

Dezechilibrul acido-bazic

Echilibrul acido-bazic reprezintă menținerea în limite constante a ionilor de H oglindit de valoarea pH-ului sanguin (7,39-7,44) și asigurat prin existența sistemelor tampon.

Termenii de *acidoză* și *alcaloză* subliniază consecințele mecanismelor care au determinat acumularea sau consumul de baze sau acizi.

Sistemele tampon care asigură menținerea echilibrului acido-bazic din punct de vedere al eficienței fiziologice se poate clasifica în :

► mecanisme eficiente scurt timp :

- ◊ plasmatice
- ◊ celulare (scheletului revenindu-i un rol important, H și Ca explică calcificările din acidoză)

► sisteme tampon eficiente pe termen lung :

- ◊ reglarea prin rinichi

În încărcarea acidă brutală, rolul rinichiului este minor deoarece eliminarea de H/min. este mică. În acidoza chimică are un rol major, exercitându-și funcția prin 3 mecanisme tubulare :

- excreția de H sub formă de NH_3
- excreția de bicarbonat
- reabsorbția de bicarbonat

Rinichiul menține deci constantă concentrația de bicarbonați în lichidele extracelulare, însă pentru a corecta o acidoză metabolică rinichiul trebuie să facă mai mult decât să recupereze bicarbonații care survin în

organism la neutralizarea acizilor puternici. Aceasta se realizează prin excreția de acid sub formă de aciditate titrabilă și de amoniac.

Investigarea în laborator a echilibrului acido-bazic se bazează pe determinarea pH-ului dar și a factorilor care îl influențează : PCO_2 și bazele tampon.

► **pH-ul standard** – se referă la calcularea H în condiții de $t = 37^\circ \text{C}$, oxigenare completă a Hb și PCO_2 de 40 mmHg

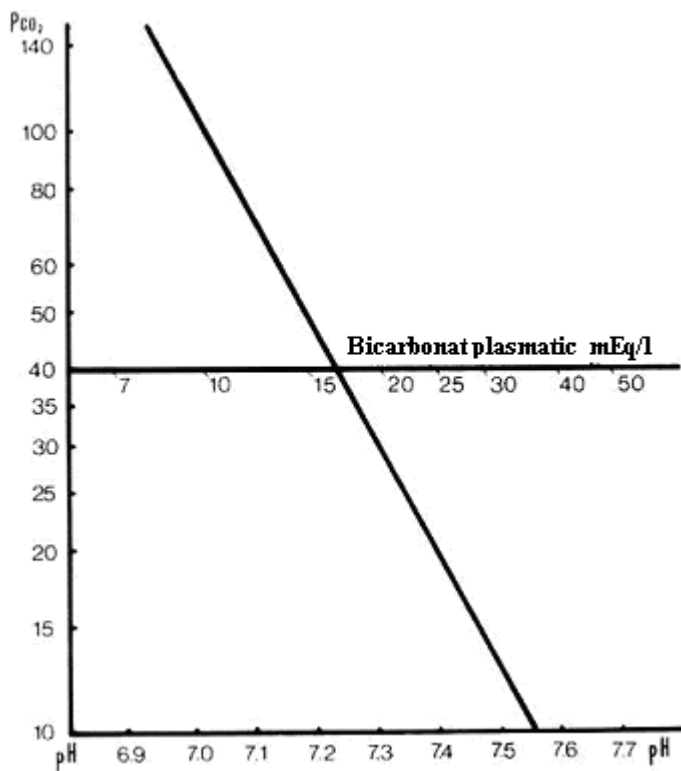
► **Bicarbonatul actual** – reprezintă concentrația de HCO_3^- disponibilă în momentul recoltării sângelui (normal 20-40 mEq/l)

► **Bicarbonatul total disponibil** – baze consumabile în caz de exces de protoni. Valori normale = 1000 mEq/l

► **Bazele tampon (BT)**– totalitatea sistemelor tampon ale sângelui și reprezintă suma tuturor anionilor tampon capabili să lege protonii : bicarbonați, proteine, Hb, fosfați. Valori normale = 40-50 mEq/l.

► **Excesul de baze (EB)** – reprezintă numărul de mEq de acid sau de bază necesari pentru a titra un litru de sânge până la un $\text{pH} = 7,40$. Valori normale = 0 ± 2 . Valori pozitive în plasmă au semnificația unui real exces de bază.

► **Bicarbonatul standard (BS)** - reprezintă concentrația de HCO_3^- , într-o probă de sânge în condiții standard ; indică deci componenta metabolică a echilibrului acido-bazic. Valori normale = 20-24 mEq/l. Bicarbonatul standard crește în alcalozele metabolice și scade în acidozele metabolice.



Determinarea bicarbonatului standard

► **Presiunea parțială a CO₂ dizolvată în plasmă PCO₂.** - Valori normale = 40 mmHg $\pm$ 2. Valori sunt crescute în acidoze respiratorii primitive sau secundare. Scăderea PCO₂ apare în alcaloza respiratorie primitivă cu hiperventilație sau secundară prin scăderea bicarbonaților.

► **Bicarbonatul total** – CO₂ total = bicarbonatul actual CO₂ dizolvat

► **Gaura anionică** – reprezintă anionii nedozați eliberați în lichidul extracelular atunci când un acid puternic este produs și tamponat de către HCO_3 .

Formula de calcul : $\text{GA} = \text{Na} - (\text{Cl} + \text{HCO}_3)$

Valori normale = $12 \pm 2 \text{ mEq/l}$

Diagnosticul tulburărilor acido-bazice se poate pune prin interpretarea valorilor obținute :

1. Examinarea pH-ului arterial – determină direcția și gravitatea tulburării acido-bazice :

- *pH-ul scăzut* : pacientul prezintă acidemie cu două cauze posibile – acidoză metabolică sau acidoză respiratorie
- *pH-ul crescut* : pacientul are alcalemie cu două cauze posibile – alcaloză metabolică sau alcaloză respiratorie
- *pH normal* în prezența tulburărilor PaCO_2 și HCO_3 poate sugera o afecțiune acido-bazică mixtă.

2. Examinarea componentelor respiratorii (PCO_2) și metabolice (HCO_3) în relație cu pH-ul

- într-o tulburare simplă acido-bazică, PCO_2 și HCO_3 sunt întotdeauna modificate în aceeași direcție
- devierea PaCO_2 și HCO_3 în direcții opuse indică prezența unei tulburări mixte.

3. Estimarea răspunsului compensator la tulburarea acido-bazică

- pentru depistarea tulburărilor mixte se utilizează o nomogramă acido-bazică
- se calculează gaura anionică plasmatică
- se compară gravitatea scăderii HCO_3 plasmatic cu creșterea găurii anionice :
 - ◇ dacă gaura anionică crește mai puțin decât scade HCO_3 , aceasta sugerează că acidoza metabolică se datorează pierderii de HCO_3
 - ◇ dacă gaura anionică este mai importantă decât scăderea HCO_3 atunci există o alcaloză metabolică concomitentă

4. Realizarea interpretării finale

- tulburare acido-bazică simplă
- tulburare acido-bazică mixtă
- acidoză metabolică cu gaură anionică normală sau crescută

pH	PaCO₂	pH neresp.	Baze exces	Status
N	N	N	0	Normal
↑	↓	N	0	Alcaloză resp. acută
↑	↓	↓	Negativ	Alcaloză resp. cronică cu compensare renală
↑	↓	↓	Negativ	Alcaloză resp. cronică
↑	↑	↑	Positiv	Alcaloză neresp. Cu compensare respiratorie
↓	↑	N	0	Acidoză respiratorie acută fără compensare
↓	↑	↑	Positiv	Retenție cronică de CO ₂ cu compensare
↓	↓	↓	Negativ	Acidoză metabolică cu compensare
↓	N	↓	Negativ	Acidoză metabolică fără compensare respiratorie
N	↑	↑	Positiv	Tulburări mixte
↓	↑	↓	Negativ	Acidoză mixtă
↑	↓	↑	Positiv	Alcaloză mixtă

Metoda Astrup

Principiu – se bazează pe realizarea unei nomograme care poartă pe ordonată valorile presiunilor parțiale ale CO₂ în mmHg, iar pe abscisă valorile de pH în unități de la 6,8-7,9.

Această metodă folosește ecuația Handerson-Hasselbach, conform căreia :

$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{\text{HCO}_3}{\text{H}_2\text{CO}_3}$$

Tehnica de lucru – din sângele recoltat se efectuează 3 determinări :

- ▶ se determină pH-ul sângelui arterial sau capilar în condiții anaerobe
- ▶ se determină pH-ul sângelui care a fost în prealabil echilibrat cu un amestec de O₂ și CO₂ în care pCO₂ este 30 mmHg
- ▶ se determină pH-ul sângelui care a fost în prealabil echilibrat cu un amestec de O₂ și CO₂ în care pCO₂ este 60 mmHg

Pentru determinarea parametrilor se folosește nomograma Siggard-Andersen, care conține :

- ▶ pe abscisă este reprezentat pH-ul
- ▶ pe ordonată pCO₂
- ▶ curba bazelor în exces

Nomograma prezintă 2 puncte care au coordonatele

- ▶ punctul A ($p\text{CO}_2 - 60 \text{ mmHg}$, $\text{pH}-7,2$)
- ▶ punctul B ($p\text{CO}_2 - 30 \text{ mmHg}$, $\text{pH}-7,4$)

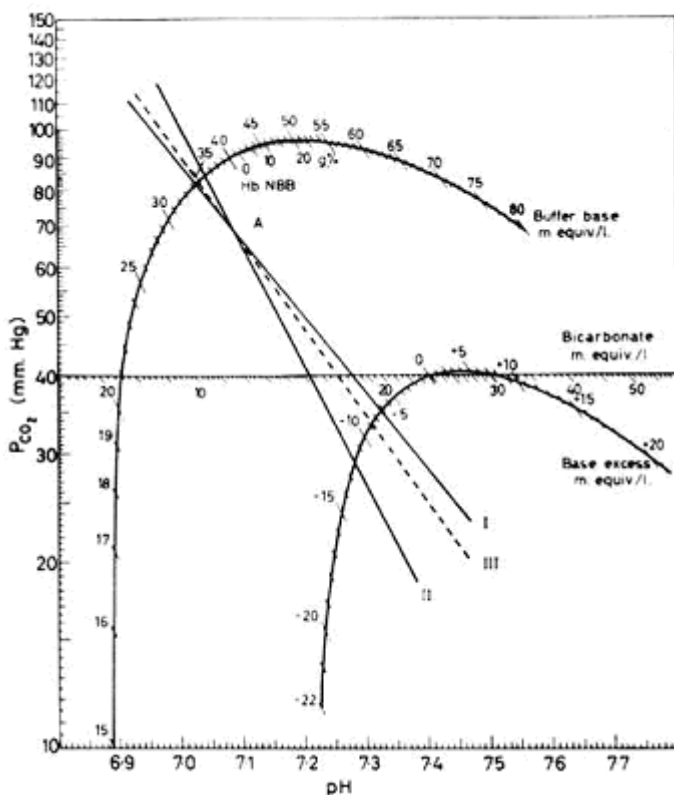
Prin unirea acestor puncte se obține dreapta de echilibrare. Punctele de intersecție dintre dreapta de echilibrare și axele bazelor tampon, bicarbonatului standard și bazelor exces reprezintă valorile parametrilor respectivi.

Determinarea $p\text{CO}_2$: din punctul corespunzător valorii pH -ului actual se ridică o perpendiculară care va intersecta dreapta de echilibrare într-un punct C. Din acest punct se duce o perpendiculară pe axa $p\text{CO}_2$.

Punctul în care aceasta intersectează axa $p\text{CO}_2$ reprezintă valoarea $p\text{CO}_2$ actual sau real.

Interpretarea parametrilor Astrup :

- pH - scăderea sa sub 7,35 indică o acidoză, iar creșterea sa peste 7,45 indică alcaloză
- $p\text{CO}_2$ – modificarea primară a acestui parametru indică un dezechilibru respirator. Creșterea sa indică o acidoză respiratorie, iar scăderea o acidoză metabolică.
- bicarbonatul – creșterea sa indică o alcaloză metabolică, iar scăderea sa acidoză metabolică



Nomograma Siggard-Andersen

Determinarea rezervei alcaline :

Aceasta se obține prin titrarea sângelui cu un acid, proces prin care bicarbonatul este transformat în CO_2 , care este apoi captat și exprimat în volume CO_2

Valori normale :

- în sângele arterial : 45-50vol CO_2 %
- în sângele venos : 55-60 vol CO_2 %