

# Approfondimenti sul pH tissutale extracellulare

## Sistemi tampone fosfato e bicarbonato

---

### Introduzione

L'organismo umano attua giornalmente una serie di meccanismi di regolazione per controllare e mantenere l'omeostasi di numerosi parametri quali la temperatura, l'ossigenazione, il pH, la glicemia, etc.

**Un parametro molto importante che necessita di un più rigoroso controllo è il pH** (vedi "**Algoritmo del pH tissutale extracellulare - TomEEEx**"). L'organismo, sia in condizioni di salute che di malattia, ha come obiettivo primario quello del mantenimento di un pH compatibile con la vita, anche a scapito di altri parametri, organi o apparati. Questa priorità è di fondamentale importanza per comprendere la genesi di diverse patologie, tra le quali di particolare valore

per la loro diffusione come **l'artrosi e l'osteoporosi**. Se il pH sanguigno è pressoché costante, lo è di meno quello tissutale che subisce delle variazioni maggiori a seconda del ritmo biologico giornaliero, stato di salute o di malattia. Quando si parla di pH tissutale si fa sempre riferimento ai liquidi extracellulari.

### Il mantenimento dell'equilibrio acido-base nei fluidi extracellulari

I processi metabolici che avvengono all'interno dell'organismo rappresentano un sistema dinamico tra apporto-eliminazione di "acidi" e "basi" che determinano continue modificazioni nella concentrazione dello ione idrogeno ( $[H^+]$ ) con conseguente modificazioni del pH. L'ambiente extracellulare (fluidi corporei) svolge l'importante compito di mantenere il pH rigorosamente entro i limiti fisiologici (a livello sanguigno tra un minimo di 7,38 ad un massimo di 7,42) che corrisponde ad una ( $[H^+]$ ) di circa 40 nEq/L. Una regolazione così stretta della  $[H^+]$  ed una concentrazione nanomolare risultano cruciali nell'attività cellulare: minime variazioni di  $[H^+]$  intra ed extracellulari hanno la capacità di modificare la carica caratteristica delle proteine con conseguenti modificazioni della struttura e della funzione.

Lo stretto controllo nel mantenimento della  $[H^+]$  costante nei fluidi extracellulari è il risultato di una sinergia di meccanismi di regolazione in cui vengono coinvolti sistemi di controllo propri nel sistema ematico ed sistemi di regolazione a livello renale, intestinale e polmonare; tali sistemi cooperano nei meccanismi di omeostasi dell'organismo.

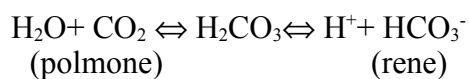
A livello dei fluidi extracellulari (fluidi ematici ed extracellulari) i principali sistemi di regolazione del pH coinvolti sono le proteine plasmatiche, l'emoglobina con i numerosi residui di istidina (solo a livello sanguigno) e due importanti sistemi cosiddetti definiti sistemi tampone extracellulare:

- Il sistema tampone fosfato  $HPO_4^{2-}/H_2PO_4^-$ ;
- Il sistema tampone bicarbonato  $HCO_3^-/H_2CO_3$ .

Nel sistema tampone fosfato, quando viene a contatto con lo ione  $H^+$  nell'ambiente extracellulare, lo ione monofosfato lo lega trasformandosi in ione bifosfato minimizzando quindi la variazione di pH: rappresenta il primo meccanismo di "difesa" a livello dei fluidi corporei.

Ma il maggior sistema tampone che regola l'omeostasi a livello extracellulare è il sistema tampone bicarbonato  $HCO_3^-/H_2CO_3$  che permette il mantenimento dei valori fisiologici del pH grazie alla regolazione della pressione della  $CO_2$  mediante la ventilazione ed

l'escrezione di ioni H<sup>+</sup> con il riassorbimento ione bicarbonato a livello renale.



Viene quindi definito che il principale meccanismo che regola l'equilibrio acido-base è costituito dal sistema tampone bicarbonato/acido carbonico a livello del fluidi extracellulari dipendente dall'azione bilanciata del rene e del polmone per cui pH = Rene/Polmone. Il controllo dell'equilibrio acido-base è subordinato quindi all'integrità ed alla capacità funzionale di questi due organi.

Per il mantenimento della concentrazione dello ione H<sup>+</sup> di 40 nEq/L a livello sanguigno, la concentrazione dello ione bicarbonato deve aggirarsi attorno al valore di 24 mEq/L, circa 600,000 volte maggiore rispetto alla concentrazione degli ioni H<sup>+</sup>, per contrastare l'apporto di ioni idrogeno che viene assunta giornalmente con la dieta.

La produzione di protoni assieme alla CO<sub>2</sub> è il risultato infatti del catabolismo a livello cellulare dei nutrienti introdotti con la dieta. Vengono così aggiunti, attraverso l'assunzione di cibo, nei fluidi sanguigni sia acidi cosiddetti volatili (come l'acido carbonico) che acidi non volatili (come l'acido solforico e l'acido fosforico): la quantità e la qualità di questi acidi dipendono dalla dieta. Il metabolismo dei carboidrati e dei grassi produce 15,000 mmol di CO<sub>2</sub> al giorno che vengono escreti con le feci. Il metabolismo proteico (soprattutto di amminoacidi ricchi di ponti disolfuro) ed una dieta a base di fosfati portano alla formazione, nei liquidi extracellulari, di acidi non volatili (acido solforico e acido fosforico) che vengono principalmente tamponati dal sistema tampone HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>/H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Per tamponare l'azione di un acido forte come l'acido fosforico sono necessarie due molecole di ione bicarbonato. L'organismo ha quindi necessità di avere a disposizione sempre la quantità sufficiente di ione bicarbonato a livello sanguigno che deve quindi essere presente ad una concentrazione vicino a 24 mEq/L. In condizioni fisiologiche, assieme alla secrezione di ioni H<sup>+</sup> avviene a livello del dotto collettore il riassorbimento dello ione bicarbonato. Una fonte di ione bicarbonato è l'assunzione di alcuni amminoacidi (quali l'aspartato e il glutammato) che, attraverso la conversione in citrato e lattato, sono fonti di ione bicarbonato.

**Quando la concentrazione dello ione bicarbonato a livello sanguigno risulta essere inferiore al fabbisogno allora entrano in gioco meccanismi di compensazione e lo ione bicarbonato viene introdotto nel circolo attingendo principalmente dal tessuto osseo, la maggiore riserva di ione bicarbonato.**

## **Il valore nutrizionale del supplemento alimentare alcalino Melcalin® BASE**

L'alimentazione moderna è ricca di grassi saturi, di carboidrati, di proteine animali ma risulta povera di fibre e di minerali essenziali quali il magnesio ed il potassio.

L'alimentazione, anche se ben bilanciata, porta ad una produzione di acidi non carbonici di 10-150 mEq/die che corrispondono ad una concentrazione di ioni idrogeno è di 50-100 mEq di ione H<sup>+</sup> al giorno nei fluidi extracorporei. I meccanismi tampone acido-base sono quindi essenziali nella neutralizzazione di questi acidi all'interno dei fluidi extracellulari.

Il supplemento alcalino **Melcalin® BASE** fornisce un giusto apporto sia di **ione fosfato** che di **ione bicarbonato**, i maggiori costituenti dei sistemi tamponi, associando l'introduzione di minerali importanti quali il magnesio ed il potassio.

La scelta di un alto tenore di sodio, sotto forma di **bicarbonato di sodio** è dovuta alla documentazione scientifica che dimostra come l'assunzione di bicarbonato di sodio sia associata ad un aumento di ritenzione delle ione calcio. C'è infatti da chiarire che quando

vengono intaccate le riserve di ioni bicarbonato a livello del tessuto osseo, fisiologicamente con un aumentato introito nella dieta di proteine, viene solubilizzato ed entra in circolo anche lo ione, eliminato attraverso le urine. **E' stato dimostrato come l'assunzione di bicarbonato di sodio sia in grado di prevenire la perdita di calcio, essenziale per un buon mantenimento dell'omeostasi dell'osso.**

Si può quindi definire che il **Melcalin® BASE** è un supplemento alimentare che, associato ad una alimentazione corretta e variata, coadiuva il mantenimento dell'equilibrio acido-base dell'organismo favorendo il giusto apporto di "basi" essenziale per il mantenimento del pH fisiologico.

## Riferimenti bibliografici

1. Sebastian A, Frassetto LA, Sellmeyer DE, Merriam RL, Morris RC. Estimation of the net acid load of the diet of ancestral preagricultural Homo sapiens and their hominid ancestors. 2002. Am J Clin Nutr 76: 1308-16;
2. Kurtz I, Maher T, Hulter HN, Schambelen M, Sebastian A. Effect of diet on plasma acid-base composition in normal humans. 1983. Kidney Int. 24(5):670-80;
3. Frassetto LA, Morris RC, Sebastian A. Effect of age on blood acid-base composition in adults humans: role of age-related functional decline. 1996 Am J Physiol. 271:F1114-22;
4. Lutz J. Calcium balance and acid-base status of women as affected by increased protein intake and by sodium bicarbonate ingestion. 1984 Am J Clin Nutr. 39: 281-288;
5. Heaney RP, Gallagher JC, Johnston CC, Neer R, Parfitt AM, Whedon GD. Calcium nutrition and bone health in the elderly. 1981 Am J Clin Nutr. 36:986-1013.