

Poruchy acidobazické rovnováhy

Patobiochemie a diagnostika poruch
ABR a iontového hospodářství

Připojte se!



www.menti.com

41 19 6

Hydrogenuhlíčitánový pufr

tkáň

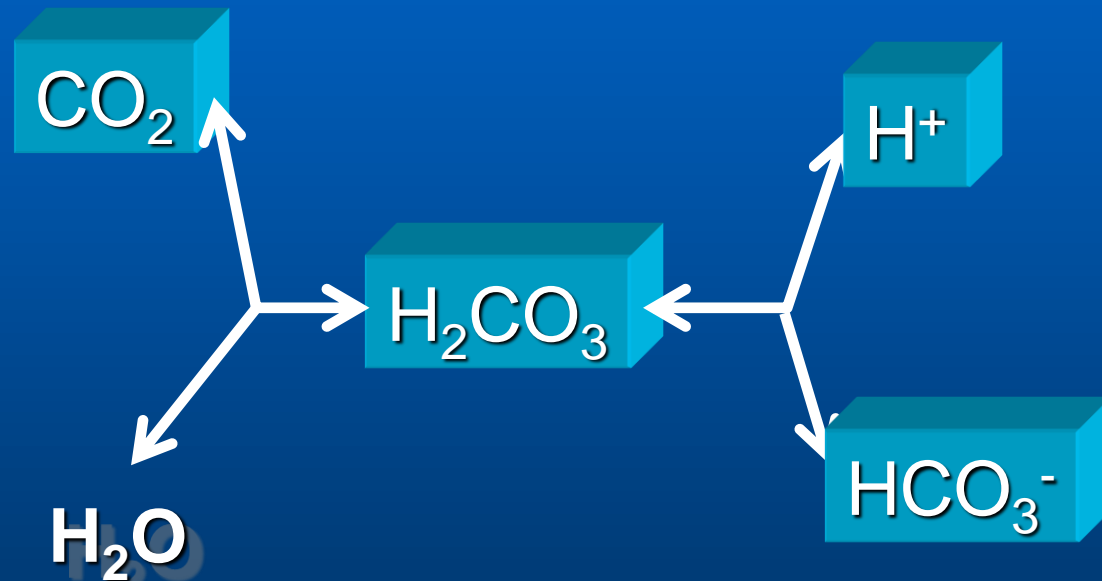


plíce



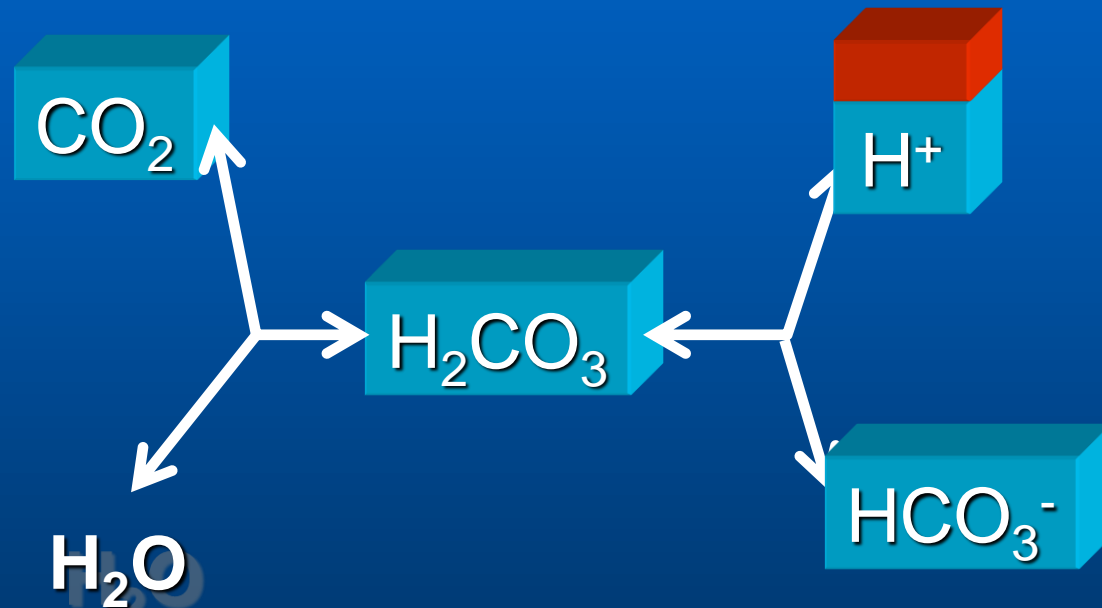
ledviny

Hydrogenuhlíčitánový pufr

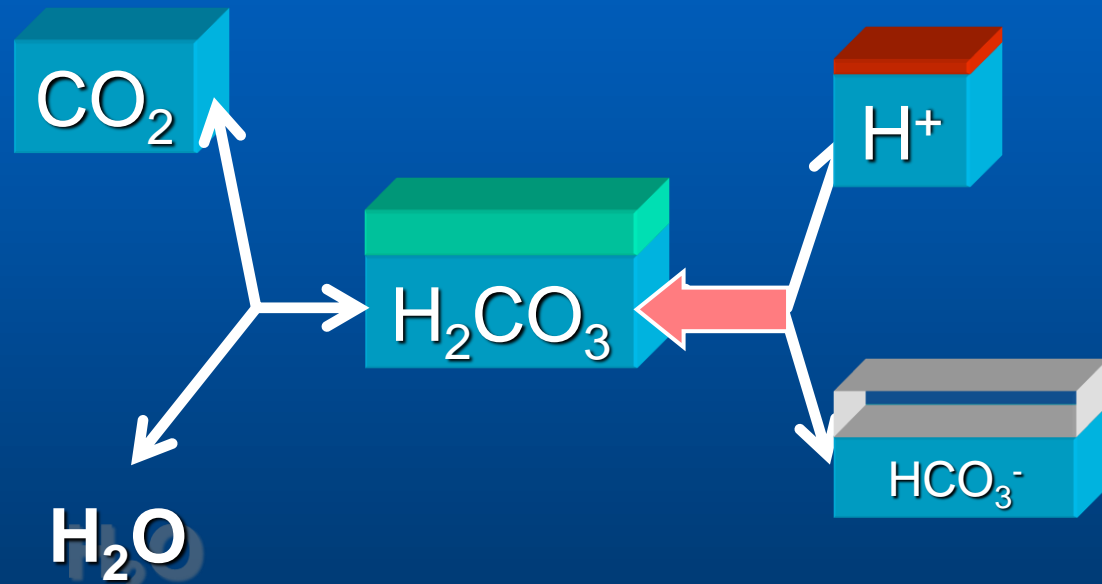


Pozn.: Velikost „krabiček“ v tomto obrázku nemá stálé měřítko!

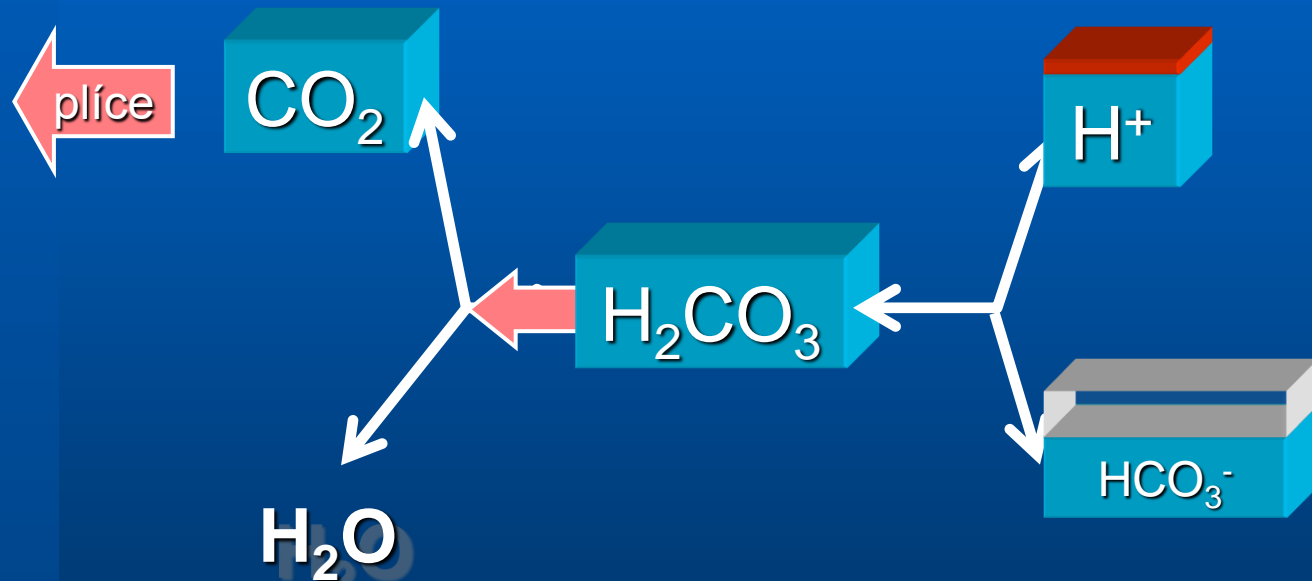
Hydrogenuhlíčitánový pufr



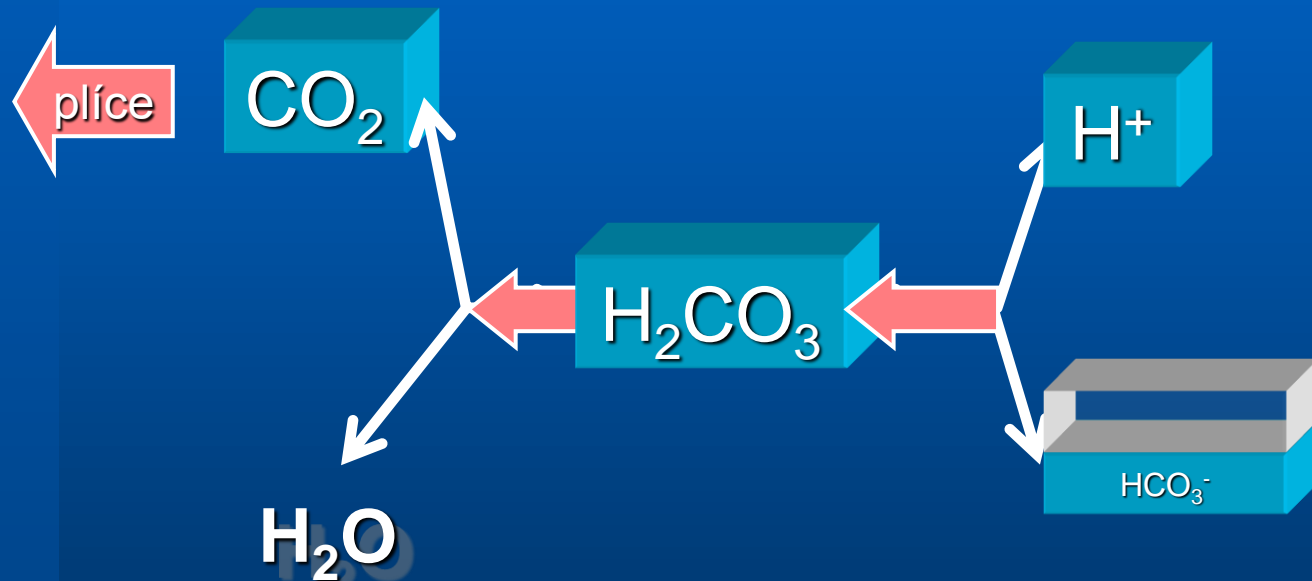
Hydrogenuhlíčitánový pufr



Hydrogenuhlíčitánový pufr



Hydrogenuhlíčitánový pufr



Změna pH při zvracení

- ztráta asi 0,5 l žaludeční šťávy, pH 0,8

– bez pufru pH 7,4 \rightarrow > 14

– uzavřený systém 7,4 \rightarrow 7,9

– otevřený systém 7,4 \rightarrow 7,415



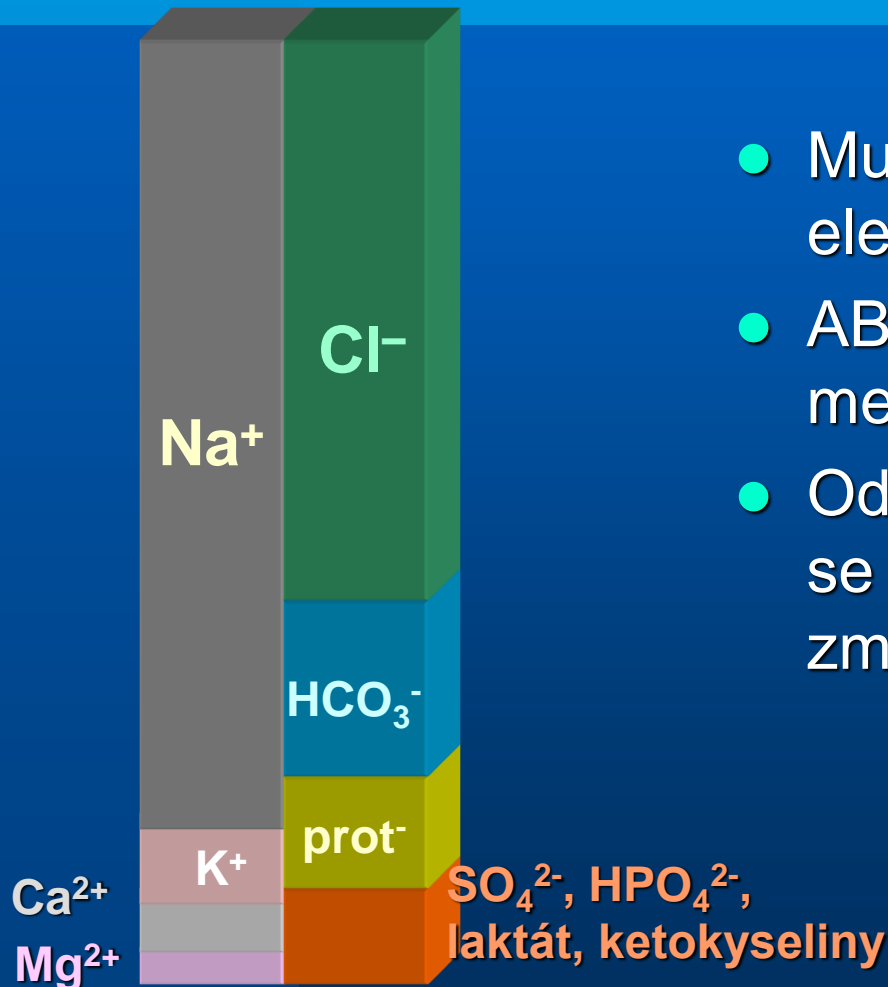
Připojte se!



www.menti.com

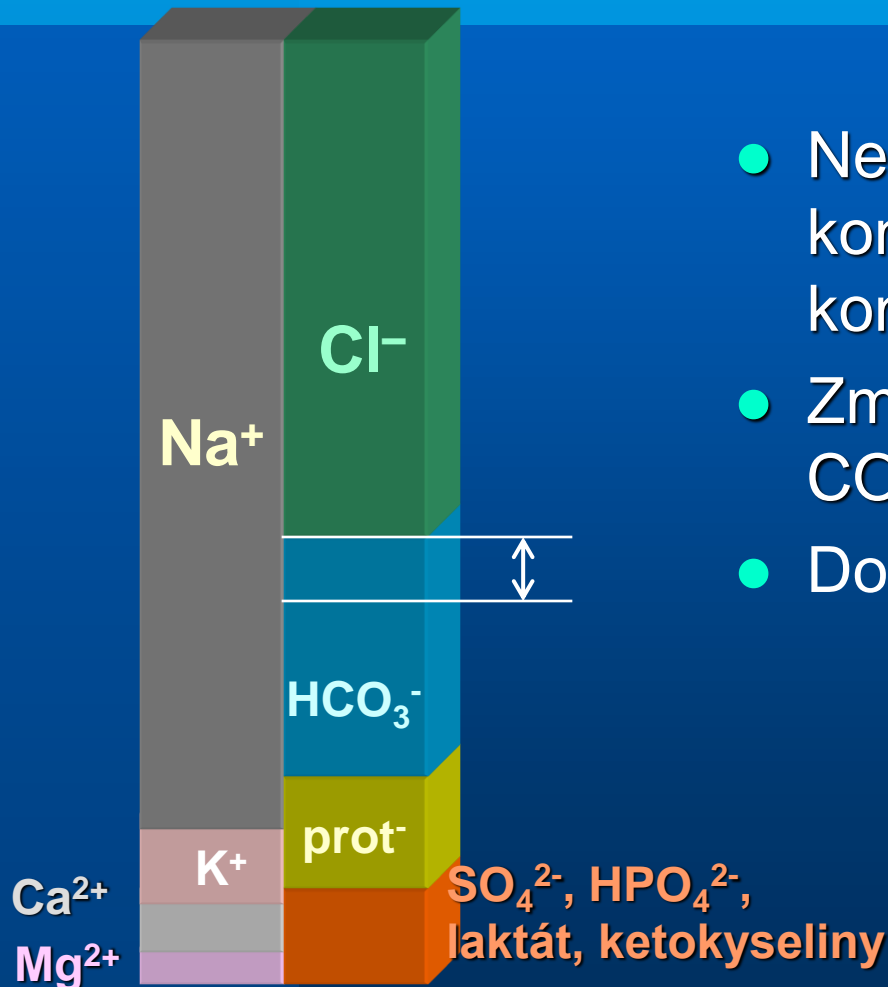
41 19 6

ABR a ionty



- Musí být zachována elektroneutralita
- ABR tak ovlivňuje minerálový metabolismus
- Odchyšky koncentrace iontů se nejnáze kompenzují změnou koncentrace HCO₃⁻

Hypochloremická alkalóza



- Nedostatek Cl⁻ je kompenzován zvýšením koncentrace HCO₃⁻
- Změna poměru bikarbonátu a CO₂ vede k alkalóze
- Doprovází např. zvracení

Vyšetření podle Astrupa

7,4

5,3

24,0

24,0

0,0

12,0

98,0

27,0

Vyšetření podle Astrupa

pH

7,4

5,3

24,0

24,0

0,0

12,0

98,0

27,0

- Aktuální pH krve
NH: $7,40 \pm 0,04$

Vyšetření podle Astrupa

pH 7,4

pCO₂ 5,3 kPa

24,0

24,0

0,0

12,0

98,0

27,0

- Parciální tlak CO₂

NH: 5,3 ± 0,5 kPa

– Respirační složka

Vyšetření podle Astrupa

pH 7,4

pCO₂ 5,3 kPa

HCO₃⁻ akt. 24,0 mmol.l⁻¹

24,0

0,0

12,0

98,0

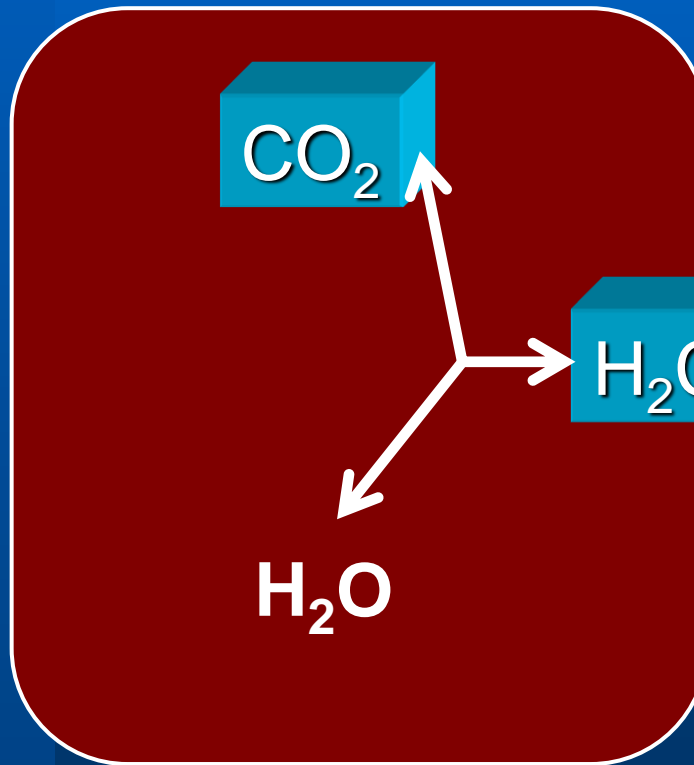
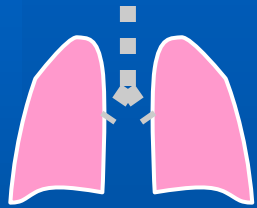
27,0

● Aktuální

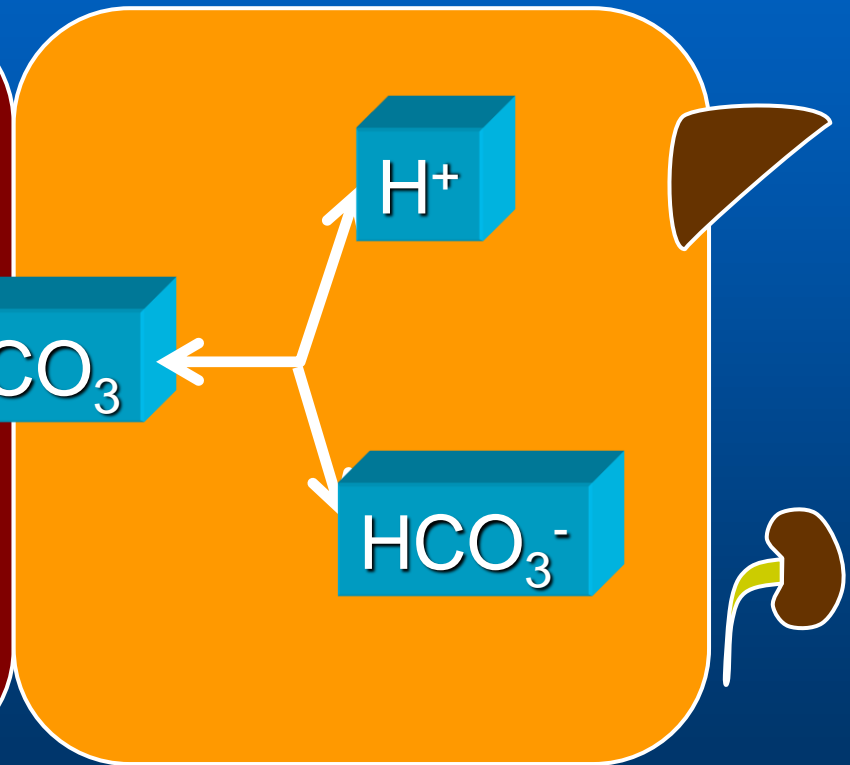
hydrogenuhličitany

NH: 24 ± 2 mmol.l⁻¹

Hydrogenuhlíčitánový pufr

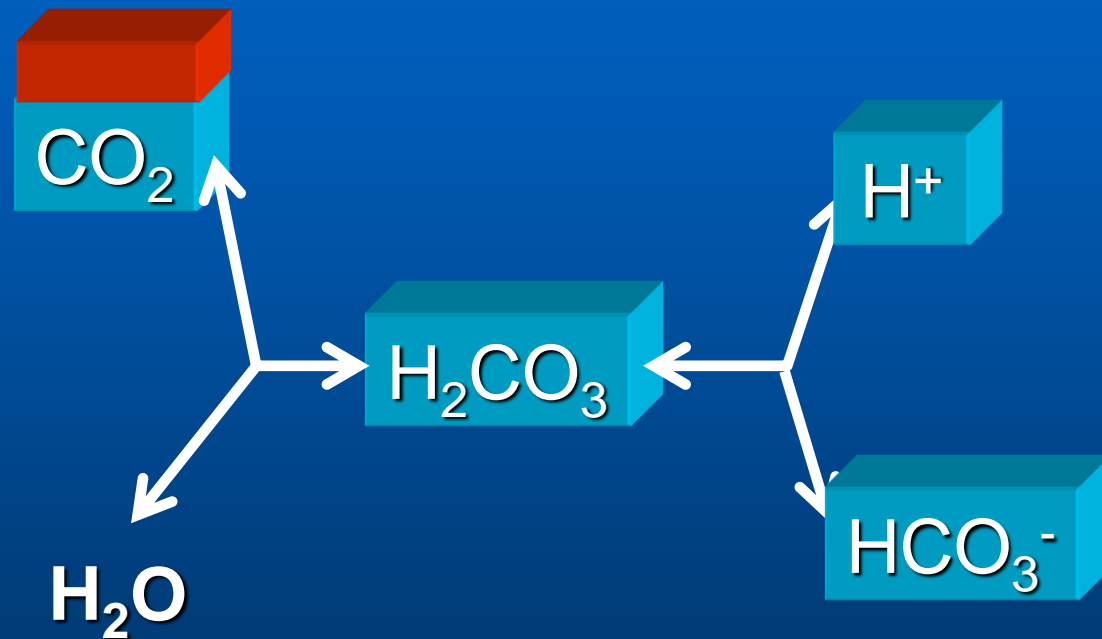


Respirační složka

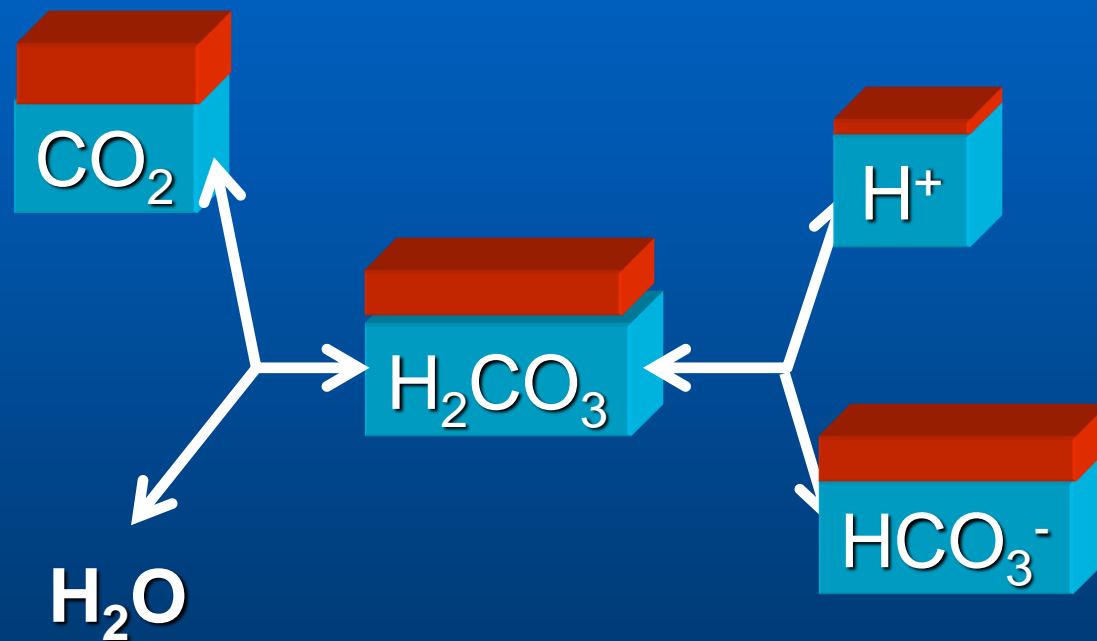


Metabolická složka

Aktuální a standardní hydrogenuhličitany



Aktuální a standardní hydrogenuhličitany



Vyšetření podle Astrupa

pH 7,4

pCO₂ 5,3 kPa

HCO₃⁻ akt. 24,0 mmol.l⁻¹

HCO₃⁻ std. 24,0 mmol.l⁻¹

0,0

12,0

98,0

27,0

- Standardní HCO₃⁻ kolik by bylo HCO₃⁻ při nasycení krve na 5,3 kPa CO₂
NH: 24 ± 2 mmol.l⁻¹
– Metabolická složka

Vyšetření podle Astrupa

pH	7,4	
pCO ₂	5,3	kPa
HCO ₃ ⁻ akt.	24,0	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ std.	24,0	mmol.l ⁻¹
BE	0,0	mmol.l ⁻¹
	12,0	
	98,0	
	27,0	

- **Přebytek bází**
(base excess)
kolik by bylo nutné přidat silné kyseliny při nasycení krve na pCO₂ = 5,3 kPa, aby pH = 7,4
NH: 0 ± 2,5 mmol.l⁻¹
– Metabolická složka

Vyšetření podle Astrupa

pH	7,4	
pCO ₂	5,3	kPa
HCO ₃ ⁻ akt.	24,0	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ std.	24,0	mmol.l ⁻¹
BE	0,0	mmol.l ⁻¹
pO ₂	12,0	kPa
	98,0	
	27,0	

- Parciální tlak O₂
NH: 10,0 - 13,3 kPa
– Podíl respirace na
změnách ABR

Vyšetření podle Astrupa

pH	7,4	
pCO ₂	5,3	kPa
HCO ₃ ⁻ akt.	24,0	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ std.	24,0	mmol.l ⁻¹
BE	0,0	mmol.l ⁻¹
pO ₂	12,0	kPa
sat. O ₂	98,0	%
	27,0	

- Saturace hemoglobinu kyslíkem
NH: 94-99 %
 - Výhodný pro kontrolu validity výsledků

Vyšetření podle Astrupa

pH	7,4	
pCO ₂	5,3	kPa
HCO ₃ ⁻ akt.	24,0	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ std.	24,0	mmol.l ⁻¹
BE	0,0	mmol.l ⁻¹
pO ₂	12,0	kPa
sat. O ₂	98,0	%
celk. CO ₂	27,0	mmol.l ⁻¹

- Celkové uhličitany,
tj. CO₂ + H₂CO₃ + HCO₃⁻

Poruchy ABR

- **Acidémie, alkalémie**
 - odchylka pH krve od normy
- **Acidóza, alkalóza**
 - přebytek/nedostatek kyselin/bází

Alkalémie

- $\downarrow \text{Ca}^{2+} \rightarrow \uparrow$ neuromuskulární dráždivosti
- $\downarrow \text{K}^+ \rightarrow$ poruchy srdečního rytmu
- Posun disociační křivky hemoglobinu
 \rightarrow hypoxie tkání

Poruchy ABR

- **Kompenzace**

- Metabolická porucha se kompenzuje respirací a naopak

- **Korekce**

- metabolická porucha se koriguje metabolicky

Rozvoj kompenzačních mechanismů:

- respirace: 12 až 24 hodin
- ledviny: asi 5 dní



B.SOCRATIVE.COM

Room: ABR

pH **7,156**

pCO₂ **4,15** kPa

HCO₃⁻ akt. **11,1** mmol.l⁻¹

HCO₃⁻ std. **12,4** mmol.l⁻¹

BE **-15,7** mmol.l⁻¹

pO₂ **10,1** kPa

sat. O₂ **90,8** %

celk. CO₂ **12,1** mmol.l⁻¹

Na **141** mmol.l⁻¹

K **6,2** mmol.l⁻¹

Cl **110** mmol.l⁻¹

CB **58,8** g.l⁻¹

Metabolická acidóza (MAC)

- **Laktátová acidóza**
 - hypoxie, snížené odbourávání laktátu
- **Ketoacidóza**
 - diabetes, hladovění, alkoholismus...
- **Renální acidóza**
 - hromadění sulfátů, fosfátů
- **Intoxikace**

MAC ze ztrát HCO_3^-

- **Průjmy a jiné ztráty z GIT**
- **Renální tubulární acidóza**
 - porucha resorpce HCO_3^- v tubulech
- **Diluční acidóza**
 - podání většího množství infuzí bez nárazníkového systému
(pCO_2 konstantní, HCO_3^- se rychle naředí)

Princip léčby MAC

- **NaHCO₃**
- **soli organických kyselin**
 - org. kyseliny se metabolizují v Krebsově cyklu na HCO₃⁻

Ringerův roztok s laktátem



B.SOCRATIVE.COM

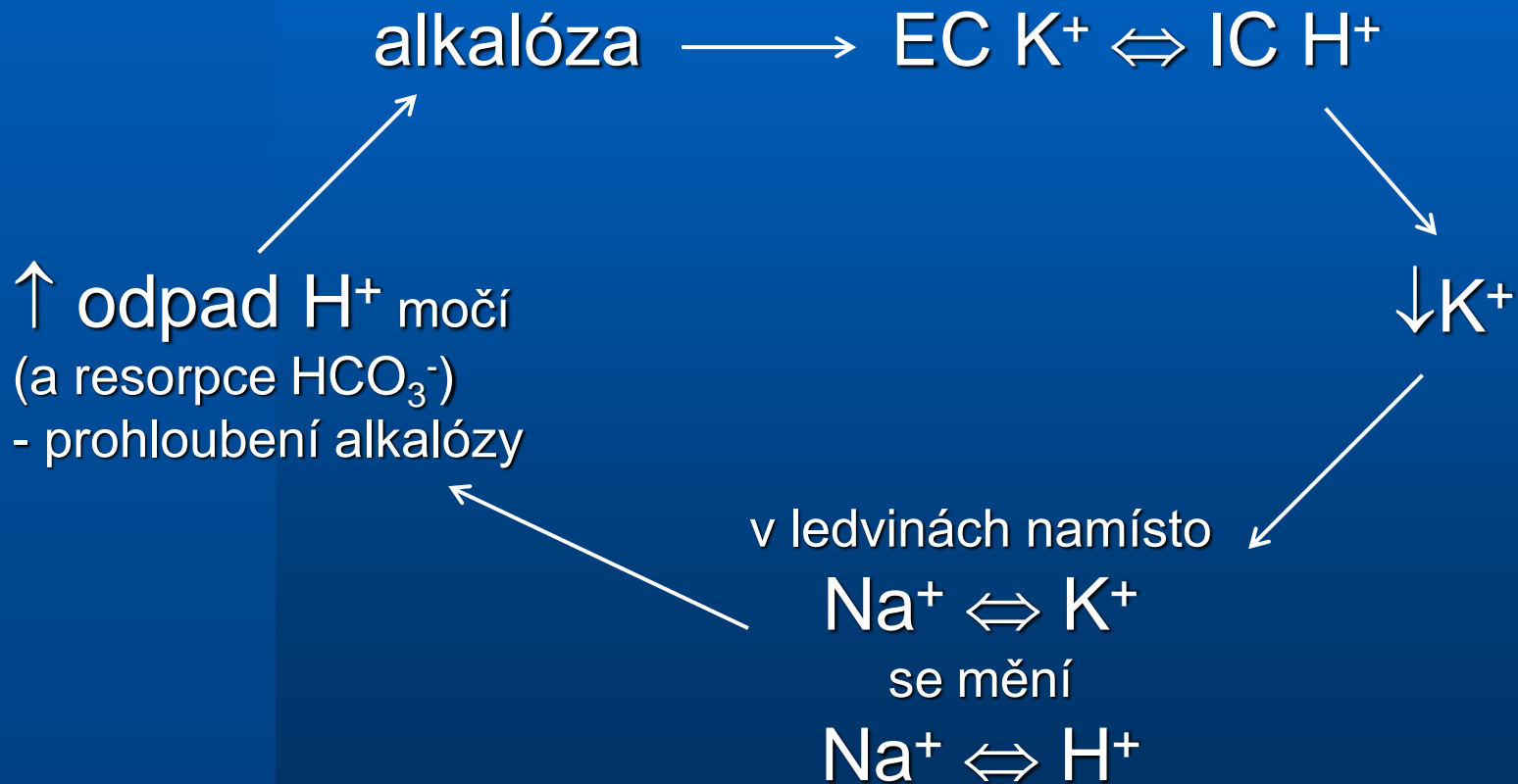
Room: ABR

pH	7,401		Lac	8,81	mmol.l ⁻¹
pCO ₂	3,76	kPa		[0,5..2,0]	
HCO ₃ ⁻ akt.	17,1	mmol.l ⁻¹	DD	371	ug/l
HCO ₃ ⁻ std.	19,1	mmol.l ⁻¹		[1..190]	
BE	-6,4	mmol.l ⁻¹	NT-proBNP	2214	ng/l
pO ₂	10,0	kPa		[0..125]	
sat. O ₂	95,4	%	Mgb	15	ug/l
celk. CO ₂	16,3	mmol.l ⁻¹		[14..66]	

Metabolická alkalóza (MAL)

- **Nadměrné ztráty chloridů**
 - zvracení, některá diuretika
- **Dehydratace (koncentrační alkalóza)**
- **Hypoproteinémie**
- **Hyperaldosteronismus**
 - retence Na^+ na úkor K^+ a H^+

Paradoxní acidurie



Princip léčby MAL

- **NaCl**

- doplnění Cl^-

- místo NaH_2PO_4 se vylučuje Na_2HPO_4

- diluce HCO_3^-

- **KCl**

- navíc i korekce hypokalémie

- Argininchlorid, acetazolamid, dialýza...

Vyšetření podle Astrupa

- **Plná heparinizovaná krev**
 - kapilární (arterializovaná)
 - arteriální
 - venózní



B.SOCRATIVE.COM

Room: ABR

pH	7,454		Na	137	mmol.l ⁻¹
pCO ₂	5,0	kPa	K	4,6	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ akt.	25,9	mmol.l ⁻¹	Cl	107	mmol.l ⁻¹
HCO ₃ ⁻ std.	26,1	mmol.l ⁻¹	CB	48,8	g.l ⁻¹
BE	2,6	mmol.l ⁻¹			
pO ₂	5,2	kPa			
sat. O ₂	76,4	%			
celk. CO ₂	22,4	mmol.l ⁻¹			

Selhání jater

- **Alkalóza**

- hypoproteinémie
- hyperaldosteronismus
- pokles ureosyntézy z amoniaku

Selhání ledvin

- **Acidóza**

- pokles eliminace fosfátů a sulfátů
- nedostatečná acidifikace moči