

DISORDINI DELL'EQUILIBRIO ACIDO-BASE : loro interpretazione

Introduzione

L'interpretazione dei disordini dell'equilibrio acido base (EAB) è stata spesso considerata dagli studenti del corso di laurea in medicina e dai medici laureati un argomento di difficile comprensione al pari della equazione di Henderson- Hasselbach. In questo breve lavoro cercheremo di stabilire poche e spero chiare regole che saranno le chiavi per aprire le porte all'interpretazione dei disordini dell'EAB. Ogni passaggio verrà riassunto e reso "pratico" da un caso clinico realmente preso dall'attività clinica di tutti i giorni .Verrà inoltre data enfasi ai disturbi misti dell'EAB che spesso non vengono riconosciuti , ma che nella pratica clinica sono molto frequenti.

La [H+], il PH e quello che l'equazione di Kassirer- Bleich ci può dire nella pratica.

<i>Caso clinico</i>
Una donna di 35 aa , diabetica, entra in Pronto Soccorso per febbre e dispnea.Dopo l'esame clinico vengono fatti degli accertamenti tra cui un'emogasanalisi (EGA) : PaCO ² 34 mmHg, HCO ³⁻ 16 mEq/l, glicemia 479 mg/dl. Calcolare la [H+] e il PH.
Equazione di Kassirer-Bleich: $[H+] \text{ in mEq} = 24x \frac{PaCO^2}{[HCO^3]}$ Nel caso clinico descritto lo svolgimento dell'equazione ci dice che la [H+] è di 51 nmol/l e con l'utilizzo di una tabella di conversione (tab. 1) il PH è di 7.30.
Questa stessa paziente viene successivamente inviata in reparto per chetoacidosi diabetica.. Dopo qualche ora dal ricovero le condizioni generali peggiorano con un aggravamento della dispnea.Viene eseguita una nuova EGA e una radiografia del torace. EGA: PaCO ² 49, HCO ³⁻ 18, glicemia 350. Utilizzando l'equazione di Kassirer-Bleich e la tabella di conversione risulta che la [H+] e il PH sono rispettivamente : 65 nmol/L e 7.20. La lastra del torace evidenzia polmonite destra.

Cosa ci dice l'equazione di Kassirer-Bleich supportata dal caso clinico?

Oltre a sottolineare il ruolo del polmone nell'eliminare gli acidi volatili (CO²) e quello del rene nell'eliminare gli acidi fissi(H⁺) e nel rigenerare e riassorbire i bicarbonati, ci suggerisce tre regole importanti :

- 1) Il mantenimento di una [H+] stabile comporta che quando uno degli elementi della equazione aumenta o si riduce, l'altro deve andare nello stesso senso.Vale a dire che se ad es. aumenta la PaCO² devono aumentare anche i bicarbonati e se questo non succede siamo di fronte ad un disturbo misto.
- 2) In presenza di un disordine semplice il venire meno del meccanismo di compenso determina uno scostamento sensibile del valore di PH.
- 3) Se la [H+] calcolata con l'equazione di Kassirer-Bleich e il PH ottenuto con la tabella di conversione è diverso da quello consegnato dal laboratorio vi è stato un errore nella fase preanalitica o analitica.

Approccio diagnostico ai disordini semplici dell'equilibrio acido-base.

A) Alcuni valori di riferimento e definizioni

.Valori di riferimento:

PH normale 7.35-7.45. Se inferiore si parla di acidemia, se superiore di alcalemia

PaCO₂: valori normali 35-45 mmHg. Valore di riferimento 40 mmHg

HCO₃⁻: valori normali 22 -26 mEq/L. Valore di riferimento 24 mmHg.

Cloro sierico: valori normali 100 mEq/l (+/- 5).

Sodio sierico: valori normali 135 – 145 mmol/l

Potassio sierico: valori normali 3,3 – 4,9 mmol/l

Delta PaCO₂ = PaCO₂ attuale – PaCO₂ di riferimento (come aumento o riduzione rispetto al valore di riferimento che è di 40 mmHg).

Delta bicarbonati = bicarbonati attuali – bicarbonati di riferimento (come aumento o riduzione rispetto al valore di riferimento che è di 24 mEq/l).

Anion gap = [(Na mEq) – (HCO₃⁻ + Cl)] = 12+/- 4]

Delta anion gap = anion gap attuale – anion gap di riferimento.

Per acidosi si intende un processo fisiopatologico primario che causa acidemia.

Per alcalosi si intende un processo fisiopatologico che causa alcalemia.

B) Come procedere

Nella valutazione di un disordine dell'EAB è fondamentale partire sempre dalla clinica del paziente e successivamente considerare nell'ordine il PH, la PaCO₂, la [HCO₃⁻], l' anion gap, il delta anion gap, il delta anion gap - delta bicarbonati e infine il compenso atteso.

Dell' anion gap, del delta anion gap e del delta anion gap - delta bicarbonati tratteremo, per motivi di metodo, più avanti.

Prima regola del compenso atteso: in corso di acidosi o alcalosi l' organismo tende a riportare entro i limiti fisiologici il proprio PH attivando i meccanismi di compenso.

Il compenso non è mai completo (nel senso che il PH non si normalizza completamente).

Il compenso che noi ci aspettiamo (*compenso atteso*) può essere calcolato ed un suo discostamento è utile nel mettere in evidenza un disordine misto. Unica eccezione l'alcalosi respiratoria cronica dove il PH rientra nella norma e dove si può realmente parlare di compenso raggiunto.

Seconda regola del compenso atteso: qualora, ad eccezione dell'alcalosi respiratoria cronica, vi sia una alterazione dei valori di PaCO² e/o di HCO³⁻ con PH normale, vuol dire che ci troviamo di fronte ad un disordine misto.

B) I disturbi semplici dell' equilibrio acido-base.

I disturbi semplici dell'equilibrio acido base sono: acidosi respiratoria acuta e cronica, alcalosi respiratoria acuta e cronica, acidosi metabolica e alcalosi metabolica.

1) Acidosi respiratoria

Definizione

Per acidosi respiratoria si intende un disordine primitivo dell'equilibrio acido-base caratterizzato da un aumento della PaCO² che a sua volta determina una discesa del PH.

Il meccanismo di compenso è dato dapprima dal sistema tampone costituito dall'emoglobina (acidosi respiratoria acuta) e successivamente dal maggior riassorbimento dei bicarbonati (acidosi respiratoria cronica).

Cause più comuni di acidosi respiratoria

Depressione del centro del respiro (ictus, intossicazione da eroina), alterazioni della dinamica della gabbia toracica (cifoscoliosi severa, distrofia muscolare, malattie del motoneurone), malattie del polmone e dei bronchi (broncopneumopatia cronica ostruttiva, asma, edema polmonare acuto).

Regola del compenso

Acidosi respiratoria acuta: per ogni 10 mmHg di aumento di PaCO², un aumento di 1 mEq di HCO³⁻

Acidosi respiratoria cronica: per ogni 10 mmHg di aumento di PaCO², un aumento di 3-4 mEq di HCO³⁻.

<i>Caso clinico</i>
Ragazzo di 24 anni, tossicodipendente, viene soccorso ai giardini pubblici in stato di incoscienza da dei passanti e portato in Pronto Soccorso. PAOS 90 mmHg; Fc 64; Fr 10. Viene eseguita emogasanalisi: PH 7.10; PO ₂ 33; PaCO ² mmHg 95; HCO ³⁻ 29; Na 140 mEq/l; Cl 98; K 3.5.
PH: acidemia. PaCO ² elevata (acidosi respiratoria). Bicarbonati aumentati (meccanismo di compenso legato all'attività tampone dell'Hb).
Compenso atteso in fase acuta (calcolo): Delta PaCO ² (95-40) =55. Aumento atteso dei bicarbonati: 5,5 x1 = 5,5. Bicarbonati di riferimento (24) + aumento atteso (5,5) =29.5.
Essendo la concentrazione di bicarbonati attuali quasi uguale a quella data dalla somma dei bicarbonati di riferimento più quelli dell'aumento atteso, si può parlare di : acidosi respiratoria acuta.

Caso clinico

Signore di 62 anni arriva in Pronto Soccorso per dispnea. Forte fumatore, da circa 10 anni tosse mattutina con espettorato. Nessuna terapia. All'ascoltazione del torace rumori umidi a medie bolle diffusi con rumori da broncospasmo. La radiografia del torace evidenzia un rinforzo della trama vascolare. L'emogasanalisi : PH 7.34; PaCO² 67 mmHg; HCO³⁻ 35 mEq/l; PaO₂ 44 mmHg. L'anamnesi e l'esame clinico depongono per broncopneumopatia cronica ostruttiva.

PH: acidemia.

PaCO² elevata (acidosi respiratoria).

Bicarbonati aumentati (meccanismo di compenso legato al riassorbimento dei bicarbonati).

Compenso atteso in fase cronica (calcolo): Delta PaCO² (67-40) = 27.

Aumento atteso dei bicarbonati: 2.7 x 3.5 = 9.45. Bicarbonati di riferimento (24) + aumento atteso dei bicarbonati (9.45) = 33.45.

Essendo la concentrazione di bicarbonati attuali quasi uguale a quella della somma dei bicarbonati di riferimento più la somma di quelli attesi si può parlare di:

acidosi respiratoria cronica.

2) Alcalosi respiratoria.

Definizione: L'alcalosi respiratoria è un disturbo primitivo dell'equilibrio acido-base caratterizzato da riduzione della PaCO² e conseguente aumento del PH. Il meccanismo di compenso è caratterizzato all'inizio da un consumo di bicarbonati secondario al rilascio di idrogenioni dall'emoglobina (alcalosi respiratoria acuta) e successivamente da un ridotto assorbimento di bicarbonati (alcalosi respiratoria cronica).

Cause più comuni di alcalosi respiratori cronica: Ipossiemia, embolia polmonare, sepsi da gram-, insufficienza epatica, ansietà.

Regola del compenso

Alcalosi respiratoria acuta: per ogni 10 mmHg di riduzione della PaCO² vi è un consumo di 2 mEq/L di bicarbonati.

Alcalosi respiratoria cronica: per ogni 10 mmHg di riduzione della PaCO² vi è una riduzione di 5mEq/L di .

Caso clinico

Donna 45 aa , affetta da sclerosi a placche e conseguente vescica neurologica.
In anamnesi frequenti episodi di infezione delle vie urinarie da gram-.
Arriva in Pronto Soccorso per iperpiressia, disuria, vomito, disidratazione con ipotensione (PAOD 80 mmHg) .
Emogasanalisi : PH 7.55, PaCO² 23mmHg, HCO³⁻ 20 mEq/L, Na 140mEq/l, Cl 98mEq/l, K 3.0 mEq/l. Viene effettuato il prelievo di un campione di urine per urinocoltura.

PH : alcalemia.
PaCO² ridotta (alcalosi respiratoria).
Bicarbonati ridotti (meccanismo di compenso legato al consumo di bicarbonati).
Compenso atteso (calcolo). Delta PaCO² (40 – 23) = 17. Riduzione attesa del bicarbonati (1,7 x 2 = 3.4). Delta bicarbonato (24 - 20) = 4.

Poiché la riduzione attesa dei bicarbonati è circa uguale alla differenza dei bicarbonati di riferimento meno i bicarbonati attuali si può parlare di: **alcalosi respiratoria acuta**.
L'urinocoltura risulta essere positiva per Escherichia Coli.
Pertanto la diagnosi è: alcalosi respiratoria acuta in corso di sepsi da batteri gram-.

Caso clinico

Donna di 35 aa arriva in Pronto Soccorso perché da quattro giorni accusa dispnea da sforzo e cardiopalmo. Da circa 5 anni è in trattamento estroprogestinico. PAOS 120/75; Fc 100; Fr 28. Obiettività polmonare negativa. Radiografia del torace negativa.
Emogasanalisi: PH 7.43; PaCO² 30 mmHg; HCO³⁻ 20 mmHg ; PaO₂ 83 mmHg; Na 140 mEq/l; Cl 100 mEq/l; K 3.2 mEq/l.

PH: normale.
PaCO² ridotta (alcalosi respiratoria).
HCO³⁻ ridotti (meccanismo di compenso dovuto ad un minor riassorbimento di bicarbonati).
Compenso atteso (calcolo). Delta PaCO² (40 – 30) = 10.
Riduzione attesa dei bicarbonati: 1,0 x 5 = 5. Delta bicarbonato (24 – 20) = 4.

Poiché la riduzione attesa dei bicarbonati è quasi uguale alla differenza dei bicarbonati di riferimento meno quelli attuali in presenza di PH normale, si può parlare di: **alcalosi respiratoria cronica** in paziente con embolia polmonare.
Questo disordine semplice è l'unico in natura ad essere compensato completamente fino a portare il PH nella norma.

3) Alcalosi metabolica.

Definizione : Per alcalosi metabolica si intende un disordine primitivo dell'equilibrio acido-base caratterizzato da una riduzione della concentrazione dei bicarbonati a cui segue un aumento del PH. Il meccanismo di compenso è caratterizzato da una riduzione della ventilazione.

Cause di alcalosi metabolica: Cloro responsiva : ipovolemia, uso di diuretici, uso di steroidi, vomito, sondino naso gastrico.

Non cloro responsiva: iperaldosteronismo, sindrome di Cushing, sindrome di Bartter, grave deplezione di potassio.

Regola del compenso: per ogni 10 mEq di aumento di bicarbonati vi è un aumento di 5 mmHg di PaCO² in conseguenza dell'ipoventilazione. L'aumento della PaCO² è limitato dall'insorgenza dell'ipossiemia secondaria all' ipoventilazione.

<i>Caso clinico</i>
Uomo di 72 anni affetto da scompenso cardiaco in terapia con diuretici. Negli ultimi quattro giorni comparsa di vomito e febbre. Arriva in Pronto Soccorso disidratato, astenico, PAOS 100 mmHg. Fc 100, Fr 13. Emogasanalisi: PH 7.49; PaCO ² 48 mmHg.; HCO ³⁻ 36 mEq/l, Na 138 mEq/l, Cl 96 mEq/l, K 2.8 mEq/l.
PH: alcalemia. HCO ³⁻ elevati (alcalosi metabolica). PaCO ² aumentata (meccanismo di compenso da ipoventilazione). Regola del compenso (calcolo). Delta bicarbonato (36-24) = 12 . Aumento atteso della PaCO ² (1.2 x 5 =6,0). Delta PaCO ² (48 – 40) = 8.
Poiché l'aumento atteso di PaCO ² è quasi uguale alla differenza tra la PaCO ² attuale e quella di riferimento si può parlare di: alcalosi metabolica.

4) Acidosi metabolica

Definizione . Per acidosi metabolica si intende un disordine primitivo dell'equilibrio acido-base caratterizzato da una riduzione dei bicarbonati e conseguente riduzione del PH.

Il meccanismo di compenso è caratterizzato da una riduzione della PaCO² secondaria ad iperventilazione.

Cause di acidosi metabolica. Con anion gap elevato: acidosi lattica, chetoacidosi, uremia, alcuni tipi di avvelenamento (metanolo, glicole etilenico, aspirina, isoniazide). Con anion gap normale: diarrea, acidosi tubulare renale, nefrite interstiziale.

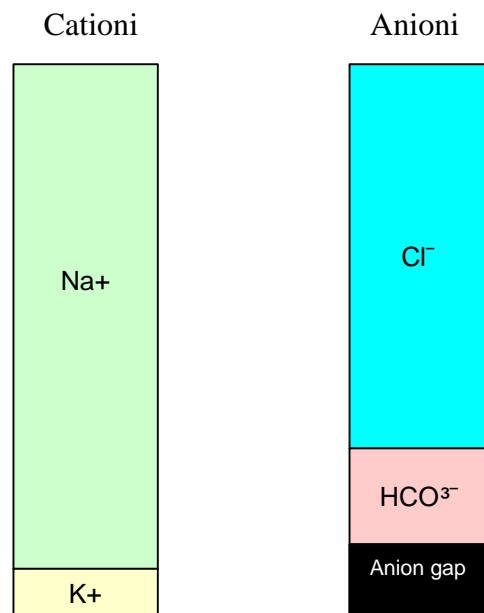
Regola del compenso. La PaCO² si riduce di 1 – 1,3 mmHg per ogni mEq/L di riduzione di HCO³⁻.

Utilità clinica dell'anion gap nella diagnosi dell' acidosi metabolica

L'elettroneutralità e suoi principi

Nei fluidi il numero delle cariche positive (cationi) è uguale a quello delle cariche negative (anioni). L' organismo difende prima l'elettroneutralità dei suoi fluidi, successivamente il volume attraverso il riassorbimento renale di sodio e acqua ed infine il PH.

Poiché il laboratorio non misura tutte le componenti ioniche sieriche ma solo le più importanti quali Na^+ , K^+ , Cl^- , HCO_3^- , ne deriva che il calcolo della differenza tra gli anioni ed i cationi non è uguale a zero. Questa differenza viene chiamata "anion gap" ed è uguale a 16 mEq/l (± 4). La maggior parte degli Autori esclude dal calcolo il K, in tal caso il valore di anion gap è di 12 mEq/l (± 4). La maggior parte di anioni non misurati è rappresentato dalle cariche negative delle proteine sieriche.



Mentre il comparto dei cationi, dominato dal sodio, è piuttosto stabile e le eventuali variazioni nella concentrazione del potassio non creano particolari problemi in termini di elettroneutralità, il comparto degli anioni invece è molto mobile in tutte le sue componenti.

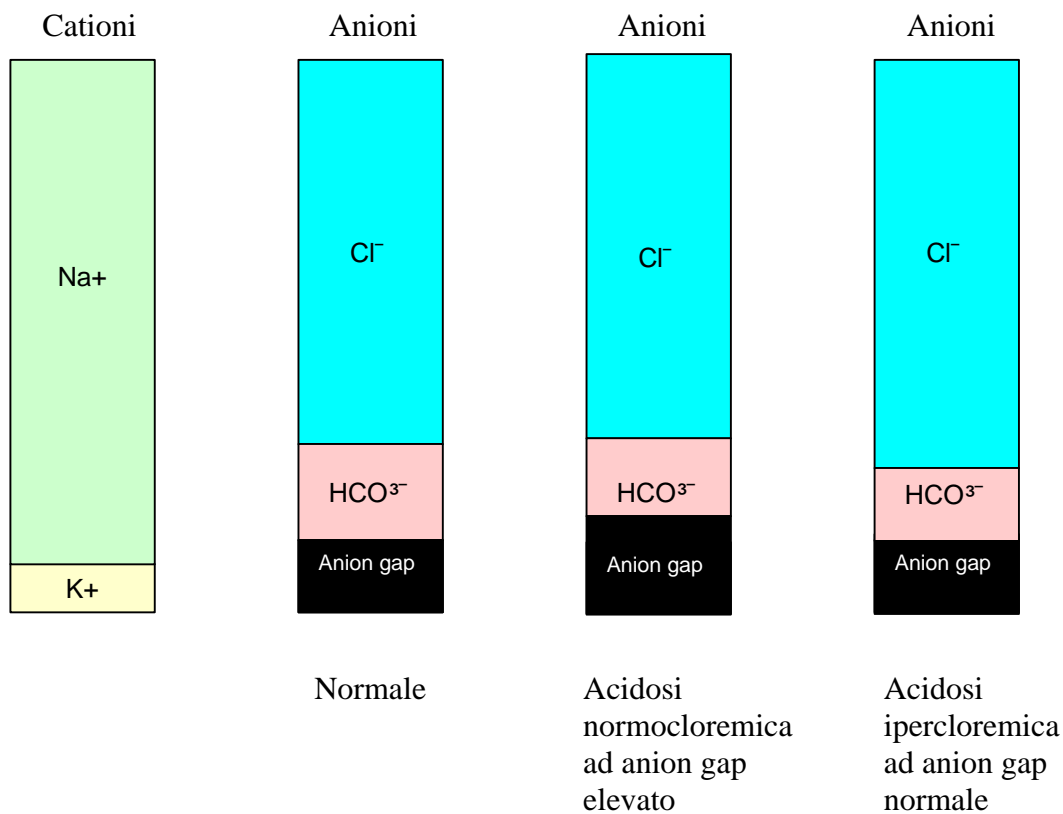
In corso di acidosi, ad es. da acido lattico (H^+A^-), avviene un consumo di bicarbonati a causa della reazione $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3^* \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ con una riduzione delle cariche negative legate ai bicarbonati consumati. Queste cariche negative vengono rimpiazzate dalle cariche negative dell'anione (A^-) a cui erano legati gli H^+ . Poiché questi anioni non sono routinariamente dosabili aumenta l'anion gap senza variazioni della concentrazione del cloro:

Acidosi metabolica ad anion gap elevato.

Regola: in corso di acidosi ad anion gap elevato la concentrazione di bicarbonati si riduce di tanti mEq, pari all'aumento di anion gap, sempre in mEq, a partire dai valori di riferimento (colonna 3).

In caso di acidosi da perdita di bicarbonati (es. diarrea), la perdita di cariche negative, legate alla sola perdita dei bicarbonati, è rimpiazzata dal Cl^- , senza alcuna variazione dell'anion gap.

In questo caso si parla di **acidosi metabolica ad anion gap normale, ipercloremica** (colonna 4).



Caso clinico

Maschio di 58 anni arriva in Pronto Soccorso, trasportato dal 118 perché trovato in stato stuporoso dopo aver accidentalmente ingurgitato del liquido antigelo per il motore del trattore che teneva in una bottiglia dell'acqua minerale. Nulla di significativo in anamnesi, glicemia e creatinina nella norma.

Emogasanalisi:

PH 6.95; PaCO_2 12 mmHg; HCO_3^- 3 mEq/L; Na 140 mEq/L, K 5 mEq/L, Cl 103 mEq/L.

PH: acidemia.

HCO_3^- ridotto (acidosi metabolica).

PaCO_2 ridotta (meccanismo di compenso da iperventilazione).

Gap anionico [$(140) - (103 + 3)$] = 34 mEq/L.

Compenso atteso (calcolo). Delta bicarbonato ($24 - 3$) = 21.

Riduzione attesa della PaCO_2 (21×1.3) = 27,3.

Delta PaCO_2 ($40 - 12$) = 28.

Delta anion gap ($34 - 12$) = 22.

Poiché la riduzione attesa di PaCO_2 è quasi uguale alla differenza tra la PaCO_2 di riferimento e quella attuale in presenza di PH acido e di anion gap elevato, si può parlare di:

acidosi metabolica ad anion gap elevato.

Da notare come l'aumento dell'anion gap (differenza tra anion gap attuale ed anion gap di riferimento) sia quasi uguale alla riduzione dei bicarbonati.

Caso clinico

Donna di 68 anni arriva in Pronto Soccorso perché affetta da circa tre giorni da diarrea, con molte scariche al giorno. La paziente ha seguito, recentemente, terapia antibiotica per polmonite destra ormai risolta.

Emogasanalisi:

PH 7.29; PaCO₂ 28mmHg; HCO₃⁻ 14 mEq/L; Na 141 mEq/L; K 3.0 mEq/L ; Cl 115mEq/L.

PH: acidemia.

HCO₃⁻ ridotti (acidosi metabolica).

PaCO₂ ridotta (meccanismo di compenso da iperventilazione).

Anion gap [(141) – (115+14)] = 12 mEq/L

Compenso atteso (calcolo). Delta bicarbonati (24 – 14) = 10

Riduzione attesa della PaCO₂ (1.3 x 10 = 13).

Delta PaCO₂ (40 - 28) = 12.

Poiché la differenza tra la PaCO₂ di riferimento e quella attuale è quasi uguale a quella attesa in presenza di un PH acido e di un anion gap normale ed ipercloremia, si può parlare di:

acidosi metabolica semplice ad anion gap normale con ipercloremia.

D) Disordini misti dell'equilibrio acido- base.

Definizione: Si ha un disordine misto dell'equilibrio acido-base, quando ricorrono simultaneamente due o tre disturbi semplici dell'equilibrio acido-base.

Non può esistere contemporaneamente un'acidosi respiratoria ed un'alcalosi respiratoria. Tutti gli altri disordini possono coesistere simultaneamente nello stesso paziente.

Quali chiavi utilizzare per evidenziare un disordine misto dell'equilibrio acido-base

Regole.

Possiamo sospettare di trovarci di fronte ad un disordine misto dell'equilibrio acido base qualora ricorrano le seguenti condizioni.

- 1) PH normale (7.35 –7.45) in presenza di PaCO₂ e/o HCO₃⁻ _ fuori dal range di normalità.
- 2) Un disordine apparentemente semplice in cui non sia rispettata la regola del compenso atteso.
- 3) Quando sia presente una differenza tra il delta bicarbonati e il delta anion gap. Vale a dire quando non sia rispettata la regola che ad ogni mEq /L di aumento del gap anionico dal valore di riferimento non vi sia una equivalente riduzione del bicarbonati, sempre a partire dal valore di riferimento. Oppure quando vi sia una riduzione maggiore dei bicarbonati rispetto a quella attesa per quel delta anion gap.
- 4) Quando non viene rispettata l'equazione di Kassirer – Bleich la quale ci dice che per mantenere la [H⁺] entro la norma quando uno dei termini dell'equazione varia in un senso l'altro termine deve variare nello stesso senso. Se uno dei due termini va nel senso opposto ci troviamo di fronte ad un disordine misto.

Nella pratica clinica, adesso che abbiamo in mano tutte le chiavi, è opportuno comportarsi nel modo seguente:

- valutare il PH, (normale, acidemia, alcalemia), valutare i valori della PaCO² ed del HCO³⁻.
- valutare gli elettroliti (Na, K, Cl) e calcolare l'anion gap.

Se l'anion gap è aumentato(acidosi metabolica, salvo rare eccezioni), verificare se vi è una equivalente riduzione dei bicarbonati (con una tolleranza di +/- 2 mEq/l), se la riduzione è inferiore all'atteso è probabile la coesistenza di una alcalosi metabolica, se la riduzione è maggiore è probabile la coesistenza di un acidosi ad anion gap normale, ipercloremica (in questo caso è opportuno verificare la concentrazione di cloro) .

Verificare in tutti i casi se sono rispettate le regole del compenso del singolo disordine dell'equilibrio acido-base considerato semplice o misto (potremmo trovarci di fronte ad un disordine doppio o triplo).

1) acidosi respiratoria ed alcalosi metabolica

Definizione: acidosi respiratoria acuta o cronica associata ad un aumento inappropriato(per quel tipo di acidosi respiratoria) di bicarbonati.

Cause più frequenti: broncopneumopatia cronica ostruttiva con associato scompenso cardiaco prevalentemente destro in trattamento con diuretici.

<i>Caso clinico</i>
Un signore di 73 aa., affetto da broncopneumopatia cronica ostruttiva e insufficienza cardiaca a prevalenza destra arriva in pronto soccorso per dispnea ed edemi agli arti inferiori. Terapia a domicilio: teofillina, steroidi per via inalatoria e diuretici. Emogasanalisi: PH 7,40; PaCO ₂ 67 mmHg; HCO ³⁻ 40 mEq/l; PaO ₂ 48 mmHg. Na 140; K 3.5; Cl 90 mEq/l.
PH normale (in presenza di una alterazione di PaCO ² e HCO ³⁻). PaCO ² elevata acidosi respiratoria. HCO ³⁻ elevato (alcalosi metabolica; compenso renale in corso di acidosi respiratoria?). Compenso atteso(calcolo). Delta PaCO ² (67 – 40) = 27. Aumento atteso dei bicarbonati 2.7 x 4 = 10.8. Delta bicarbonati (40 - 24) = 16. Anion gap [(140) – (40 + 90)] = 10 .
Il PH normale in presenza di un alterazione dei valori di PaCO ² e HCO ³⁻ fa pensare ad un disordine misto. L' aumento dei bicarbonati è di molto superiore rispetto ai valori attesi per quei valori di PaCO ² . L' anion gap è normale. Si può pertanto parlare di: acidosi respiratoria e concomitante alcalosi metabolica.

2) Acidosi respiratoria ed acidosi metabolica ad anion gap elevato.

Definizione: Condizione caratterizzata sul piano emogasalitico da acidemia e da un aumento dei valori di PaCO² con riduzione del bicarbonati.

Cause: arresto cardio-respiratorio, edema polmonare acuto, insufficienza respiratoria ipercapnica e gravemente ipossiémica (con produzione di acido lattico).

<i>Caso clinico</i>
Un signore di 81 aa., con precedenti di cardiopatia ischemica, arriva in Pronto Soccorso, per edema polmonare acuto . All'esame clinico chiari segni di fatica respiratoria. PA 180/110; Fc 110; Fr 38. Emogasanalisi: PH 7.15; PaCO ² mmHg 50; HCO ³⁻ 17mEq/L; PaO ₂ 28 mmHg; Elettroliti: Na 140 mEq/L; K 5.0 mEq/L; Cl 103 mEq/L.
PH: acidemia. PaCO ² elevata (acidosi respiratoria). HCO ³⁻ ridotto (acidosi metabolica). Anion gap [(140) – (103 + 17)] = 20.
Una riduzione dei bicarbonati in presenza di in aumento della PaCO ² orienta verso un disordine misto. L'aumento dell' anion gap orienta verso un'acidosi di tipo metabolico ad anion gap elevato. Il delta bicarbonati è equivalente al delta anion gap. La PaCO ² non è diminuita come dovrebbe per compensare l'acidosi metabolica (anzi è aumentata), per cui la diagnosi è di: acidosi respiratoria con acidosi metabolica

3) acidosi metabolica ed alcalosi respiratoria.

Definizione. Acidosi metabolica (riduzione dei bicarbonati) accompagnata da una riduzione della PaCO² maggiore rispetto all'atteso.

Cause: avvelenamento da acido acetilsalicilico, cirrosi epatica associata ad acidosi tubulare renale.

<i>Caso clinico</i>
Ragazza di 22 aa. Viene portata in Pronto Soccorso dai genitori per l'insorgenza di vomito e stato saporoso. Presenta tachipnea ed è facilmente irritabile. Se stimolata riferisce di essere disturbata da luci molto intense. Il fratello maggiore arriva dicendo che nel bagno di casa ha trovato alcuni blister di Aspirina vuoti. Emogasanalisi: PH 7.39; PaCO ² 24 mmHg; HCO ³⁻ 14 mEq/l. Elettroliti: Na 140 mEq/l ; K 4.0 mEq/l; Cl 106 mEq/l.
PH normale. HCO ³⁻ ridotto da acidosi metabolica (dimostrato dall'aumento dell'anion gap). PaCO ² ridotta. Anion gap [(140) – (106 + 14)] = 20
Il PH normale in presenza di una alterazione dei valori di PaCO ² e di HCO ³⁻ orienta per un disordine misto. L' anion gap elevato depone per acidosi metabolica . Il delta anion gap è equivalente al delta bicarbonati. Calcolo della riduzione attesa della PaCO ² : delta bicarbonato (24 - 14) = 10 . Riduzione attesa della PaCO ² : 10 x 1,3 = 13. Quindi 40 – 13 = 27 mentre la PaCO ² è di 24mmHg, superando in tal modo i limiti del compenso. Pertanto la diagnosi è di acidosi metabolica con alcalosi respiratoria.

4) Alcalosi respiratoria ed alcalosi metabolica.

Definizione: disturbo caratterizzato dalla coesistenza di una riduzione della PaCO² e da un aumento dei bicarbonati che condiziona un PH molto alcalino.

Cause: pazienti in alcalosi respiratoria (ventilazione meccanica, sepsi, ipossiemia, dolore, farmaci) e contemporaneamente in alcalosi metabolica (sondino naso-gastrico, vomito, ipovolemia, diuretici).

Gravidanza, alcalosi respiratoria da progesterone ed alcalosi metabolica da vomito.

<i>Caso clinico</i>
Donna di 26aa. al terzo mese di gravidanza. Arriva in Pronto Soccorso perché da circa una settimana accusa nausea e vomito. Riferisce parestesie periorali ed alle estremità. Emogasanalisi: PH 7.62 ; PaCO ² 30mmHg; HCO ³⁻ 30mEq/L; Elettroliti: Na 130 mEq/L; Cl 84 mEq/L; K 2.7 mEq/L.
PH: alcalemia. HCO ³⁻ aumentato (alcalosi metabolica). PaCO ² ridotta (alcalosi respiratoria). Anion gap [(130) – (30 + 84)] = 16.
La riduzione della PaCO ² con aumento dei bicarbonati (mancato rispetto dell'equazione di Kassirer-Bleich) orienta verso un disordine misto. Non è rispettata nessuna regola del compenso. L'anion gap è normale. Il PH è alcalino. Pertanto la diagnosi è alcalosi metabolica con alcalosi respiratoria.

5) Acidosi metabolica ed alcalosi metabolica

Definizione: disturbo misto dell'equilibrio acido base caratterizzato da acidosi metabolica e da alcalosi metabolica in cui il PH può essere normale, aumentato o diminuito e così pure i bicarbonati. Importante per l' orientamento diagnostico la valutazione della concentrazione del cloro.

Cause: diarrea contestuale a vomito. Acidosi lattica e vomito o sondino naso-gastrico.

<i>Caso clinico</i>
Ragazzo di 18 aa. arriva in Pronto Soccorso, perché da 4 giorni è affetto da vomito importante in chetoacidosi diabetica. All'esame obiettivo appare marcatamente disidratato. PAOS 105/85 Fc100. Emogasanalisi: PH 7.40; PaCO ² 40 mmHg; HCO ³⁻ 25 mEq/l; Na 140 mEq/L; Cl 88mEq/l K 3.2mEq/l.
PH normale. HCO ³⁻ nella norma. PaCO ² nella norma. Anion gap [(140) – (88 + 25)] = 27
Commenti. In questo caso è importante la storia e la clinica. Apparentemente è tutto nella norma ma non la concentrazione del cloro che è ridotta e questo deve spingere a calcolare l'anion gap che è elevato. Questo sta a significare che ci troviamo di fronte ad una acidosi metabolica ad anion gap elevato. Il delta anion gap (27 – 12) è uguale a 15. I bicarbonati però non sono scesi di quanto è salito l'anion gap e questo vuol dire che ci troviamo di fronte ad un ulteriore disordine che ha portato ad un maggior riassorbimento di bicarbonati come succede nell'alcalosi metabolica. Pertanto la diagnosi è di acidosi metabolica ad elevato anion gap con alcalosi metabolica.

6) acidosi metabolica mista (ad elevato anion gap e normale anion gap).

Definizione. Disordine misto dell' equilibrio acido base caratterizzato da PH molto acido e dalla contemporanea presenza di un'acidosi ad anion gap elevato ed a anion gap normale. Per l'orientamento diagnostico è importante la valutazione della concentrazione del cloro sierico e maggior riduzione dei bicarbonati rispetto all'aumento dell'anion gap.

Cause. Acidosi lattica o chetoacidosi complicata da diarrea.

<i>Caso clinico</i>
Ragazza di 21 aa. arriva in Pronto Soccorso per poliuria e diarrea da qualche giorno. Sensorio obnubilato. Glicemia 500mg/dl. Presenza di corpi chetonici nelle urine. PA 90/70; Fc 110; Emogasanalisi: PH 7.11; PaCO ² 16 mmHg; HCO ³⁻ 5 mEq/l; PaO ₂ 105 mmHg. Elettroliti : Na 140 mEq/l; K 4:0 mEq/l; Cl 115mEq/l.
PH: acidemia marcata. HCO ³⁻ ridotti (acidosi metabolica). PaCO ² ridotta (meccanismo di compenso da iperventilazione). Anion gap [(140) – (115 + 5)] = 20 In corso di iperglicemia l'anion gap dovrebbe essere calcolato tenendo conto dalla concentrazione di sodio riportata non dell'ipotetico valore aggiustato per l'iperglicemia.
Il PH acido con bicarbonati ridotti e PaCO ² ridotta orienta verso una acidosi metabolica. L'anion gap è elevato. Il delta anion gap è di 8 mentre la riduzione dei bicarbonati (24 – 5 = 19) è molto maggiore di quella richiesta dalla regola dell'equivalenza (tanto aumenta l'anion gap tanto si devono ridurre i bicarbonati). Quindi vuol dire che oltre ai bicarbonati consumati (8 mEq/L) c'è anche una perdita (11 mEq/L) dovuta alla diarrea. La riduzione attesa della PaCO ² è rispettata (19 x 1,3 = 24,7). 40 – 24,7 = 15,3 che è circa il valore di PaCO ² attuale.

Conclusioni . L'attenta valutazione clinica del paziente e l'analisi dei dati secondo il percorso descritto nel testo permette con una certa facilità di evidenziare i disordini dell'equilibrio acido-base, anche i più complessi, tenendo presente, come già detto, che nella pratica della medicina d'urgenza è molto frequente il riscontro di disordini di tipo misto.

Bibliografia.

- 1) Narins RG, Emmett M. Simple and mixed acid-base disorders- a practical approach. Medicine 1980; 59: 161-187.
- 2) Narins RG, et al. Diagnostic strategies in disorders of fluid, electrolyte and acid base homeostasis. Am J Med 1982; 77: 496-519.
- 3) Wrenn KD. The delta gap. Ann Emerg Med 1990; 113: 567-569.
Martin L. All you really need to know to interpret arterial blood gases. 2nd ed. Baltimora: Lippincott Williams & Wilkins, 1999.

pH	H nmol/l
7.80	16
7.70	20
7.60	26
7.50	32
7.70	40
7.30	50
7.20	63
7.10	80
7.00	100
6.90	125
6.80	160

Tabella 1. Tabella di conversione della concentrazione idrogenionica (nmol/l) in pH.

