

ECHILIBRUL ACIDO-BAZIC

- ▶ Echilibrul acido-bazic este **determinat de concentrația ionilor de hidrogen**. În vederea realizării homeostaziei, trebuie să existe o balanță între producerea internă a ionilor de hidrogen și eliminarea acestora din organism.
- ▶ Concentrația ionilor de hidrogen este exprimată cu ajutorul unei scale logaritmice, utilizând unități de pH, **pH-ul fiind logaritmul negativ al concentrației ionilor de H^+** .

Menținerea normală a pH-lui mediului intern este esențială pentru

- ▶ desfășurarea proceselor metabolice celulare,
- ▶ menținerea excitabilității celulare,
- ▶ funcționarea sistemelor enzimatică și a reacțiilor chimice.

Homeostazia pH-lui se realizează prin:

- ▶ **mecanisme rapide și de scurtă durată** → **sistemele tampon**
- ▶ **mecanisme lente și de lungă durată** → **mecanisme de compensare pulmonare și renale**, care au rolul de a readuce sistemele tampon la starea inițială.

Principalul sistem tampon al sângelui, cel care predomină din punct de vedere cantitativ și determină pH-ul mediului intern, este **sistemul bicarbonat/acid carbonic**:

- ▶ **bicarbonatul** = *factorul metabolic*; concentrația sa este determinată de reabsorbția și generarea renală de HCO_3^- .

Tulburările acido-bazice determinate de modificarea primară a bicarbonatului: **acidoze și alcaloze metabolice**.

- ▶ **acidul carbonic** = *factorul respirator*; acesta disociază la nivelul plămânilor în apă și CO_2



Astfel, concentrația sa este determinată de pCO_2 din alveole:

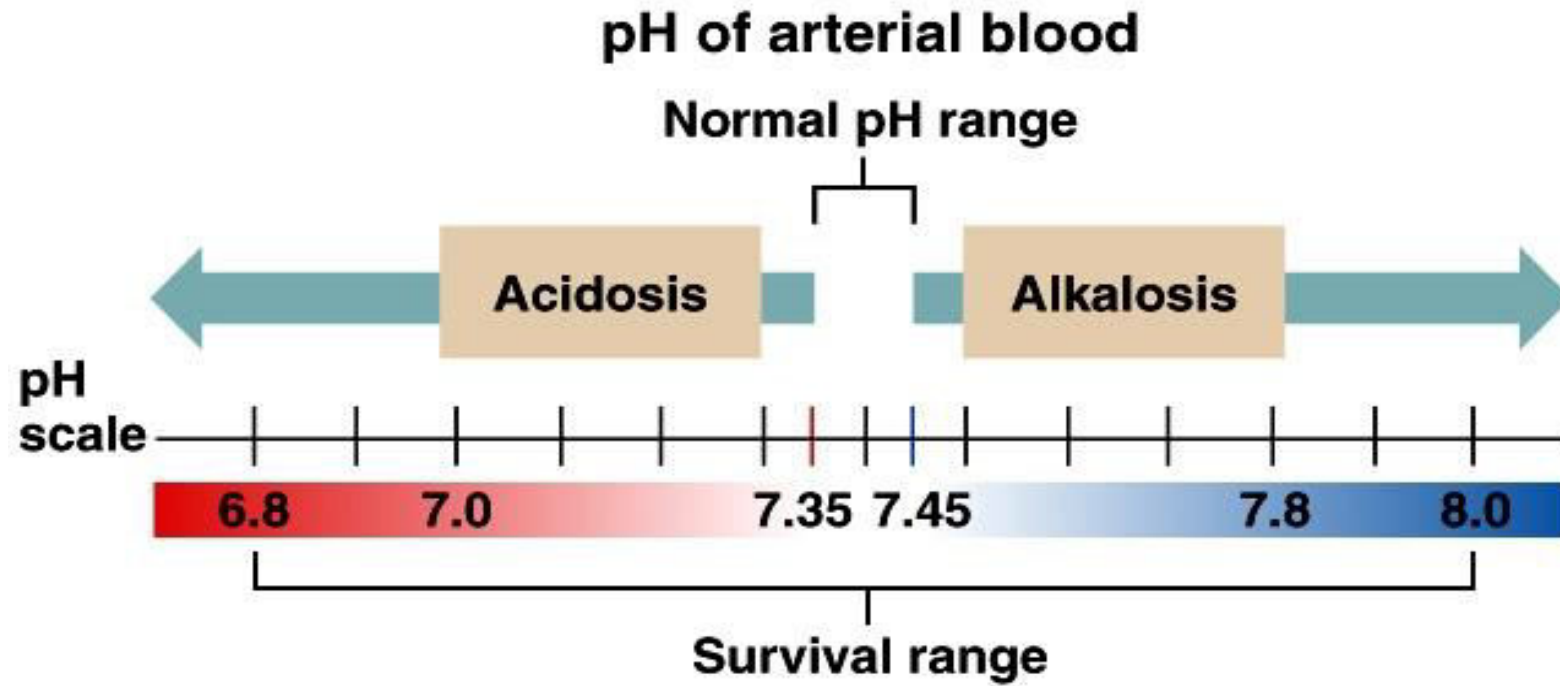
$$\alpha \times \text{PaCO}_2 = 0,03 \times 40 = 1,2 \text{ mEq/l} \quad (\alpha = \text{ct de solubilitate a } \text{CO}_2)$$

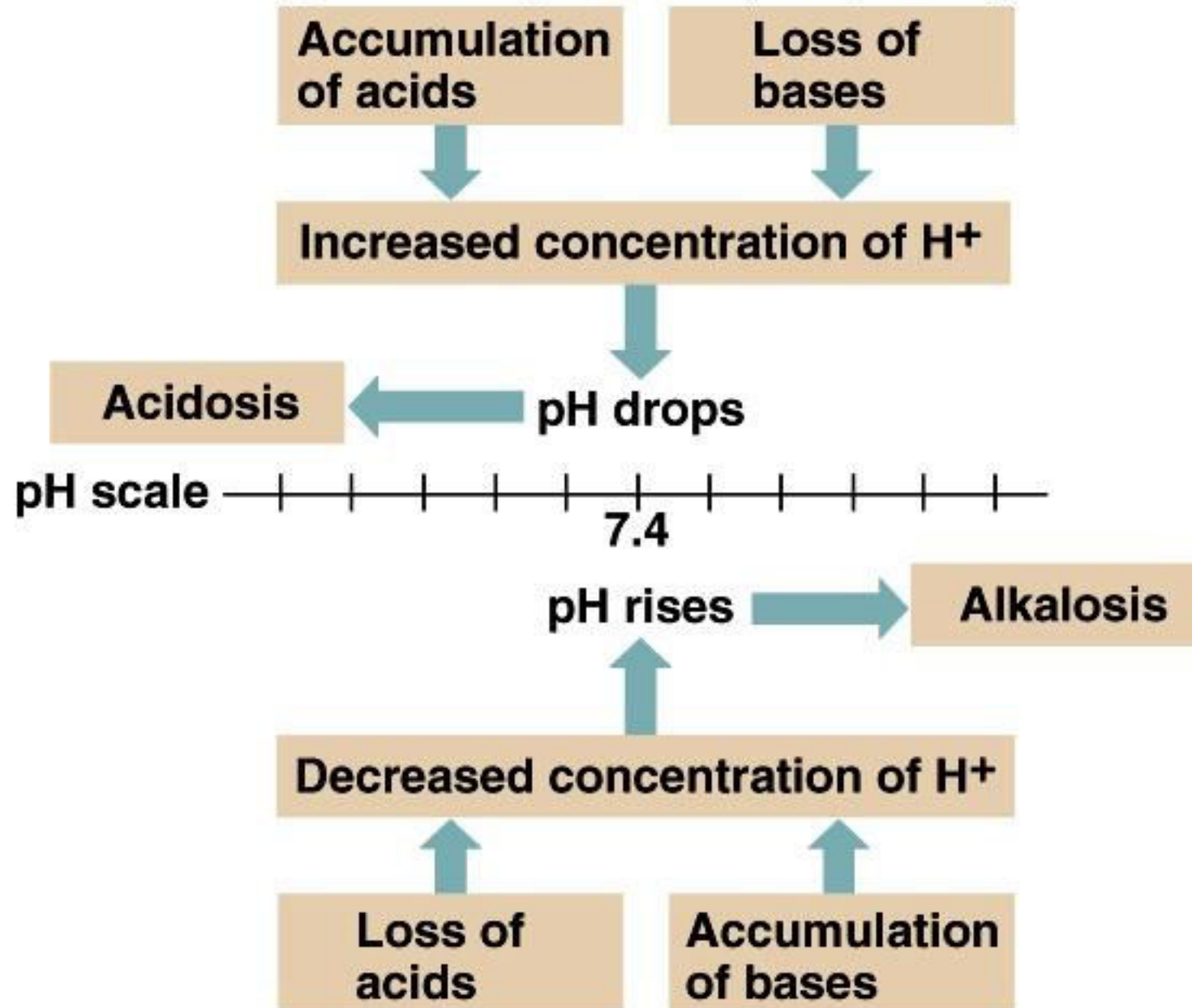
Tulburările determinate de modificarea primară a acidului carbonic: **acidoze și alcaloze respiratorii**.

- ▶ Echilibrul acestui sistem tampon se exprimă prin *ecuația Henderson-Hasselbach*:

$$\text{pH} = \text{pka} + \log \text{HCO}_3^- / \text{H}_2\text{CO}_3$$

- ▶ pka = constanta de disociație a acidului carbonic: 6,1
- ▶ HCO_3^- = concentrația plasmatică de bicarbonat: 24 mEq/l
- ▶ H_2CO_3 = concentrația plasmatică de acid carbonic: 1,2mEq/l





Valori normale:

pH: 7,35-7,45

HCO_3^- : 23-28 mEq/l

H_2CO_3 : 1,14- 1,26 mEq/l

PaCO_2 : 38-42 mmHg

1. Acidoza metabolică:

- ▶ **scăderea primară a $\text{HCO}_3^- \rightarrow \downarrow$ raportul $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{pH}$**
- ▶ cauze: cetoacidoza diabetică, din inaniție, alcoolică, acidoza lactică, acidoze toxice (cu metanol, salicilați), acidoza din IRA, IRC
- ▶ compensare: creșterea ratei respiratorii de la nivelul plămânilor (hiperventilație alv)

2. Alcaloza metabolică:

- ▶ **creșterea primară a $\text{HCO}_3^- \rightarrow \uparrow$ raportul $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow \text{pH}$**
- ▶ cauze: ingestia de substanțe alcaline (bicarbonat de sodiu), pierderea de H^+ în cursul vărsăturilor, posthipercapnee
- ▶ compensare: scăderea ratei respiratorii la nivelul plămânilor (hipoventilație alv.)

3 Acidoza respiratorie

- ▶ **creșterea primară a $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow$ raportul $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \downarrow \text{pH}$**
- ▶ poate fi **acută** și **cronică**
- ▶ cauze: emfizem, bronșită cronică, astm bronșic, sufocarea
- ▶ compensare: conservarea ionilor de bicarbonat și creșterea excreției nete de acizi, la nivel renal

4 Alcaloza respiratorie:

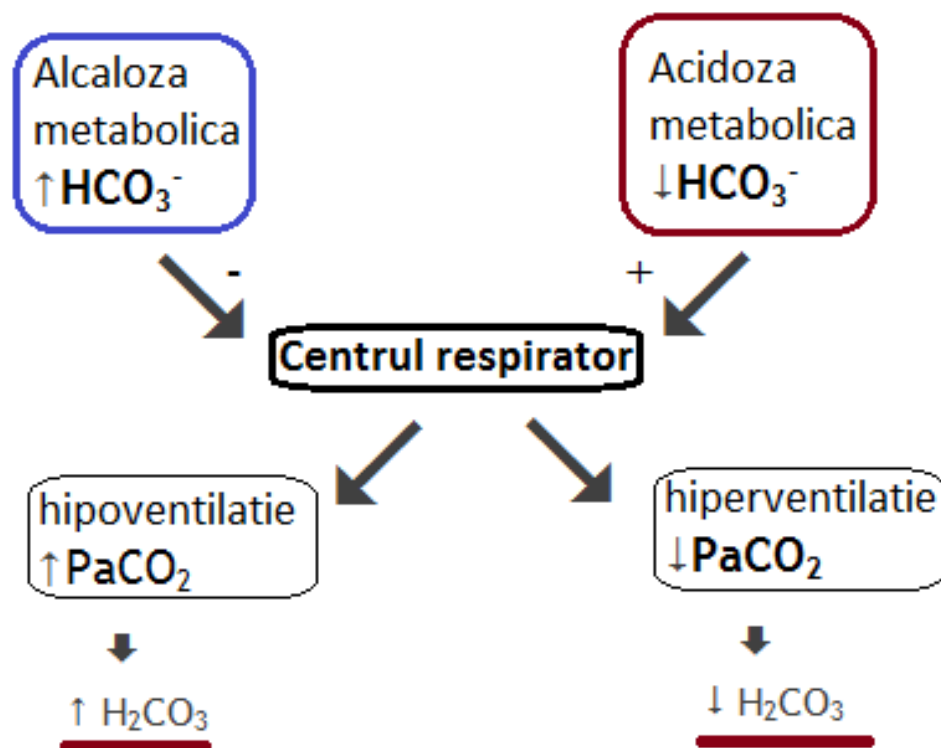
- ▶ **scăderea primară a $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow$ raportul $\text{HCO}_3^-/\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \uparrow \text{pH}$**
- ▶ poate fi **acută** și **cronică**
- ▶ cauze: efort fizic, sarcină, anestezice, stări febrile, encefalită
- ▶ compensare: excreția crescută a ionilor de bicarbonat la nivel renal

Mecanismele compensatorii pulmonare si renale

► Mecanismul pulmonar de compensare (in dezechilibre metabolice)

se bazează pe reactia: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$

- prin **hiperventilatie** se deplasează echilibrul reactiei spre stânga ($\downarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)
- prin **hipoventilatie** se deplasează echilibrul reactiei spre dreapta ($\uparrow \text{H}_2\text{CO}_3$)



► Mecanismul renal de compensare (în dezechilibre respiratorii și metabolice)

Intervine prin 3 procese:

1. Reabsorbția și generarea de bicarbonat :TP (90%) și TD (10%)

- HCO_3^- se combină cu H^+ secretat la nivelul lumenului tubular și formează H_2CO_3
- H_2CO_3 sub influența anhidrazei carbonice se descompune în apă și CO_2 (difundă în cele unde anhidraza carbonică catalizează reacția: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$)
- HCO_3^- se combină cu sodiul și trece în plasmă
- H^+ trece din celulă în lumen și ciclul se reia

2. Mecanismul de acidifiere urinară

- are loc în tubul contort distal pe baza reacției $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$
- H^+ trece din celulă în lumenul tubular unde substituie ionii de Na^+ din fosfatul disodic (Na_2HPO_4), care se elimină în urină.
- ionii de Na^+ se combină cu HCO_3^- , după care este eliberat în sânge

3. Aminogeneza urinară

- Amoniacul este format în celula tubulară din glutamina
- în acidoză crește sinteza de amoniac și potențialul de tamponare a urinei.
- amoniacul trece în lumenul tubular unde se combină cu ionul de hidrogen liber, formând ionul de amoniu, care se elimină cu urina.

hipoventilatie alveolară ($\uparrow p_a\text{CO}_2$)



Acidoza respiratorie ($\uparrow \text{H}_2\text{CO}_3$)

compensata prin:

- excretia renală de H^+
- Reabsorbția renală de bicarbonat

hiperventilatie alveolară ($\downarrow p_a\text{CO}_2$)



Alcaloza respiratorie ($\downarrow \text{H}_2\text{CO}_3$)

compensata prin:

- scăderea reabsorbției și generării de renale bicarbonat