

ECHILIBRUL ACIDO-BAZIC

Definiții:

- Acid – donator de protoni
- Bază – acceptor de protoni

Sau

Acid – substanță care scade pH-ul mediului

Bază – substanță care crește pH-ul mediului

Neutralitate acido-bazică – neutralitate electrică

Efecte ale adăugării de acizi sau baze

- 9 ml H₂O + 1 ml HCl N/100 = 10 ml HCl N/1000
- ⇒ [H⁺] 10⁻³ = pH 3

- 9 ml H₂O + 1 ml NaOH N/100 = 10 ml NaOH N/1000
- ⇒ [H⁺] 10⁻¹¹ = pH 11

[H ⁺] mol/l	[H ⁺] mol/l	pH
0,1	10 ⁻¹	1
0,01	10 ⁻²	2
0,0000001	10 ⁻⁷	7
0,000000000001	10 ⁻¹⁰	10
0,0000000000000001	10 ⁻¹⁴	14

Corespondența între concentrația H⁺ și valoarea pH-ului

VALORI

- In vitro – apa pură are pH neutru 7 la temperatura “standard” de 25⁰ C
- In vivo – temperatura de 37⁰ C pH neutru 6,8
 - Extracelular – 7,35 – 7,42
 - Intracelular – 6,9
 - În LCR – 7,32

Acidoză – acidemie

Alcaloză - alcalinemie

De ce pH-ul organismului trebuie menținut constant ?

- Efectele acidozei
 - metabolism intracelular
 - distribuția electroliților
 - tulburări de excitabilitate și conducere N
 - reactivitate vasculară
 - tulburări funcției cardiace
 - modificarea curbei HbO₂
- Efectele alcalozei – calciul ionizat

Reacția generală de disociere a acidului



➤ reacția de asociere

Dublarea concentrației de H⁺ dublează reacția dacă A⁻ rămâne constant

Dacă ambii parametri se dublează, reacția se intensifică de patru ori

➤ reacția de disociere este proporțională cu [AH]

Ecuția Henderson-Hasselbalch

$$pH = pK + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

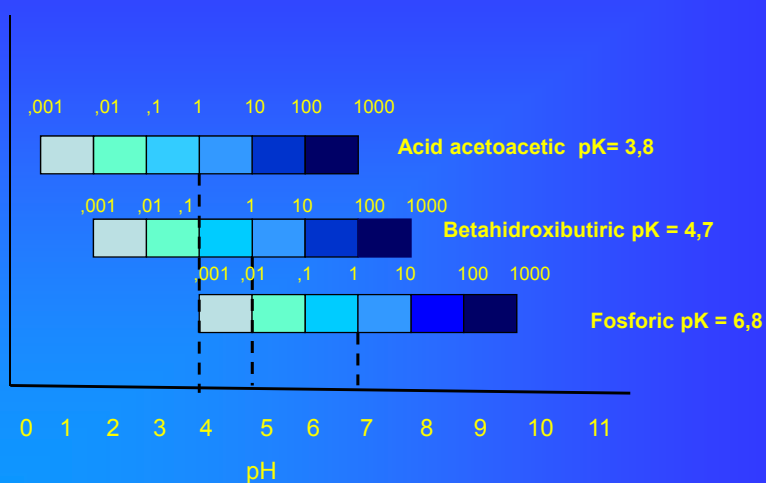
Scăderea pH-ului cu 2 unități, echivalează cu creșterea $[H^+]$ de 100 de ori și raportul A^-/AH scade la 1/100 din valoarea inițială.

Scăderea pH-ului cu 4 unități, echivalează cu creșterea $[H^+]$ de 10.000 de ori și raportul A^-/AH scade la 1/10.000 din valoarea inițială.

1 litru soluție conținând 1 mol AH, aflată în echilibru al reacției de disociere (500 mmoli de H^+ + 500 mmoli A^-)

Adaos HCl	Adaos HCl	Adaos NaOH	Adaos NaOH
pH	$[A^-]/[AH]$	pH	$[A^-]/[AH]$
x	1/1	x	1/1
x - 1	1/10	x + 1	10/1
x - 2	1/100	x + 2	100/1
x - 3	1/1000	x + 3	1000/1

Rolul pK-ului Modificarea raportului $[A^-]/[H]$



PRODUCȚIA METABOLICĂ

1. Cationi organici – produși acizi:



2. Aminoacizi ce conțin sulf
3. Acizi organici
4. Anioni anorganici
5. Reactanți neutri

MIJLOACE DE APĂRARE ANTIACIDĂ

- Mijloace fizico-chimice - Sisteme tampon

Extracelulare:

- - $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3$
- - $\text{NaH}_2\text{PO}_4/\text{Na}_2\text{HPO}_4$
- - proteină acidă/proteinat de Na

Intra-eritrocitare:

- - HbH/HbHK
- - $\text{HbO}_2/\text{HbO}_2\text{K}$

Intracelulare:

- - $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{KHCO}_3$
- - $\text{KH}_2\text{PO}_4/\text{K}_2\text{HPO}_4$
- - proteină acidă/proteinat de K

Calități

Defecte

MECANISM DE FUNCȚIONARE

- $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{NaHCO}_3 + \text{acid lactic} \rightarrow$
- $\text{Lactat de Na} + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- Intervenție promptă
- Sistemul se consumă în reacție

CRITERII DE EFICIENȚĂ ALE SISTEMELOR TAMPON

- - CANTITATE
- - VALOAREA pK
- - VALOAREA RAPORTULUI A-/AH
- - CAPACITATE DE ELIMINARE

Sistemul bicarbonaților

$$pH = 6,1 + \log \frac{[HCO_3^-]}{[CO_2]} = 6,1 + \log \frac{24 \text{ mEq / l}}{40 \text{ mmHg} \times 0,03}$$

$$pH = 6,1 + \log \frac{24}{1,2}$$

$$\log 20 = 1,27$$

$$pH = 6,1 + 1,27 = 7,37$$

TIPURI DE MODIFICĂRI ALE EAB

- ACIDOZE
 - METABOLICE
 - RESPIRATORII
- ALCALOZE
 - METABOLICE
 - RESPIRATORII
- ACUTE / CRONICE
- COMPENSATE / DECOMPENSATE
- SIMPLE / MIXTE
- MIXTE: DIVERGENTE / CONVERGENTE

- Acidoza: pH scăzut
- $[H^+]$ crește
- $[HCO_3^-]/[CO_2]$ scade
- ⇨ - prin scăderea HCO_3^- = ACIDOZĂ METABOLICĂ
- ⇨ - prin creșterea CO_2 = ACIDOZĂ RESPIRATORIE

Alcaloza: pH crescut

$[H^+]$ scade

$[HCO_3^-]/[CO_2]$ crește

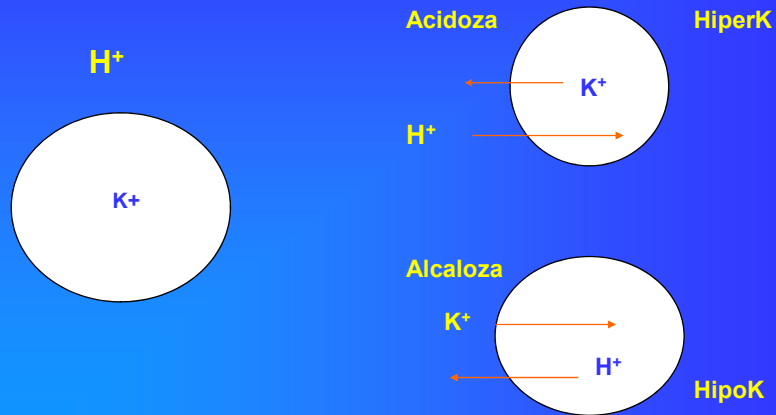
⇨ - prin creșterea HCO_3^- = ALCALOZĂ METABOLICĂ

⇨ - prin scăderea CO_2 = ALCALOZĂ RESPIRATORIE

MIJLOACE BIOLOGICE DE CONTROL AL EAB

- Transmineralizarea
- TGI – stomac, pancreas exocrin, ficat
- Os
- Mușchi
- Eritrocit
- Plămâni
- Rinichi – Excreție de protoni, aciditate titrabilă, amoniogeneză, sinteză de HCO_3^- cu reabsorbție/secreție tubulară

Transmineralizarea



Tractul gastro-intestinal

- Ficatul – acid lactic
- Stomacul – HCl
 - Digestia gastrică normală
 - Secreția în timpul acidozei
 - Pierderea de lichid în stenoza pilorică
- Pancreasul exocrin – HCO_3
 - Digestia intestinală normală
 - Secreția în timpul alcalozei
 - Pierdere intestinală (diaree)

Rolul eritrocitului

- Sinteza intra-eritrocitară de HCO_3^- (fenomenul de membrană Hamburger)
- Carbamați de Hb
- Formarea punților saline

-Diferența dintre Hb O_2 și HbH

-Consecința anemiei

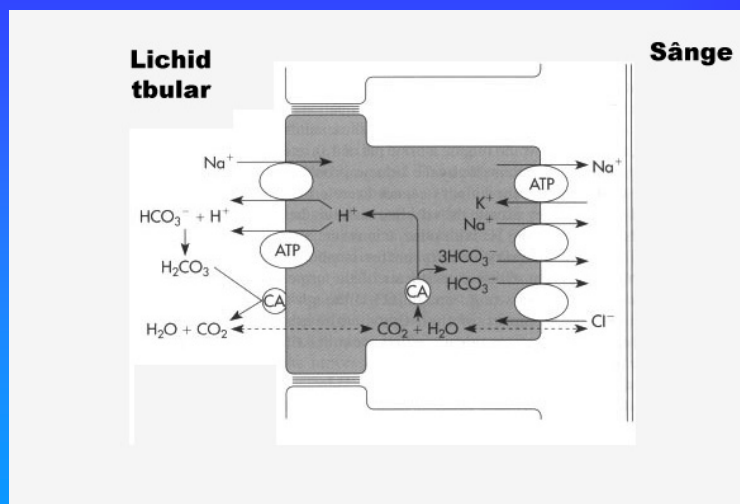
Rolul plămânilor în controlul EAB

- Consecințele hiper și hipoventilației
- Răspunsul pulmonar la tulburările EAB de tip metabolic
- Limitele plămânilor în controlul tulburărilor EAB de tip respirator (afecțiuni respiratorii de cauză pulmonară și extrapulmonară)
- Limitele de compensare determinate de sensibilitatea centrului respirator la variațiile CO_2 , și de reacția periferică la hipoxemie.

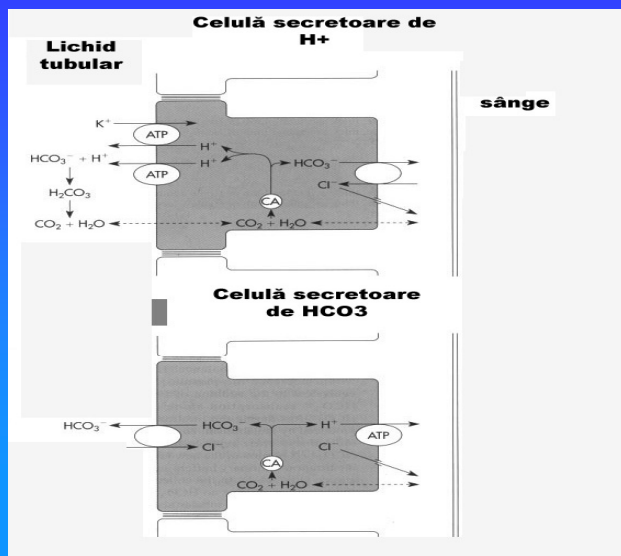
Rolul rinichiului în controlul EAB

- Mecanisme:
 - Excreție de H^+ sub formă de aciditate liberă
 - Excreția de H^+ sub formă de aciditate titrabilă
 - Amoniogeneza
 - Sinteză de HCO_3^-
 - Reabsorbție și/sau secreție tubulară a HCO_3^-

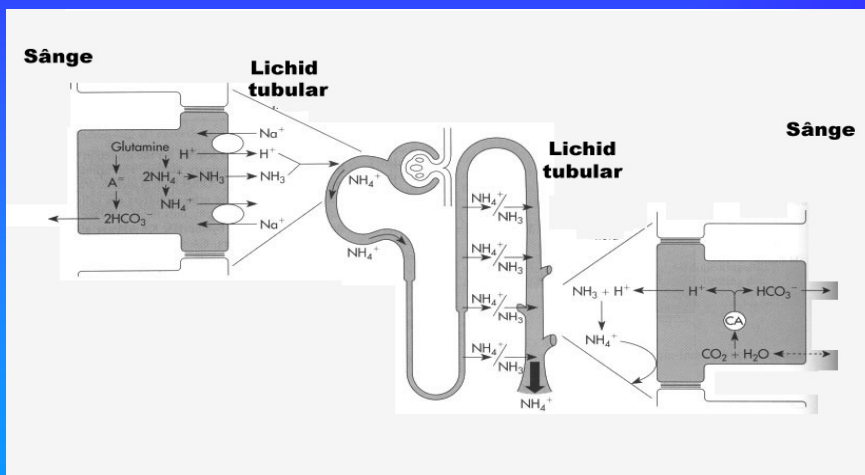
Reabsorbția HCO_3^- în TCP



Mecanismul controlului EAB la nivelul TC



Amoniogeneza renală

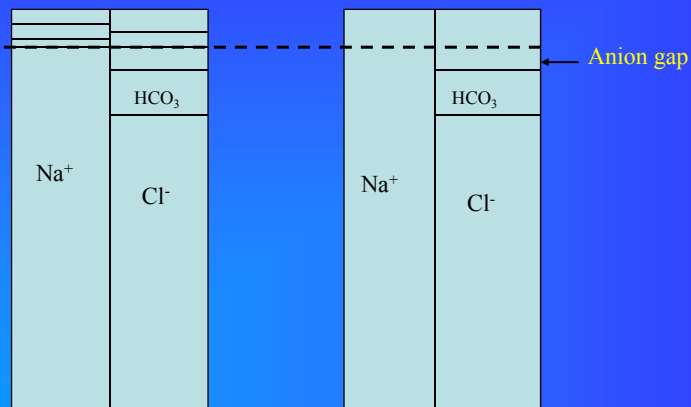


Parametrii de apreciere ai EAB (sânge arterial)

- pH-ul mediului intern – 7,35 – 7,42
- $p\text{CO}_2$ – 40 mm Hg
- Rezerva alcalină – 24 mEq/l
- Bicarbonat standard (BS) – 24 – 26 mEq/l
- Baze totale tampon (BB) – 50 – 55 mEq/l
- Exces de baze (BE) – $0 \pm 2,5$ mEq/l
- Anion gap – 12 ± 4 mEq/l
- Electroliții plasmatici (Na^+ , K^+ , Ca^{2+})
- ENA - $[(U_{\text{NH}_4} \times V) + (U_{\text{AT}} \times V)] - (U_{\text{HCO}_3} \times V)$
- HCO_3 total (T_{CO_2})

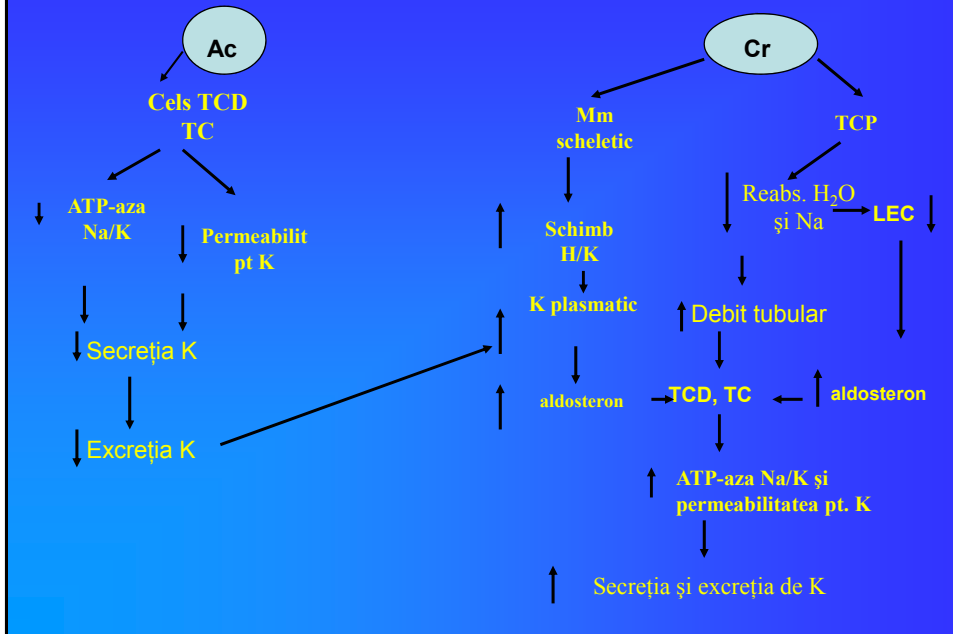
ANION GAP (Groapa anionică)

- Cationi Anioni

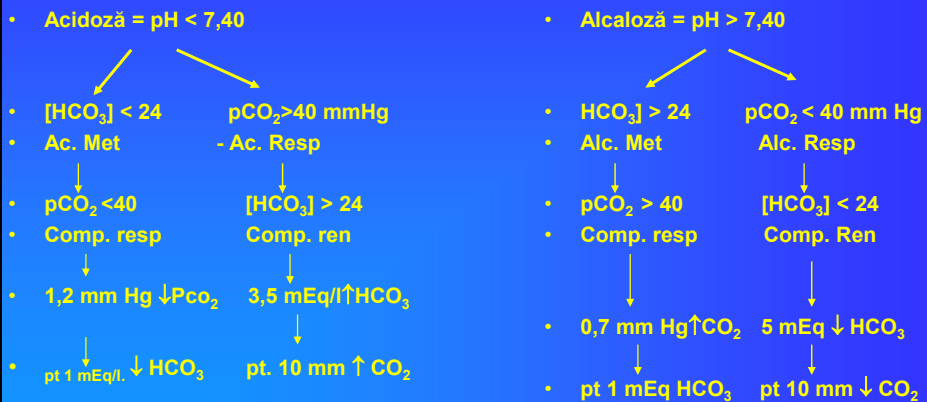


$$\text{AG} = [\text{Na}^+] - ([\text{Cl}^-] + [\text{HCO}_3^-]) = 145 - (110 + 25) = 10 \text{ mEq/l}$$

Acidoza metabolică



Sânge arterial



Etape de control ale EAB

- Formare de $\text{CH}_3\text{COH}_2\text{COOH}$
- Sisteme tampon
- Transmineralizare
- Compensare (respiratorie și renală)
- Corecție - renală

CAUZE DE ACIDOZĂ METABOLICĂ

- Tulburări la nivelul TGI
- Cauze metabolice
- Intoxicații
- Insuficiență renală

Tipuri de acidoze metabolice

- Lactică (producție zilnică 1000 mmol/zi, nivel plasmatic 2 mmol/l)
 - Insuficiență circulatorie
 - Hipoxemie **acută** severă
 - Insuficiență hepatică (uneori și în diabet zaharat prin depleție)
- Cetoacidotică
 - Diabetică
 - De inaniție
 - Alcoolică
- De cauză exogenă
 - Metanol
 - Salicilați
- De cauză renală
 - Insuficiență renală (F + R)
 - Acidoză tubulară renală

Tipuri de acidoză respiratorie

- I – non-pulmonare
 - Inhibare centrală
 - Alterarea transmisiei nervoase
 - Boli musculare
- II – pulmonare
 - Boală pulmonară acută (! De obicei alcaloză respiratorie)
 - Boală pulmonară cronică (BPOC)
 - N.B. – travaliul mușchilor respiratori

Tipuri de alcaloze metabolice

- Hipovolemie - mecanisme
 - Aldosteron crescut
 - A II crescută
 - Stimulare adrenergică
 - Scăderea RFG
 - Hipokaliemie
 - Crește reabsorbția de K
 - Acidoză intracelulară (Reabs. HCO_3 pentru electroneutralitate)
 - Scăderea RFG (SRAA)
 - Excreție de amoniu
 - Hiperaldosteronism
 - Primar
 - secundar
- Na^+/K^+
- Vărsături gastrice
Diuretice
Posthipercapnică

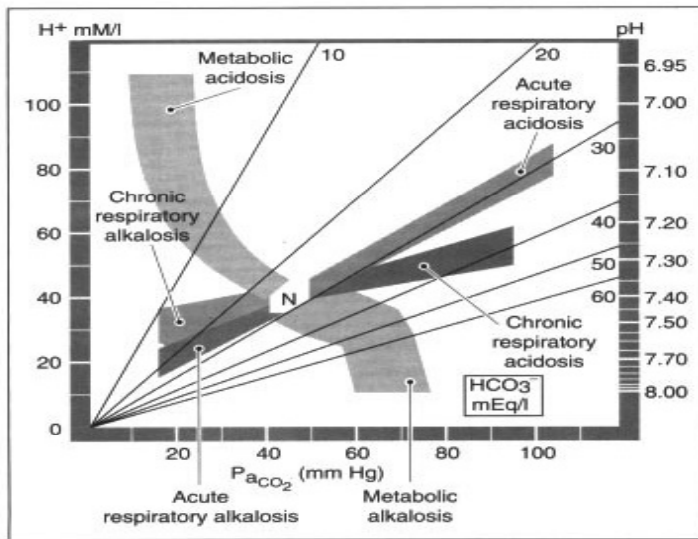
Tipuri de alcaloză respiratorie

- Cauze pulmonare
 - Pneumonie medie
 - Edem pulmonar
 - Embolie
 - Fibroză
 - Astm **NB. Se poate ajunge la acidoză respiratorie**
- Cauze extrapulmonare
 - Septicemie
 - Boli hepatice (progesteron)
 - Hemodializă
 - Sarcină
 - Leziuni cerebrale
 - Hiperventilația psihogenă
 - Altitudine

Exemple

- pH 7,22; pCO₂ 20 mmHg; [HCO₃] 8 mEq/l. Diabetic
- pH 7,26; Pco₂ 60 mm Hg; [HCO₃] 26 mEq/l. Copil, a înghițit o bilă.
- pH 7,24; pCO₂ 65 mmHg; [HCO₃] 26 mEq/l. Copil după criză de astm.
- pH 7,24; pCO₂ 65 mmHg; [HCO₃] 26 mEq/l. Femeie, cu BPCO. ????

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------|
| • pH 7,39 | pH 7,08 |
| • PCO ₂ 33 mm Hg | PCO ₂ 21 mmHg |
| • Po ₂ 99 mm Hg | PO ₂ 219 mm Hg |
| • HCO ₃ 20 mmol/l | HCO ₃ 6,5 mmol/l |
| • TCO ₂ 21,7 mmol/l | TCO ₂ 7,2 mmol/l |
| • BE -4,3 mmol/l | BE -23 mmol/l |
| • SBC 22 mmol/l | SBC 8,5 mmol/l |



Harta EAB