

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

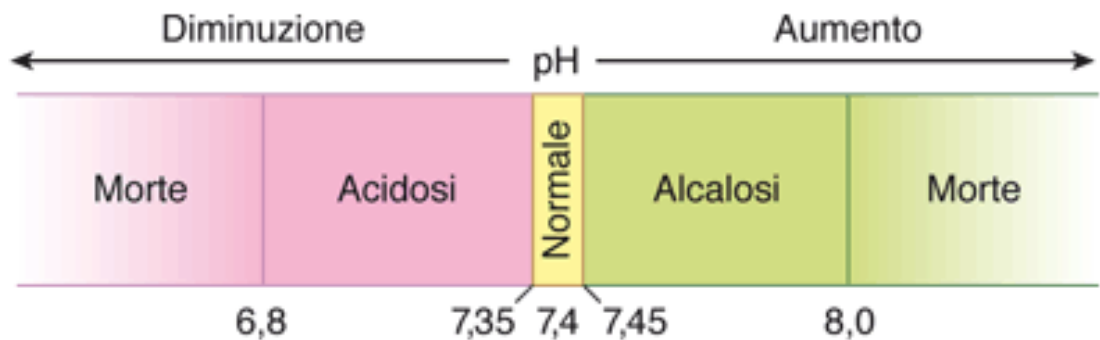


Figura 39.11 Valori di pH in condizioni fisiologiche normali (pH = 7,4), durante stati di acidosi e alcalosi plasmatica e limiti critici al di sotto e al di sopra dei quali si ha coma e morte.

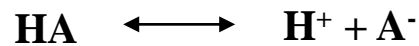


E. Carbone, G. Aicardi, R. Maggi

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:

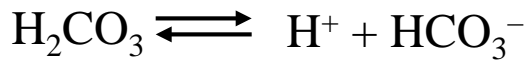
$$\mathbf{K = [H^+][A^-] / [HA]}$$

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

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

I tamponi fisiologici del pH

1 - Il sistema acido carbonico-bicarbonato:

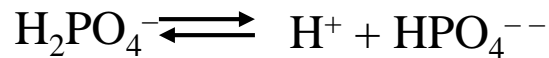


$$\text{pKa} = 6.1$$

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

tempi di risposta :minuti

2 - Il sistema dei fosfati:

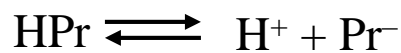


$$\text{pKa} = 6.8$$

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

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:

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

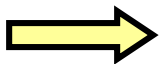
$$\text{pH} = \text{pK} + \log \left(\frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \right)$$



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

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 HCO_3^- e CO_2 .

HCO_3^- : regolato dal rene (lungo termine)

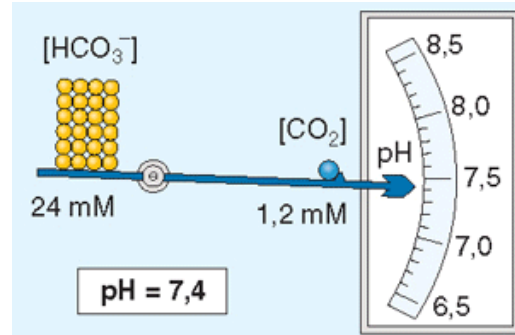
CO_2 : regolato dalla respirazione (compensazione rapida)

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 CO_2 con l'ambiente esterno

condizioni normali

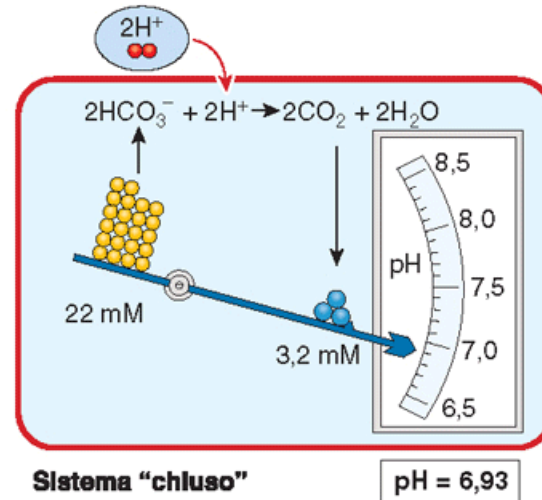
$$\frac{\text{HCO}_3^-}{\text{CO}_2} = \frac{20}{1}$$



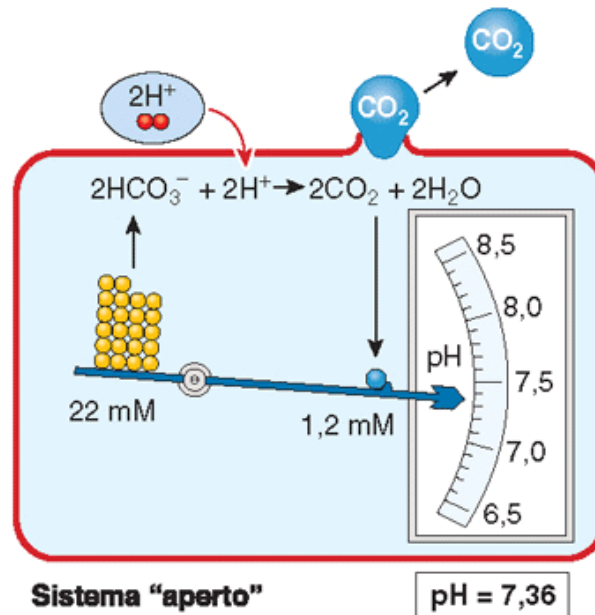
aumentata acidità



2H^+



La velocità di scambio della CO_2 tra capillare e alveolo è sufficiente in un sistema aperto per compensare l'aumento di H^+ (acidosi) o di OH^- (alcalosi)



Acidosi e alcalosi metabolica

cause dell'acidosi

Basso pH e $[\text{HCO}_3^-]$ plasmatico

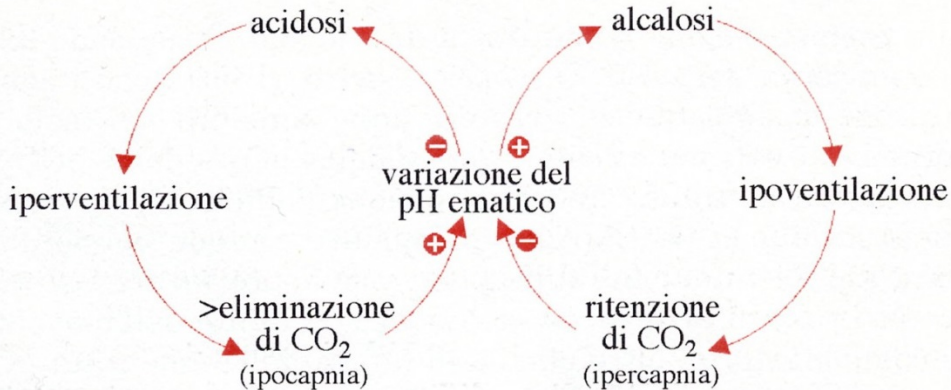
- fatica muscolare (acido lattico)
- diabete mellito (acidi dal metabolismo dei lipidi)
- insufficienza renale (accumulo di H^+ nel plasma)
- diuretici inibitori dell'anidrasi carbonica (minor riassorbimento di HCO_3^- , ↓ $[\text{HCO}_3^-]$ plasmatica)

cause dell'alcalosi

alto pH e $[\text{HCO}_3^-]$ 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 $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$** 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**