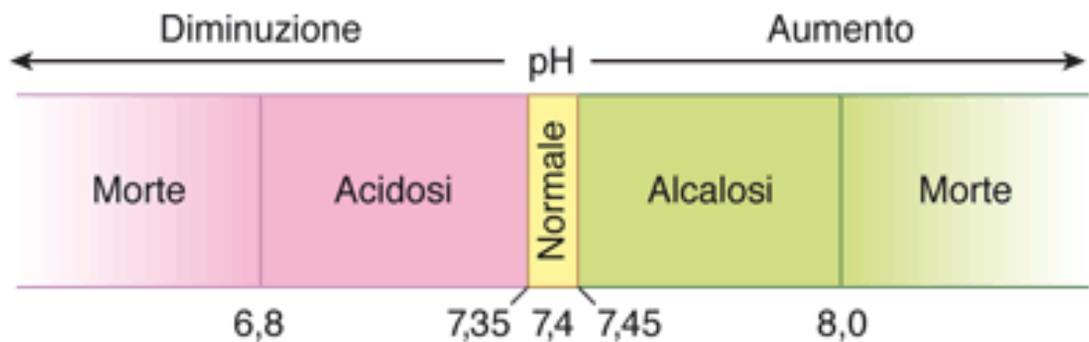


## 7.5 EQUILIBRIO ACIDO-BASE NEL SANGUE

- pH sanguigno e sistemi tampone

pH fisiologico: 7.35-7.45  
pH < 7.35 acidosi  
pH > 7.45 alcalosi



**Figura 39.11** Valori di pH in condizioni fisiologiche normali (pH = 7,4), durante stati di acidosi e alcalosi plasmatica e limiti critici al di sotto e al di sopra dei quali si ha coma e morte.



*E. Carbone, G. Aicardi, R. Maggi*

Fisiologia: dalle molecole ai sistemi integrati

**Edises**

## L'equazione di Henderson-Hasselbalch



La costante di equilibrio (**K**) (o costante di dissociazione per la coppia acido-base) per la reazione precedente è:

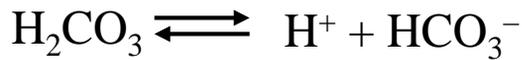
$$\mathbf{K = [H^+ ][A^-] / [HA]}$$

$$\mathbf{[H^+ ]= K [HA] / [A^-]}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{pH} &= \mathbf{-\log K + \log( [A^-] / [HA])} = \\ &= \mathbf{pK + \log ([A^-] / [HA])} \end{aligned}$$

# I tamponi fisiologici del pH

**1** - Il sistema acido carbonico-bicarbonato:



$$\text{pKa} = 6.1$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$

tempi di risposta :minuti

**2** - Il sistema dei fosfati:



$$\text{pKa} = 6.8$$

$$\text{pH} = 6.8 + \log \frac{[\text{HPO}_4^{--}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]}$$

tempi di risposta :giorni

**3** - Il sistema delle proteine (albumina e emoglobina deossigenata)



$$\text{pKa} = 7.4$$

- maggior efficacia tampone perché il pKa è il più vicino al pH fisiologico
- alto contenuto di proteine plasmatiche (albumina) e Hb
- tempi di risposta veloci

# Il sistema dei bicarbonati

In soluzione:  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$

Utilizzando l'eq. di Hasselbalch e sostituendo:

$$[\text{H}_2\text{CO}_3] \propto [\text{CO}_2] \quad \text{pK}_1 = 6.1$$

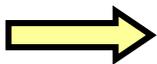
$$\text{pH} = \text{pK} + \log \left( \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right)$$



$$\text{pH} = \text{pK}_1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} \quad (2)$$

poiché  $[\text{HCO}_3^-] = 20 [\text{CO}_2]$  nella (2):

$$\frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]} \approx \frac{20}{1}$$



$$\text{pH} = 6.1 + \log 20 = 6.1 + 1.3 = 7.4$$

**Il pH del sangue dipende dal RAPPORTO tra le concentrazioni di  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_2$ .**

$\text{HCO}_3^-$  : regolato dal rene (lungo termine)

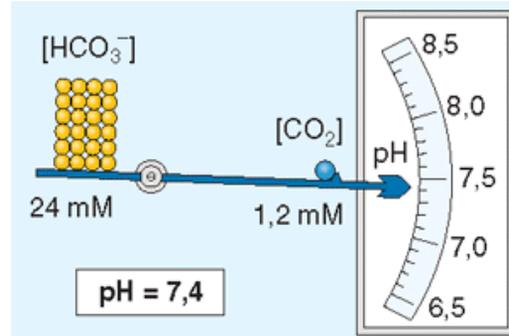
$\text{CO}_2$  : regolato dalla respirazione (compensazione rapida)

# Il tampone $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ controlla l'acidosi e l'alcalosi metabolica

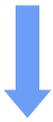
Il sistema tampone  $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$  è un ottimo sistema per equilibrare il pH solo se riesce a scambiare  $\text{CO}_2$  con l'ambiente esterno

condizioni normali

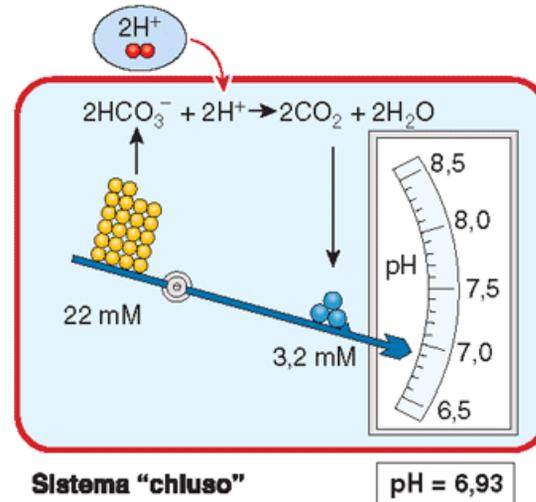
$$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_2} = \frac{20}{1}$$



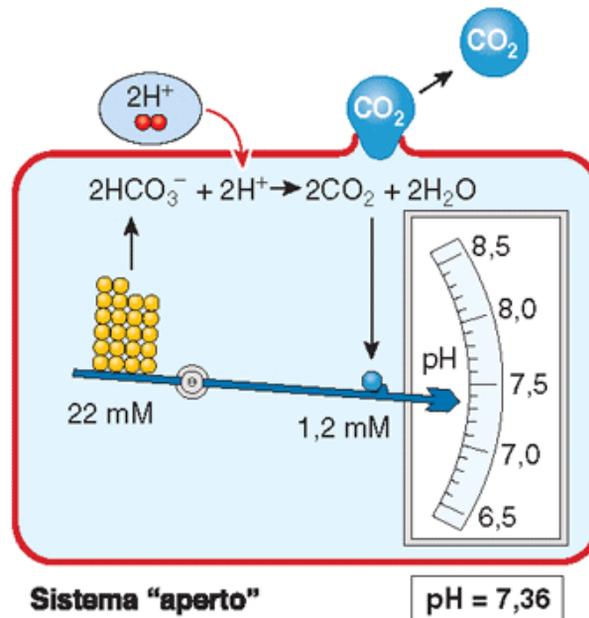
aumentata acidità



$2\text{H}^+$



La velocità di scambio della  $\text{CO}_2$  tra capillare e alveolo è sufficiente in un sistema aperto per compensare l'aumento di  $\text{H}^+$  (acidosi) o di  $\text{OH}^-$  (alcalosi)



# Acidosi e alcalosi metabolica

## cause dell'acidosi

Basso pH e  $[HCO_3^-]$  plasmatico

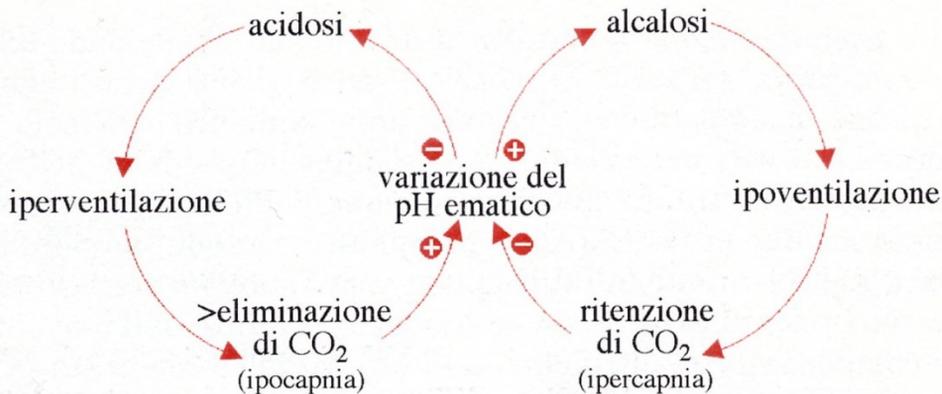
- fatica muscolare (acido lattico)
- diabete mellito (acidi dal metabolismo dei lipidi)
- insufficienza renale (accumulo di  $H^+$  nel plasma)
- diuretici inibitori dell'anidrasi carbonica (minor riassorbimento di  $HCO_3^-$ , ↓  $[HCO_3^-]$  plasmatica)

## cause dell'alcalosi

alto pH e  $[HCO_3^-]$  plasmatico

- vomito (perdita di HCl)
- aldosterone (secrezione renale di  $H^+$ )
- assunzione di sali alcalini ( $NaHCO_3$ )

sono compensate per via respiratoria (chemocettori centrali)



▪ i valori di pH si riequilibrano perché viene riaggiustato il **rapporto  $HCO_3^-/CO_2$**  ma non i loro valori assoluti (**bassi nell'acidosi e alti nell'alcalosi**)

▪ il **completo riequilibrio** del pH e dei valori assoluti avviene attraverso la **funzione renale**