

DEZECHILIBRELE ACIDO-BAZICE

Curs nr. 7

- **Definiția pH-ului** - este logaritmul negativ al concentrației ionilor de H. Între pH și ionii de H⁺ există o relație invers proporțională, așa că o creștere a pH-ului înseamnă de fapt o scădere a concentrației ionilor de H⁺.

Sistemul tampon

- Reprezintă soluția dintr-un acid slab și baza sa conjugată. Sistemele de tampon din organism sunt:
- intracelulare
- extracelulare
 - major este reprezentat de acid carbonic și bicarbonat care acționează imediat
 - minor acționează după cele majore și durează câteva ore și sunt reprezentate de Hemoglobină, proteine, fosfat dibazic, carbonatul din oase.
- Raportul tampon extracelular : intracelular este de 1:1.

Tipurile de tampon din organism

- sistemele sanguine:
 - Bicarbonat
 - Plasmatic
 - Eritocitar
 - Non-bicarbonat
 - Hemoglobina și oxihemoglobina
 - proteinele plasmatic
 - fosfatul organic și
 - fosfatul anorganic
- sistemele tisulare de tampon reprezintă capacitatea majoră de tamponare a organismului datorită acceptorilor de protoni exsanguini
 - mușchi
 - oase
- Acestea au o capacitate de tamponare de 5 ori mai mare ca sistemele de tampon sanguine. Oasele furnizează cantitatea de bază pentru neutralizarea acidului noncarbonic din compartimentul extracelular.

Fiziologie

Homeostazia acido-bazică de menținere a concentrației ionilor de H^+ în plasmă între 35-45mmol/l (pH între 7,35-7,45) se realizează prin 3 mecanisme:

- de tamponare
- de compensare
- de corectare.

Compensarea este un proces fiziologic secundar care apare ca răspuns la un DAB primar cu rol în corectarea anomaliei de pH.

- Mecanismele de compensare sunt respiratorii și renale.

Compensarea respiratorie

- se face prin intermediul chemoreceptorilor bulbari și corpusculilor carotidieni.
- În acidoza metabolică bicarbonatul plasmatic este scăzut și creșterea concentrației de H^+ induce hiperventilația scăzând $PaCO_2$, restabilind raportul dintre $HCO_3^-/PaCO_2$.
- În alcaloza metabolică crește bicarbonatul plasmatic și centrul respirator scade ventilația determinând creșterea $PaCO_2$.

Compensarea renală

- este un mecanism lent de refacere a dezechilibrelor acido-bazice, care începe la 6-8h. Această compensare renală se face prin:
- secreția ionilor de hidrogen asociată cu reabsorbția ionilor de bicarbonat la nivelul tubilor renali
- excreția acidității titrabile
- excreția amoniului

Diagnosticul diferențial al DAB

- Se face măsurând pH-ul și $p\text{aCO}_2$, și apreciind HCO_3 :
- Acidoza – $\text{pH} < 7,35$
- Alcaloză – $\text{pH} > 7,45$
 - $\text{PaCO}_2 > 44\text{mmHg}$ – acidoză respiratorie
 - $\text{PaCO}_2 < 36\text{mmHg}$ – alcaloză respiratorie.

DAB și răspunsurile compensatorii

Tulburarea primară	Răspuns compensator
Crește $p\text{CO}_2$ Acidoză respiratorie	Crește HCO_3 Alcaloză metabolică
Scade $p\text{CO}_2$ Alcaloză respiratorie	Scade HCO_3 Acidoză metabolică
Scade HCO_3 Acidoză metabolică	Scade $p\text{CO}_2$ Alcaloză respiratorie
Crește HCO_3 Alcaloză metabolică	Crește $p\text{CO}_2$ Acidoză respiratorie

Efectele acidozei:

- asupra **sistemului cardiovascular**:
 - Efect inotrop negativ - acidoza respiratorie acută deprimă mai mult miocardul decât acidoza metabolică acută
 - Crește eliberarea de catecolamine – apare tahicardie, aritmie
 - Scade concentrația K intracelular – predispune la aritmie
 - Vasodilatație arterială în piele mușchi, uter, inimă și vasoconstricție pulmonară. Acidoza ușoară pH 7,2 – 7,3 catecolaminele circulante produc vasoconstricție sistemică și renală.

Efectele acidozei:

- asupra **sistemului respirator**
 - Crește minut volumul cu acidoza metabolică
 - Răspunsul hiperventilator la acidoza respiratorie e mai rapidă ca la acidoza metabolică
 - Mută curba de disociere a oxihemoglobinei la dreapta crescând livrarea O₂ la țesuturi.
 - Modificări la nivelul electroliților: crește concentrația K⁺ seric și a Ca⁺⁺
- Asupra **SNC**
 - Alterează conștiența
 - Deprimă SNC

Efectele alcalozei

- Crește rezistența vasculară sistemică și coronariană
- Mută curba de disociere a oxihemoglobinei la stânga cu alterarea livrării O₂ la țesuturi
- Scade K⁺ și Ca⁺⁺
- Precipită epilepsia

Evaluarea Dezechilibrelor Acido – Bazice (DAB)

- **Bicarbonatul standard** are valoarea de 22-26 mmol/l și reprezintă concentrația de bicarbonat în sângele complet oxigenat cu PaCO₂ de 40mmHg.
- **Excesul de baze** sau **deficitul de baze** reprezintă cantitatea de acid sau bază necesară la titrarea sângelui la 37 de grade și PaCO₂ de 40mmHg, la un pH de 7,4. Deficitul de baze indică un exces de acidoză metabolică.
- **pH**-ul măsoară aciditatea sau alcalinitatea
- **PaCO₂** măsoară componenta respiratorie
- **HCO₃** măsoară componenta metabolică

Gaura anionică

- = 12+/- 4mEq.
- Anionii plasmatici (sarcini electrice negative) trebuie să egalizeze din punct de vedere electric cationii (sarcini electrice pozitive).
- $\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^- + \text{anionii nemăsurați} = \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$
- $(105 + 25 + \text{anionii nemăsurați} = 140 + 5 + 5.$
- Deci $135 + \text{anioni nemăsurați} = 150)$
- Gaura anionică reprezintă concentrația anionilor prezenți dar nedeterminați de rutină. Cationii nemăsurați de rutină sunt Ca și Mg și unele Ig.

Gaura anionică

- Creșterea găurii anionice indică acidoză metabolică – cetoacidoză , acidoză lactică, uremie, intoxicație cu salicilați, methanol, ethilenglicol.
- Acidoză metabolică cu gaură anionică normală și hipercloremie se întâlnește în diaree, fistulă pancreatică, acidoză tubulară renală și în tratament cu HCl, NH₄Cl sau acetazolamidă
- Scăderea găurii anionice e dată de stările hipoproteinemice.

Dezechilibru	pH 7,35-7,45	PaCO ₂ 36-44 mm Hg	HCO ₃ 24 mEq/l
Acidoză respiratorie - acută - cronică	↓↓ ↓→	↑↑ ↑↑	↑ ↑↑
Alcaloză respiratorie - acută - cronică	↑↑ ↓	↓↓ ↓↓	↓ ↓↓
Acidoză metabolică - acută - cronică	↓↓↓↓↓ ↓	↓ ↓↓	↓↓ ↓↓
Alcaloză respiratorie - acută - cronică	↑↑ ↑↑	↑↑ ↑↑	↑↑ ↑↑

Acidoza respiratorie

- Prima modificare este creșterea PaCO₂ care determină scăderea pH-ului. Compensarea este renală și constă în retenția de bicarbonat.

Este determinată de:

- depresia sistemului nervos (supradozare de medicamente)
- tulburări de motilitate a peretelui toracic (miastenia gravis)
- afecțiuni pulmonare și /sau ale căilor aeriene (astm, BPOC, Edem pulmonar).

Compensarea pentru acidoză respiratorie

- pentru fiecare creștere cu 10mmHg a PaCO₂:
 - Formele acute
 - crește bicarbonatul cu 1mEq/l
 - scade pH-ul cu 0,07
 - Formele cronice
 - HCO₃ crește cu 3-4 mEq/l
 - pH-ul scade cu 0,03.

Acidoza respiratorie

- **Simptomele** sunt nespecifice în formele ușoare: tahipnee, cefalee.
- În formele grave: oboseală, confuzie, tremor, asterixis, semne de nervi cranieni, edem papilar, hemoragii retiniene, semne de tract piramidal, crește PIC, comă la $\text{PaCO}_2 > 70\text{mmHg}$ în funcție de pH și viteza creșterii.
- **Tratament** – forma cronică- corectarea tulburării responsabile.
- La valori crescute de PaCO_2 - ventilație mecanică.

Alcaloza respiratorie

- Prima modificare este scăderea PaCO₂ și creșterea pH-ului. Compensarea este renală prin excreția bicarbonatului.

Cauze:

- Hipoxemia (inclusiv cea de altitudine)
- embolism pulmonar
- anxietate
- sepsis
- insuficiență hepatică
- boli pulmonare acute
- **Compensarea** - pentru fiecare 10mmHg CO₂ scăzut
- Formele acute:
 - scade bicarbonatul cu 2mEq/l
 - pH-ul crește cu 0,03
- Formele cronice
 - bicarbonatul scade cu 5mEq/l
 - pH-ul crește cu 0,03.

Alcaloza respiratorie

- **Simptome:** anxietate, iritabilitate, vertij prin hipotensiune arterială, scade PPC, sincopă, tetanie, segment ST și undele T plate.
- **Tratament** – corectarea cauzelor determinante
- În timpul ventilației mecanice se ajustează parametrii pentru
 - reducerea ventilației alveolare
 - creșterea spațiului mort
- pentru a favoriza reinhalarea.

Acidoza metabolică

- Prima modificare este scăderea HCO_3 și automat scade și pH-ul. Compensarea este hiperventilația.

Cauzele cele mai frecvente sunt:

- cu creșterea hiatului anionic
 - acidoza lactică
 - cetoacidoza,
 - intoxicații (metanol, etilenglicol)
 - supradozare de aspirină, izoniazidă.
- cu hiat anionic normal
 - diareea
 - nefrită interstițială
 - acidoză tubulară.

Acidoza metabolică

- **Clinic** – vasodilatație periferică, scade contractilitatea miocardică, fatigabilitate, stupoare, comă.
- **Tratamentul** – cauzelor declanșatoare
- administrare de bicarbonat la $\text{pH} < 7,2$

Alcaloza metabolică

- Prima modificare este creșterea bicarbonatului rezultând creșterea pH-ului.

Compensarea se face prin hipoventilație.

Cauzele cele mai frecvente sunt:

- vomă
- aspirație nasogastrică
- depleție de Cl și/sau K prin diuretice, corticosteroizi
- hiperaldosteronism, sdr. Cushing, sdr Bartter
- metabolizarea lactatului din soluția Ringer
- metabolizarea citratului din sângele conservat
- metabolizare acetatului din soluția de alimentație, la HCO_3

Alcaloza metabolică

- **Compensare** – fiecare mEq/l de bicarbonat crescut crește PaCO₂ cu 0,6-0,7mmHg.

Tratament

- Corectarea procesului responsabil
- administrarea de KCl care permite rinichilor să excrete excesul de bicarbonat
- Perfuzarea de protoni sub formă de NH₄Cl 0,1 molară sau HCl max 0,2 mEq/kg/h

tulburări mixte ale echilibrului acido-bazic

Pentru diagnosticul dezechilibrelor mixte se ține cont de următoarele considerente:

- nu se interpretează un EAB fără electroliți
- DAB unice nu duc la un pH normal
- Există reguli care anticipează pH și HCO_3^- - dacă acestea sunt mai mari sau mai mici decât ne-am aștepta după modificarea PaCO_2 înseamnă că există și un dezechilibru metabolic
- În acidozele metabolice compensate maximal, valoarea PaCO_2 trebuie să fie aceeași cu ultimele 2 cifre ale pH-ului arterial.
- Întotdeauna se ține cont și de raționamentul clinic.