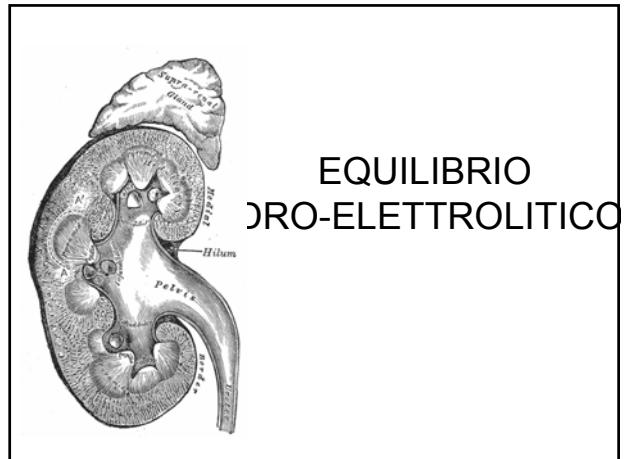


## EQUILIBRIO IDRO-ELETTROLITICO ED ACIDO-BASE



## EQUILIBRIO IDRO-ELETTROLITICO

### CONTENUTO CORPOREO DI ACQUA

- PLASMA = 4 L
- INTERSTIZIO = 18 L
- INTRACELLULARE = 28 L

### IL SODIO

- E' CONTENUTO SOPRATTUTTO NELLO SPAZIO EXTRACELLULARE
- MENTRE il K<sup>+</sup> E' LO IONE MAGGIORMENTE RAPPRESENTATO IN QUELLO INTRACELLULARE
- IL SODIO E' IL PRINCIPALE SOLUTO OSMOTICAMENTE ATTIVO

### IL SODIO

- V. N. = 135-145 mEq/L
- INDICE DEL CONTENUTO CORPOREO DI ACQUA

(cioè dello stato di idratazione)

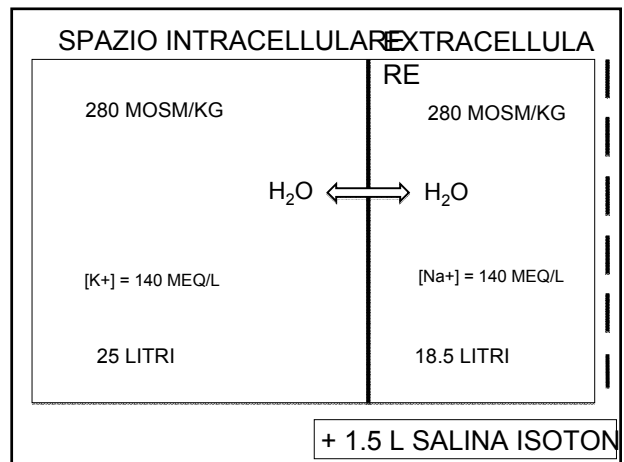
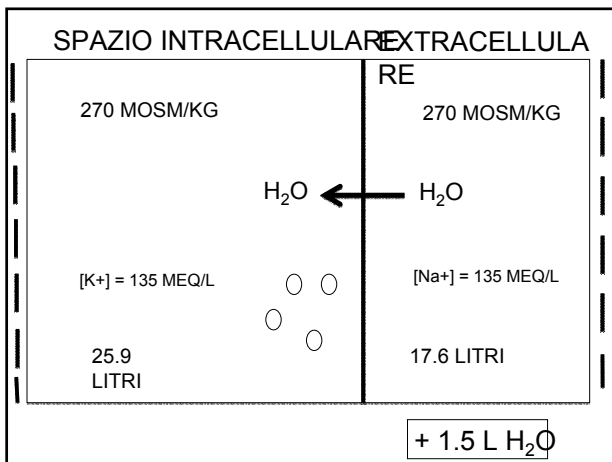
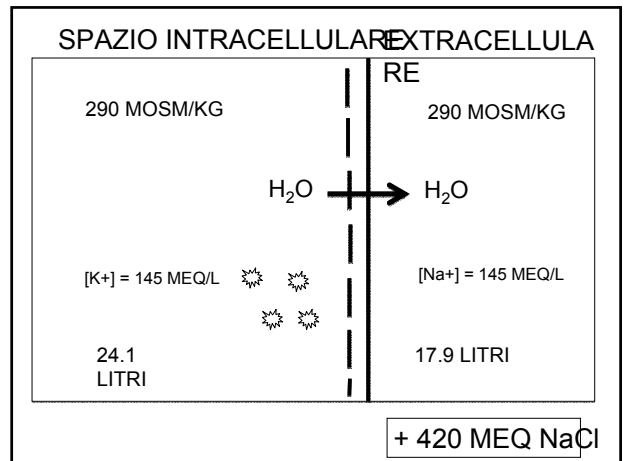
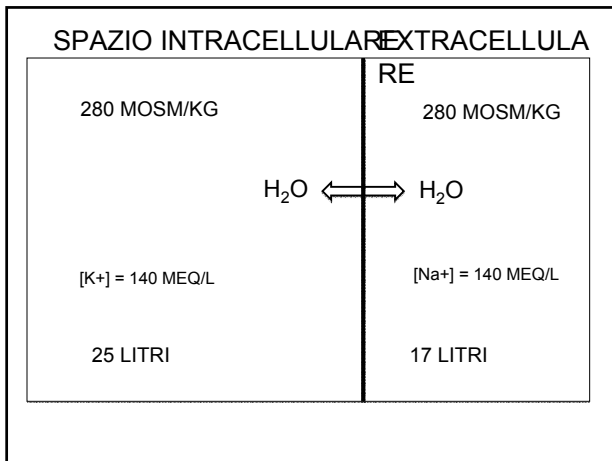
### Osmolality and water distribution

| 400 mosm NaCl                                      |  | 420 mosm NaCl                                      |  |
|--|--|--|--|
| Intracellular                                      | Extracellular                                      | Intracellular                                      | Extracellular                                      |
| 280 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O ← H <sub>2</sub> O | 280 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> O | 270 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O ← H <sub>2</sub> O | 290 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> O |
| [K <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                      | [Na <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                     | [K <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                      | [Na <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                     |
| 25 mosm  | 17 mosm  | 25.9 mosm  | 17.6 mosm  |
| Volume   |  | Volume   |  |

| 1.5 liter H <sub>2</sub> O                         |  | 1.5 liter 160 mosm NaCl                            |  |
|--|--|--|--|
| Intracellular                                      | Extracellular                                      | Intracellular                                      | Extracellular                                      |
| 270 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O ← H <sub>2</sub> O | 270 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> O | 280 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O ← H <sub>2</sub> O | 280 mosm/kg<br>H <sub>2</sub> O → H <sub>2</sub> O |
| [K <sup>+</sup> ] = 135 meq/L                      | [Na <sup>+</sup> ] = 135 meq/L                     | [K <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                      | [Na <sup>+</sup> ] = 140 meq/L                     |
| 25.9 mosm  | 17.6 mosm  | 25 mosm  | 18.5 mosm  |
| Volume   |  | Volume   |  |

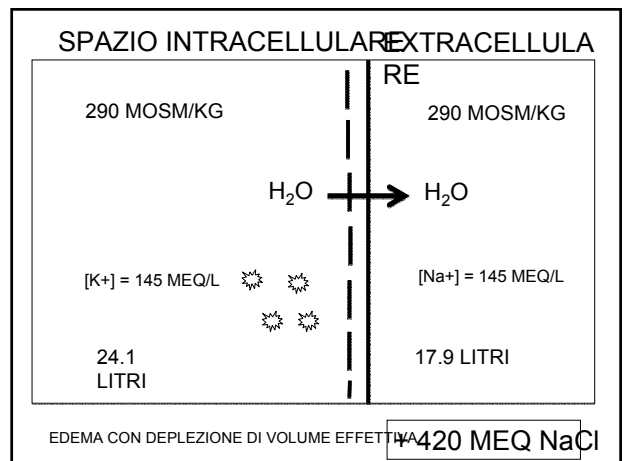
Osmolality of the body fluids and the distribution of the total body water between the intracellular and extracellular fluids in the (a) control state and after the addition of (b) NaCl, (c) H<sub>2</sub>O, or (d) isotonic NaCl and H<sub>2</sub>O to the extracellular fluid. For simplicity, it is assumed that Na<sup>+</sup> salts account for all the extracellular osmoles and K<sup>+</sup> salts for all the intracellular osmoles. See text for details.  
Adapted from Earley, LE, *Clinical Disorders of Fluid and Electrolyte Metabolism*, 2d ed, Maxwell, MH, Kleeman, CR (Eds), McGraw Hill, New York, 1972.

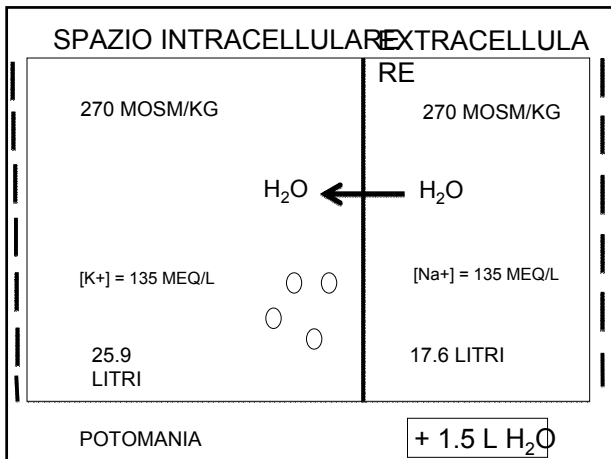


NEI TRE ESEMPI,  
LO SPAZIO EXTRACELLULARE E' SEMPRE ↑

IL SODIO PERO' E' AUMENTATO,  
DIMINUITO,  
INALTERATO

QUESTO SIGNIFICA CHE LA CONCENTRAZIONE DI SODIO  
RIGUARDA IL RAPPORTO TRA SODIO E ACQUA,  
NON IL VALORE ASSOLUTO DI ESSI, E NON C'E' CORRE  
TRA CONCENTRAZIONE DI SODIO E VOLUME EXTRACE





## LE SOLUZIONI PER INFUSIONE

### SOLUZIONI ev

NaCl:

- 0.45 % = 77 mmol/L (ipotonica)
- 0.9 % = 154 mmol/L (fisiologica)
- 3.0 % = 513 mmol/L (ipertonica)
- 11.7 % = 20 mEq in 10 ml (ipertonica)

### SOLUZIONI ev

Glucosata:

- 5 % = 5 g in 100 cc = isotonica
- 10 % = 10 g in 100 cc = ipertonica
- 20 % = 20 g in 100 cc = ipertonica

### SOLUZIONI ev

Elettrolitica reidratante (polisalina):

- 140 mEq/l di NaCl
- 10 mEq/L di K
- 103 mEq/L di Cl
- 312 Osmolalità
- pH 5.5-7.0

### SOLUZIONI ev

Bicarbonato:

- 1.4 % = 167 mEq/L di Na e 167 di HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>
- pH = 7.0-8.4
- Osmolalità = 334 mOsm/L

## IPERSODIEMIA

### CAUSE:

- RIDOTTO INTROITO DI H<sub>2</sub>O  
(ALTERATO SENSO SETE DELL'ANZIANO)
- PERDITA PURA DI H<sub>2</sub>O  
(DIABETE INSIPIDO)
- PERDITA DI H<sub>2</sub>O > Na  
(SUDORE, DIURESI OSMOTICA)
- CAUSE ENDOCRINE  
(CUSHING, IPERALDO PRIMITIVO)

## IPERSODIEMIA

### CLINICA:

- SETE INTENSA
- CONFUSIONE MENTALE
- CONVULSIONI
- COMA
- MORTE



## IPERSODIEMIA

### TERAPIA:

- AGIRE SULLE CAUSE
- ACQUA LIBERA (GLUCOSATA)
- SOL. SALINA IPOTONICA

$$\text{Deficit di H}_2\text{O} = (\text{Peso} \times 0.4) \times [\text{Na}]/140 - 1$$

## IPOSODIEMIA (iponatriemia)

- Na<sup>+</sup> < 135 mEq/L

L'IPONATRIEMIA E' UN DISORDINE DEL BILANCIO DELL'ACQUA (IPERACQUEMIA)

L'IPONATRIEMIA E' UN DISORDINE DEL BILANCIO DELL'ACQUA (IPERACQUEMIA)

MENTRE LA DEPLEZIONE DI VOLUME EFFETTIVA,  
(perdite gastrointestinali, renali, stati edematosi)  
E' UN DISORDINE DEL BILANCIO DEL SODIO

DIFFERENZA TRA OSMOREGOLAZIONE E REGOLAZIONE DEL VOLUME

|                            | OSMOREGOLAZIONE                           | REGOLAZIONE VOLUME                        |
|----------------------------|---|---|
| CHE COSA VIENE "SENTITO"   | OSMOLALITA' PLASMATICA                    | VOLUME CIRCOLANTE EFFETTIVO               |
| SENSORE                    | OSMORECETTORI IPOTALAMICI                 | SENO CAROTIDEO, ARTERIOLE AFFERENTI, ATRI |
| EFFETTORI                  | ADH, SETE                                 | SN SIMPATICO, SRA, ADH, ANP               |
| CHE COSA VIENE CONTROLLATO | OSMOLALITA' URINARIA, E INTROITO DI ACQUA | ESCREZIONE URINARIA DI SODIO              |

VALUTAZIONE IPONATRIEMIA

- 1) OSMOLALITÀ PLASMATICA
- 2) OSMOLALITÀ URINARIA
- 3) SODIURIA (v. n. 110-260 mEq/24 h)
- 4) DISTINGUERE DA PSEUDO-IPONATRIEMIA

OSMOLALITA'

(misura di concentrazione)

v. n. nel sangue = 275-290 mOsm/kg H<sub>2</sub>O  
v. n. nelle urine = 50-1200 "

$$P_{osm} = 2XNa + Glic/18 + BUN/2.8$$

- Osmoli efficaci = Na, mannitolo
- Osmoli inefficaci = gas, urea, etanolo
- Il glucosio è osmole efficace nel diabete, diventa inefficace con insulina

OSMOLALITA'

(misura di concentrazione)

v. n. nel sangue = 275-290 mOsm/kg H<sub>2</sub>O  
v. n. nelle urine = 50-1200 "

$$P_{osm} = 2XNa + Glic/18 + BUN/2.8$$

$$P_{osm} \text{ effettiva} = 2XNa + Glic/18$$

VOLEMIA

Pressione Venosa Centrale = 2-12 mm H<sub>2</sub>O

Clinica = turgore giugulari, edema

## ADH

DISORDINI IN CUI L'ADH E' ELEVATO

- Deplezione di volume effettiva (Deplezione di volume vera, scompenso cardiaco, cirrosi, diuretici)
- Sindrome da inappropriata secrezione di ADH (SIADH)
- Alterazioni ormonali (Insufficienza surrenalica, ipotiroidismo, gravidanza)

DISORDINI IN CUI I LIVELLI DI ADH SONO SOPPRESSI IN MODO APPROPRIATO

- Insufficienza renale avanzata
- Polidipsia primaria, incluso ecstasi
- Potomania dei bevitori di birra

## SIADH

- ◆ CAUSE SNC (TUMORI, EMORRAGIE, TRAUMI)
- ◆ CARBAMAZEPINA, CICLOFOSFAMIDE, AMIODARONE, CIPROFLOXACINA
- ◆ INTERVENTI CHIRURGICI (ADDOME, TORACE, IPOFISI) (TARDIVA)
- ◆ POLMONITI, AFFEZIONI POLMONARI

ADH ↑ + H<sub>2</sub>O

RITENZIONE DI H<sub>2</sub>O

↓ P<sup>OSM</sup>  
↓ P [Na]

ESPANSIONE DI VOLUME

Na URINARIO ↑  
ESCREZIONE DI H<sub>2</sub>O ↑  
CON [Na] > 20 mEq/L

## SIADH

- ◆ < NA SIERICO
- ◆ < OSMOLALITA' SIERICA
- ◆ OSM URINARIA > 100 MOSM/KG
- ◆ NA URINARIO > 40 MEQ/L
- ◆ EAB NORMALE
- ◆ IPOURICEMIA

## IPONATRIEMIA

IPONATRIEMIA  
(IPERACQUEMIA)

TONICITA' BASSA

TONICITA' NORMALE  
(GLICINA, IPERLIPIDEMIA)

TONICITA' ALTA  
(PERGLICEMIA, MANNITOLO)

OSMOLALITA' BASSA

OSMOLALITA' NORMALE/ALTA  
(urea, etanolo)

VOLEMIA ALTA  
(EDEMA)  
(CHF, cirrosi, SN)

VOLEMIA NORMALE  
(potomania, SIADH)

VOLEMIA BASSA  
(perdite GI, Addison, diuretici,  
perdite 3° spazio)

## IPONATRIEMIA

IPONATRIEMIA  
(IPERACQUEMIA)

TONICITA' BASSA

TONICITA' NORMALE  
(GLICINA, IPERLIPIDEMIA)

TONICITA' ALTA  
(PERGLICEMIA, MANNITOLO)

OSMOLALITA' BASSA

OSMOLALITA' NORMALE/ALTA  
(urea, etanolo)

VOLEMIA ALTA  
(EDEMA)  
(CHF, cirrosi, SN)

VOLEMIA NORMALE  
(potomania, SIADH)

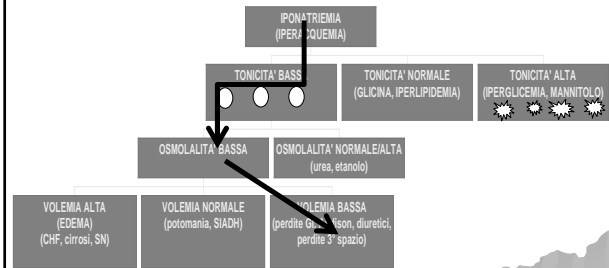
VOLEMIA BASSA  
(perdite GI, Addison, diuretici,  
perdite 3° spazio)

**PSEUDOIPONATRIEMIA = IPONATRIEMIA  
CON OSMOLALITA' NORMALE  
E TONICITA' NORMALE**

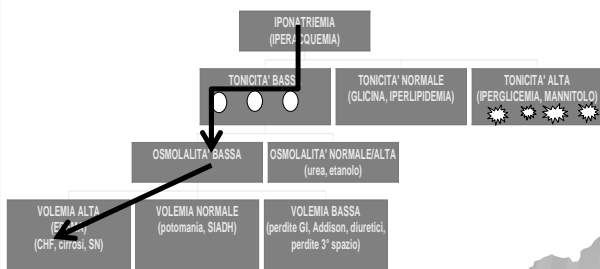
**(ARTIFACTUALE, FOTOMETRIA A FIAMMA SI'  
ELETTRODI SPECIFICI ISE NO)**

**CAUSE = IPERTRIGLICERIDEMIA,  
PARAPROTEINEMIE**

## IPONATRIEMIA



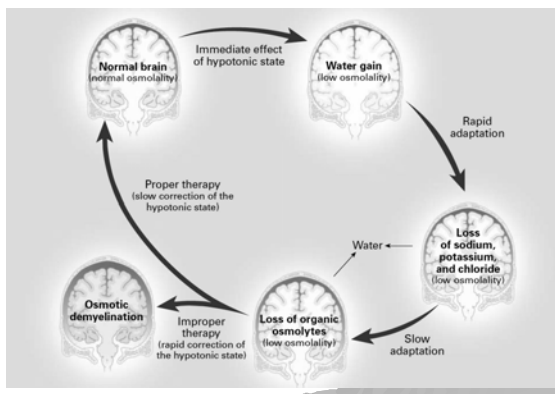
## IPONATRIEMIA



## VALUTAZIONE IPONATRIEMIA

- 1) OSMOLALITA' URINARIA (v.n. 50-1400 mOsm/KG):  
< 100 MOSM/KG: POLIDIPSIA  
> 100 MOSM/KG: ALTRE CAUSE IN CUI L'ESCREZIONE DI ACQUA E' ALTERATA (SIADH)
- 2) SODIURIA (v.n. 110-260 mEq/24 h)  
< 15 MEQ/L: DEPLEZIONE DI VOLUME EFFETTIVA  
> 20 MEQ/L: ALTRE CAUSE IN CUI E' PRESENTE NORMOVOLEMIA O PERDITA DI SODIO RENALE (SIADH, DIURETICI, ETC.)

## SINTOMI IPONATRIEMIA



## SINTOMI IPONATRIEMIA

- ◆ **NEUROLOGICI: NAUSEA, MALESSERE GENERALE, ALTERAZIONI PERSONALITA' COME AGGRESSIVITA', POI CEFALEA, LETARGIA, CONVULSIONI, COMA, MORTE, O DEFICIT NEUROLOGICI PERMANENTI CON NA < 110 MEQ/L**

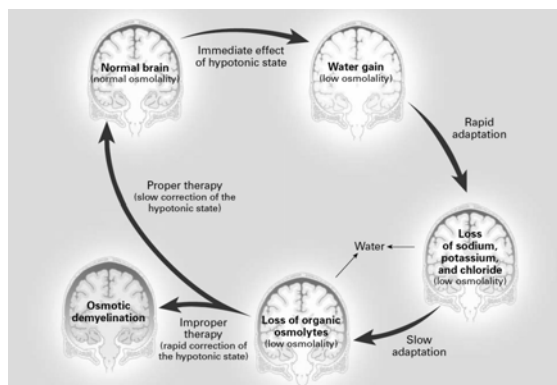
## TERAPIA IPONATRIEMIA

### ◆ RESTRIZIONE IDRICA

## TERAPIA IPONATRIEMIA

- ◆ EVITARE LA TROPPO RAPIDA CORREZIONE DELL'IPONATRIEMIA PER NON INCORRERE NELLA MIELINOLISI CENTRALE PONTINA CON PARAPRESI, QUADRIPLEGIA, DISFAGIA, DISARTRIA, COMA
- ◆ DISPORSI A PORTARE OLTRE IL LIVELLO DI GUARDIA IL SODIO (>120-125) AUMENTANDO DI 1 MEQ/L/H (MAX 8 NELLE 24 H)
- ◆ POI CORREGGERE NEL CORSO DEI GIORNI

## SINTOMI IPONATRIEMIA



## NA<sup>+</sup> DEFICIT

- ◆ VOLUME DI DISTRIBUZIONE (0.5) X PESO IN KG X (SODIEMIA DA RAGGIUNGERE - SODIEMIA ATTUALE)

## NA<sup>+</sup> DEFICIT

- ◆ ESEMPIO:  $0.5 \times 70 \times (120 - 110)$   
DEFICIT DI SODIO E' = 350 MEQ
- ◆ SOMMINISTRARE 1 L DI SALINA ARRICCHITA CON 2 FIALE DI IPERTONICA IN 15 H ( $154 + 40 = 194$ )

## STATI EDEMATOSI

- ◆ LA SOMMINISTRAZIONE DI SODIO PEGGIORERA L'EDEMA
- ◆ RESTRIZIONE IDRICA
- ◆ DIURETICI DELL'ANSA
- ◆ AGIRE SULLE CAUSE  
(E.G. ACE INIBITORI NELLO SCOMPENSO CARDIACO)



## SIADH

- ◆ TERAPIA: RESTRIZIONE IDRICA

## SIADH

- ◆ SOMMINISTRARE SODIO + DIURETICO ANSA
- ◆ DIETA IPERPROTEICA
- ◆ ANTAGONISTI RECETTORIALI VASOPRESSINA (CONIVAPTAN), I COSIDDETTI ACQUARETICI, AGISCONO SULLE AQUAPORINE V2

## EQUILIBRIO ACIDO-BASE

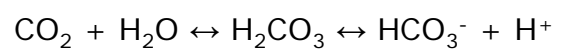
## EQUILIBRIO ACIDO-BASE

- ◆ MANTENERE COSTANTE IL PH EMATICO (7.39-7.41)
- ◆ PERCHE' SI PRODUCONO CIRCA 1 MEQ/KG/DIE DI ACIDI FISSI DAL CATABOLISMO

## SISTEMI TAMPONE

- Fosfato bibasico/fosfato monobasico
- Proteinato/proteine
- emoglobinato/emoglobina
  
- IL PIU' IMPORTANTE E':  
Bicarbonato/acido carbonico

Formazione dall'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) di acido carbonico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) che si dissocia in H<sup>+</sup> + HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>





## EFFETTO NETTO

- ◆ ESPELLERE GLI H<sup>+</sup>
- ◆ RIGENERARE GLI IONI BICARBONATO CONSUMATI NEL BUFFERING DEGLI ACIDI

## CARICO ACIDO

I RENI AUMENTANO SOPRATTUTTO L'AMMONIOGENESI

## EQUAZIONE DI HANDERSON-HASSELBACK

$$[H^+] = 24 \text{ pCO}_2 / [\text{HCO}_3^-]$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log [\text{HCO}_3^-] / 0.03 \times \text{pCO}_2$$

## EQUAZIONE DI HANDERSON-HASSELBACK

$$[H^+] = 24 \text{ pCO}_2 / [\text{HCO}_3^-]$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log [\text{HCO}_3^-] / 0.03 \times \text{pCO}_2$$

## TEMPI

- ◆ TAMPONE BICARBONATO:  
NEUTRALIZZARE GLI ACIDI CON IL BICARBONATO  
EFFETTO IMMEDIATO
- ◆ POLMONI: ELIMINARE LA CO<sub>2</sub> CON IL RESPIRO  
MINUTI
- ◆ BUFFERING INTRACELLULARE (H<sup>+</sup>- K<sup>+</sup>, CA<sup>++</sup>)  
ORE
- ◆ RENE: RIASSORBIMENTO E RIGENERAZIONE  
TUBULARE BICARBONATI CONSUMATI  
ORE, GIORNI

Emogasanalisi: misurazione su un campione di sangue, in genere arterioso (ARTERIA RADIALE), anaerobico (per evitare la perdita nell'aria della CO<sub>2</sub>), in una siringa eparinata, di una serie di parametri.





## EAB

- ◆ PH = 7.39-7.41
- ◆  $\text{HCO}_3^-$  = 26-27 mEq/L
- ◆  $\text{PCO}_2$  = 40 mmHG
- ◆  $\text{PO}_2$  = 100 mmHG

BE (eccesso basi)

Da -2 a +2 mmol/l

**ABE**  
(actual base excess)  
rappresentano la quantità di  
acido o base forte necessaria  
per riportare il pH a 7,4

**SBE**  
(standard base excess)  
Simile all' ABE ma il riferimento  
è il liquido  
extracellulare

ABE e SBE diminuiscono nell'acidosi metabolica e  
aumentano nell'alcalosi metabolica

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

◆ LA DIREZIONE DEL COMPENSO PROCEDE SEMPRE NELLO STESSO SENSO

◆ IL PH PUO' ANCHE ESSERE NORMALE PER I MECCANISMI COMPENSATORI

### ACIDOSI METABOLICA

◆ CAUSE:

- ACCUMULO DI ACIDI (DIABETE, IRC)
- PERDITA DI BICARBONATI (PERDITE GASTROINTESTINALI COME LA DIARREA PROFUSA, DRENAGGI, ALTERAZIONI TUBULARI)

### Acidosi metabolica

| Cause principali   | Sintomi   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anormale perdita di bicarbonato:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• diarrea severa o vomito prolungato</li> <li>• chetoacidosi diabetica, aumentato metabolismo, digiuno prolungato</li> </ul> </li> <li>• Acidosi lattica secondaria ad anossia</li> <li>• Ingestione eccessive di sostanze che aumentano gli acidi metabolici:               <ul style="list-style-type: none"> <li>• acido salicilico</li> <li>• glicole etilene</li> <li>• alcool metilico</li> </ul> </li> <li>• Inadeguata funzione renale</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deterioramento del livello di coscienza dal sopore fino al coma</li> <li>• iperventilazione (tentativo di compenso respiratorio)</li> <li>• Debolezza</li> <li>• aritmie (se presente iperkaliemia)</li> </ul> |

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

## EQUAZIONE DI HANDERSON-HASSELBACK

$$[H^+] = 24 \text{ pCO}_2 / [HCO_3^-]$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log [HCO_3^-] / 0.03 \times \text{pCO}_2$$

## ACIDOSI METABOLICA

### ◆ TERAPIA:

- AGIRE SULLE CAUSE
- BICARBONATI

## ACIDOSI METABOLICA

DEFICIT DI  $HCO_3^-$  =  
 $0.7 \times \text{PESO} \times (24 - \text{plasma } HCO_3^-)$

PER ES. 2 mEq/KG in 30 min  
 $2 \times 70 \text{ kg} = 140 \text{ mEq}$   
 La sol. Da 1.4 % = 167 mEq/L  
 $750 \text{ cc} = 125 \text{ mEq}$

- ◆ Ciò farà scendere il K
- ◆ Va bene perché sono iperkaliemici
- ◆ Però ricordare che:
- ◆ Diarrea =  
 acidosi metabolica con  $K^+$  ↓

### Escrezione urinaria di ammonio e acidità titolabile in soggetto sano, e con insufficienza renale cronica avanzata

| Patologia                               | $U_{NH_4^+} V$<br>(mEq/die) | $U_{TA} V$<br>(mEq/die) |
|---|-----------------------------|-------------------------|
| Soggetto sano                           | 30-50                       | 10-30                   |
| Insufficienza renale cronica (avanzata) | 0.5-15                      | 2-20                    |



**Gap anionico:** rappresenta la differenza tra i cationi e gli anioni normalmente presenti nel siero ed è normalmente dovuta alla presenza degli anioni proteinati

$$Na^+ - (Cl^- + HCO_3^-)$$

v.n. 8-12 mEq/l

- Acidosi ipercloremica senza GA aumentato (es: diarrea, IRC, perdita di bicarbonati in alcune tubulopatie)
- Acidosi non ipercloremica con GA aumentato (es: acidosi lattica, chetoacidosi, insuff. renale terminale con ritenzione di altri anioni come il solfato)

## ALCALOSI METABOLICA

### ◆ CAUSE:

- PERDITA DI IONI H<sup>+</sup>

DALLO STOMACO (VOMITO, DRENAGGI)

CON LE URINE (DIURETICI, IPERALDO)

## Alcalosi metabolica

### Cause principali

- Perdita di acido cloridrico dallo stomaco:
  - vomito
  - aspirazione gastrointestinale
- Riassorbimento di bicarbonato:
  - uso di diuretici
  - vomito eccessivo
  - Ritenzione di sodio
- Eccessiva ingestione di alcali:
  - bicarbonato di sodio
  - latte di magnesia
- Somministrazione endovenosa di sodio bicarbonato durante ALS

### Sintomi

- respiro lento, superficiale (compenso polmonare)
- vertigini, formicolio delle estremità, tetania, convulsioni, ipocalcemia muscolare
- irritabilità, disorientamento
- aritmie cardiache se presente ipokaliemia

| CONDIZIONE                      | MECCANISMO INIZIALE             | RISPOSTA ATTESA                 | LIVELLO DI RISPOSTA MASSIMA |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| ACIDOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↓  | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 30-40 mEq/L                 |
| ALCALOSI RESPIRATORIA<br>pH = ↑ | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | 16-18 mEq/L                 |
| ACIDOSI METABOLICA<br>pH = ↓    | ↓ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↓ PaCO <sub>2</sub>             | 10 mmHg                     |
| ALCALOSI METABOLICA<br>pH = ↑   | ↑ HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | ↑ PaCO <sub>2</sub>             | 65 mmHg                     |

## EQUAZIONE DI HANDERSON-HASSELBACK

$$[H^+] = 24 \text{ pCO}_2 / [HCO_3^-]$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log [HCO_3^-] / 0.03 \times \text{pCO}_2$$

## ALCALOSI METABOLICA

### ◆ TERAPIA:

- AGIRE SULLE CAUSE
- INTEGRARE IL POTASSIO

## GRAZIE

