



## Il Manuale di Clinica Pratica

**Titolo** Equilibrio acido-base  
**Data** 23 febbraio 2006 alle 19:09:00  
**Autore** G. Ressa

### L'EQUILIBRIO ACIDO-BASE

Rossi:

Quando mi hai proposto di inserire un capitolo sull'equilibrio acido-base mi è quasi venuto un colpo. Sono convinto che sia l'argomento più odiato nel corso universitario.

Ressa:

Beh, in effetti, è così.

Questo poteva dipendere anche da fatto che, quando veniva studiato, gli esami di chimica, che ne sono alla base, erano stati affrontati nei primi anni di università ed erano stati gioiosamente rimossi a favore di altri più gratificanti che si occupavano dell'aspetto clinico della professione.

Vorrei solo richiamare le nozioni minime, per non rimanere con questo "buco nero" nella preparazione di base.

Rossi:

Speriamo bene.

Ressa:

Cominciamo col ricordare che il pH dell'organismo umano viene fisiologicamente mantenuto attorno a 7.4 con oscillazioni tra 7.35 e 7.45; nelle situazioni patologiche i valori variano tra 7.35 e 6.8 (acidosi estrema) e tra 7.45 e 7.8 (alcalosi estrema); oltre questi limiti c'è la morte.

Rossi:

Vorrei definire cosa si intende per pH, acido e base. Come hai detto i concetti di chimica sono stati rimossi quindi non diamo nulla per scontato.

Per pH si intende la concentrazione degli ioni idrogeno [H<sup>+</sup>]: quando il pH si riduce vuol dire che aumenta tale concentrazione e viceversa.. Una sostanza si definisce acida quando è in grado di liberare H<sup>+</sup> e basica quando è in grado di legare H<sup>+</sup>.

Ressa:

Ottimo.

Siccome mantenere costante il pH è essenziale per l'organismo, esistono dei sistemi tampone che lo stabilizzano, essi sono molteplici ma il più importante è quello tra l'acido carbonico e il bicarbonato perché, di gran lunga, il più concentrato e, inoltre, ubiquitario (liquido interstiziale, plasma, globuli rossi).

Rossi:

Sì, ma a cosa servono questi sistemi tampone?

Ressa:

Come ho già detto servono a mantenere il pH stabile, requisito essenziale per un buon funzionamento delle cellule. A questo punto dobbiamo, per forza, ricordare una reazione chimica fondamentale per capire il tutto:

$\text{CO}_2$  (anidride carbonica) +  $\text{H}_2\text{O}$  e' in equilibrio con  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (acido carbonico) e' in equilibrio con  $\text{H}^+$  +  $\text{HCO}_3^-$  (bicarbonato).

Nell'equilibrio (pH 7.4) ci sono 20 parti di bicarbonato (24 mEq) e 1 parte di acido carbonico (1.2 mEq)

Questo sistema tampone ha il grosso vantaggio, rispetto agli altri, di avere due vie di regolazione: RESPIRATORIA E METABOLICA, sostenute, rispettivamente, dal POLMONE e dal RENE; è l'unico, inoltre, ad avere una via di fuga esterna (la respiratoria).

Il polmone controlla l'acido carbonico e ha la capacità di operare in pochi minuti una correzione RAPIDA delle variazioni del pH (tramite gli atti respiratori); il rene ha un'azione più LENTA e progressiva (di giorni) e governa il bicarbonato e gli ioni idrogeno.

Le malattie che intaccano i polmoni e i reni non solo provocano una caduta di efficienza del sistema tampone principale, non attuando il giusto compenso a situazioni patologiche esterne che modificano il pH, ma fanno sì che il malfunzionamento di questi organi causi esso stesso le condizioni di acidosi o alcalosi.

Rossi:

Spiegaci la sequenza di eventi che si susseguono quando una patologia tende a modificare il pH fisiologico.

Ressa:

Esistono 3 tipi di processi tramite i quali si può raggiungere un particolare stato acido base:

Un solo evento (respiratorio o metabolico): ad esempio una iperventilazione che tende a causare una alcalosi (respiratoria), il vomito di succo gastrico che provoca una alcalosi (metabolica)

Un solo evento è seguito da una compensazione fisiologica normale: ad esempio una iperventilazione può essere corretta con l'escrezione di urina alcalina, l'alcalosi metabolica può essere compensata da una acidosi respiratoria



(rallentamento del respiro)

Più eventi contemporanei possono causare quadri misti.

Quando una sola patologia è di grado severo il compenso dei sistemi tampone non è completo perché supera le loro capacità di correzione, questo può anche accadere quando i polmoni o il rene non svolgono le proprie funzioni in modo perfetto, a causa di patologie proprie.

Rossi:

Come si valuta l'equilibrio acido-base?

Ressa:

Si valuta con l'emogasanalisi (EGA), che si esegue su sangue arterioso prelevato dall'arteria radiale al polso. L'esame dosa i 3 indici fondamentali per definire l'equilibrio acido base.

I valori normali sono:

-ph : 7.36-7.44

-HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> : 21-29 mEq/litro

-pCO<sub>2</sub>: 35-45 mmHg

Quelli riscontrati nel paziente vanno riportati su un'apposita tabella che ci dà un'idea della situazione del caso in esame.

Si parla di acidosi quando il pH è inferiore a 7.36 e di alcalosi quando il pH è superiore a 7.44.

Le combinazioni patologiche possibili di alterato equilibrio acido base con variazioni del pH sono OTTO, con quadri singoli e quadri misti:

QUADRI SINGOLI: acidosi respiratoria, acidosi metabolica, alcalosi respiratoria, alcalosi metabolica

QUADRI MISTI: acidosi metabolica e acidosi respiratoria, alcalosi metabolica e alcalosi respiratoria, acidosi metabolica e alcalosi respiratoria, alcalosi metabolica e acidosi respiratoria.

Una volta incasellata la situazione nell'apposito diagramma (disponibile su tutti i testi di clinica), rimane il problema di capire la causa dell'alterato equilibrio.

Rossi:

Quella che segue è tecnicamente la definizione di acidosi e alcalosi respiratorie e metaboliche. Ovviamente sono andato a controllare in vari testi perché non la ricordavo:

-acidosi respiratoria: pCO<sub>2</sub> > 45 mmHg

-acidosi metabolica: bicarbonati < 21 mEq/litro

-alcalosi respiratoria: pCO<sub>2</sub> < 35 mmHg

-alcalosi metabolica: bicarbonati > 29 mEq/litro

Sulla base dei valori di pCO<sub>2</sub> e dei bicarbonati è possibile quindi costruire la tabella a cui accennavi.

## TABELLA PER LA DIAGNOSI DEI DISTURBI DELL'EQUILIBRIO ACIDO-BASE

pCO<sub>2</sub> normale:

- bicarbonati normali: normalità

- bicarbonati aumentati: alcalosi metabolica

- bicarbonati ridotti: acidosi metabolica

pCO<sub>2</sub> aumentata:

- bicarbonati normali: acidosi respiratoria

- bicarbonati aumentati: acidosi respiratoria + alcalosi metabolica

- bicarbonati ridotti: acidosi respiratoria + acidosi metabolica

pCO<sub>2</sub> ridotta:

- bicarbonati normali: alcalosi respiratoria

- bicarbonati aumentati: alcalosi respiratoria + alcalosi metabolica

- bicarbonati ridotti: alcalosi respiratoria + acidosi metabolica

Ressa:

E' esattamente la tabella che ci permette di inquadrare il paziente nella casella giusta.

Rossi:

Quali sono le cause delle alterazioni dell'equilibrio acido-base?

Ressa:

Bella domanda. Sono talmente tante che ho paura di spaventare te e i lettori. Comunque basta consultare un qualsiasi testo di patologia o di clinica medica per averne l'elenco.

Rossi:

Non vorrai dirmi che noi siamo da meno, perbacco. Buttala senza paura!

Ressa:

Bene, te la sei voluta! Poi non prendertela con me se ti verrà una specie di sincope!



Nella tabella che segue riporto le cause principali.

#### ACIDOSI METABOLICA:

Diabete mellito scompensato  
Ipercatabolismo lipidico (digiuno, traumi )  
Insufficienza renale cronica  
Oligo anurie da qualsiasi causa  
Diarrea  
Ileostomia  
Intossicazione da alcool  
Fistole biliari e pancreatiche  
Terapia con acetazolamide (Diamox)  
Acidosi lattica  
Ipotermia  
Sintomatologia generale: iperpnea, ottundimento mentale, vomito, aumento della diuresi (eccetto IRA e IRC), disidratazione

#### ACIDOSI RESPIRATORIA

Insufficienza respiratoria acuta e cronica  
Sovradosaggio di morfina o barbiturici  
Ipotermia  
Sintomatologia generale: sonnolenza, coma, contrazioni muscolari, cianosi

#### ALCALOSI METABOLICA

Vomito persistente da qualsiasi causa  
Sindrome latte alcali (eccessiva ingestione di antiacidi e latte)  
Sintomatologia generale: respiro lento, tetania, nefrocalcinosi

#### SITUAZIONI MISTE :

Paziente in shock nel quale si sviluppa una IRA e che viene ventilato artificialmente: acidosi metabolica e alcalosi respiratoria

Rossi:

Puoi illustrarci qualche caso clinico in modo da rendere l'argomento un po' meno ostico?

Ressa.

Certamente.

Paziente con disturbi respiratori di tipo ostruttivo e respirazione difficoltosa.

L' EGA mostra: pH normale, pO<sub>2</sub> bassa, pCO<sub>2</sub> elevata, bicarbonati elevati.

Il malato a causa della sua malattia non ventila in maniera sufficiente, la pCO<sub>2</sub> aumenta e quindi il pH tende a virare verso l'acidosi. Il compenso renale fa sì che venga accelerato il riassorbimento di bicarbonati mentre aumenta l'escrezione di ioni H<sup>+</sup>, si crea urina acida.

Abbiamo quindi una acidosi respiratoria (testimoniata dalla pCO<sub>2</sub> elevata) associata ad una alcalosi metabolica compensatoria (testimoniata dai bicarbonati elevati), il pH ancora normale ci dice che la condizione è, per il momento, compensata.

E' chiaro che questo compenso ha un limite e se non viene corretta, almeno parzialmente, la condizione patologica di base, si scivolerà in una acidosi respiratoria non compensata.

Giovane paziente iperpnoica, disidratata, glicemia elevata, urine con glucosio e corpi chetonici.

L'EGA mostra: pCO<sub>2</sub> bassa, pH normale, bicarbonato basso.

In questo caso il primum movens è una acidosi metabolica da accumulo di corpi chetonici (testimoniata dai bicarbonati bassi).

Si ha un compenso respiratorio con iperventilazione per eliminare una maggiore quantità di CO<sub>2</sub>; vi è quindi anche una alcalosi respiratoria compensatoria (testimoniata dalla pCO<sub>2</sub> ridotta).

Il pH normale ci fa dire che, per il momento, la situazione è compensata.

Ovviamente se non viene curata la malattia di base (con insulina) questo compenso ha i suoi limiti e persino con un'iperventilazione massiccia che può portare la pCO<sub>2</sub> a valori bassissimi il pH scenderebbe comunque e si avrebbe una acidosi metabolica non compensata.

Rossi:

Vediamo un caso di disturbo misto più complesso.

Ressa:

Bambina affetta da malattia reumatica, trattata con salicilato di sodio: frequenza respiratoria aumentata (da salicilato) e vomito (per l'azione gastrolesiva della terapia).

L'EGA mostra: pH elevato, bicarbonato aumentato, pCO<sub>2</sub> bassa.

La pCO<sub>2</sub> bassa ci fa dire che c'è una alcalosi respiratoria mentre i bicarbonati aumentati indicano una contemporanea alcalosi metabolica dovuta al vomito. Il pH elevato indica che la situazione non è compensata.

Successivamente viene effettuata un'altra EGA che dimostra un pH normale, pCO<sub>2</sub> bassa e bicarbonato basso. Cosa è successo?



La  $p\text{CO}_2$  bassa indica che vi è ancora una alcalosi respiratoria, questa volta associata ad una acidosi metabolica testimoniata dai bicarbonati bassi; infatti il vomito e la non sufficiente alimentazione con carboidrati aveva provocato una attivazione del metabolismo lipidico con chetosi, da cui l'apparente normalizzazione del pH.

Rossi:

Un pò complicato. Devo ammettere comunque che grazie alle tue spiegazioni e al ripasso che abbiamo fatto insieme le cose ora mi appaiono più comprensibili.