, ARE SUDDENLY BROUGHT FORWARD, AND THE PATIENT LOOKS ROUND AS IF IN HEALTH, THE NATURAL HEAT OF THE BODY IS GRADUALLY RESTORED... THE LABORIOUS RESPIRATION AND OPPRESSION OF WEIGHT OF THE CHEST ARE RELIEVED ... THE WHOLE COUNTENANCE ASSUMES A NATURAL HEALTHY APPEARANCE»*

*(G. MEIKLE, THE LANCET, 1832)*

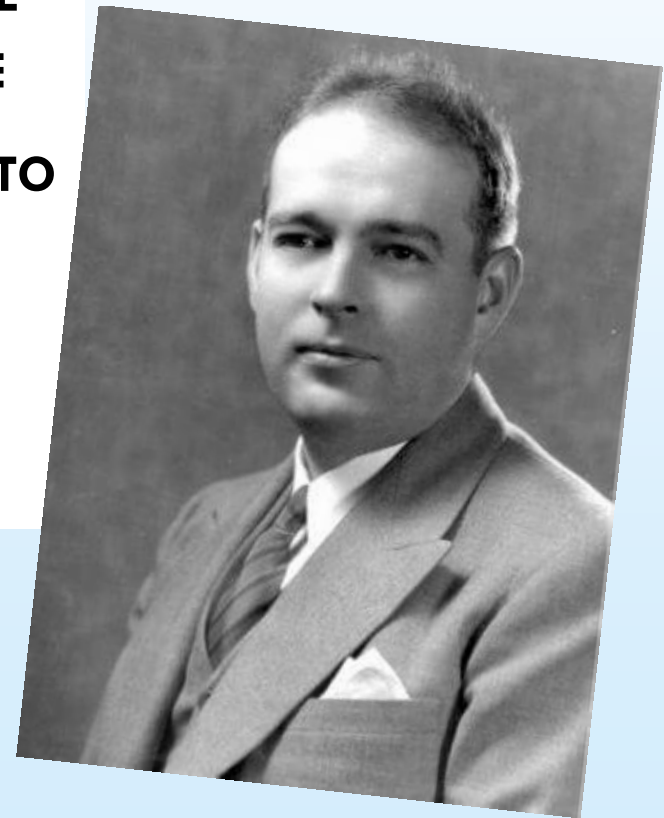
The very remarkable effects of this remedy require to be witnessed to be believed.

# RINGER E RINGER LATTATO

- **SYDNEY RINGER (UK) 1885: UNA SOLUZIONE COME BAGNO PER MANTENERE LA FUNZIONE CELLULARE**
- **ALEXIS HARTMANN (USA) 1930: AGGIUNGE LATTATO ALLA S. DI RINGER PER TRATTARE BAMBINI CON ACIDOSI METABOLICA**
- **LATTATO: GLUCOSIO E BICARBONATO**



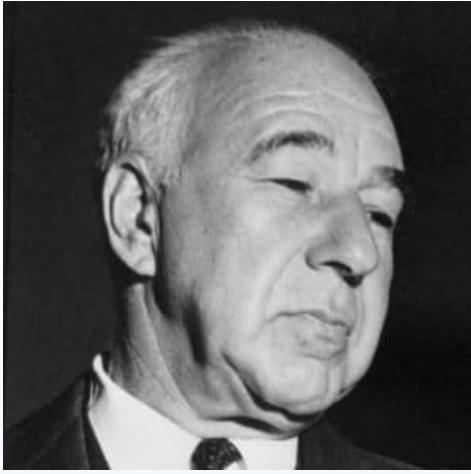
*Sydney Ringer*



SANGUE



"idea": dal 17° secolo  
In pratica, dagli anni '30



# ALBUMINA E PLASMA

EDWIN COHN, 1941



FIGURE 164.—Continued. E. Opening of can with key. F. Bottle, airway, and giving set being removed from can. G. Double-ended albumin bottle, double-ended airway, giving set, and needle. H. Albumin and equipment set up and ready for use. Airway has been inserted in one end of bottle and intravenous needle in other. Set will be suspended by cloth scrap attached to bottle.



FIGURE 159.—Administration of plasma on beach, only few feet from surf, to survivor of landing craft sunk off coast in first days of invasion of Normandy, June 1944.







**HARTOG JAKOB HAMBURGER**



**FLUID IS A DRUG AND  
SHOULD BE TREATED AS ONE**

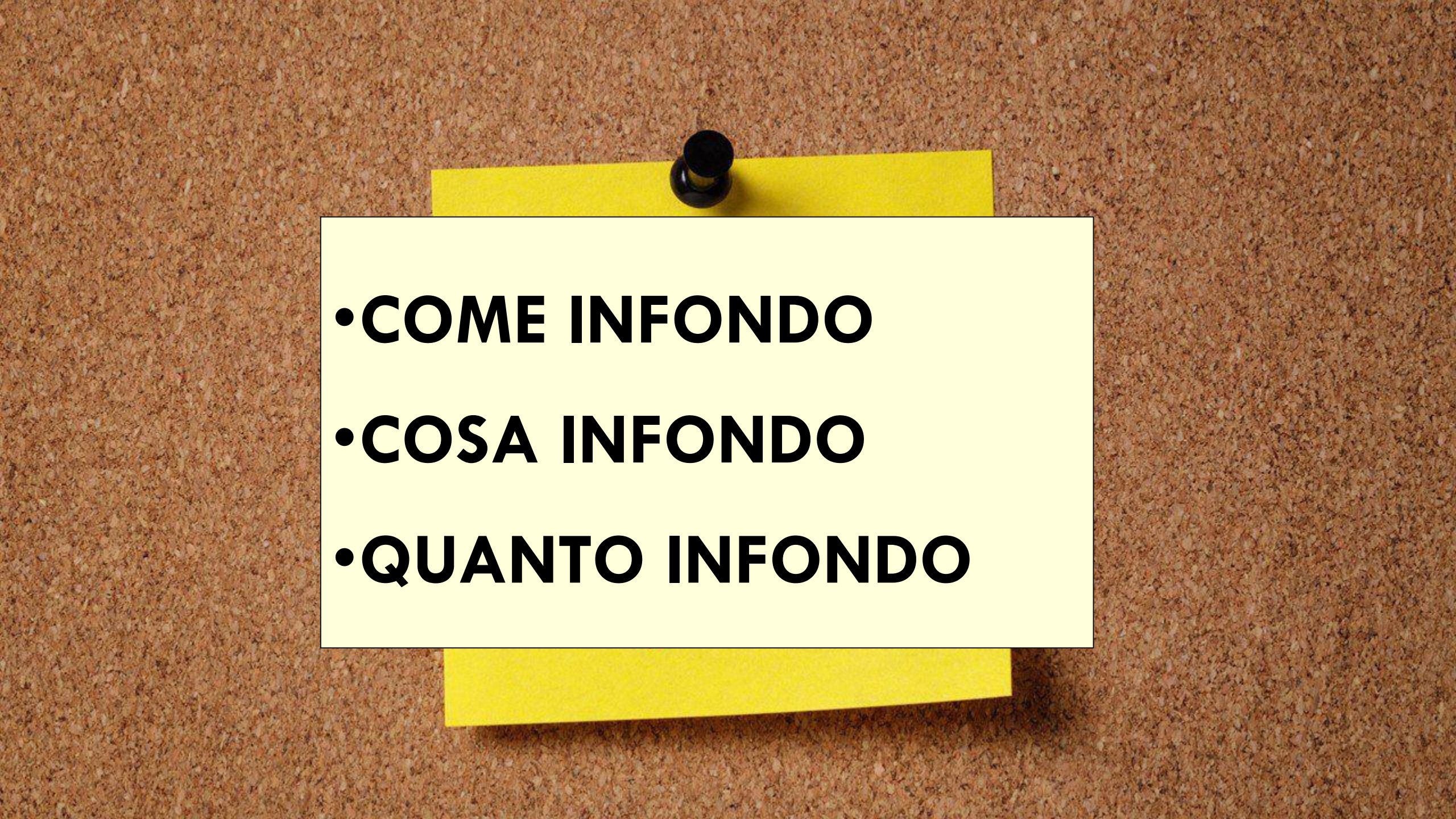
# CONTROINDICAZIONI

- **CI SONO POCHE CONTROINDICAZIONI ALLA SOMMINISTRAZIONE DI LIQUIDI.**
- **IL BENEFICIO DERIVATO DAL RIPRISTINO DI UNA PERFUSIONE TISSUTALE SORPASSA DI GRAN LUNGA IL RISCHIO ASSOCIATO ALL'INFUSIONE DI LIQUIDI O ALLA TRASFUSIONE DI SANGUE O DERIVATI**

# **DANNI ASSOCIATI ALL'ECCESSIVA FLUID RESUSCITATION**

**Multisistemici!**

- **Vasi**
- **Cuore**
- **Polmoni**
- **Reni**
- **Coagulazione**
- **Gastrointestinali**
- **Edema tissutale**
- **Sistema immunitario**

- 
- COME INFONDO**
  - COSA INFONDO**
  - QUANTO INFONDO**

- 
- **COME INFONDO**
  - COSA INFONDO
  - QUANTO INFONDO




**Jean Léonard Marie Poiseuille**

Più il catetere venoso  
è grosso e corto,  
più velocemente  
entra il liquido che stai  
infondendo

- **DUE CATETERI VENOSI DI GROSSO CALIBRO (14-16G)**
- **SACCA SPREMILIQUIDI**
- **RICORDA L'ACCESSO INTRAOSSEO**



- 
- COME INFONDO
  - **COSA INFONDO**
  - QUANTO INFONDO

---

## THE IDEAL RESUSCITATION FLUID

---

The ideal resuscitation fluid should be one that produces a predictable and sustained increase in intravascular volume, has a chemical composition as close as possible to that of extracellular fluid, is metabolized and completely excreted without accumulation in tissues, does not produce adverse metabolic or systemic effects, and is cost-effective in terms of improving patient outcomes. Currently, there is no such fluid available for clinical use.

# FLUIDI: COLLOIDI E CRISTALLOIDI, CIOÈ ACQUA E...

- **COLLOIDI:** MOLECOLE AD ALTO PM NON IN GRADO DI ATTRAVERSARE I CAPILLARI SEMIPERMEABILI INTEGRALI
- **CRISTALLOIDI:** IONI (PRINCIPALMENTE NA E CL)



**PER CHI FATE IL TIFO?**





# COLLOIDI vs CRISTALLOIDI

## I FAN DEI COLLOIDI SOSTENGONO:

- SONO PIÙ EFFICACI PER ESPANDERE IL VOLUME INTRAVASCOLARE PERCHÉ SONO TRATTENUTI NELLO SPAZIO INTRAVASCOLARE E MANTENGONO UNA PRESSIONE COLLOIDO-ONCOTICA
- OTTENGONO LO STESSO EFFETTO DI UNA QUANTITÀ 3 VOLTE MAGGIORE DI CRISTALLOIDI
- I COLLOIDI SEMISINTETICI HANNO UN UNA DURATA D'EFFETTO PIÙ BREVE DELL'ALBUMINA MA SONO ATTIVAMENTE METABOLIZZATI ED ECRETI
- I CRISTALLOIDI INDUCONO EDEMA INTERSTIZIALE



# CRISTALLOIDI vs COLLOIDI



## I FAN DEI CRISTALLOIDI SOSTENGONO:

- I COLLOIDI, IN PARTICOLARE L'ALBUMINA, SONO COSTOSI E POCO PRATICI DA UTILIZZARE
- I CRISTALLOIDI SONO ECONOMICI E FACILI DA REPERIRE
- I CRISTALLOIDI HANNO IL RUOLO DEFINITO, ANCHE SE NON PROVATO, DEI "LIQUIDI DI PRIMA LINEA" DA INFONDERE IN EMERGENZA





# COLLOIDI

- **UMANI: ALBUMINA**
- **SEMISINTETICI: AMIDI IDROSSIETILICI (HES, DESTRANI E GELATINE)**
- **EFFETTO VOLUMETRICO 3 VOLTE MAGGIORE RISPETTO AI CRISTALLOIDI**



# COLLOIDI: ALBUMINA

- Costosa
- 1998 Studio Cochrane su albumina vs cristalloidi in trauma e ustionati:  
maggior mortalità con albumina
- 2004 Studio SAFE su albumina vs cristalloidi in pazienti in ICU  
con albumina:  
mortalità maggiore a 2 anni nei traumatizzati cranici  
mortalità minore a 1 mese nei settici


## COLLOIDI: ALBUMINA

"In acute illness, it appears that the hemodynamic effects and effects on patient-centered outcomes of albumin are largely equivalent to those of saline"

Myburgh JA, NEJM 2013



# COLLOIDI SEMISINTETICI

- **VOLUVEN:** amido di mais
  - **EMAGEL:** poligelina
- 

# COLLOIDI SEMISINTETICI

- 2012 Pazienti in ICU con sepsi  
**maggiore mortalità e maggiori danni renali con HES rispetto a Ringer L**
- 2012 Studio CHEST, Pazienti in ICU  
**stessa mortalità ma maggiori danni renali con HES rispetto a cristalloidi**

## COLLOIDI SEMISINTETICI

**"the use of semisynthetic colloids for fluid resuscitation in critically ill patients is difficult to justify"**

Myburgh JA, NEJM 2013

# CRISTALLOIDI

- Soluzione fisiologica: acqua,  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$
- Cristalloidi bilanciati: Ringer L (soluzione di Hartmann) e PlasmaLyte

# SOLUZIONE FISILOGICA: DAVVERO FISIO?

- SALINA NORMALE: ERA LA DEFINIZIONE DI HAMBURGER (1882)
- NELLA SOL. FISILOGICA LA CONCENTRAZIONE DEL SODIO E DEL CLORO SONO MAGGIORI RISPETTO AL PLASMA
- LA SOMMINISTRAZIONE DI FISILOGICA INDUCE ACIDOSI IPERCLOREMICA, CHE A SUA VOLTA POTREBBE PROVOCARE INSUFFICIENZA RENALE E ALTERAZIONI AL SISTEMA IMMUNE

# ACIDOSI IPERCLOREMICA

IN REVIEW DEL 2010 SU CRITICAL CARE, GUIDET E AL OSSERVANO  
CHE QUESTO EFFETTO E' LIMITATO, SI AUTOCORREGGE IN 1-2  
GIORNI E NON HA SIGNIFICATIVO IMPATTO SU FUNZIONE RENALE,  
ASSETTO EMOCOAGULATIVO E MORTALITA'



# SOLUZIONI BILANCIATE

- SONO PIÙ VICINE AL PLASMA PER COMPOSIZIONE DI ELETTROLITI,  
MA NESSUNA E' DAVVERO "FISIOLOGICA"
- RINGER LATTATO, ELETTROLITICA REIDRATANTE E ISOLYTE

# CRISTALLOIDI BILANCIATI VS FISIOLÓGICA IN PZ NON CRITICI: **LO STUDIO SALT-ED**

- **NEJM, 2018**
- 13 MILA PAZIENTI IN PS, PER VARIE PATOLOGIE (77% MEDICHE, 19% CHIRURGICHE, 4% TRAUMATICHE)
- RINGER L/PLASMA-LYTE A VS S. FISIOLÓGICA A ROTAZIONE ( $\geq 500$  CC)


# SALT-ED: OUTCOMES

Outcome	Balanced Crystalloids (N=6708)	Saline (N=6639)	Adjusted Odds Ratio (95% CI)*	Adjusted P Value
Median hospital-free days to day 28 (IQR)	25 (22–26)	25 (22–26)	0.98 (0.92–1.04)	0.41
Major adverse kidney event within 30 days — no. (%)	315 (4.7)	370 (5.6)	0.82 (0.70–0.95)	0.01
Death — no. (%)	94 (1.4)	102 (1.5)	0.89	
New renal-replacement therapy — no./total no. (%)†	18/6582 (0.3)	31/6530 (0.5)	0.56	
Final serum creatinine ≥200% of baseline — no./total no. (%)†	253/6582 (3.8)	293/6530 (4.5)	0.84	
Stage 2 or higher acute kidney injury — no./total no. (%)†	528/6582 (8.0)	560/6530 (8.6)	0.91 (0.80–1.03)	0.14
In-hospital death — no. (%)	95 (1.4)	105 (1.6)	0.88 (0.66–1.16)	0.36



BILANCIATI VS FISIOLÓGICA  
IN PZ NON CRITICI: **LO STUDIO SALT-ED**

*Patients with renal dysfunction or hyperchloremia appeared to have the largest benefit from balanced crystalloids for avoiding major adverse kidney events within 30 days and acute kidney injury.*



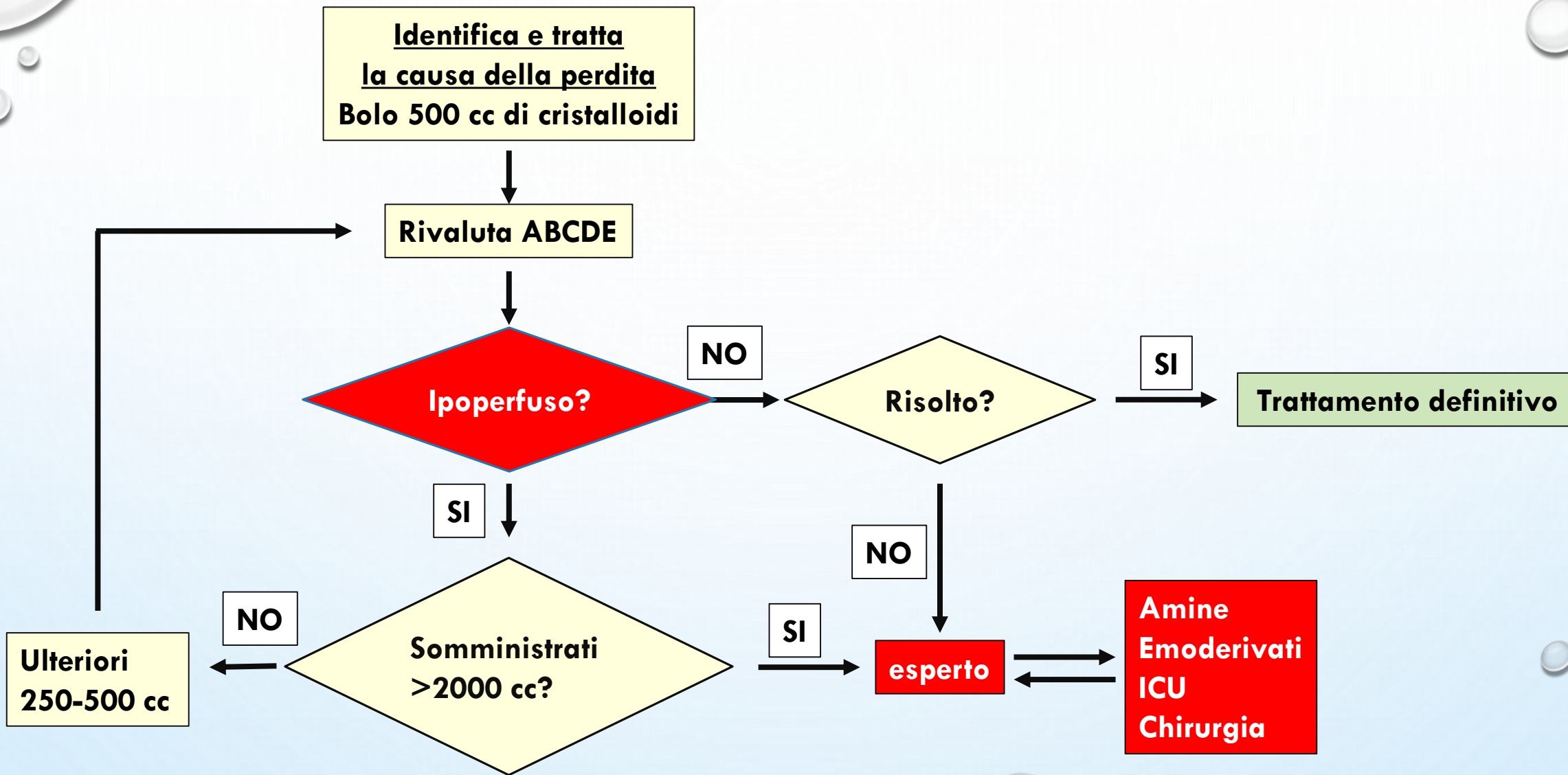


**QUINDI COSA INFONDO?**

**RINGER LATTATO!**

(O FISIOLOGICA)

- 
- COME INFONDO
  - COSA INFONDO
  - **QUANTO INFONDO**



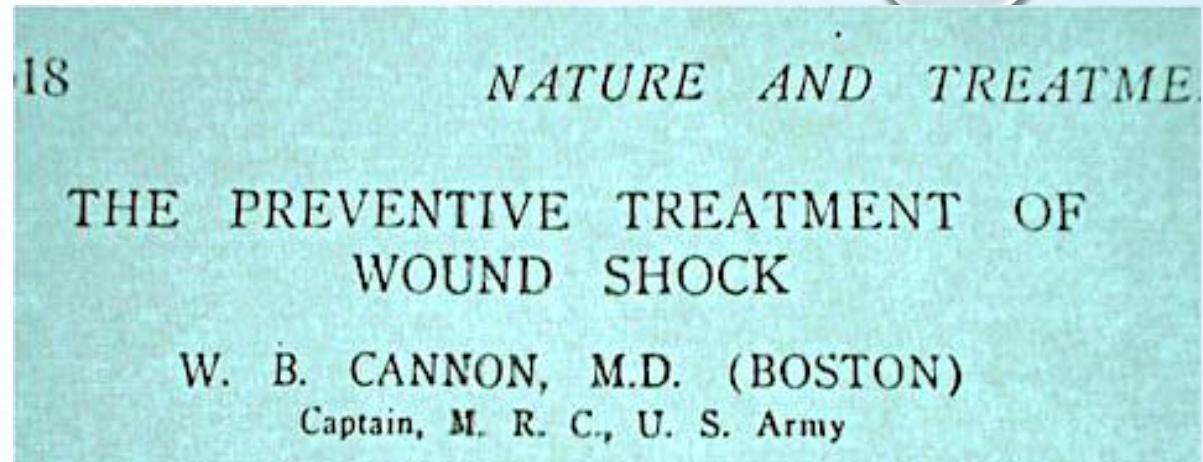


# **SHOCK EMORRAGICO TRAUMATICO**



**TRAUMA CON EMORRAGIA?**

**TRATTA AGGRESSIVAMENTE!!**

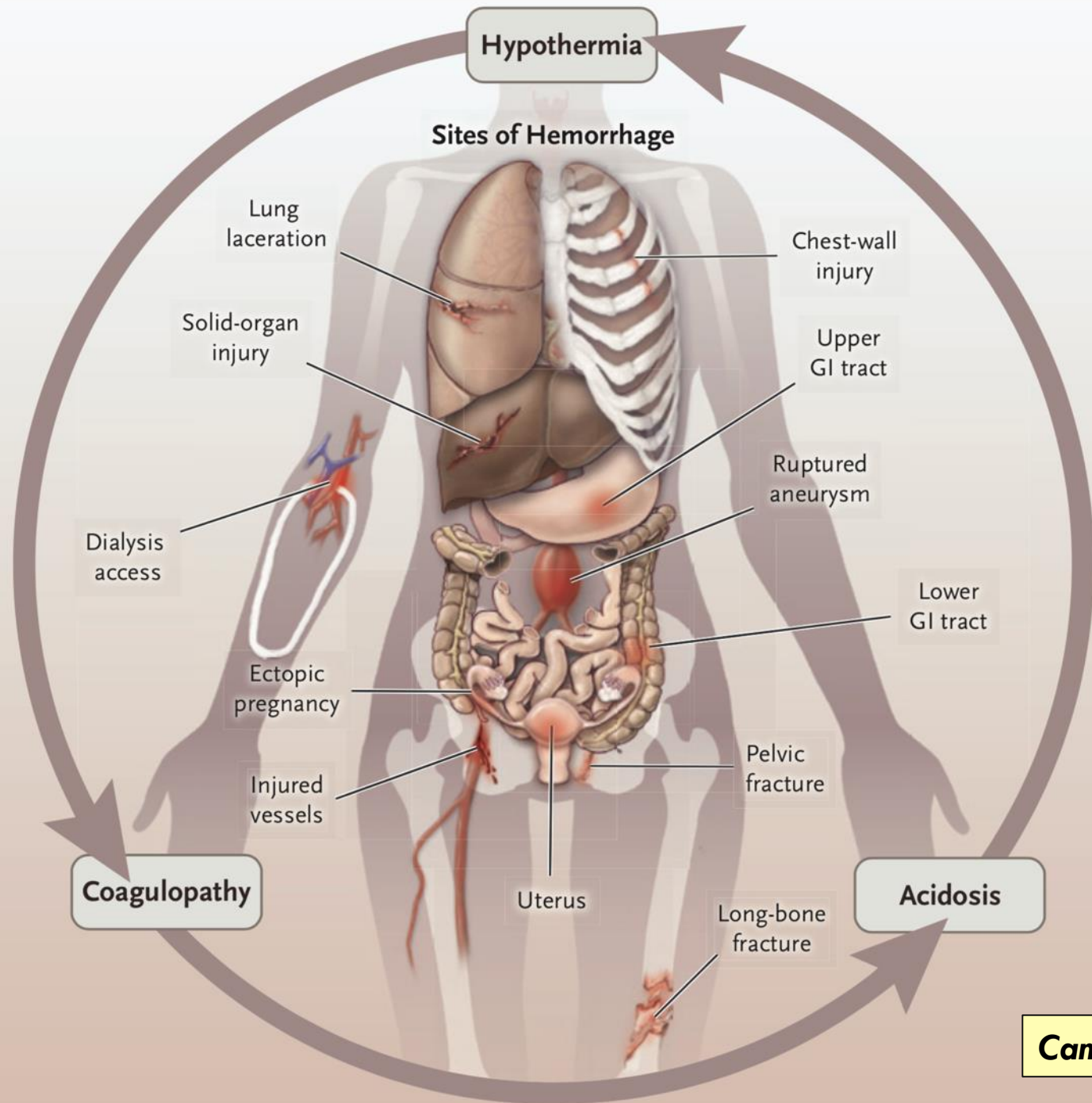


## SHOCK EMORRAGICO TRAUMATICO

**“There is no doubt that in some cases such injections have had definitely beneficial effects, however, the injection of a fluid, that will increase blood pressure, has dangers in itself.**

**If the pressure is raised before the surgeon is ready to check any bleeding, blood needed may be lost.”**

***Cannon WB, JAMA, 1918***



**Cannon JW, NEJM, 2018**

**Table 2. Classification of Hemorrhagic Shock.\***

<b>Shock Class</b>	<b>Blood Loss† <i>ml (%)</i></b>	<b>Heart Rate <i>beats/min</i></b>	<b>Blood Pressure</b>	<b>Pulse Pressure</b>	<b>Respiratory Rate <i>breaths/min</i></b>	<b>Mental Status</b>
I	<750 (15)	<100	Normal	Normal	14–20	Slightly anxious
II	750–1500 (15–30)	100–120	Normal	Narrowed	20–30	Mildly anxious
III	1500–2000 (30–40)	120–140	Decreased	Narrowed	30–40	Anxious, confused
IV	>2000 (>40)	>140	Decreased	Narrowed	>35	Confused, lethargic

\* Data are from the American College of Surgeons Committee on Trauma.<sup>42</sup>

† Blood-loss volume and percentage of total blood volume are for a male patient with a body weight of 70 kg.

## Prehospital Interventions

Hemorrhagic identification and control

### ■ Compressible sites

Use direct pressure or  
tourniquet proximal to  
bleeding site

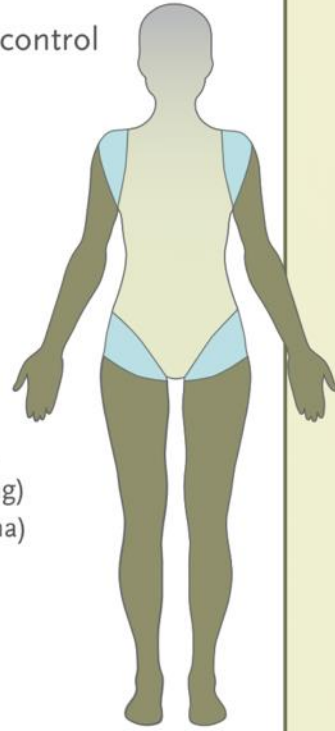
### ■ Junctional sites

Apply hemostatic  
dressing

### ■ Noncompressible sites

Signs may be obvious (e.g.,  
in gastrointestinal bleeding)  
or occult (e.g., after trauma)

Apply pelvic binder for  
suspected pelvic fracture



Limited resuscitation

Hypothermia prevention

Rapid transport to medical facility

## Definitive Hemostasis

Rapidly control all sites of hemorrhage

Examples:

Surgical exploration

Angiography with embolization

Endoscopic intervention

## Posthemostasis

Reassess patient for ongoing bleeding, coagulopathy,  
and unpaid oxygen debt

Perform repeat laboratory tests (blood gas with lactate,  
CBC, electrolytes, coagulation studies, and TEG or TEM)

Transfusions should be compatible with blood  
group if possible

Avoid over- or under-resuscitation

Perform ultrasonography to assess intravascular volume  
status and cardiac function

### Figure 2. Chain of Survival for Patients with Severe Hemorrhage.

The chain starts with primary prevention and prehospital interventions. Once the patient arrives at the hospital, early recognition and resuscitation, achievement of definitive hemostasis, and subsequent actions all factor into the outcome. AAA denotes abdominal aortic aneurysm, CBC complete blood count, FAST focused assessment with sonography for trauma, TEG thromboelastography, and TEM thromboelastometry.

**Table 3. Principles of Damage-Control Resuscitation.**

Avoid or correct hypothermia

Apply direct pressure or a tourniquet proximal to sites of hemorrhage in the extremities; pack junctional wounds with hemostatic dressings

Delay fluid administration until the time of definitive hemostasis in selected patients (those with penetrating trauma to the torso and short prehospital transport times)

Minimize crystalloid infusions (<3 liters in the first 6 hr)

Use a massive-transfusion protocol to ensure that sufficient blood products are rapidly available

Avoid delays in definitive surgical, endoscopic, or angiographic hemostasis

Minimize imbalances in plasma, platelet, and red-cell transfusions in order to optimize hemostasis

Obtain functional laboratory measures of coagulation (e.g., by means of thromboelastography or rotational thromboelastometry) to guide the transition from empirical transfusions to targeted therapy

Selectively administer pharmacologic adjuncts to reverse any anticoagulant medications and to address persistent coagulopathy

# TARGET PRESSORI NEL TRAUMA

**Trauma cranico (GCS < 14):** PAS > 110 mmHg per garantire una perfusione cerebrale ottimale in funzione del possibile aumento della pressione endocranica

**Trauma cranico e trauma chiuso:** PAS 100 mmHg per garantirne sia una subottimale pressione di perfusione cerebrale che per evitare l'insulto meccanico al coagulo che si sta formando

**Trauma chiuso :** mantenere una PAS non >90 mmHg per evitare il risanguinamento da aumento pressorie e l'insorgenza di coagulopatia

**Ferita penetrante non trattata o non rispondente all'emostasi :** PAS di 70 mmHg tale da mantenerne lo stato di coscienza

# COME FARE, IN PRATICA?

- **CVP/IO**
- **Utilizza cristalloidi riscaldati**
- **Piccoli boli rapidi (250 cc in sacca a pressione).**
- **Dopo ogni bolo controlla la risposta emodinamica ed eventualmente ripeti il trattamento**
- **Evita di somministrare >3 L di cristalloidi nelle prime 6 h**
- **Classe di shock III e IV: Tranex 1 g ev**
- **FERMA L'EMORRAGIA!!**



**SCUSA, SE NUN SO TROPPO INDISCRETO,  
TE POSSO FA NA DOMANDA?**




**Na & K**

**Na**



# ACQUA E SODIO

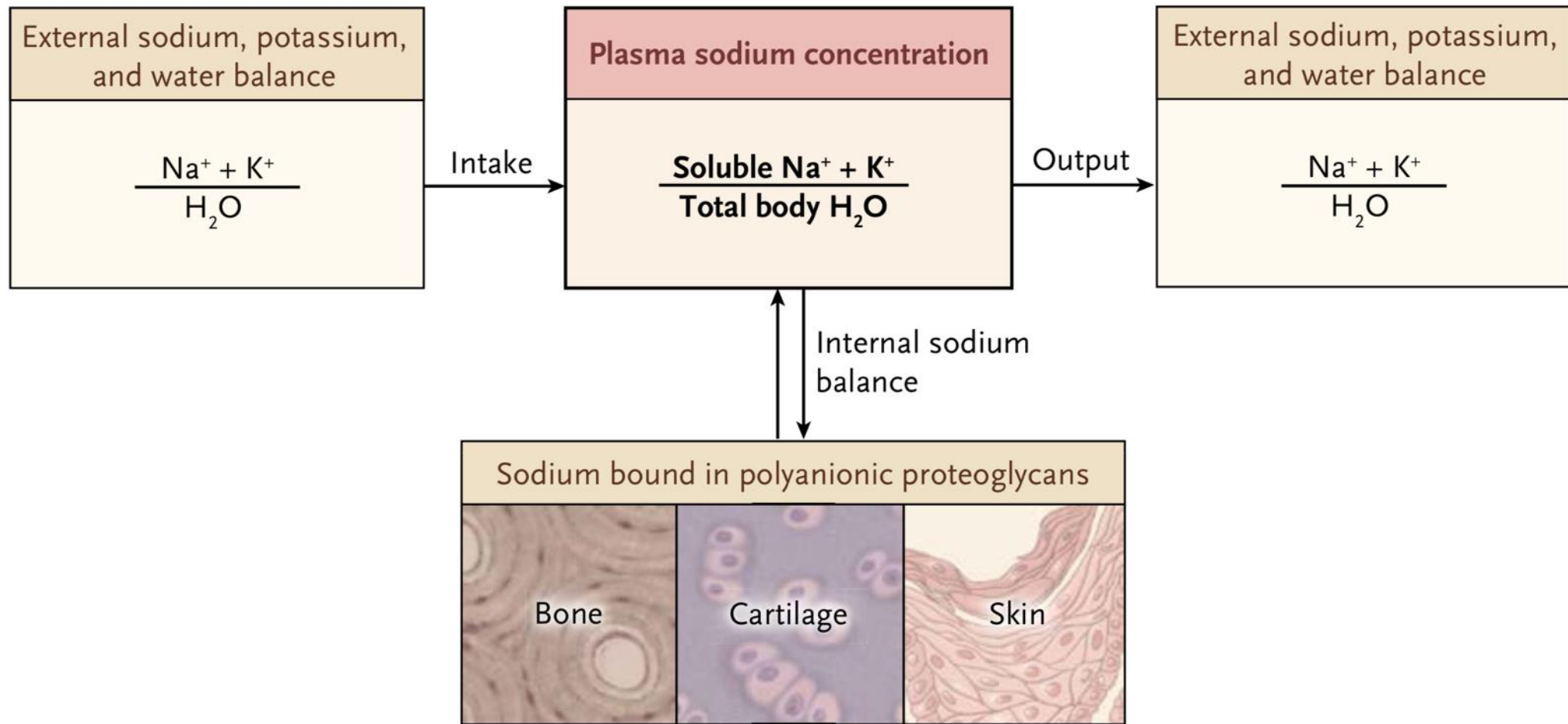
IL SODIO È PREDOMINANTE NELLO SPAZIO EXTRACELLULARE  
E **NON** PUÒ PASSARE LIBERAMENTE DALLO SPAZIO  
INTERSTIZIALE ALL'INTERNO DELLA CELLULA



# ACQUA E SODIO

## LA CONCENTRAZIONE PLASMATICA DI SODIO CONDIZIONA IL VOLUME CELLULARE

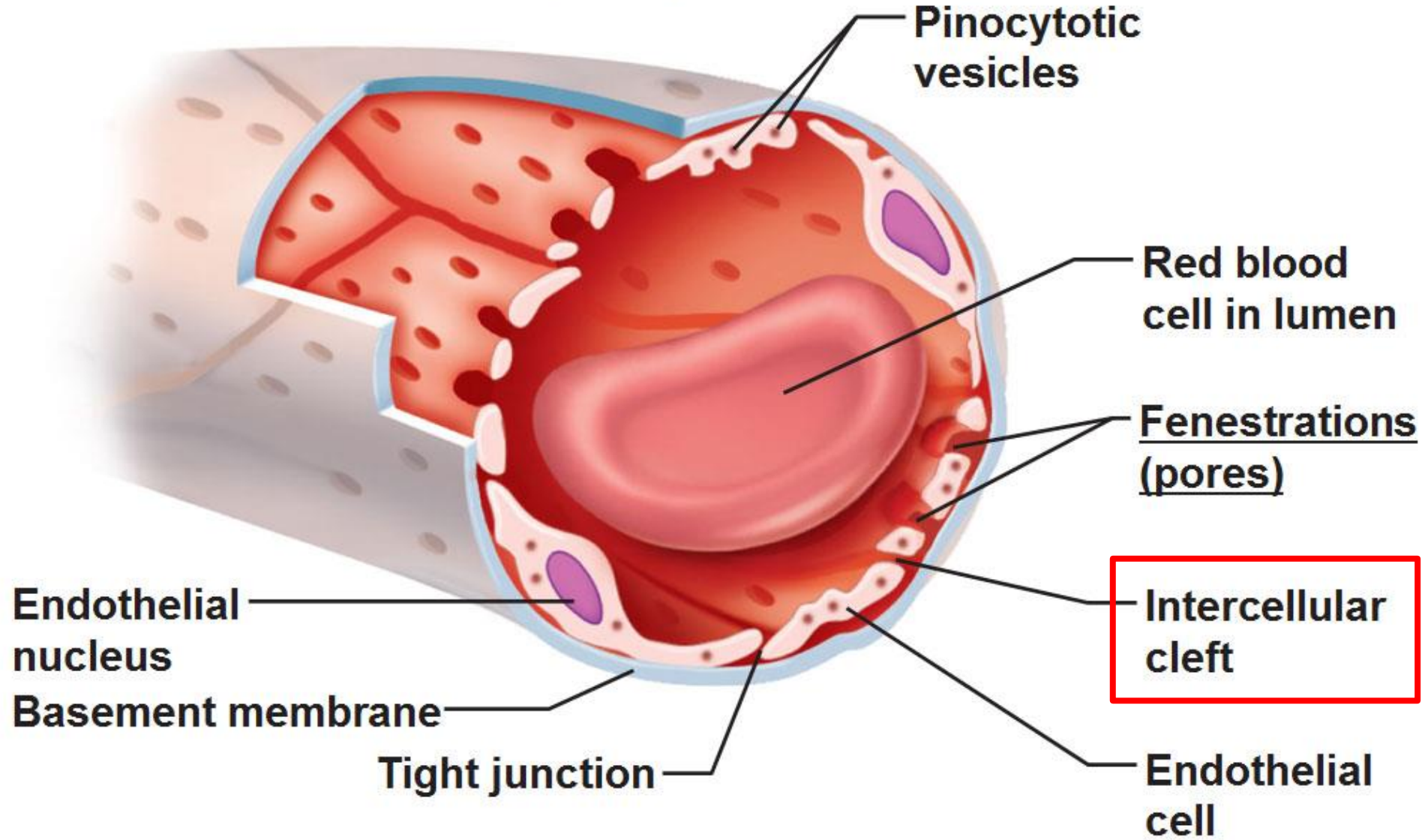
- IPERNATREMIA INDICA IPERTONICITÀ E "SVUOTA" LE CELLULE DI ACQUA
- IPONATREMIA INDICA IPOTONICITÀ E "GONFIA" LE CELLULE DI ACQUA



**Figure 1. Internal and External Solute and Water Balance and the Plasma Sodium Concentration.**

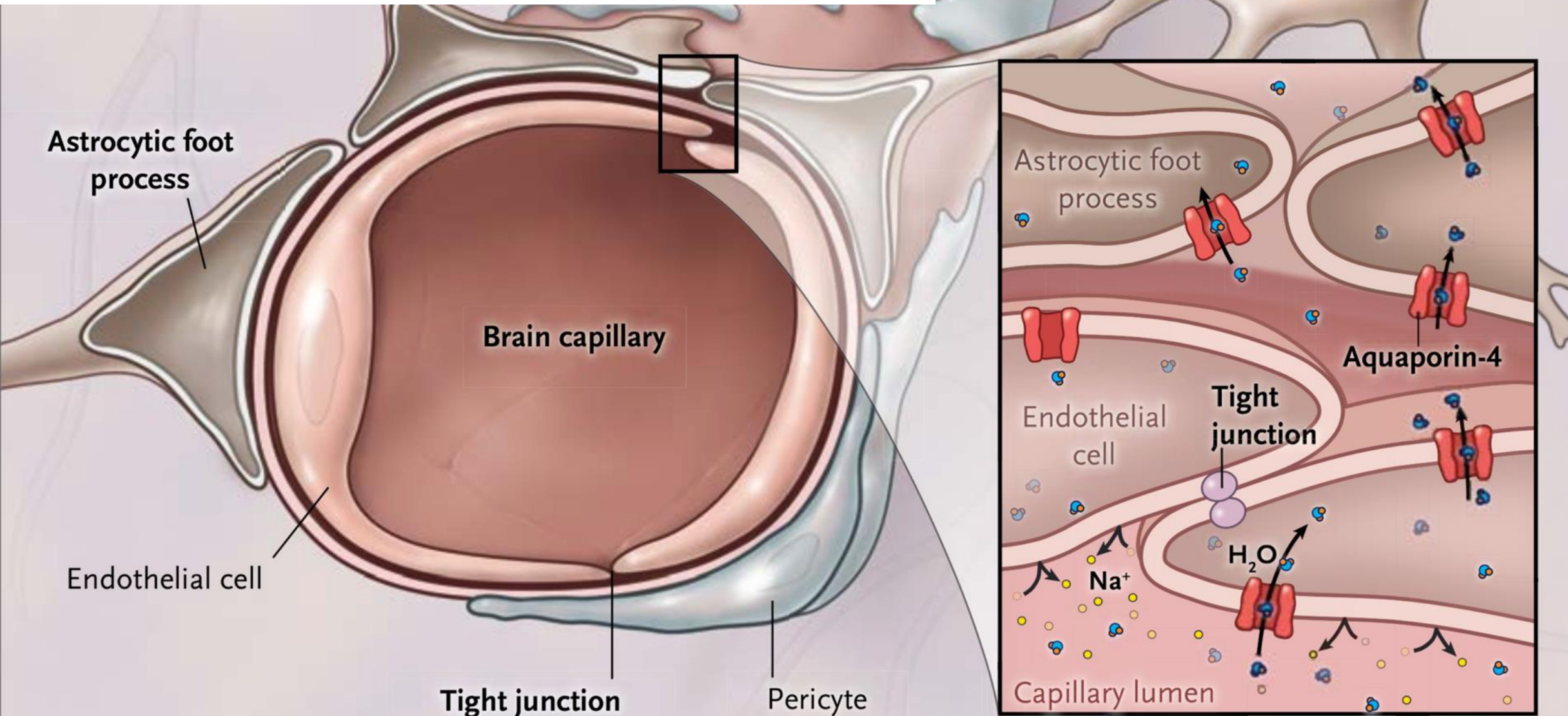
The plasma sodium concentration is determined according to the ratio of the content of sodium and potassium in the body (the numerator of the ratio) to total body water (the denominator of the ratio). This concentration is altered by net external balances (intake minus output) of sodium, potassium, and water and by internal exchange between sodium that is free in solution and sodium that is bound to polyanionic proteoglycans in bone, cartilage, and skin.

**Structure of Capillaries:** Fenestrated Capillaries have pores passing right through their endothelial cells, allowing for *high rate of exchange of small molecules*



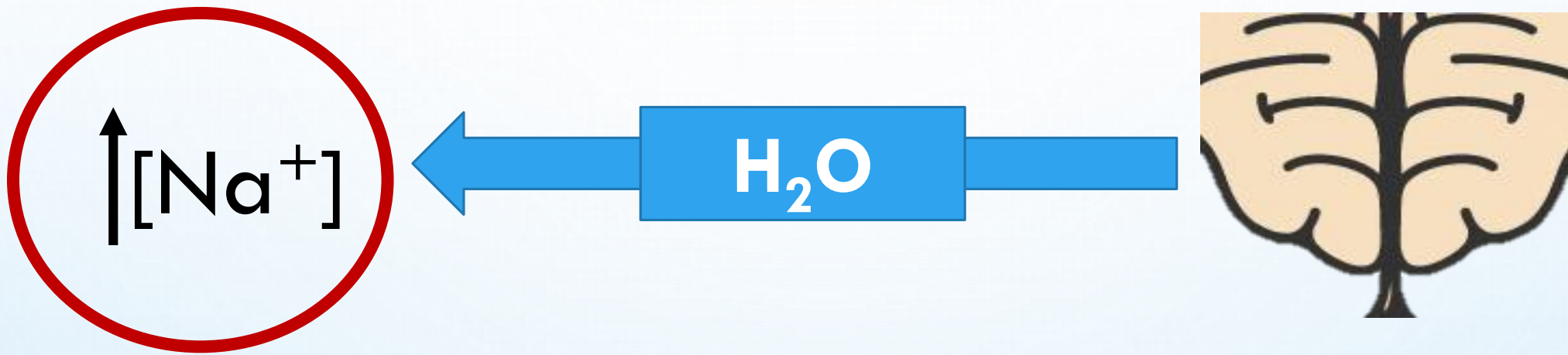
**(b) Fenestrated capillary.** Large fenestrations (pores) increase permeability.

# SODIO ED ENCEFALO

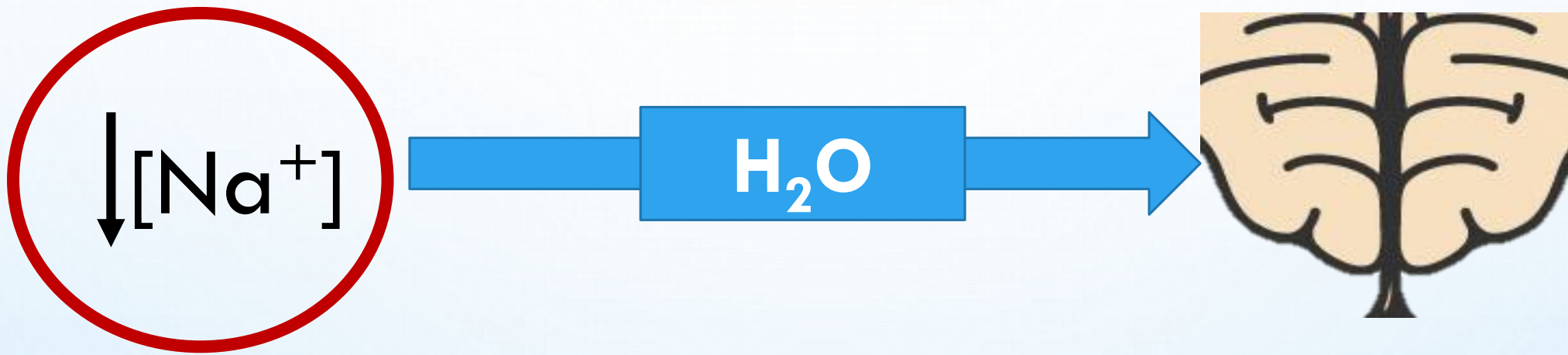




# SODIO ED ENCEFALO



# SODIO ED ENCEFALO

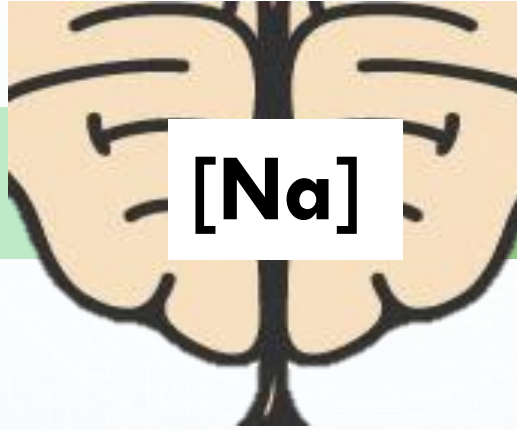
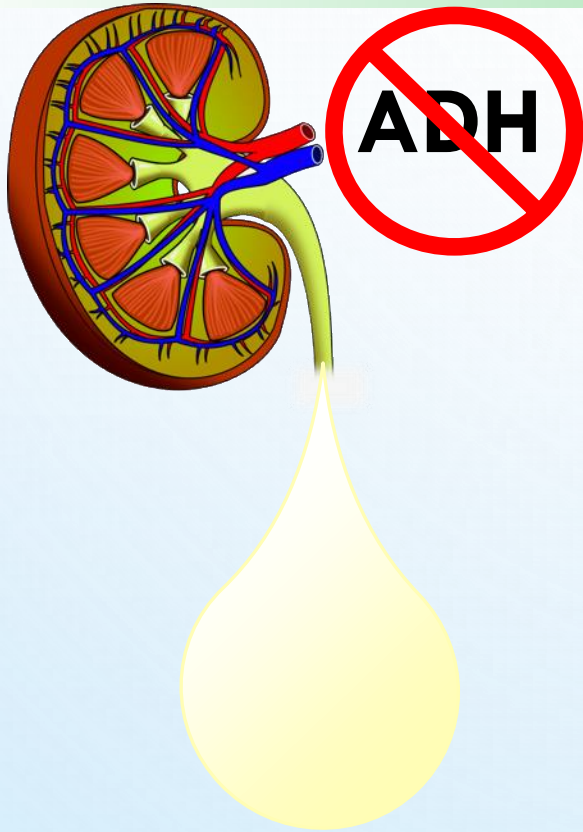


# NATREMIA E OSMOLALITA' URINARIA

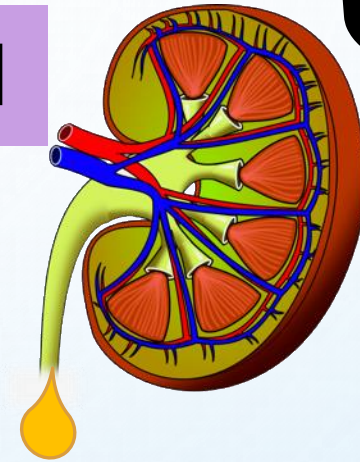
<135 mEq/L

[Na]

>145 mEq/L

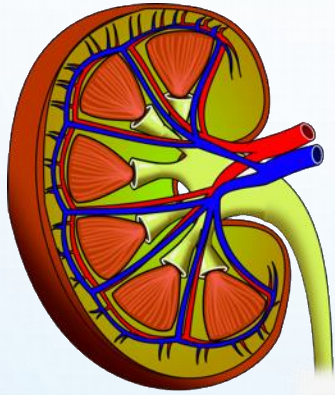


ADH

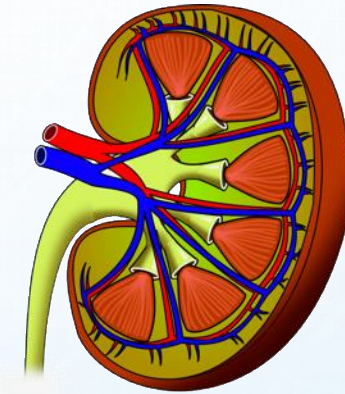


# NATREMIA E NATRIURIA

**VOLEMIA**



**Na**



**Na**

# VARIAZIONE RAPIDA DELLA NATREMIA

**ROTTURA DELLE MEMBRANE  
CELLULARI**

**IPONATREMIA/  
IPOTONICITA'**



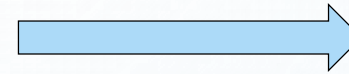
**IPERNATREMIA/  
IPERTONICITA'**

**DANNI AL CITOSCHELETRO E AL DNA  
APOPTOSI**



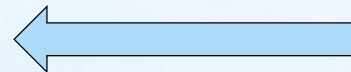
# CAUSE DI VARIAZIONE RAPIDA DELLA NATREMIA

ASSUNZIONE O INFUSIONE DI LIQUIDI IN VOLUME  
TALE DA ECCEDERE LA CAPACITA' RENALE DI  
ESCREZIONE DI ACQUA



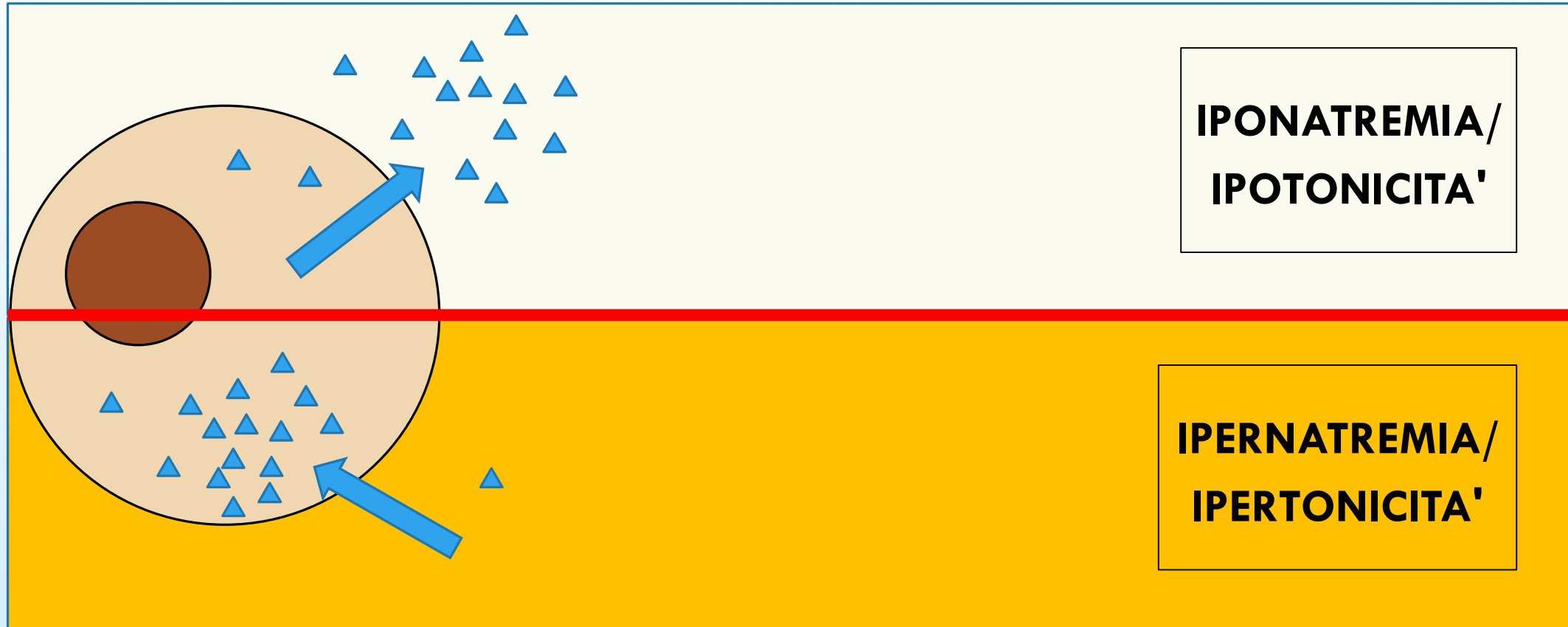
**IPONATREMIA**

**IPERNATREMIA**



ASSUNZIONE O INFUSIONE DI SALI OPPURE  
PERDITA DI ACQUA PER DIURESIS OSMOTICA  
(IN GENERE GLICOSURIA)

# OSMOLITI ORGANICI



**IPONATREMIA/  
IPOTONICITA'**

**IPERNATREMIA/  
IPERTONICITA'**

Rapid onset of acute hypernatremia

Rapid increase in plasma sodium concentration

Osmotic demyelination

Extrapontine

Pontine

Demyelination

Neuron

Rapid onset of acute hyponatremia

Rapid decrease in plasma sodium concentration

Cerebral edema

Uncal herniation

## Consequences of Rapid Changes in the Plasma Sodium Concentration

Both a rapid onset and a rapid correction of hyponatremia and hypernatremia can cause brain damage.

A rapid increase in the level of plasma sodium, either from acute hypernatremia or from rapid correction of chronic hyponatremia, can cause osmotic demyelination. Cerebral edema is a complication of acute hyponatremia and of rapid correction of chronic hypernatremia in children.



# IPONATREMIA

- **MOLTO COMUNE**
- **TEMPO DI INSORGENZA:**
  - **ACUTA: DA <48 ORE**
  - **CRONICA: DA OLTRE 48 ORE**
- **ENTITÀ:**
  - **LIEVE: 130-134 MMOL/L**
  - **MODERATA: 125-129 MMOL/L**
  - **SEVERA: < 125 MMOL/L**

**Clinica e trattamento  
dipendono dalla  
rapidità  
con cui si instaura e  
dalla sua entità**

## IPONATREMIA: FA MALE?

- **L'IPONATREMIA SEVERA (<125 MEQ/L)  
INCREMENTA LA MORTALITÀ  
(IN PARTICOLARE IN CIRROSI, IRC, SCA-STEMI)**
- **IPONATREMIA <105 MEQ/L: MORTALITÀ DEL 50%**

# IPONATREMIA: CAUSE

- IPONATREMIA IPERTONICA
- IPONATREMIA NORMOTONICA
- IPONATREMIA IPOTONICA
- DA ALTRE CAUSE

# IPONATREMIA IPERTONICA

- Dovuta a molecole osmoticamente attive nel siero, che portano acqua fuori dalle cellule riducendo la [Na]
- **Da Iperglicemia (ma anche infusione di mannitolo)**
- **Il sodio totale dell'organismo è immodificato**

# IPONATREMIA NORMOTONICA

- Iperlipidemie molto elevate e paraproteinemie possono produrre misurazioni ridotte della [Na]:

# **IPONATREMIA IPOTONICA**

- **Avviene quando i reni non sono in grado di eliminare abbastanza acqua rispetto a quella introdotta**
- **Osmolalità plasmatica  $<275$  mOsm/L (v.n. 290 mOsm/L)**
- **Si divide in**
  - IPOVOLEMICA**
  - IPERVOLEMICA**
  - EUVOLEMICA****sulla base del volume circolante effettivo**

# IPONATREMIA IPOTONICA IPOVOLEMICA

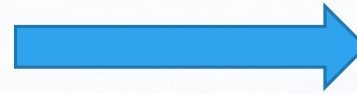
**IPOVOLEMIA**

SALT WASTING  
CEREBRALE/RENALE

DIURETICI

# IPONATREMIA IPOTONICA **IPERVOLEMICA**

- CIRROSI EPATICA
- INSUFFICIENZA CARDIACA CONGESTIZIA
- SINDROME NEFROSICA
- GRAVE IPOPROTIDEMIA



**EDEMA  
ASCITE**

**VOLUME TOTALE AUMENTATO  
VOLUME CIRCOLANTE RIDOTTO**





# IPONATREMIA IPOTONICA **EUVOLEMICA**

- **MOLTO COMUNE NEGLI OSPEDALIZZATI**
- **PRODOTTA DA SECREZIONE INAPPROPRIATA DI ADH (NON CORRELATA AD OSMOLARITÀ O VOLUME)**

- **PATOLOGIE NEUROLOGICHE**
- **CHIRURGIA MAGGIORE**
- **TRAUMA**
- **TUMORI POLMONARI**
- **INFEZIONE**
- **FARMACI**



**CLORPROPAMIDE, CARBAMAZEPINA,  
CICLOFOSFAMIDE, VINCRISTINA,  
VINBLASTINA, ALOPERIDOLO, SSRI,  
IMAO...**

# SIADH: CRITERI DIAGNOSTICI

- IPONATREMIA IPOTONICA
- FUNZIONALITÀ EPATICA, RENALE E CARDIACA NORMALE
- ASSENZA DI RIDUZIONE DEL VOLUME INTRAVASCOLARE
- FUNZIONALITÀ TIROIDEA E SURRENALE NORMALE
- **OSMOLALITÀ DELLE URINE SUPERIORE A 100 MOSM/KG, (IN GENERE >400-500 MOSM/KG)**
- **NATRIURIA >20-40 MEQ/L**

# IPONATREMIA DA ALTRE CAUSE



- SOMMINISTRAZIONE DI LIQUIDI IPOTONICI IN CHIRURGIA
- **POTOMANIA (PSICOSI, BIRRA, MDMA)**
- DIETE INCONGRUE
- **ATLETI DI ENDURANCE**



**Clinica e trattamento  
dipendono dalla  
rapidità  
con cui si instaura e  
dalla sua entità**

## CLINICA

- **IPONATREMIA ACUTA/SUBACUTA  
(DA ORE A 1-2 GIORNI): È GRAVE!**

**EDEMA CEREBRALE: CEFALEA, DELIRIUM, CONVULSIONI, EDEMA  
POLMONARE NEUROGENICO, ERNIAZIONE TONSILLE CEREBELLARI**

**-> MORTE!**

- **IPONATREMIA CRONICA/SUBCRONICA (=>2 GIORNI):  
MALESSERE, ASTENIA, CONFUSIONE, CRAMPI, CADUTE,  
CONVULSIONI SE<110 MEQ/L...**

**MA ANCHE PAZIENTI PAUCISINTOMATICI/ASINTOMATICI**

# TERAPIA DELLE IPONATREMIE

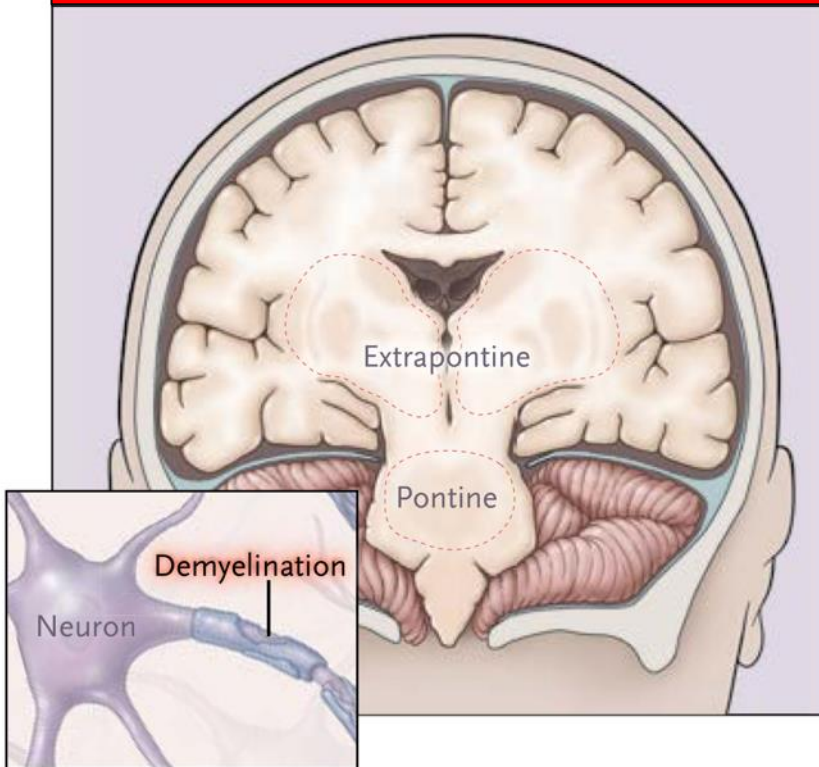
- IPONATREMIE IPERTONICHE E PSEUDOIPONATREMIE:  
TRATTA IL DISTURBO DI BASE
- **LA MAGGIOR PARTE SONO IPONATREMIE IPOTONICHE**
  - **NON SI TRATTA "SEMPLICEMENTE" DI RIMETTERE DENTRO IL SODIO**
  - **VALUTA ATTENTAMENTE:  
VOLUME, DURATA DI INSORGENZA, ENTITÀ E CLINICA**

Rapid onset of acute hypernatremia

Rapid correction of chronic hyponatremia

Rapid increase in plasma sodium concentration

**Osmotic demyelination**



**IL TRATTAMENTO  
INADEGUATO DI UNA  
IPONATREMIA PUÒ  
ESSERE DANNOSO!**

*"A severely symptomatic patient with **acute hyponatremia** is in danger from brain edema. In contrast, a symptomatic patient with **chronic hyponatremia** is more at risk from rapid correction of hyponatremia."*

*Simon SE, Batuman V, Medscape.com, 2018*

# PAZIENTI SINTOMATICI

- ESSENZIALE IL MONITORAGGIO DELLA SODIEMIA OGNI 2-4 ORE PER GUIDARE IL TRATTAMENTO ED EVITARE UN DANNO DA IPERCORREZIONE
- **CONSULENZA RIANIMATORIA E NEFROLOGICA (ICU)**

# PAZIENTI SINTOMATICI GRAVI

## IPONATREMIA GRAVE ACUTA CON MANIFESTAZIONI NEUROLOGICHE DA EDEMA CEREBRALE

- Soluzione ipertonica 3% : 100 cc ev in 10 min
- Il goal è controllare i sintomi ed evitare la morte
- Fino a 3 boli da 100 cc per incrementare la sodiemia di 4-6 meq/l nelle prime 4-6 ore (1-2 mEq/L/h per 3-4 ore)
- Controlla la sodiemia

**CONSULENZA RIANIMATORIA!**



# PAZIENTI SINTOMATICI GRAVI

## SODIEMIA INCREMENTATA DI 5 MEQ/L DOPO IPERTONICA E MIGLIORAMENTO CLINICO

- Stop ipertonica e somministra solo fisiologica "pervio vena"
- **Incremento massimo di sodiemia nelle prime 24 ore: 10 mEq/L**
- Successivi incrementi della sodiemia non  $> 8$  mEq/L sino a 130 meq/L massimo
- Controlla la sodiemia (ogni 6 ore in prima giornata, poi ogni 12, poi ogni giorno)

**CONSULENZA RIANIMATORIA!**

# PAZIENTI SINTOMATICI GRAVI

## SODIEMIA INCREMENTATA DI 5 MEQ/L DOPO IPERTONICA MA NON MIGLIORAMENTO

- Fai altra ipertonica cercando di ottenere un incremento di 1 mEq/L all'ora
- Sospendi ipertonica in caso di:
  - Miglioramento clinico o
  - Incremento sodiemia di 10 mEq/L o
  - Sodiemia: 130 meq/l
- Controlla sodiemia ogni 4 h

**CONSULENZA RIANIMATORIA!**

# PAZIENTI SINTOMATICI ACUTI NON GRAVI

- Se il calo di sodiemia è  $>10$  meq/L, fai un singolo bolo da 100 cc di soluzione ipertonica 3%
- Controlla sodiemia ogni 4 h

# PAZIENTI ASINTOMATICI

- **Iponatremie ipovolemiche: somministra soluzione fisiologica per riespandere il volume, con attenzione all'overcorrezione**
- **Iponatremie ipervolemiche (es cirrosi) : riduci apporto di fluidi e Sali, utilizza furosemide, tratta la condizione sottostante**
- **Iponatremie euvolemiche/SIADH: basta la riduzione dell'apporto idrico**

# PAZIENTI (PAUCI)SINTOMATICI "CRONICI"

- **Iponatremia severa cronica sintomatica:** la velocità di correzione non dovrebbe superare 0.5-1 mEq/L/h, con un incremento totale non superiore a 10 mEq/L nella prima giornata e di 8 mEq/L nella seconda
- Nei pazienti con **lieve iponatremia:** cerca di correggere le cause (piuttosto che incrementare con la sodiemia con infusioni di ipertonica o fisiologica)

# NEL CRONICO DA TRATTARE, COSA SOMMINISTRO?



**...chiedi a Horacio e Nicolaos!**

**FORMULA\***

$$1. \text{ Change in serum Na}^+ = \frac{\text{infusate Na}^+ - \text{serum Na}^+}{\text{total body water} + 1}$$

$$2. \text{ Change in serum Na}^+ = \frac{(\text{infusate Na}^+ + \text{infusate K}^+) - \text{serum Na}^+}{\text{total body water} + 1}$$

**CLINICAL USE**

Estimate the effect of 1 liter of any infusate on serum Na<sup>+</sup>

Estimate the effect of 1 liter of any infusate containing Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> on serum Na<sup>+</sup>

**INFUSATE****INFUSATE Na<sup>+</sup>****EXTRACELLULAR-FLUID DISTRIBUTION**

mmol per liter

%

5% Sodium chloride in water

855

100†

3% Sodium chloride in water

513

100†

0.9% Sodium chloride in water

154

100

Ringer's lactate solution

130

97

0.45% Sodium chloride in water

77

73

0.2% Sodium chloride in 5% dextrose in water

34

55

5% Dextrose in water

0

40

**"Adroque's formula"**

*Adroque HJ & Madias NE,  
NEJM, 2000*

\*The numerator in formula 1 is a simplification of the expression  $(\text{infusate Na}^+ - \text{serum Na}^+) \times 1$  liter, with the value yielded by the equation in millimoles per liter.<sup>38</sup> The estimated total body water (in liters) is calculated as a fraction of body weight. The fraction is 0.6 in children; 0.6 and 0.5 in nonelderly men and women, respectively; and 0.5 and 0.45 in elderly men and women, respectively.<sup>39</sup> Normally, extracellular and intracellular fluids account for 40 and 60 percent of total body water, respectively.<sup>39</sup>

†In addition to its complete distribution in the extracellular compartment, this infusate induces osmotic removal of water from the intracellular compartment.

# MedCalc: Hyponatremia & Hypernatremia

<http://www.medcalc.com/sodium.html>

Patient's Sodium :  mEq/L    Correct for:  
 Target Sodium :  mEq/L     Fever?  
 Rate of Na Correction :  mEq/L/hr     Insensible Loss?  
 Patient's Weight :  kg   
 Patient is a :    
 Calculate using :    
      
 IVF Rate :  
 IV Fluids :

**Classic Formulas:**

**Hypernatremia**

$$\text{Total H}_2\text{O deficit (L)} = \text{total body water} \times \left( 1 - \frac{\text{desired Na}^+}{\text{serum Na}^+} \right)$$

**Hyponatremia**

$$\text{Na}^+ \text{ requirement (mmol)} = \text{total body water} \times (\text{desired Na}^+ - \text{serum Na}^+)$$

$$\text{Rate of infusion (cc/hr)} = \frac{\text{Na}^+ \text{ requirement (mmol)} \times 1000}{\text{infusate Na}^+ \text{ (mmol/L)} \times \text{time (hours)}}$$

**Adroque Formula:**

$$\text{Change in serum Na}^+ = \frac{(\text{infusate Na}^+ + \text{infusate K}^+) - \text{serum Na}^+}{\text{total body water} + 1}$$

Infusate	Infusate Na <sup>+</sup> (mmol/L)
5% NaCl	855
3% NaCl	513
0.9% NaCl (NS)	154
Lactate Ringer's	130
0.45% NaCl (½ NS)	77
0.2% NaCl (¼ NS)	34
5% Dextrose in water (D5W)	0

Total Body Water (in liters) :	
Children	0.6 x weight
Women	0.5 x weight
Men	0.6 x weight
Elderly Women	0.45 x weight
Elderly Men	0.5 x weight

**Clinical Calculators**

- General
- Cardiology
- Drugs / Pharm
- Fluids / Electrolytes
- Obstetrics
- Pediatrics
- Pulmonary
- Renal

## Charlie's Clinical Calculators

These are a collection of on-line clinical calculators that were created since 1998 as part of various projects, classes, and rotations.

If you have any ideas for other clinical calculators, let me know.

**Internet Explorer only :**  
 Periop Cardiac Evaluation  
 Pregnancy WHEEL

**Problems with Netscape 4.x :** (will work with Netscape 6)  
 Ballard Score  
 Growth Charts (works partially)

**Palm & Windows CE Users :**  
 Sorry, there is currently no means to download these calculators onto your PDA (Personal Digital Assistant).

DISCLAIMER: All calculations must be confirmed before use. The authors make no claims of the accuracy of the information contained herein; and these suggested doses are not a substitute for clinical judgement. Neither MedCalc.com nor any other party involved in the preparation or publication of this site shall be liable for any special, consequential, or exemplary damages resulting in whole or part from any user's use of or reliance upon this material.

Copyright © 1999-2019 [MedCalc.com](http://www.medcalc.com)  
 Created: Saturday, October 2, 1999  
 Last Modified: Wednesday, January 27, 2010

**Insensible water losses** = 500 - 1500 cc/day.  
**Fever** increases insensible water losses by 10% per degree Celsius above 38°, or 100-150 cc/day increase per degree Celsius above 37°.

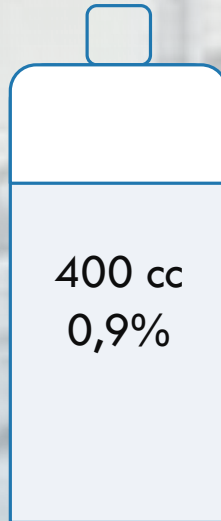


# CORREZIONE TROPPO RAPIDA DELL'IPONATREMIA

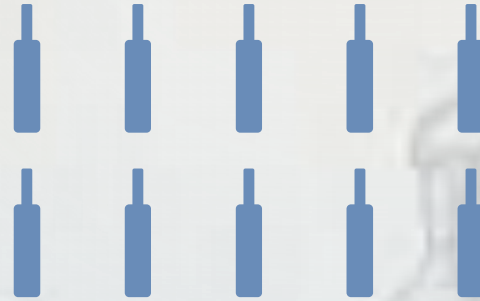
**"Troppo rapida" significa  
>10 mmol/l nelle prime 24 ore o  
>8 mmol/l successivamente**

- Sospendi il trattamento
- Infondi glucosata 5% 10 mL/Kg in 1 h
- Cons. rianimatoria/nefrologica

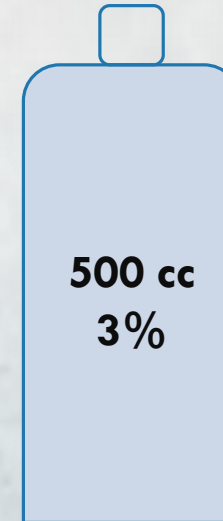
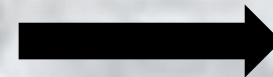
# LA FAMOSA SOLUZIONE IPERTONICA 3%



+



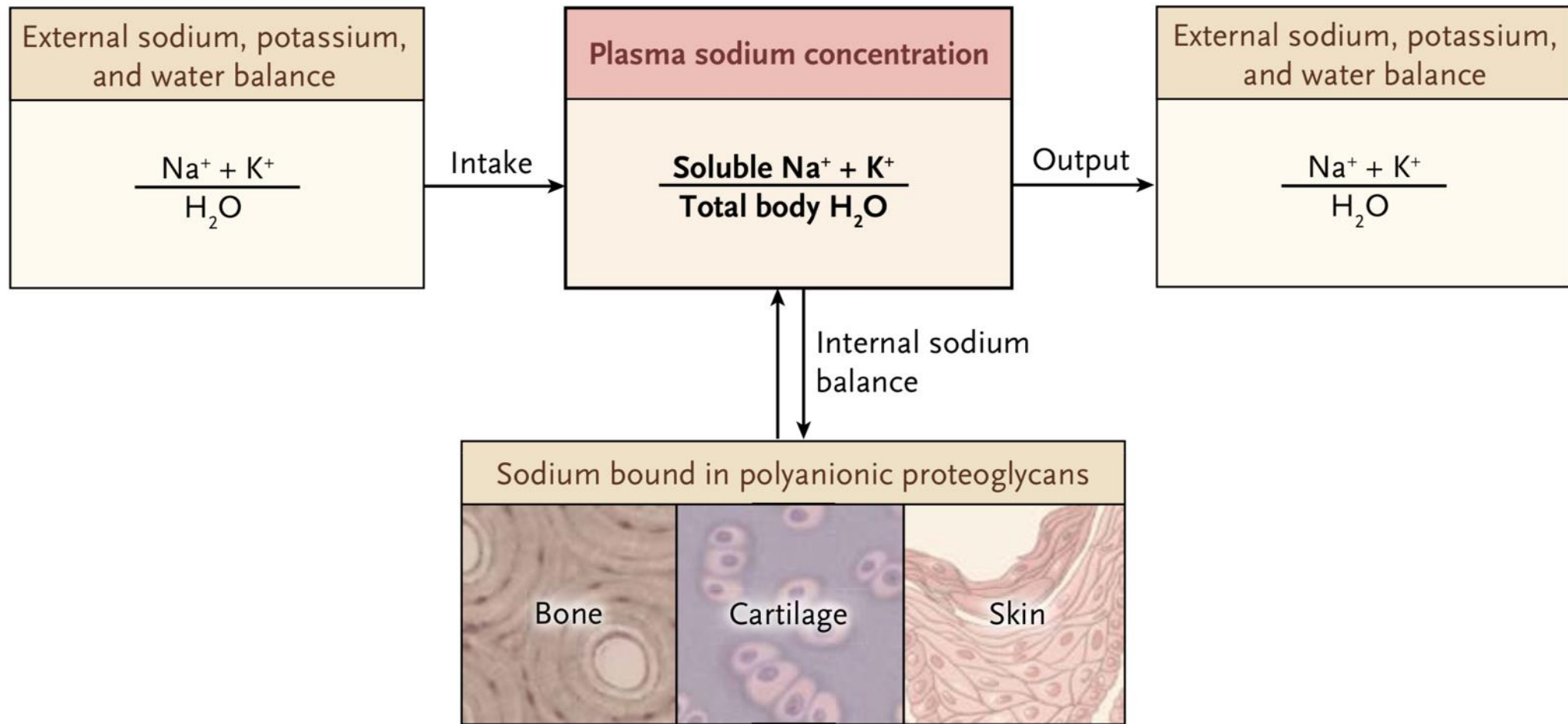
100 cc di NaCl a 2 meq/l  
=10 fiale



**CI SONO  
DOMANDE?**



**N'CHE  
SENSO ??**



**Figure 1. Internal and External Solute and Water Balance and the Plasma Sodium Concentration.**

The plasma sodium concentration is determined according to the ratio of the content of sodium and potassium in the body (the numerator of the ratio) to total body water (the denominator of the ratio). This concentration is altered by net external balances (intake minus output) of sodium, potassium, and water and by internal exchange between sodium that is free in solution and sodium that is bound to polyanionic proteoglycans in bone, cartilage, and skin.

# IPERNATREMIA

## SI PRODUCE PER

- PERDITA DI FLUIDI IPOTONICI
- PERDITA DI ACQUA PURA
- INCREMENTO DI SODIO

( O COMBINAZIONE DI QUESTI FATTORI)

**Troppo sodio  
rispetto alla  
TBW!**

# IPERNATREMIA DA PERDITA DI FLUIDI IPOTONICI

Vengono persi acqua ed in misura minore elettroliti (Na e K)

**L'ipovolemia in questi casi è peggiore dell'ipernatremia**

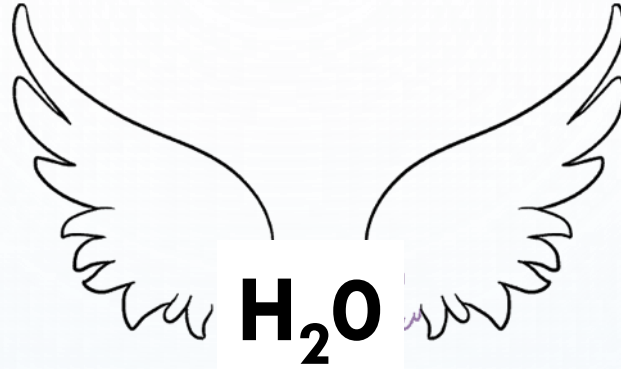
## Perdite renali

- Farmaci Diuretici
- Diuresi osmotica
- Diuresi postostruttiva

## Perdite non renali

- Gastrointestinali
- Cutanee  
(sudore, ustioni)

# IPERNATREMIA DA PERDITA DI ACQUA PURA



**Ridotto intake idrico  
associato a perspiratio  
insensibilis**

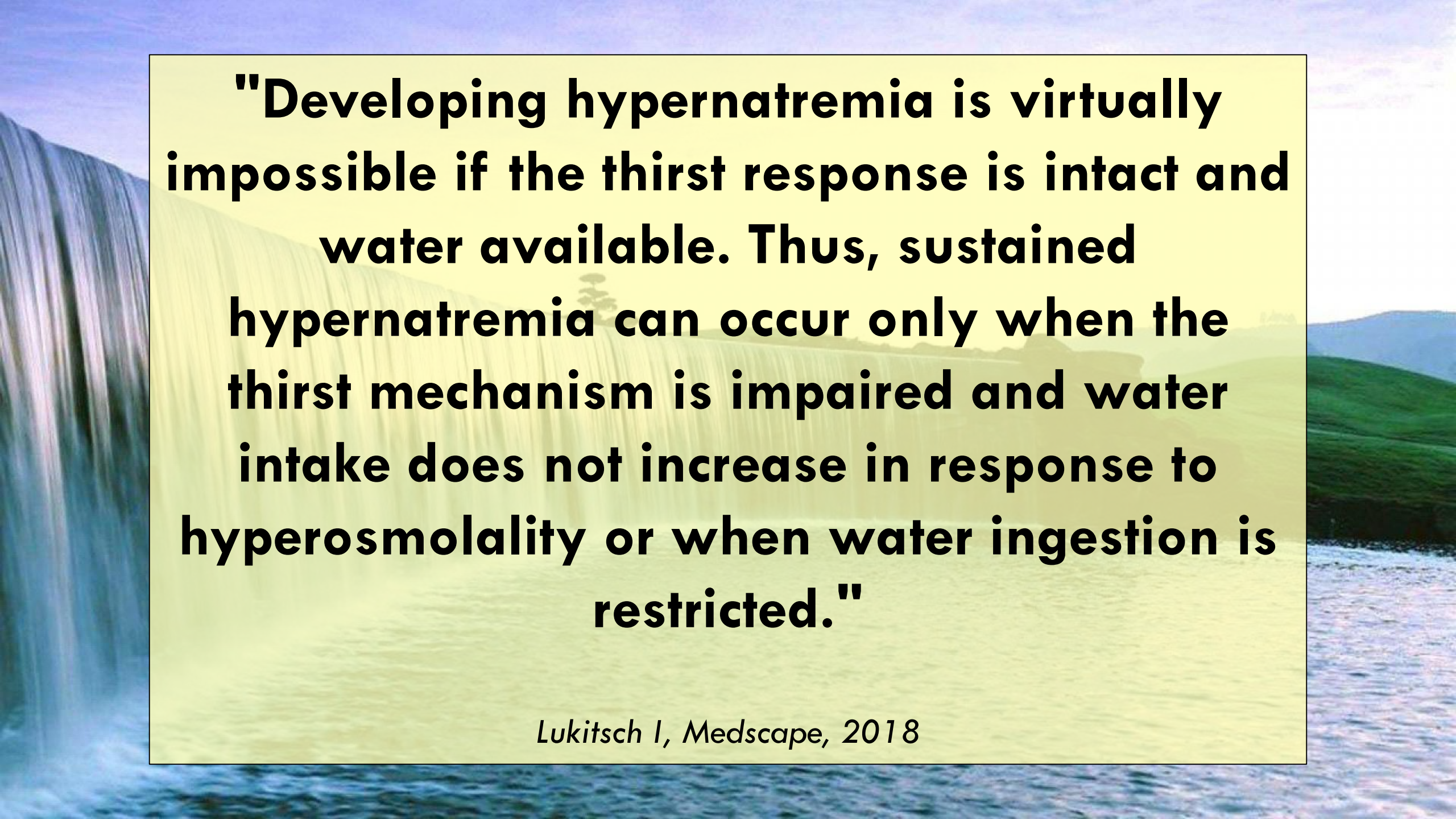
**Diabete insipido  
(centrale o nefrogenico)**

# IPERNATREMIA DA INTRODUZIONE DI SODIO

- **Somministrazione di soluzioni elettrolitiche ipertoniche**  
(bicarbonato di sodio, fisiologica, ipertonica, nutrizione enterale ipertoniche)
- **Assunzione di sodio**  
(sale alimentare, ingestione di acqua di mare)







**"Developing hypernatremia is virtually impossible if the thirst response is intact and water available. Thus, sustained hypernatremia can occur only when the thirst mechanism is impaired and water intake does not increase in response to hyperosmolality or when water ingestion is restricted."**

*Lukitsch I, Medscape, 2018*

# IPERNATREMIA: COMUNE E PERICOLOSA

- Presente nello 0,12-1.4% dei pazienti che arrivano in ospedale
- Nei pazienti in ICU, una  $[Na^+] > 150$  mEq/L si traduce in una mortalità del 30-48%
- È un fattore predittivo indipendente di mortalità
- È una complicanza dei pazienti ricoverati in ICU con sepsi severa ed è direttamente correlata al volume di fisiologica somministrato



# IPERNATREMIA

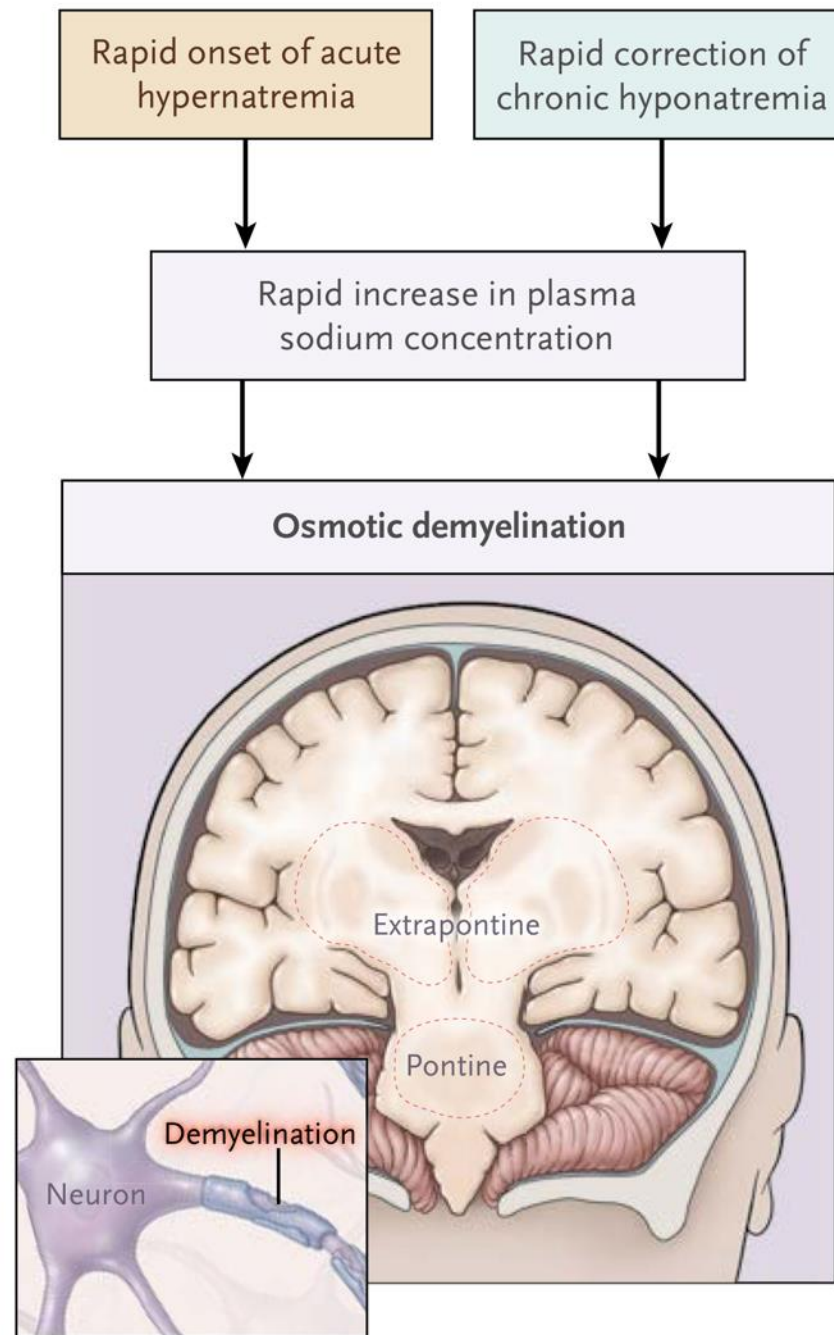
- **Tipica negli anziani istituzionalizzati, con involuzione cognitiva**
- **Spesso dopo evento febbrile intercorrente**
- **Facilitata da eventi poliurici (diabete)**

# **IPERNATREMIA NEI RICOVERATI**

- Ridotto livello di coscienza
- Nutrizione enterale
- Somministrazione di soluzioni ipertoniche
- Lattulosio
- Ventilazione meccanica
- Farmaci (diuretici, sedativi)



# L'IPERNATREMIA "AVVIZZISCE" L'ENCEFALO



# IPERNATREMIA: CLINICA

<b>acuta (minuti, ore)</b>	avvelenamento da sali (accidentale, suicidio), errori dialitici, uso di ipertonica ev	convulsioni, coma, febbre elevata, emorragia cerebrale, trombosi seni durali, demielinizzazione
<b>subacuta (1-2 giorni)</b>	diuresi osmotica, d insipido	ottundimento, coma, demielinizzazione
<b>cronica (<math>\geq 2</math> giorni)</b>	ipodipsia, stati confusionali	ottundimento, coma

**Clinica e trattamento dipendono dalla rapidità con cui si instaura e dalla sua entità**

# IPERNATREMIA: CLINICA

<b>Sintomi associati allo "shrinkage" encefalico</b>	Letargia, ottundimento, disartria, irritabilità, convulsioni, nistagmo, scosse miocloniche, emorragia cerebrale, trombosi seni durali
<b>Disidratazione e segni di ipovolemia</b>	ipotensione ortostatica, tachicardia, oliguria, cute e mucose secche, cute sollevabile in pliche, ascelle asciutte
<b>Altro</b>	calo ponderale, astenia altri segni e sintomi correlati (es febbre)

**Clinica e trattamento dipendono dalla rapidità con cui si instaura e dalla sua entità**

# **IPERNATREMIA: DIAGNOSI**

**Tieni sempre in considerazione un disturbo del sodio nei  
pazienti anziani istituzionalizzati con sintomatologia sfumata:  
"sarà l'età" non è una diagnosi ma una ddc!**



# IPERNATREMIA ACUTA: TERAPIA

Clinica e trattamento dipendono dalla rapidità con cui si instaura e dalla sua entità

## ACUTA (<24 ore):

- $\downarrow$  2-3 mEq/L/h per 2-3 h  
massimo totale: 12 mEq/L in 24 ore
- Misura elettroliti ogni 2-3 h
- Se iperacuta: Glucosata 5%
- Considera dialisi

# IPERNATREMIA CRONICA: TERAPIA

**Clinica e trattamento dipendono dalla rapidità con cui si instaura e dalla sua entità**

## **CRONICA (>24 ore):**

- $\downarrow 0,5 \text{ mEq/L/h}$
- massimo totale:  
 $< 8-10 \text{ mEq/L}$  in 24 ore

# IPERNATREMIA: TERAPIA PRATICA

## LIQUIDI:

**Glucosata 5%: solo acqua**

**Ipotonica NaCl 0,45%:**

**Na<sup>+</sup> 77 mEq/L**

**Ringer L: Na<sup>+</sup> 131 mEq/L**





**Socmel,  
che due ioni!**

**DOMANDE?**

# IL POTASSIO

## Medicina

- ACETATO DI POTASSIO
- ARSENIATO DI POTASSIO
- ARSENITO DI POTASSIO
- BICARBONATO DI POTASSIO
- BORATO DI POTASSIO
- BROMURO DI POTASSIO
- CARBONATO DI POTASSIO PURO
- CITRATO DI POTASSIO
- FORMIATO DI POTASSIO
- FOSFATO DI POTASSIO
- GLICEROFOSFATO DI POTASSIO
- GUAIACOLSULFONATO DI POTASSIO
- IDROSSIDO DI POTASSIO
- IPOSOSFITO DI POTASSIO
- IPOSOLFITO DI POTASSIO
- JODURO DI POTASSIO
- SOLFATO DI POTASSIO PURO
- SOLFOCIANURO DI POTASSIO

**AUCHIM**  
GENOVA  
VIA CESAREA, 9

TELEFONI  
54-124-58-4346

TELEGRAMMI  
AUCHIM GENOVA

- **Intracellulare: 139 meq/L**
- **Plasmatico: 3.5-5.5 mEq/L**
- **Genera i potenziali di azione cellulari**
- **Essenziale per**
  - **conduzione nervosa**
  - **autoeccitabilità e conduzione miocardica**
  - **contrattilità muscolare striata e liscia**

## Medicina

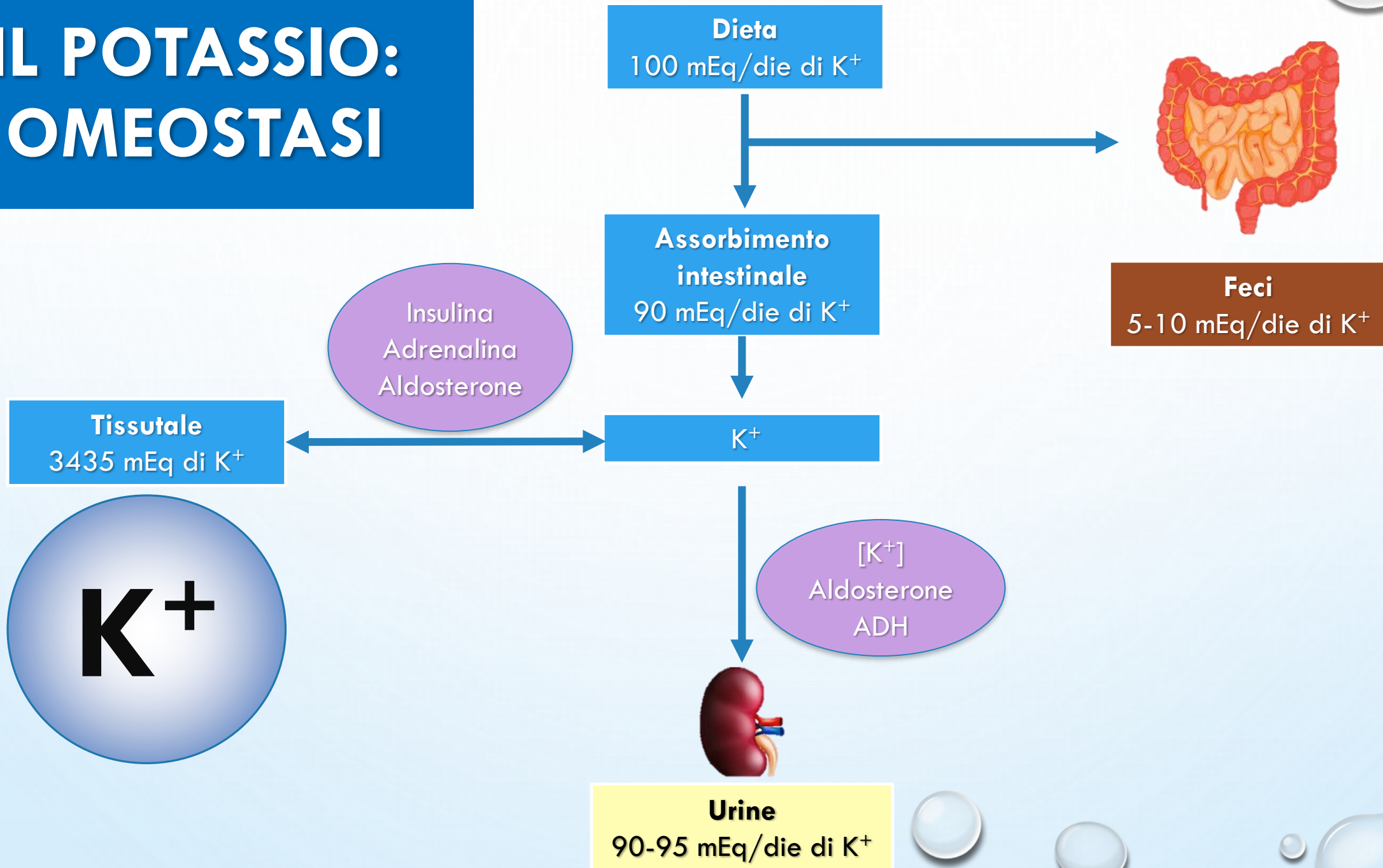
- ACETATO DI POTASSIO
- ARSENIATO DI POTASSIO
- ARSENITO DI POTASSIO
- BICARBONATO DI POTASSIO
- BORATO DI POTASSIO
- BROMURO DI POTASSIO
- CARBONATO DI POTASSIO PURO
- CITRATO DI POTASSIO
- FORMIATO DI POTASSIO
- FOSFATO DI POTASSIO
- GLICEROFOSFATO DI POTASSIO
- GUAIACOLSULFONATO DI POTASSIO
- IDROSSIDO DI POTASSIO
- IPOSOSFITO DI POTASSIO
- IPOSOLFITO DI POTASSIO
- JODURO DI POTASSIO
- SOLFATO DI POTASSIO PURO
- SOLFOCIANURO DI POTASSIO

**AUCHIM**  
GENOVA  
VIA CESAREA, 9

TELEFONI  
54-124-58-4346

TELEGRAMMI  
AUCHIM GENOVA

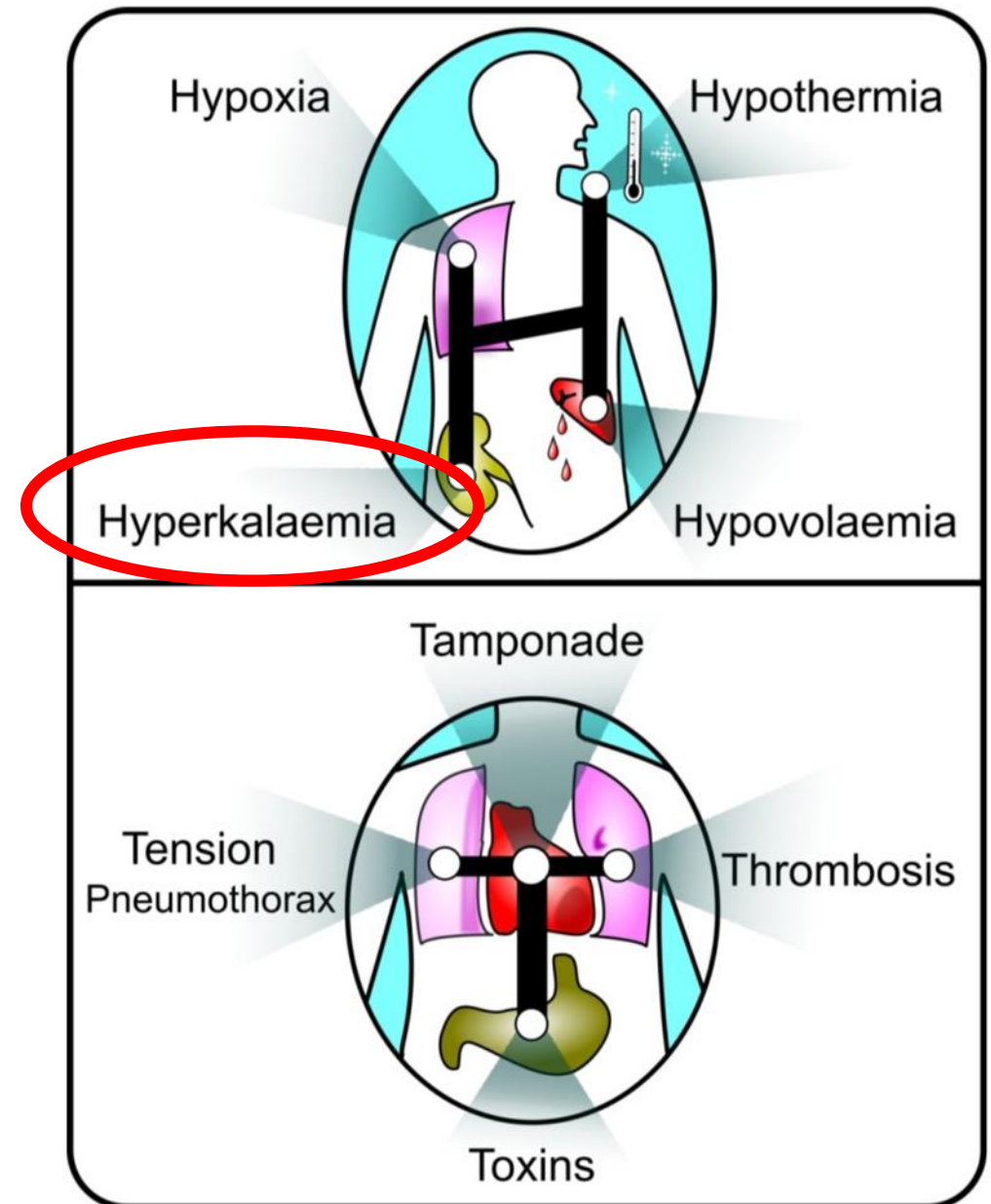
# IL POTASSIO: OMEOSTASI



# IPERKALIEMIA

- Rara nella popolazione sana
- Correlata a patologie e farmaci

## Reversible causes

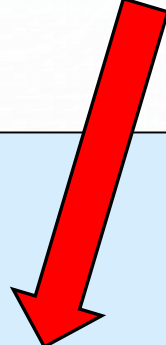


# **IPERKALIEMIA: CAUSE**

- **Apporto eccessivo**
- **Ridotta escrezione**
- **Uscita dalle cellule**



# IPERKALIEMIA: APPORTO ECCESSIVO

- Raro
  - **Iatrogeno** (K p.o. o e.v., trasfusioni, penicillina G potassica)
- 

# IPERKALIEMIA: RIDOTTA ESCREZIONE

- **Insufficienza renale**
- **Farmaci:** risparmiatori di K, ACEin, Sartani, Ciclosporina, tacrolimo, bactrim, eparina, ketoconazolo, FANS
- M. di Addison
- ipoaldosteronismo

# IPERKALIEMIA: SHIFT

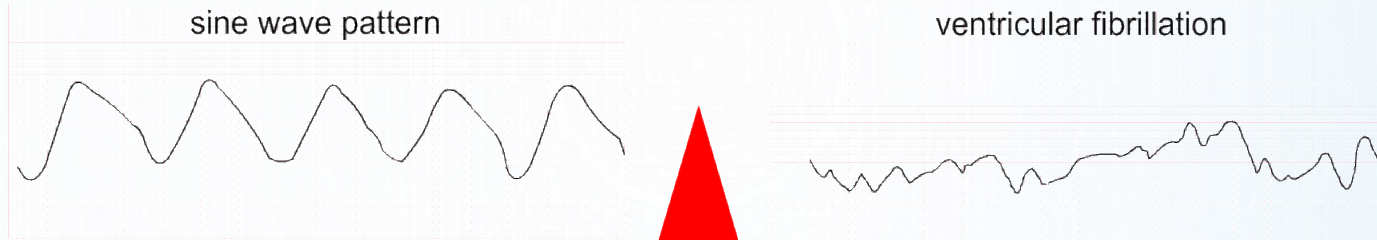
- Betabloccanti
- Acidosi metabolica
- Danni cellulari massivi (traumi, ustioni, lisi tumorale, rabdomiolisi)
- Intossicazione digitalica

# IPERKALIEMIA: **CLINICA**

## **Sintomi**

- **Neuromuscolari:** parestesie, astenia, paralisi, ROT ridotti
- **Gastrointestinali:** nausea, vomito, diarrea
- **Cardiaci: aritmie, alterazioni ECGrafiche, arresto cardiaco**

# ECG/EKG changes in hyperkalemia



wide qrs

7.0



tented T waves

5.0



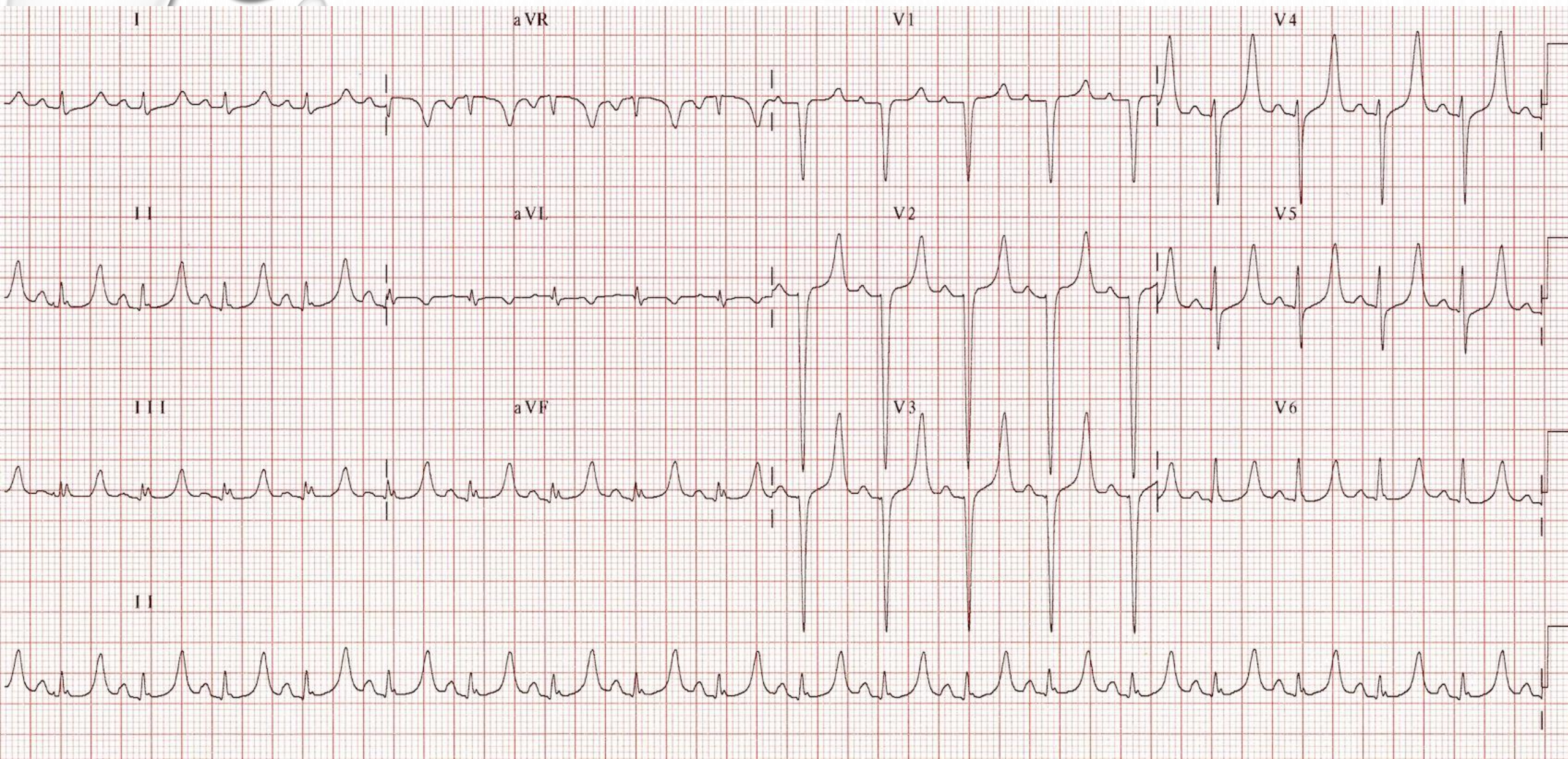
mmol/l

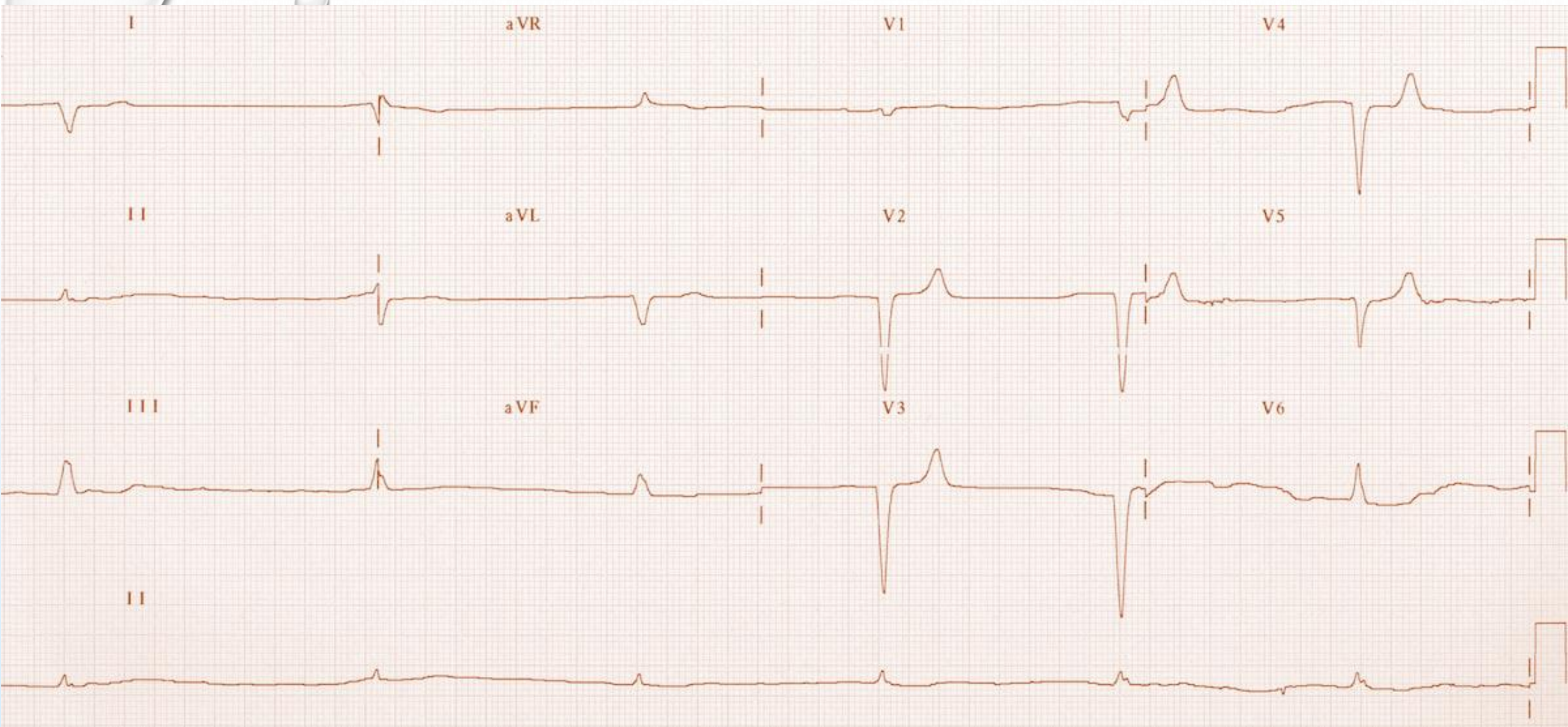


loss of P waves

8.0

6.0





Unconfirmed



150 Hz 25.0 mm/s 10.0 mm/mV

4 by 2.5a + 1 rhythm ld

MAC35 009B.1

II 12SL™ v239

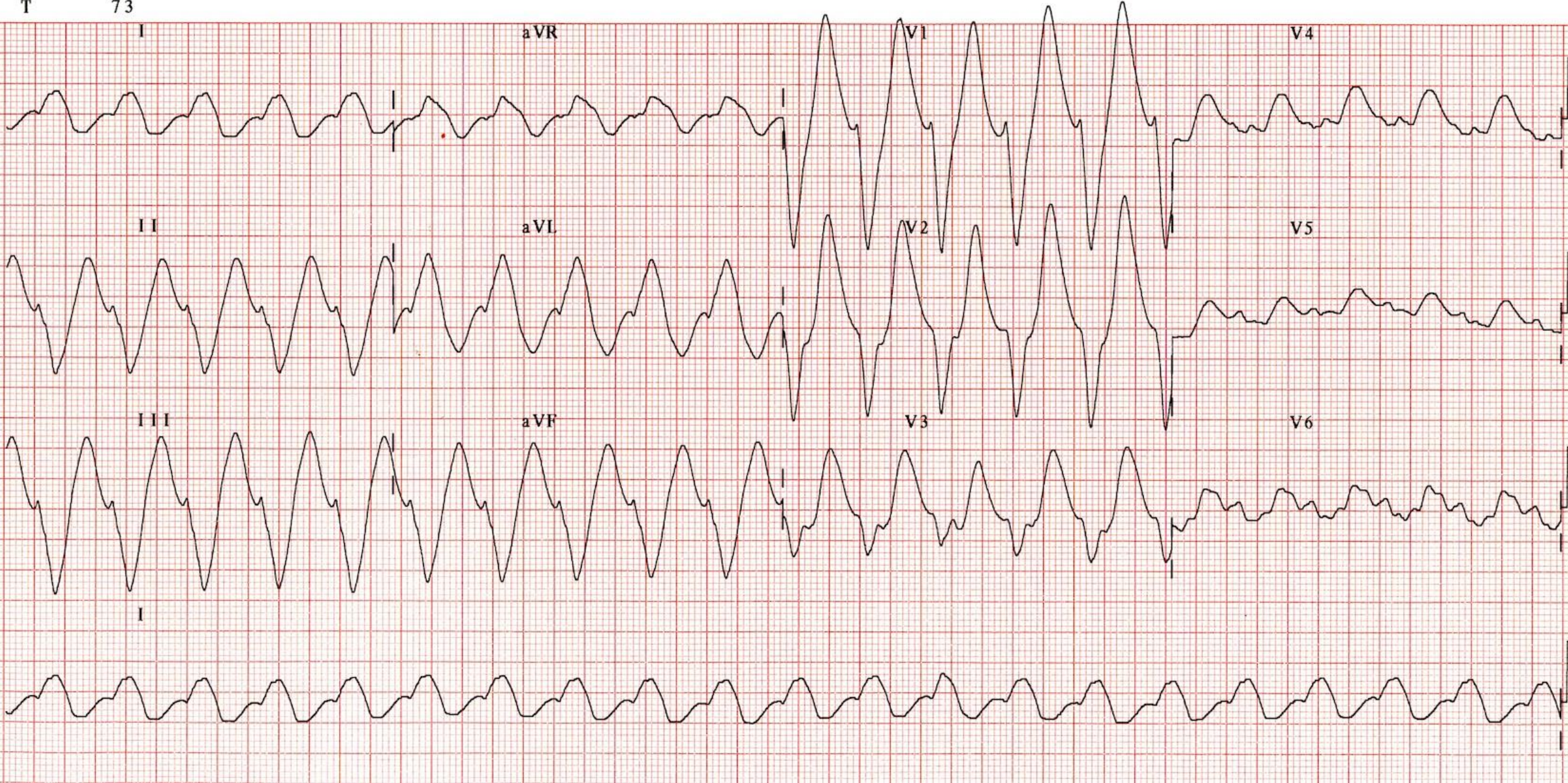
Premium™

GE Medical Systems



T

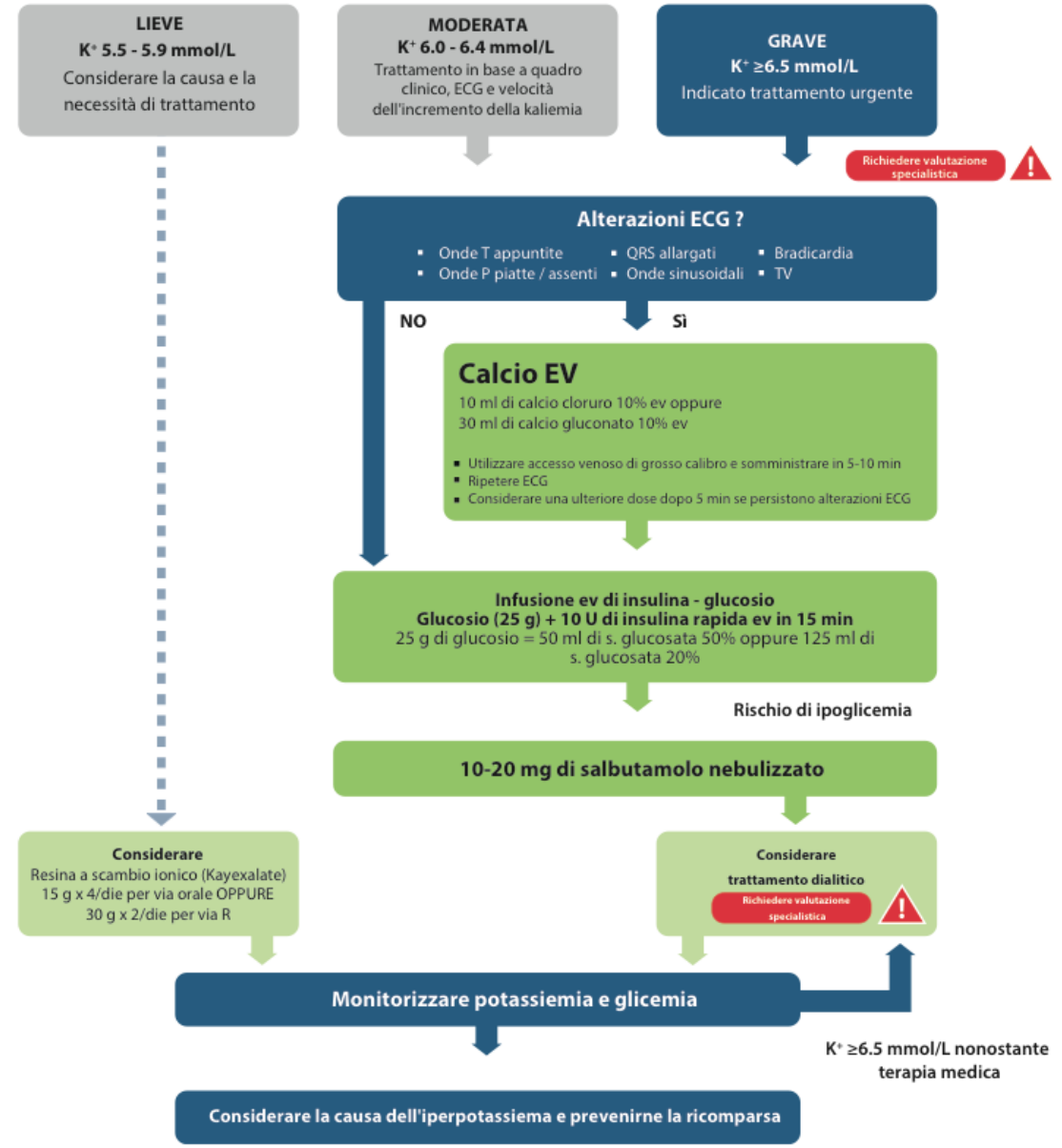
73



**[K<sup>+</sup>] = 3.5-5.5 mEq/L**

- 1. Stabilizzare le membrane cellulari**
- 2. Riportare il k<sup>+</sup> nelle cellule**
- 3. Eliminare il k<sup>+</sup> in eccesso**
- 4. Trattare le cause scatenanti**

- Valutazione mediante l'approccio ABCDE
- ECG a 12 derivazioni e monitoraggio del ritmo cardiaco se potassiemia (K<sup>+</sup>) ≥ 6.5 mmol/L
- Escludere pseudoiperpotassiemia
- Somministrare trattamento empirico per le aritmie se si sospetta iperpotassiemia



- Protezione del cuore
- Spostamento intracellulare del K<sup>+</sup>
- Rimozione del K<sup>+</sup> dall'organismo
- Monitorizzazione del K<sup>+</sup> e della glicemia
- Prevenzione

- **L'iperkaliemia favorisce l'instabilità di membrana rendendo le cellule miocardiche più depolarizzabili**
- **Il Calcio contrasta questo fenomeno.**
- **L'effetto compare in qualche minuto**



**IPERKALIEMIA ED  
ECG ALTERATO:  
CALCIO!**

# CALCIO: CLORURO O GLUCONATO?

## Calcio cloruro

- 13.6 mEq in 10 mL
- Potenzialmente irritante in vena periferica

## Calcio gluconato

- 4.6 mEq in 10 mL
- non irritante

- **Vari studi mostrano un incremento della calcemia simile**
- **Calcio gluconato: meglio se in cvp**
- **Calcio cloruro: meglio se in cvc o in arresto**
- **1 fl , ripetibile se non vedi effetti**

# RIPORTARE IL $K^+$ NELLE CELLULE: COME?

Glucosio e insulina  
Beta-agonisti  
Bicarbonato

Rimetta a pozzo  
il potassio!



# RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE **GLUCOSIO E INSULINA**

- Il glucosio e l'insulina attivano le pompe Na/K e shiftano il K nelle cellule
- **Glucosata 10% 250 cc + Insulina rapida 10 U**
- Effetto: insorgenza in 15 min, massimo dopo 25-30 min, termina dopo 2 ore
- Riduce la potassiemia di 0.6-1.2 mEq/L
- Ipoglicemia: compare nel 18-30% dei casi (in particolare nei pazienti con IRC/IRA)

# RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE GLUCOSIO E INSULINA: MA QUALE E QUANTA?

- Insulina aspart (Novorapid®) e insulina lispro (Humalog®) non vengono eliminate per via renale, per cui sono da preferirsi nei pazienti con IRC/IRA
- Uno studio ha dimostrato un minor tasso di ipoglicemia con un dosaggio di insulina rapportato per peso (0.1 U/Kg) (Wheeler DT et al, J Hosp Med 2016)



# RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE BETA-AGONISTI

- Le **catecolamine** consentono la redistribuzione di K<sup>+</sup> tramite l'incremento dell'attività della pompa Na-K e del co-trasportatore Na-K-2Cl
- Beta-agonisti: aerosol o e.v.
- Effetti collaterale: tachicardia, tremori e ansia
- **Aerosol con salbutamolo: facile ed efficace**
- E.v.: effetti collaterali più frequenti (anche ipertensione e cefalea)



# RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE

## SALBUTAMOLO

- 10 mg inalati riducono la potassiemia di 0,6 mEq/L dopo 30'
- 20 mg inalati riducono la potassiemia di 1 mEq/L dopo 1 h
- Durata dell'effetto: 2 h
- Inefficaci in circa il 40% dei pazienti trattati con betabloccanti

**Broncovaleas** 0,5%

*soluzione da nebulizzare*

*Salbutamolo*

**VALEAS**



# RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE SALBUTAMOLO: QUANTE GOCCE?

- 20 mg di salbutamolo = 80 gtt  
(1 gtt = 0,25 mg)
- In 4 cc di s.fis
- In 10'

**Broncovaleas** 0,5%  
soluzione da nebulizzare

*Salbutamolo*

**VALEAS**



Afasol!

# **RIPORTARE IL $K^+$ NELLE CELLULE BICARBONATO**

- **switch  $H^+/K^+$**
- **Incremento escrezione renale di  $K^+$**

**Reale effetto ipokaliemizzante solo in  
presenza di acidosi metabolica**

# **RIPORTARE IL K<sup>+</sup> NELLE CELLULE TERAPIA COMBINATA**

**Vari studi hanno dimostrato che il trattamento combinato (Glucosata/insulina + salbutamolo) ha un maggiore effetto ipokaliemizzante rispetto ai trattamenti separati**

Batterink J et al. Cochrane Database Syst Rev 2015

# ELIMINARE IL K<sup>+</sup> IN ECCESSO



**Via urinaria**  
**Via gastrointestinale**  
**Dialisi**



# ELIMINARE IL K<sup>+</sup> IN ECCESSO

## **DIURETICI**

**Furosemide: 20-40 mg ev**

**Solo nei pazienti ipervolemici/euvolemici  
e con funzione renale conservata**

# ELIMINARE IL $K^+$ IN ECCESSO VIA GASTROINTESTINALE

**Sodio polistirene sulfonato (Kayexalate®):**

**resina che scambia  $Na^+$  con  $NH_3^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$  e  $K^+$**

Aumenta il  $K^+$  escreto con le feci ma produce carico di  $Na^+$

Per os (15 g in 50-100 ml di acqua 1-4 v al dì)

o clisma (30 g 2 v al dì)

Effetto dopo oltre 12 ore

Riduce la kaliemia di 0,5 mEq/L al dì

**Associa sempre lassativi osmotici (rischio di occlusione)**

# ELIMINARE IL $K^+$ IN ECCESSO VIA GASTROINTESTINALE

**Patiromero (Veltassa®)**

**Polimero che scambia  $Ca^{++}/Mg^{++}$  con  $K^+$**

Aumenta il  $K^+$  e il  $Mg^{++}$  escreto con le feci

Per os : 8,4 g al dì

Effetto dopo 7-48 ore, con durata dell'effetto di 12-24 ore

Riduce la kaliemia di 1 mEq/L al dì

Non serve associare un lassativo

Ipomagnesemia



# ELIMINARE IL $K^+$ IN ECCESSO VIA GASTROINTESTINALE

**Sodio Zirconio Ciclosilicato (Lokelma®) NON DISPONIBILE**

**Molecole cristalline che legano elettivamente  $K^+$**

Aumenta il  $K^+$  e il  $Mg^{++}$  escreto con le feci

Per os : 10 g al dì

Effetto dopo 1-6 h, con durata dell'effetto 4-12 h.

Riduce la kaliemia di 0.17 mEq/L adopo 1 h e di 0.67 mEq/L dopo 2 giorni

# ELIMINARE IL $K^+$ IN ECCESSO

# DIALISI

**E' il modo più efficace di ridurre la kaliemia:  
1 mEq/L nella prima ora e 2 mEq/L nelle 2-3 ore successive**

Deve essere considerata nella fase iniziale di gestione in pazienti con:

- insufficienza renale nota o accertata,
- danno renale oligurico acuto (diuresi < 400 ml),
- refrattarietà ad altri trattamenti o estesi danni tissutali

**Contatta l'esperto**

**La posso fare  
una domandina?**



# IPOKALIEMIA

- Nella popolazione sana <1%
- Nella popolazione generale: circa 13%
- Associata a uso di farmaci, alcolismo, disturbi dell'alimentazione, AIDS, chirurgia bariatrica

# IPOKALIEMIA: CAUSE

- Apporto scarso
- Incremento escrezione
- Shift extra-intracellulare

# IPOKALIEMIA: SCARSO APPORTO

- E' in genere una causa rara da sola
- Più spesso un fattore concomitante
- Nei disturbi alimentari, negli alcolisti, nelle fasce povere

# IPOKALIEMIA: INCREMENTATA ESCREZIONE

## RENALE

- Eccesso di mineralcorticoidi (iperaldosteronismo, Cushing, terapia steroidea, liquirizia, etc)
- diuresi osmotica (mannitolo, iperglicemia)

## GASTROINTESTINALE

- Diarrea
- Vomito
- SNG

## FARMACI

- Diuretici (inibitori dell'anidraasi carbonica, diuretici dell'ansa, diuretici tiazidici)
- Metilxantine (teofillina, aminofillina, caffeina)
- Verapamil
- Quetiapina
- Ampicillina, carbenicillina, penicilline ad alte dosi
- Bicarbonato
- Antimicotici
- Gentamicina
- Cisplatino
- Intossicazione da beta-agonisti

# IPOKALIEMIA: SHIFT EXTRA-INTRA

- Alcalosi (metabolica o respiratoria)
- Somministrazione di insulina o di glucosio
- Stimolazione beta-adrenergica intensiva o protratta (asmatici)
- Paralisi periodica ipokaliemica/tireotossica
- Ipotermia



# IPOKALIEMIA: CLINICA

- Lieve: asintomatici
- Aspecifici
- Muscolari: astenia, debolezza, crampi, dispnea
- Gastrointestinali: Stipsi, ileo paralitico
- Urinari: poliuria, nicturia, polidipsia
- Psicici: psicosi, deliro, allucinazioni

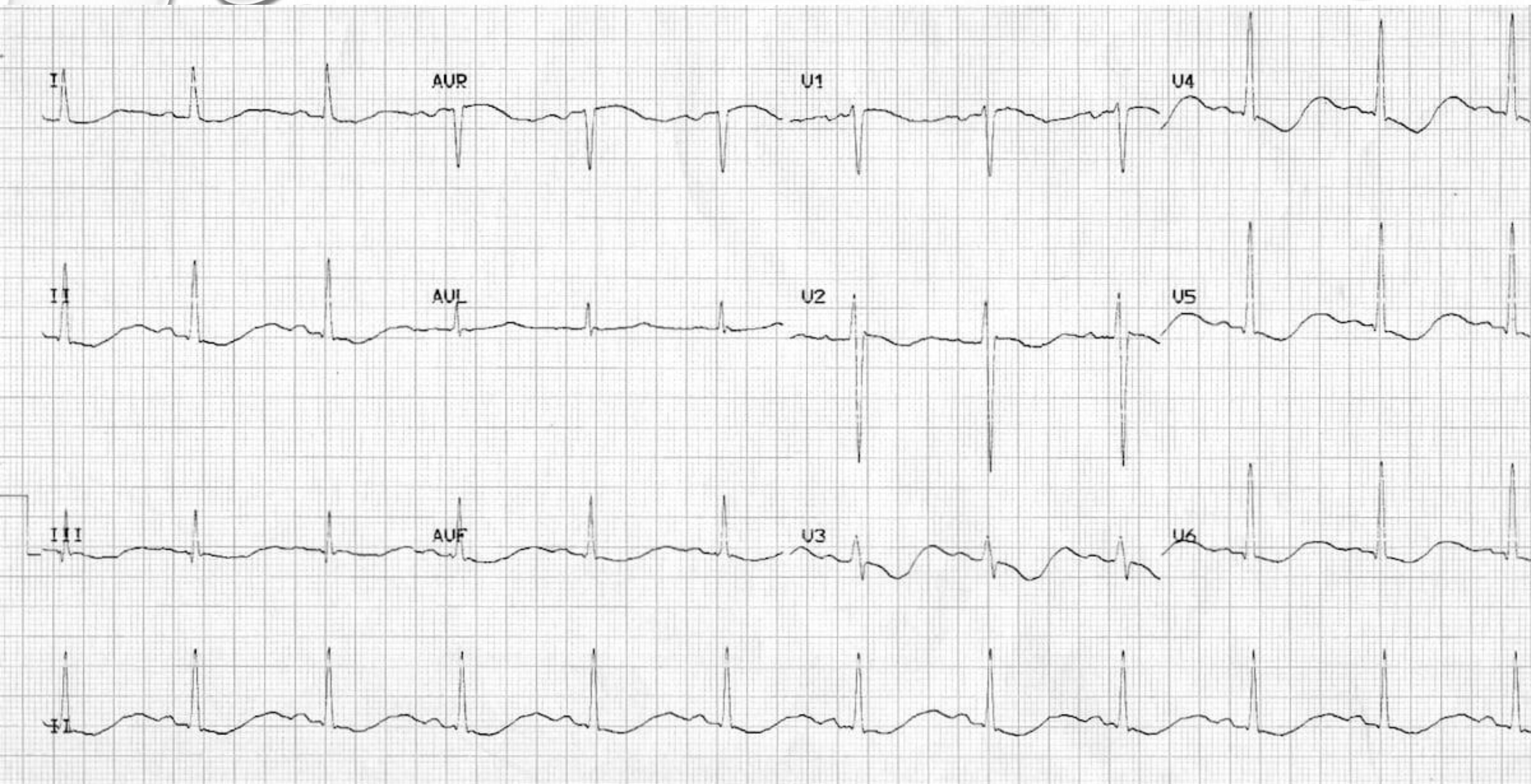
# IPOKALIEMIA: ASPETTI ECGRAFICI

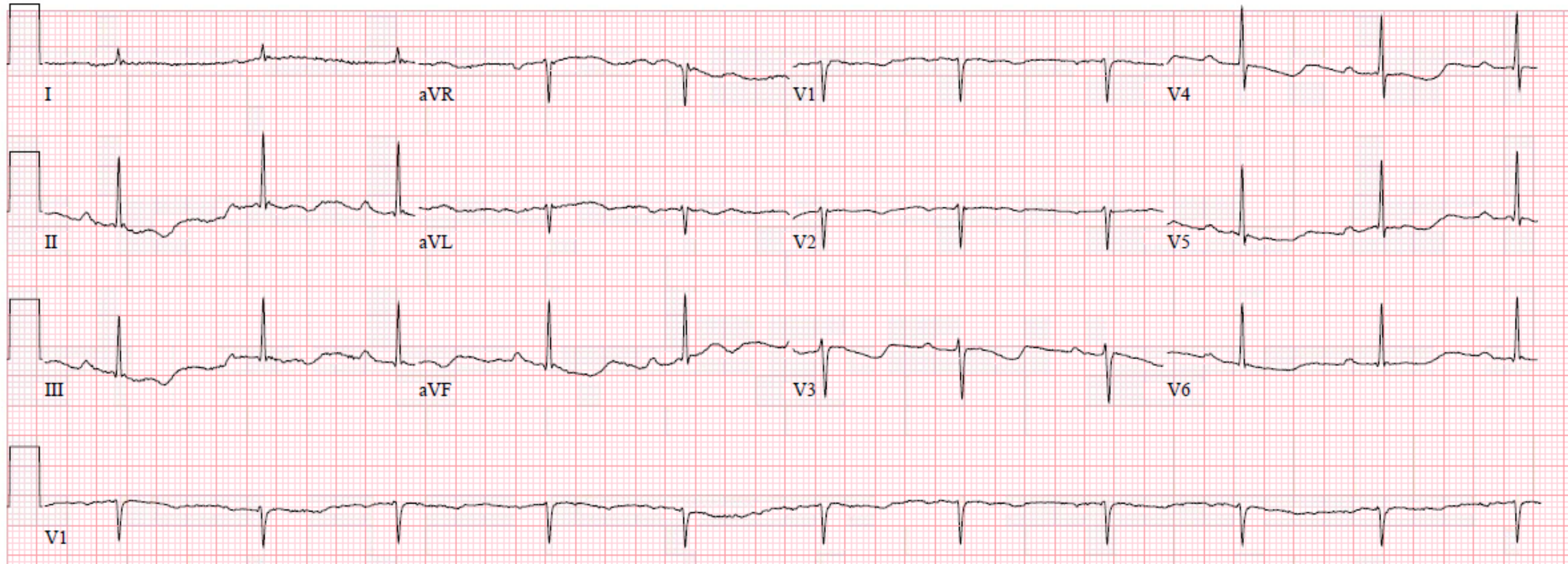
**Castello...  
Ululà!**

- **Prolungamento dell'intervallo QT**
- **Depressione dello segmento ST**
- **Appiattimento dell'onda T**
- **Comparsa di onde U.**
- **Aritmie ventricolari (BEV, torsione di punta, fibrillazione ventricolare)**
- **Aritmie atriali (BESV, fibrillazione atriale)**

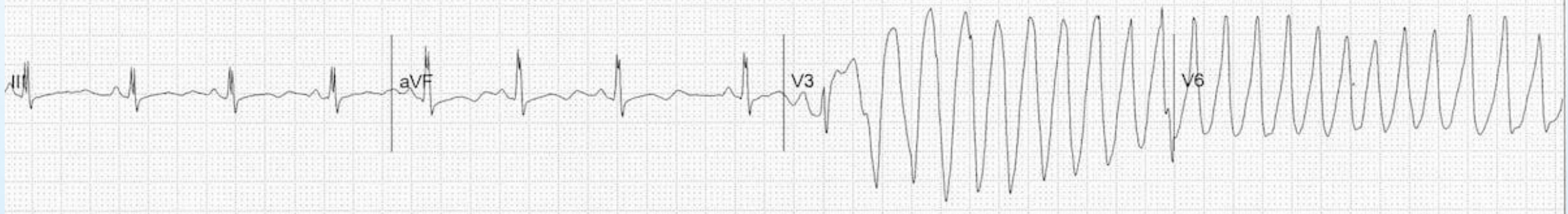
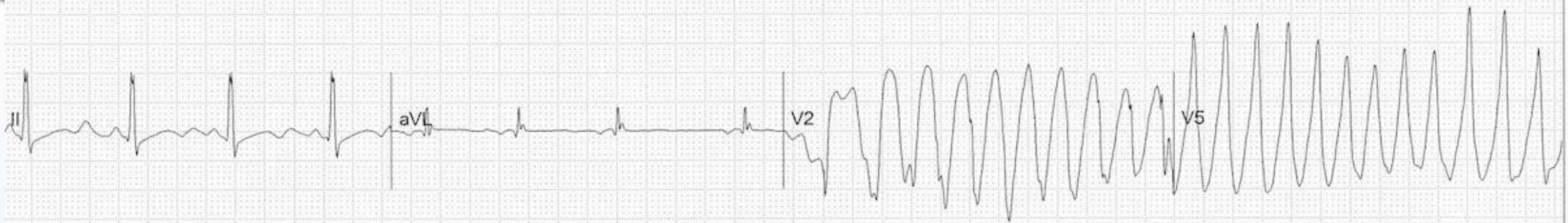
**Onda  
U...lulà!**







HR 90 PVC 9 RESP 22 T1 38.3



# IPOKALIEMIA: TERAPIA

- **Tratta le cause**
- **Somministra potassio**  
**FACENDO ATTENZIONE**



# IPOKALIEMIA: TERAPIA

I pazienti con ipopotassiemia lieve o moderata  
(livello di potassio di 2,5-3,5 mEq /L)  
sono solitamente **asintomatici** o  
**paucisintomatici**:

**potassio per via orale**

**KCl-Retard o LentoKalium: 8 mEq/cp:**

**3-6 cp al dì (24-48 meq/die)**

(NB: Polase: 2.5 mEq/bust)

**K-Mg**

# IPOKALIEMIA: TERAPIA

Nei pazienti con ipopotassiemia moderata o severa ( $<2,5$  mEq/L)

- con sintomi
- con segni ECGrafici
- impossibilitati ad assumere terapia po

**potassio per via e.v.**



# IPOKALIEMIA: POTASSIO E.V.

**KCl ev: controlla sempre la concentrazione!**

**In uso AUSL Bologna Dip Emergenza:**

**KCl 2 mEq/L in fiale da 10 cc, 20 mEq/fl**

**Irritante per le vene: BRUCIA!!**

**Diluizione in soluzione fisiologica:**

**20 mEq in 250 cc**

**40 mEq in 500 cc**

**INFONDERE LENTO!**

**100 cc/h o 10 mEq/h**



# **IPOKALIEMIA: POTASSIO E.V.**

**IN CASO DI ARRESTO CARDIACO  
DA IPOKALIEMIA**

**KCl 20 mEq in 10 minuti  
(1 fiala diluita in fisiologica)  
Eventuali ulteriori 10 mEq in 10 minuti**

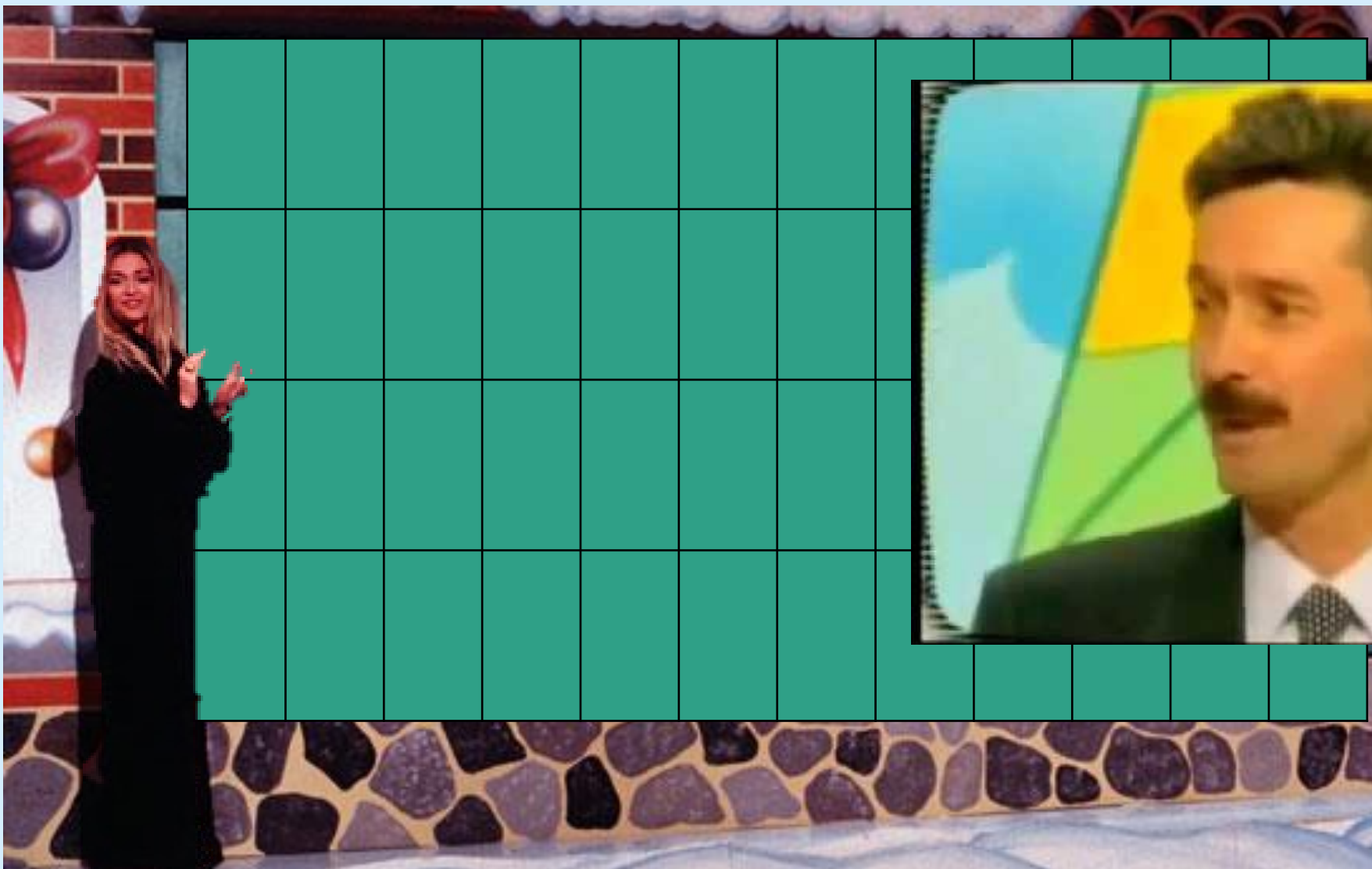


**Un'ultima domanda?**

The background is a light blue gradient with several realistic water droplets of various sizes scattered in the corners. The text is centered in a bold, black, sans-serif font.

# **Una piccola considerazione**

# "SALVO' LA SITUAZIONE..."



# "SALVO' LA SITUAZIONE..."



I N I L A N O

U N I T O

N E L L A I G A

# "SALVO' LA SITUAZIONE..."



**In emergenza, dobbiamo fare l'essenziale,  
ma dobbiamo farlo bene!**



Without a second thought, Hans leaps into action. He jumps off his bike, clambers up the dike and sticks his finger into the hole. Phew! The hole is closed. The water stops coming through the dike. But what now?



**Se vedi questa slide,  
significa che siamo  
arrivati alla fine**