

# **A sav-bázis egyensúly zavarai**

**Horváth-Szalai Zoltán**

**PTE KK Laboratóriumi Medicina  
Intézet**

# Sav - bázis egyensúly alapja

- Naponta kb. **1g H<sup>+</sup>** iont termelünk!  
**Táplálékok, endogén metabolizmus**
- Kilégzéssel 22 mol/nap CO<sub>2</sub>-t adunk le  
**Tüdő oldal**
- Fix savak (szulfát, foszfát, stb) eltávolítása  
**Vese oldal**
- Vér pH referencia tartománya: 7,35-7,45  
**35-45 nmol/l H<sup>+</sup>**  
Szabályozás: puffer rendszerekkel

# A vér puffer rendszerei

- Intra - extracelluláris fehérjék  
(hemoglobin + plazma fehérjék)

**Legerősebb puffer**

- Szénsav/bikarbonát

**Volatilis, gyorsan tud változni**

- Szerves molekulák (anionok)

**Kis jelentőségűek, patológiás  
körülmények közt fontosak lehetnek**

# Pufferek

- **Intracelluláris: kb. 50% pufferkapacitás**
  - Hemoglobin, más fehérjék: hemoglobin nélkül  
vénás vér pH: 4,5 lenne
  - **Kálium**  
 $K^+ \longleftrightarrow H^+$ , inverz változás  
minden 0.10 pH csökkenés, 0.2 -0.6 mmol/l  $K^+$   
emelkedés
- **Csont: akár 40%-ban képes kompenzálni az akut savterhelést**

# Pufferek: a szénsav/bikarbonát puffer

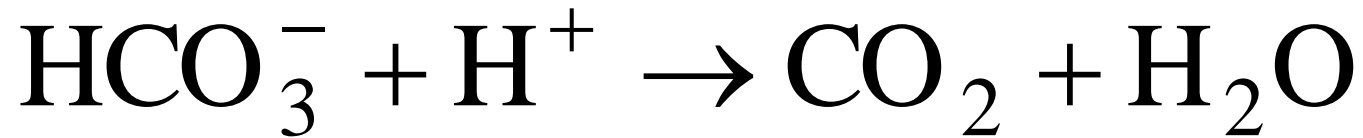


$$\text{pH} = \text{pKa} + \log \frac{[\text{HA}]}{[\text{A}^-]}$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$$


$$\text{pH} \propto \frac{[\text{HCO}_3^-]}{\text{PaCO}_2}$$

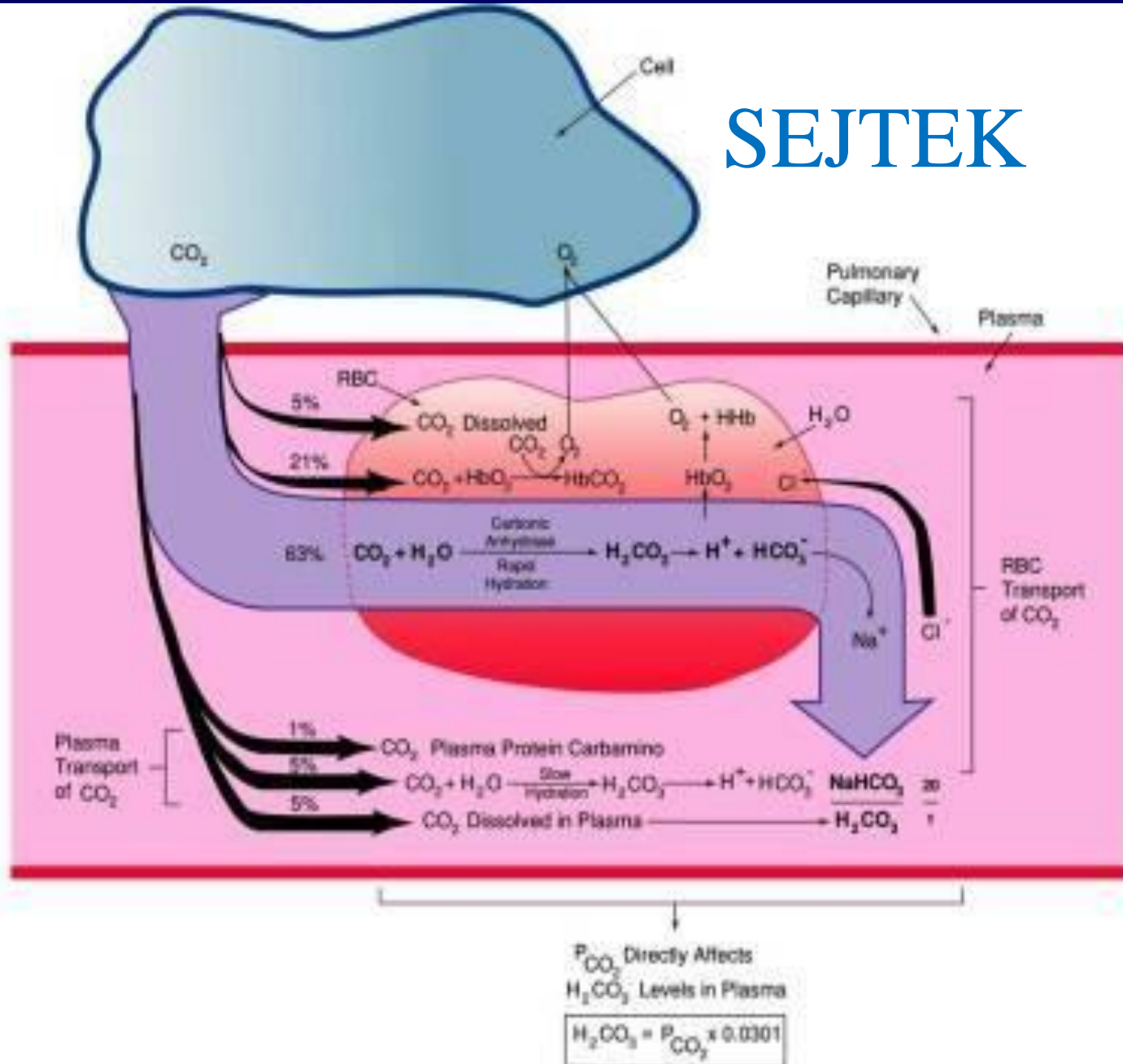
# A Henderson - Hasselbalch egyenlet



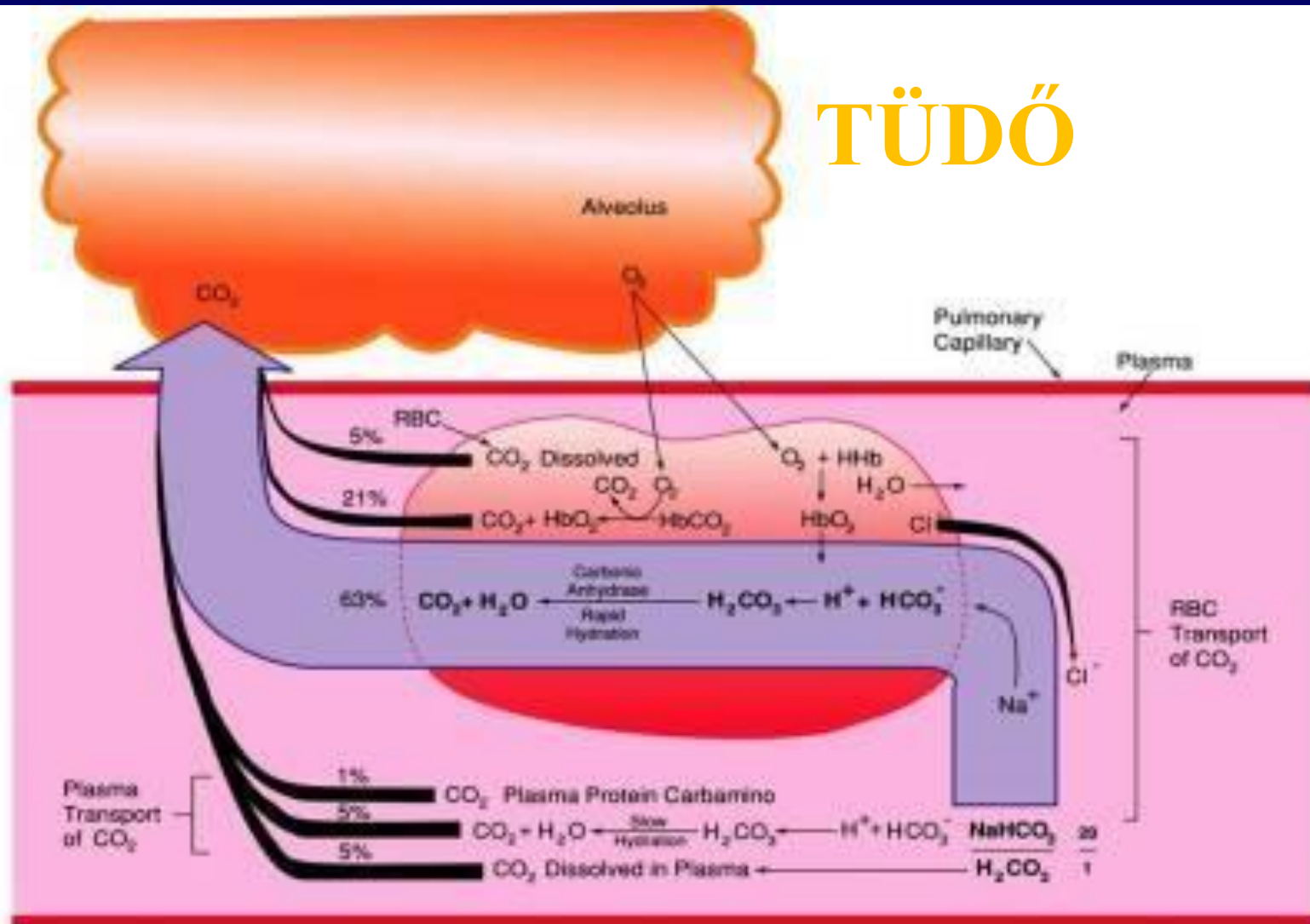
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

$$\text{pH} = 6.1 + \log \frac{24 \text{ mM}}{1.2 \text{ mM}} = 7.40$$

# SEJTEK



# TÜDŐ



$P_{\text{CO}_2}$  Directly Affects  $\text{H}_2\text{CO}_3$  Levels in Plasma

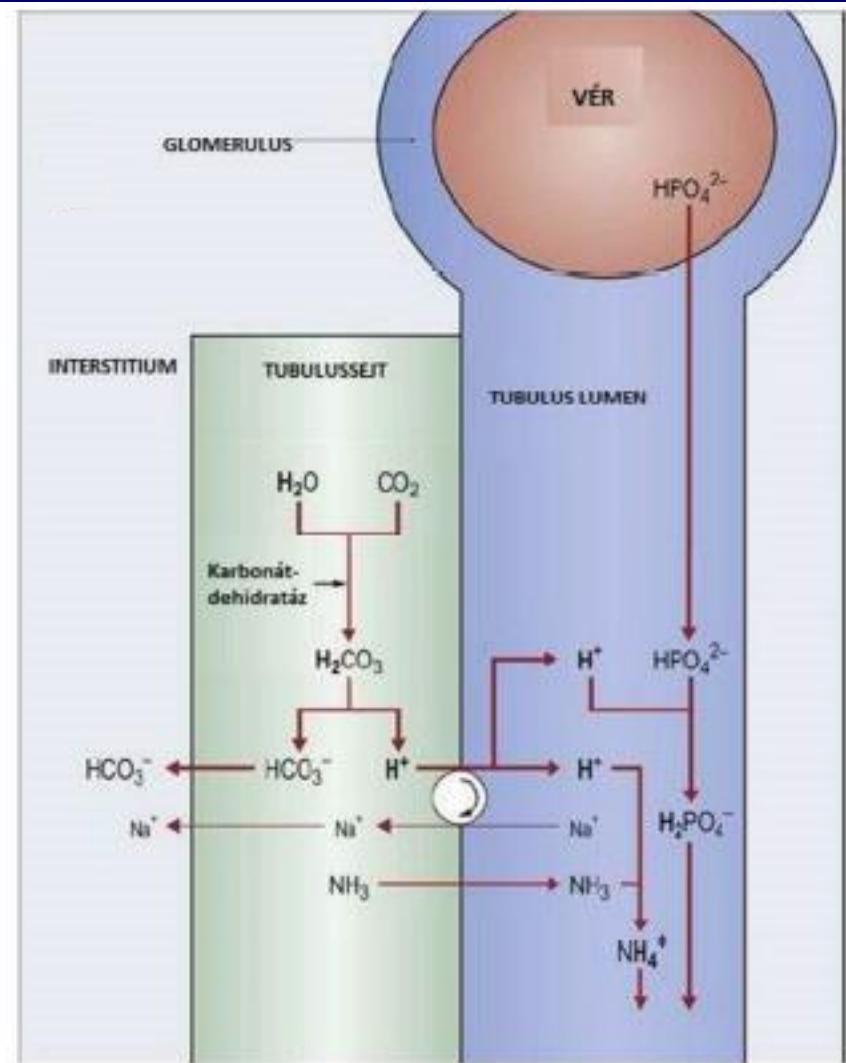
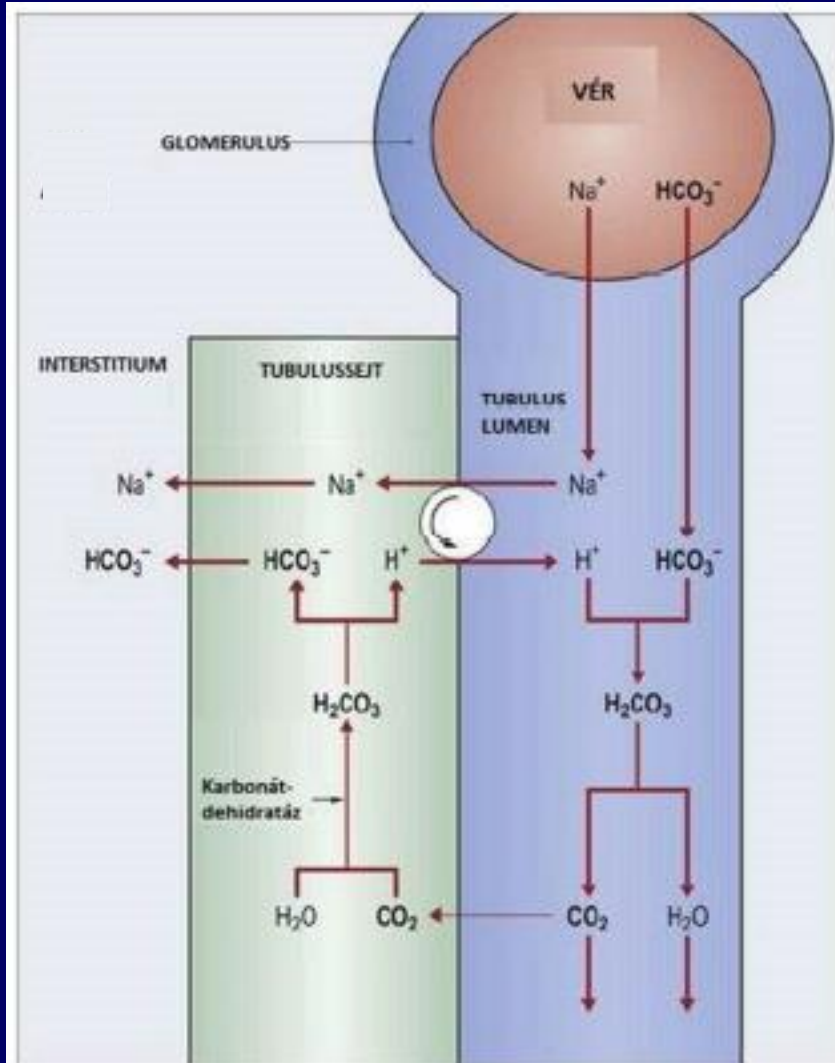
$$\text{H}_2\text{CO}_3 = P_{\text{CO}_2} \times 0.0301$$



# VESE

## Bikarbonát reabszorpció

## Hidrogénion exkréción



# Miért a szénsav/bikarbonát rendszer?

- Gyorsan változik: illékony (volatilis)
- Elég nagy a puffer kapacitása
- Technikailag könnyen mérhető
- Kis mintamennyiség elegendő (kapilláris, artériás vér)
- A terápia monitorozására alkalmas
- Gyakorlati segítséget ad a terápiához

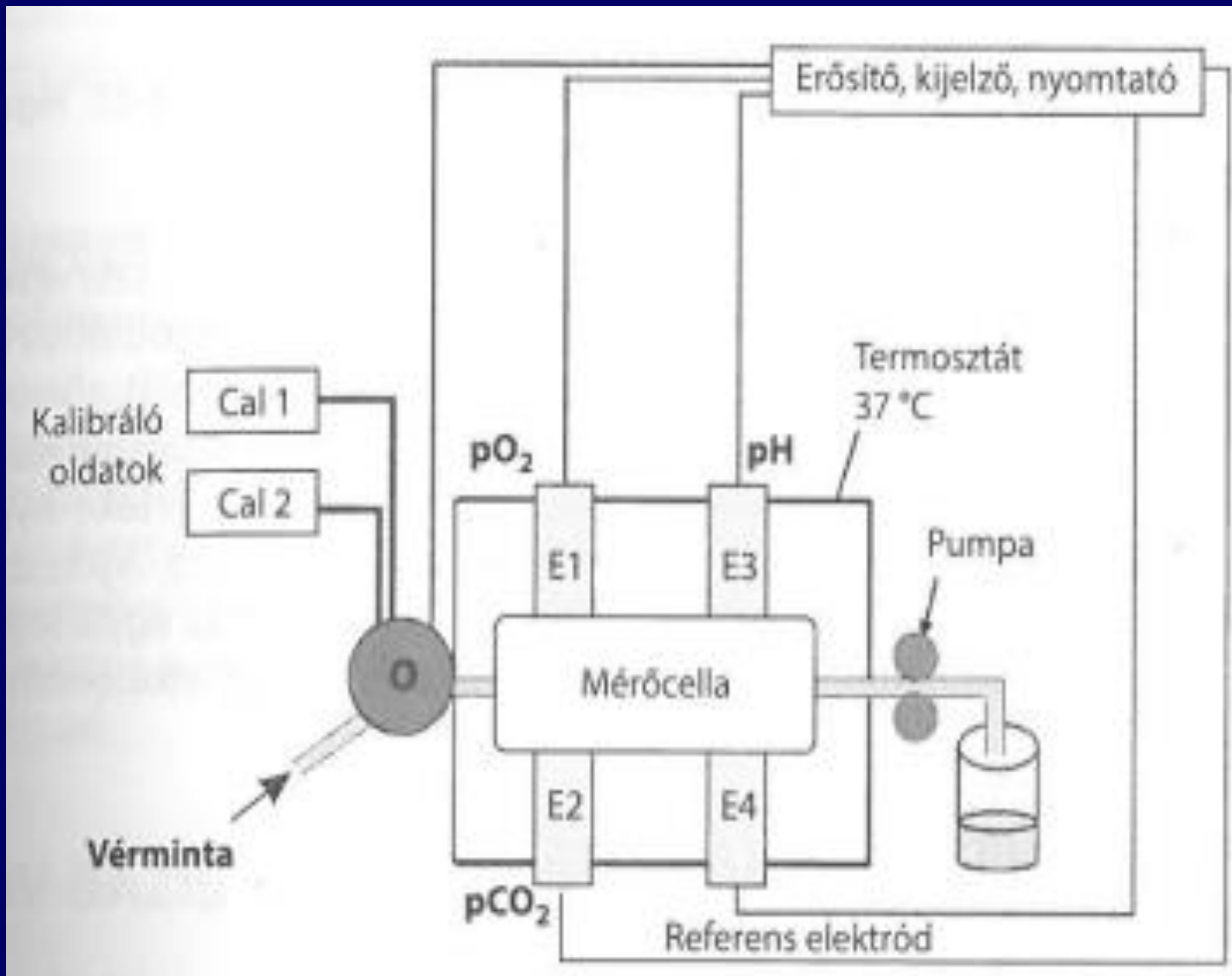


# Mintavétel sav-bázis vizsgálathoz

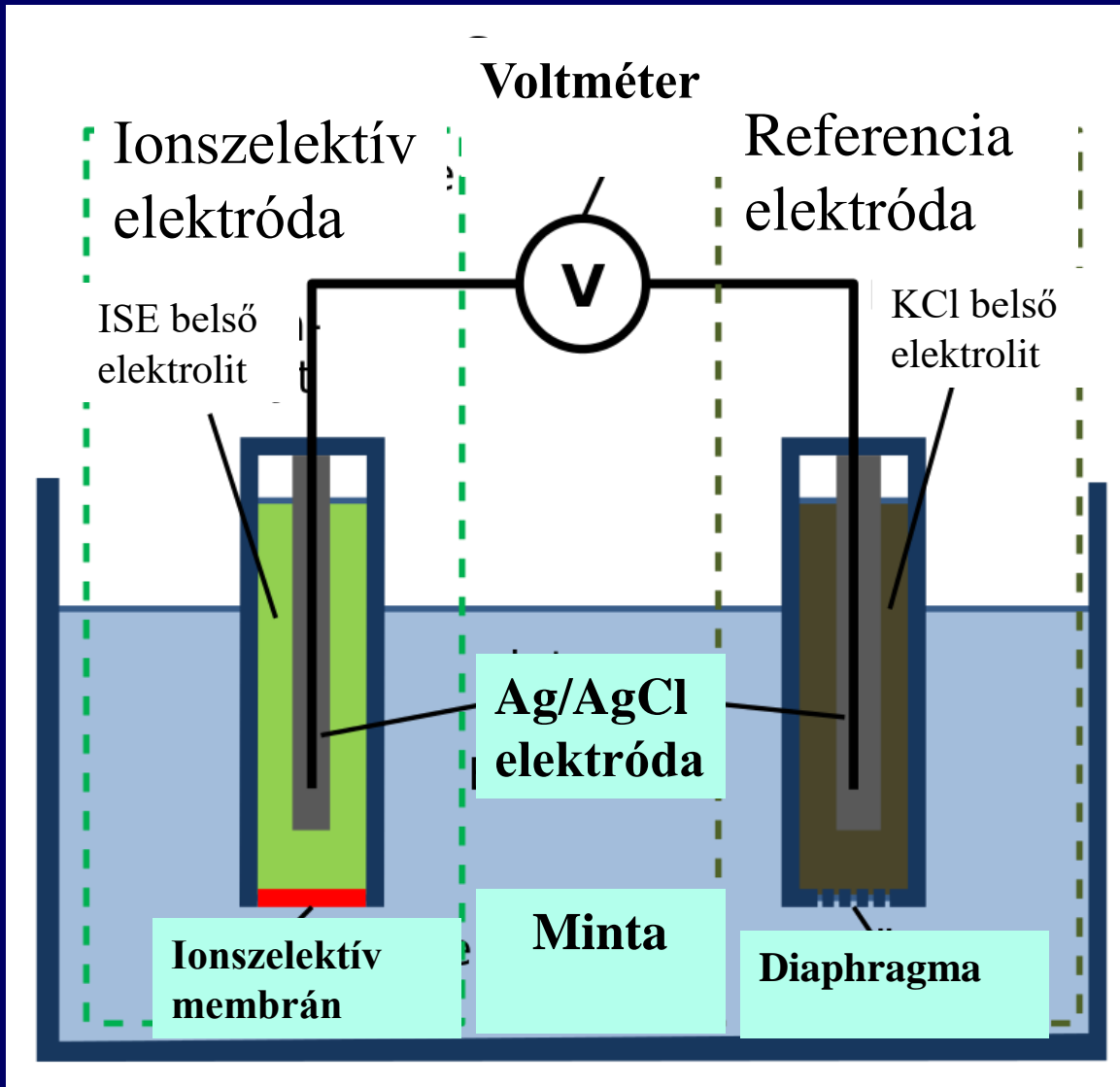


- Artériás vér
- Kapilláris vér (arterializált)
- Alvadásgátló - heparin
- Levegőtől elzárva, buborékmentesen, azonnal lezárva a kapillárist vagy fecskendőt, alvadásgátló összekeverése a vérrel
- **A minta mindig sürgős!**

# Analitika



# Potenciometria, ionszelektív elektródák



**Ionszelektív/  
mérőelektróda  
Ionszelektív membrán**

**Diffúziós potenciál**

**Referencia elektróda**

# Sav-bázis paraméterek méréstechnikája

- Hidrogén ion szelektív mikroelektród
- CO<sub>2</sub> szelektív mikroelektród
- O<sub>2</sub> szelektív mikroelektród
  
- Egyéb paraméterek: Point of Care Testing (POCT), ionok, laktát, karbamid, glukóz

# Sav -bázis paraméterek értékelése

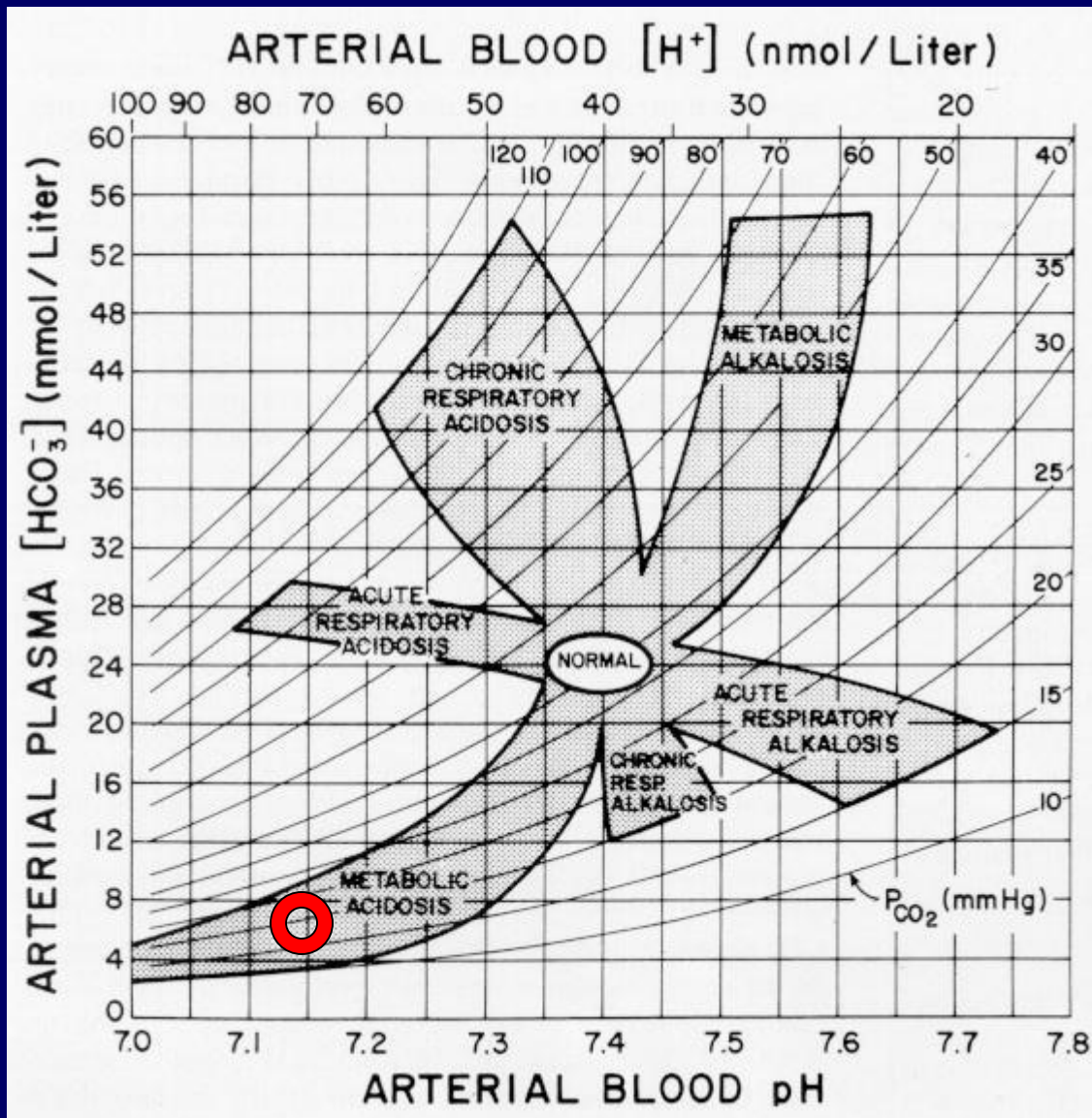
• pH	7,35 - 7,45
• pCO <sub>2</sub>	35 - 45 Hgmm
• HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> aktuális	22 - 28 mmol/l
• HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> standard	22 - 28 mmol/l
• Base excess (BE)	+ - 0 - 3 mmol/l
• pO <sub>2</sub>	90 - 100 Hgmm
• Oxigén szaturáció	95 - 100 %

# Diagnosztikus megközelítések

- **Sav-bázis nomogram**
- **Anion rés**
- **Delta rés**
- **Ozmotikus rés**



# Sav-bázis nomogram

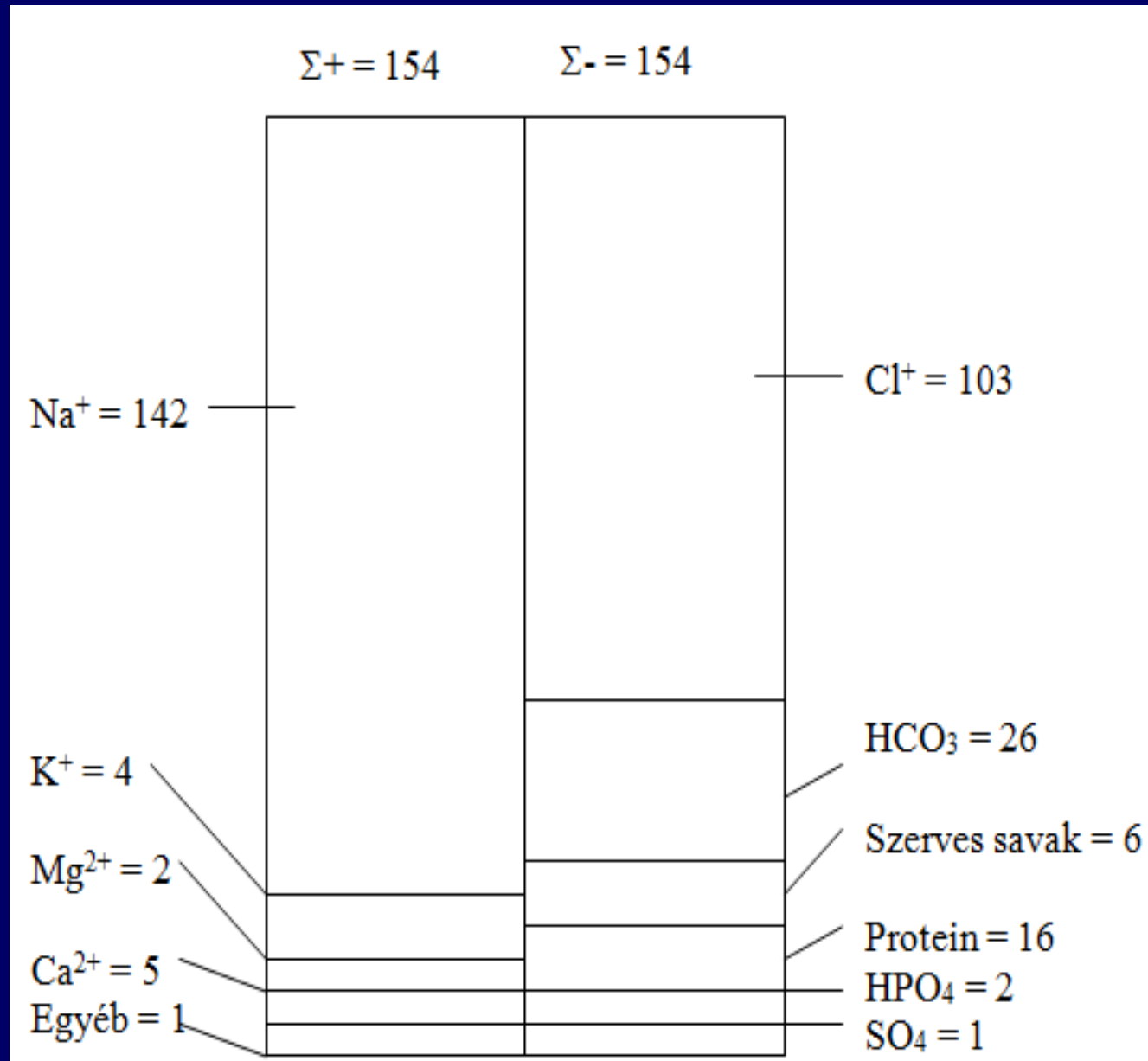


- 6 egyszerű eltérés ábrázolása
- A nomogramon kívül eső értékek kevert elváltozást jeleznek
- Nem 100%-ban megbízható a nomogram

# Metabolikus acidózis

	AKUT történés	Késői válasz
pH	↓	Kompenzáció: pCO <sub>2</sub> csökkenés
pCO <sub>2</sub>	normál	
<b>Akt.HCO<sub>3</sub></b>	↓	
Std.HCO <sub>3</sub>	↓	
BB	↓	
BE	↓	

# Anion rés (Gamble)



# Az anion rés (AG)

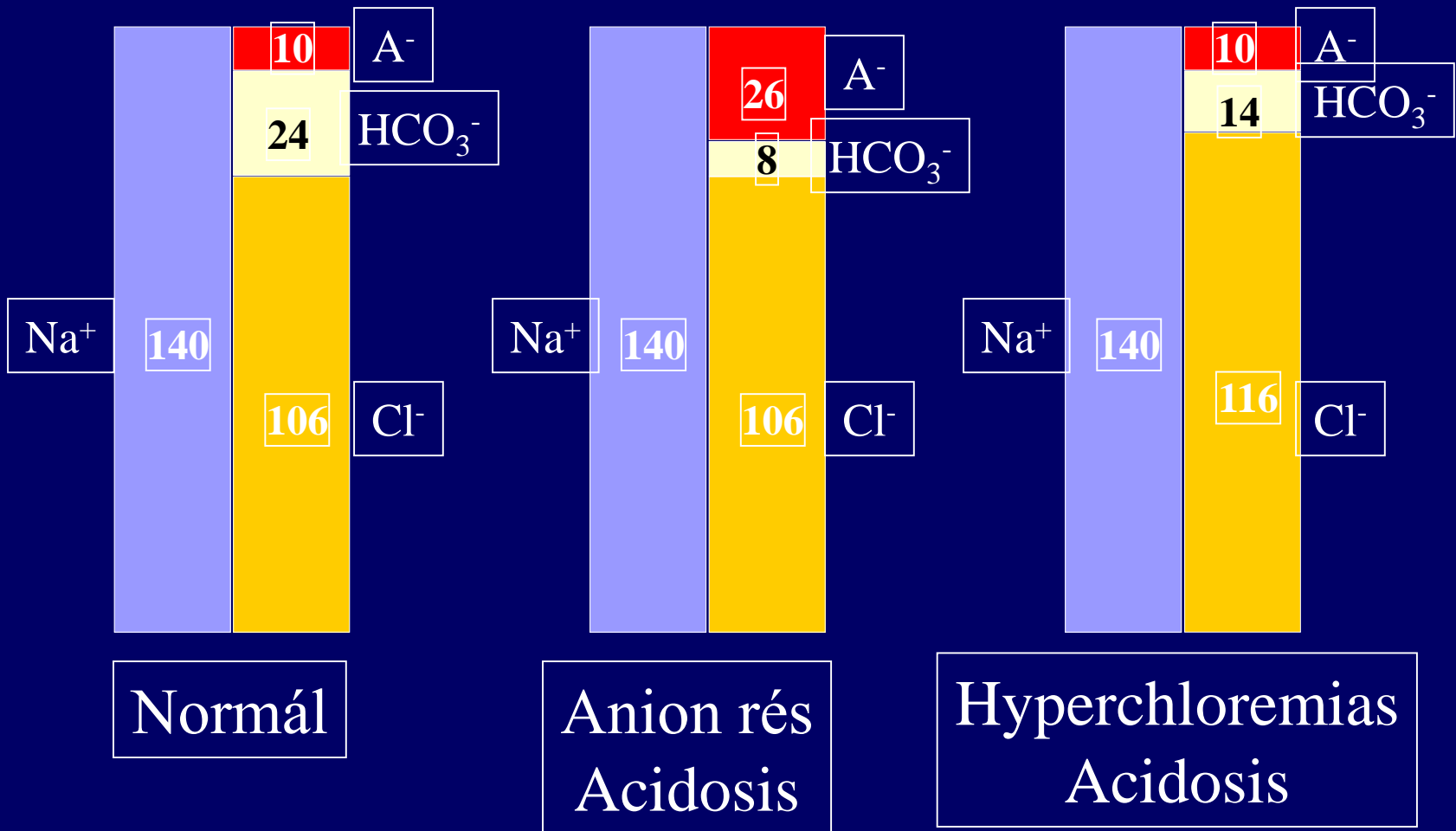
- $AG = [Na^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$

– referencia tartomány 12 +/- 2 mmol/l

- fehérjék, albumin, laktát, egyéb szerves savak

$$\begin{aligned} AG &= 140 - (106 + 4) \\ &= 30 \end{aligned}$$

# Az anion rés különböző esetei



# Az ozmotikus rés (Osm. gap) jelentése

- Szérum ozmolaritás:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , glukóz, karbamid
- Exogén, nem mért anyagok jelenléte (pl. metanol, ethylene glycol, stb.) növeli az ozmotikus részt

Ozmotikus rés = mért ozmolaritás - számolt ozmolaritás

**Osmolar gap < 10**

- normal

**Osmolar gap > 10**

- unmeasured solutes present

# Ozmotikus rés példája

szérum ozmolaritás = 323

$$\begin{aligned}\text{Számolt ozmolaritás} &= 2\text{Na}^+ + \text{Glukóz} + \text{Karbamid} \\ &= 2(140) + 10 + 10 \\ &= 300\end{aligned}$$

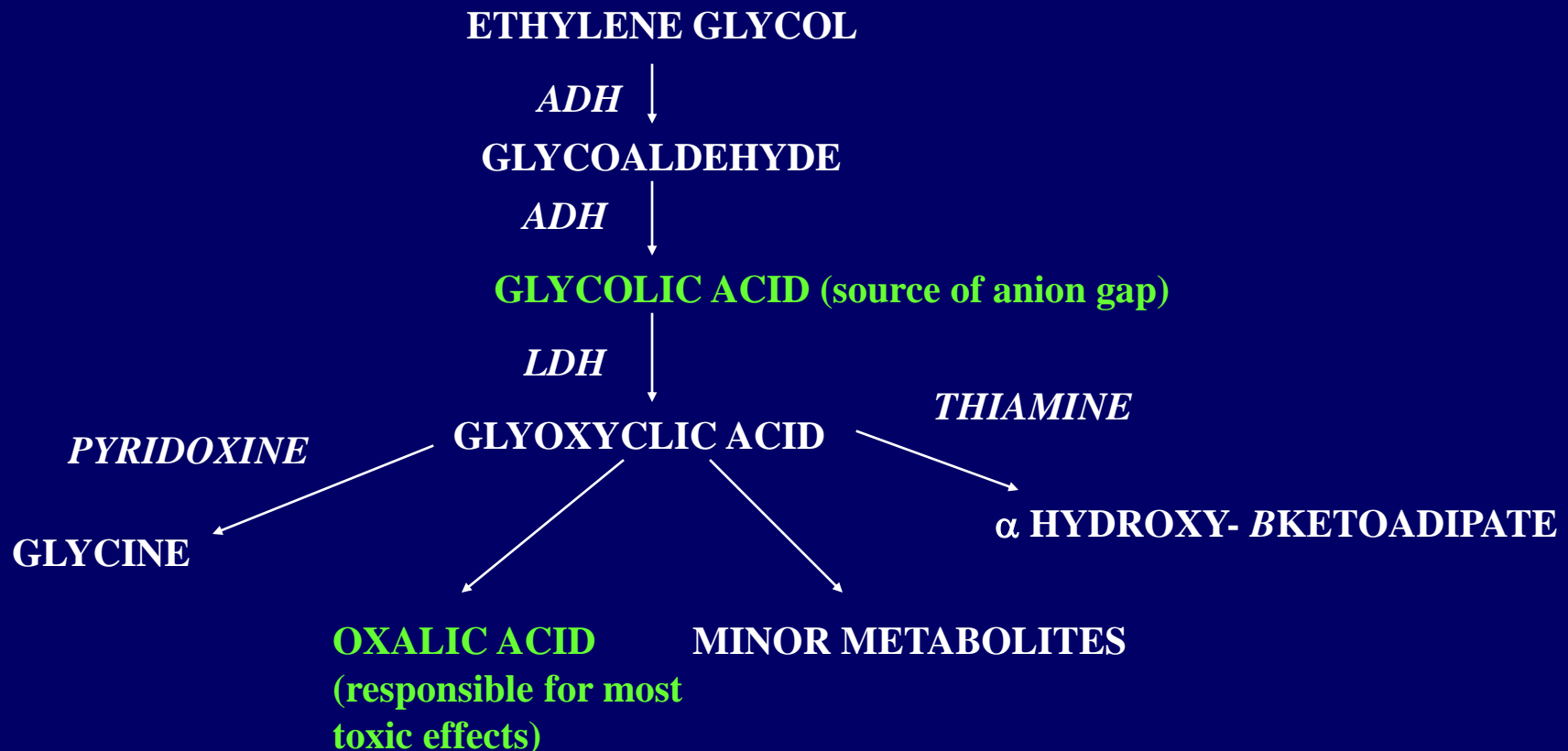
$$\begin{aligned}\text{Ozmotikus rés} &= 323 - 300 \\ &= 23\end{aligned}$$

OG > 10:  
metanol vagy etilén-glikol  
intoxikáció gyanúja

# Eset: etilén glikol mérgezés

- ETHYLENE GLYCOL - *high anion and osmolar gap*

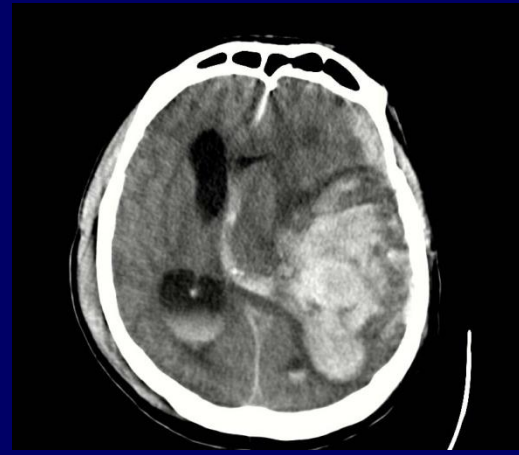
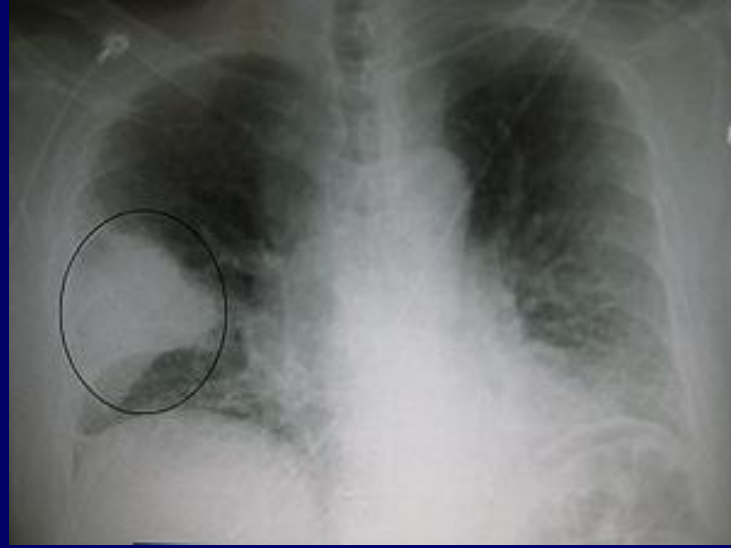
– De-icer, antifreeze, coolants





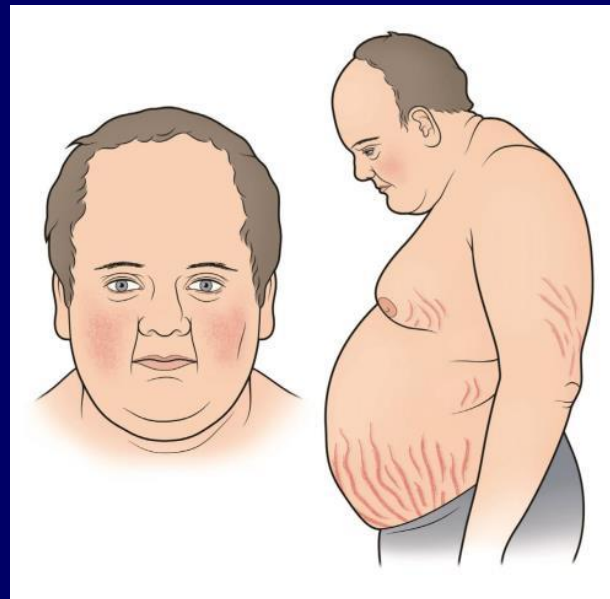
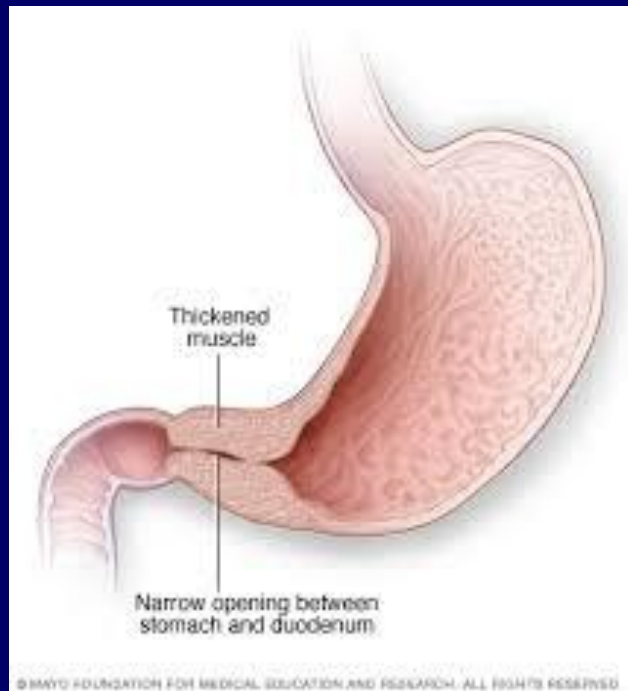
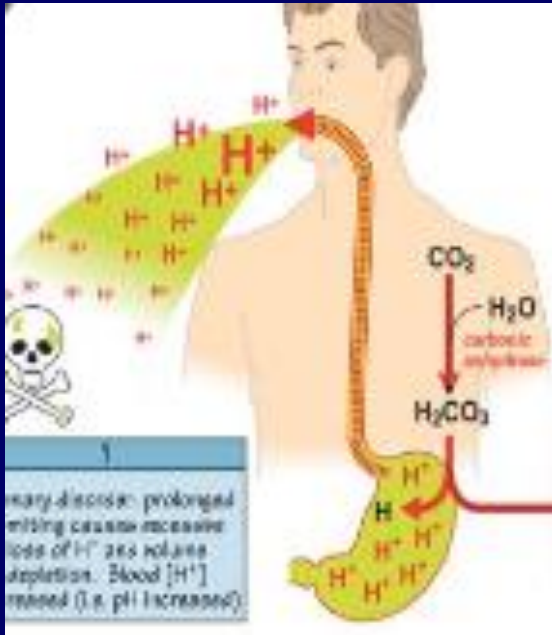
# Respiratorikus acidózis

	AKUT történes	Késői válasz
pH	↓	normalizálódás
<b>pCO<sub>2</sub></b>	↑	emelkedett
Akt.HCO <sub>3</sub>	↑	emelkedés
Std.HCO <sub>3</sub>	-	emelkedés
BB	-	emelkedés
BE	0+/- 2,5mmol/l	emelkedés



# Metabolikus alkalózis

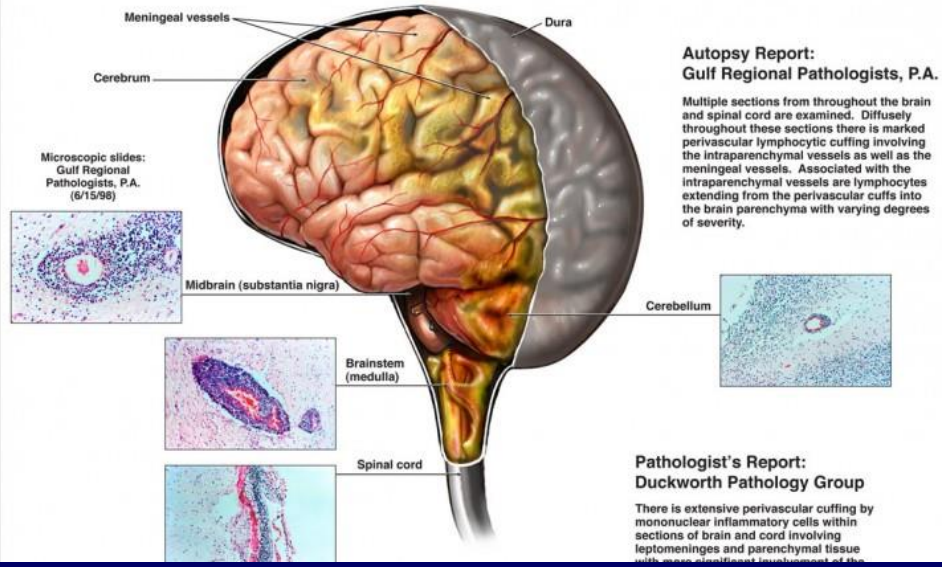
	AKUT történet	Késői válasz
pH	↑	Kompenzáció:  pCO <sub>2</sub> emelkedés.
pCO <sub>2</sub>	normál	
<b>Akt.HCO<sub>3</sub></b>	↑	
Std.HCO <sub>3</sub>	↑	
BB	↑	
BE	↑	



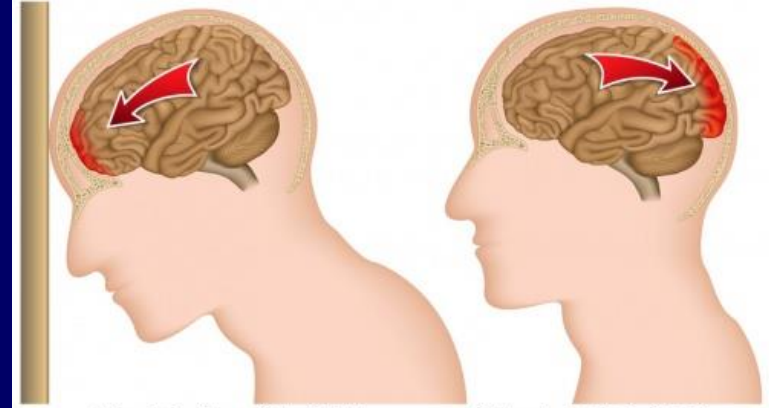
# Respiratorikus alkalózis

	AKUT történet	Késői válasz
pH	↑	normalizálódás
pCO <sub>2</sub>	↓	csökkent
Akt.HCO <sub>3</sub>	↓	csökkenés
Std.HCO <sub>3</sub>	-	csökkenés
BB	-	csökkenés
BE	0+/- 2.5mmol/l	csökkenés

## Meningoencephalitis Infection



## Schädel - Hirn - Trauma





## 1. pH

- a.  $> 7.45 =$  Alkalózis
- b.  $< 7.35 =$  Acidózis
- c.  $7.35 < \text{pH} < 7.45 =$  normál vagy kompenzált

## 2. PaCO<sub>2</sub>

- a.  $> 45$  Hgmm = Respiratórikus acidózis
- b.  $< 35$  Hgmm = Respiratórikus alkalózis

## 3. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>

- a.  $> 25$  mmol/L = metabolikus alkalózis
- b.  $< 20$  mmol/L = metabolikus acidózis

## 4. Kompenzált elváltozások

- a.  $1/c + 2/a + 3/a =$  Respiratórikus acidózis
- b.  $1/c + 2/b + 3/b =$  Metabolikus acidózis