

Poruchy ABR – praktická interpretace

Eva Klabusayová

Výstupy z učení

- ☉ Student se naučí detekovat přítomnost poruchy acidobazické rovnováhy.
- ☉ Student se naučí zhodnotit kompenzaci primární poruchy acidobazické rovnováhy.
- ☉ Student se naučí detekovat neměřitelné anionty organických kyselin a navrhnout diferenciální diagnostiku příčiny metabolické acidózy.

Obsah přednášky

- Základní pojmy a definice
- Rozdělení poruch ABR a jejich hodnocení
- Zhodnocení kompenzace poruch ABR, Bostonská pravidla
- Výpočet aniontového okna
- Diferenciální diagnostika metabolické acidózy
- Praktické příklady

Základní pojmy a definice

- Acidobazická rovnováha – soubor procesů vedoucích ke vzniku a zániku kyselin a zásad ve vnitřním prostředí
- Konstantní koncentrace vodíkových kationtů H^+ (40 nmol/l)
- (norma 7,35 – 7,45)
- **Kyselina** – látka, která je schopna uvolnit H^+ → **snížení pH**
- **Zásada** – látka, která je schopna akceptovat H^+ → **zvýšení pH**

Základní pojmy a definice

⦿ **Acidemie** – vzestup koncentrace H^+ – pokles pH pod 7,35

⦿ **Acidóza** – procesy ve vnitřním prostředí, které vedou ke vzniku kyselin nebo k zániku bází, a tím k poklesu pH

⦿ **Alkalemie** – pokles koncentrace H^+ – nárůst pH nad 7,45

⦿ **Alkalóza** – procesy, které vedou k zániku kyselin nebo ke vzniku bází, a tím k vzestupu pH

Základní pojmy a definice

• Pufr - roztok obsahující konjugovaný pár slabé kyseliny a její soli, udržuje stabilní pH



Hendersonova-Haasselbalchova rovnice:

Základní pojmy a definice

pK kyseliny uhličitě

koeficient rozpustnosti CO₂

Změna pH je určena parciálním tlakem CO₂ (PaCO₂) a koncentrací bikarbonátu (HCO₃⁻).

Rozdělení poruch ABR

Respirační

- způsobené změnami v PaCO_2 (norma PaCO_2 4,6-6 kPa)
- Acidóza – nedostatečná eliminace CO_2 , pCO_2 v extracelulární tekutině stoupá
- Alkalóza – alveolární ventilace vyšší než je potřebná k udržení normálního PaCO_2 , pCO_2 klesá

Metabolické

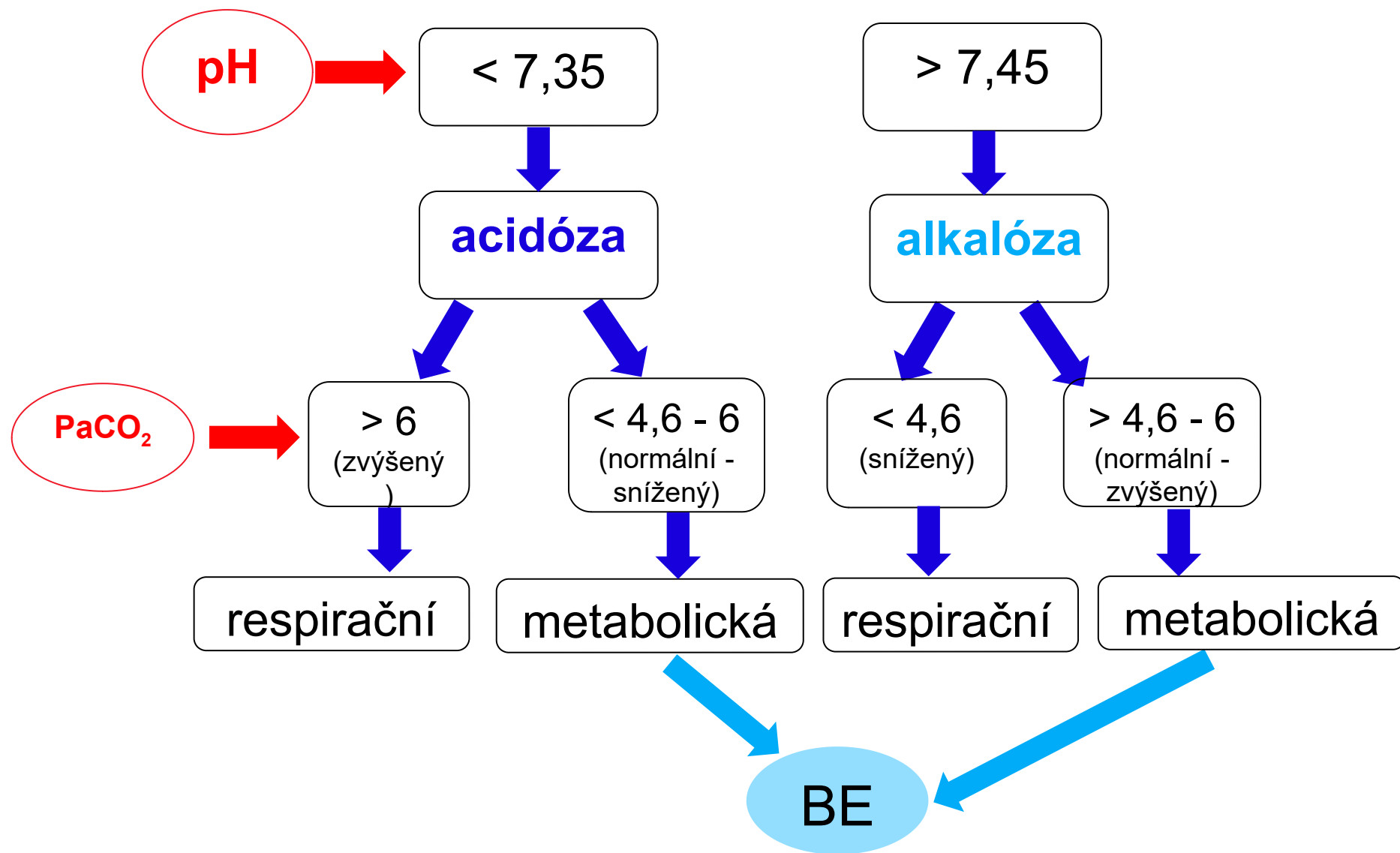
- způsobené změnami v HCO_3^- (norma 24–26 mmol/l), změny v koncentraci pufrůvacích bází – Buffer Base (BB)

Přebytek bází – Buffer Base (BB)

- Součet koncentrací bází všech pufrovacích systémů
- Bikarbonátové báze, nebikarbonátové báze (fosfáty, albumin)

Base Excess (BE)

- Rozdíl mezi aktuální hodnotou BB a normální hodnotou BB
- Množství kyseliny nebo zásady, které je nutno přidat k plazmě, abychom za konstantního PaCO_2 5 kPa docílili normálního pH 7,4
- Norma -2 – +2
- **Metabolická acidóza:** pokles BE < -2 nebo pokles koncentrace HCO_3^-
- **Metabolická alkalóza:** nárůst BE > 2 nebo vzestup koncentrace HCO_3^-



Kompenzace poruch ABR

- Pokud je zachovaný stálý poměr $\text{PaCO}_2/\text{HCO}_3^-$, bude pH normální
- Primární porucha ABR → reakce protichůdnou změnou s cílem normalizovat pH → **kompenzace = sekundární porucha ABR**
- Respirační systém – regulace PaCO_2
- Metabolická regulace – ledviny, játra

! Normální pH neznamena, že není přítomna porucha ABR

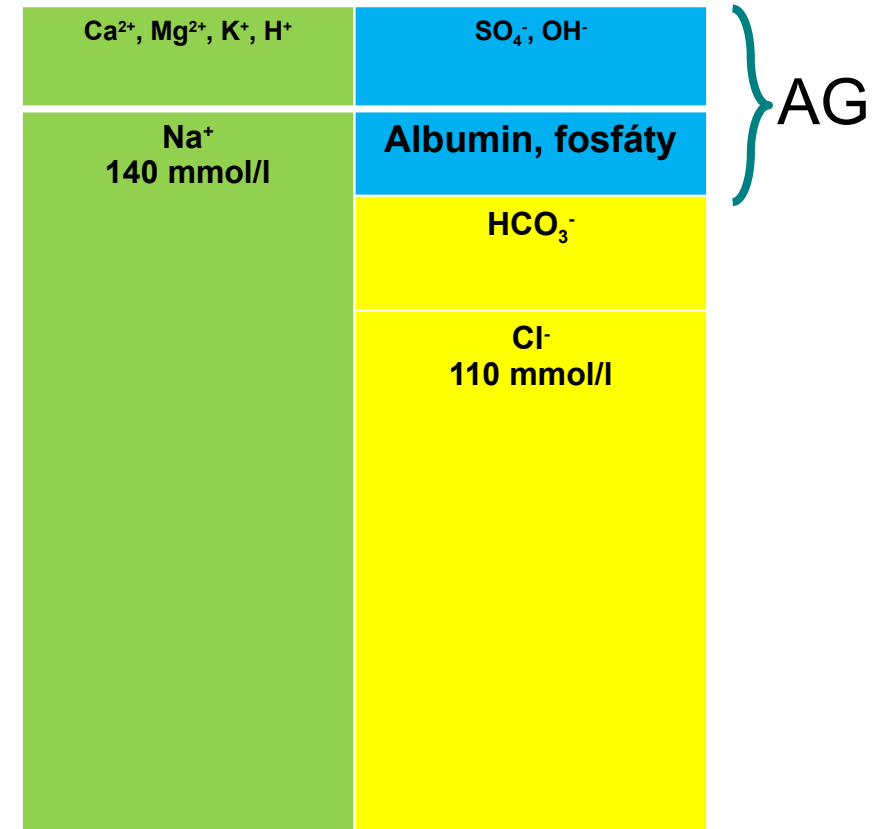
! Porucha ABR je přítomna, pokud je abnormální pH **nebo PaCO_2**

Stupeň kompenzace poruchy ABR – Bostonská pravidla

Primární porucha	Koncentrace HCO_3^- (mmol/l)	PaCO_2 (kPa)
Metabolická acidóza	< 22	$\text{HCO}_3^-/5 + 1$
Metabolická alkalóza	> 26	$\text{HCO}_3^-/10 + 2,6$
Akutní respirační acidóza	$(\text{PaCO}_2 - 5,3) \times 1 + 24$ zvýšená o 1 na kPa	> 6
Chronická respirační acidóza	$(\text{PaCO}_2 - 5,3) \times 3 + 24$ zvýšená o 3 na kPa	> 6
Akutní respirační alkalóza	$24 - 1,5 \times (5,3 - \text{PaCO}_2)$ snížená o 1,5 na kPa	$< 4,7$
Chronická respirační alkalóza	$24 - 4 \times (5,3 - \text{PaCO}_2)$ snížená o 4 na kPa	$< 4,7$

Aniontové okno – Anion Gap (AG)

- Detekce přítomnosti aniontů kyselin nezjistitelných běžnými laboratorními metodami
- Zákon zachování elektroneutrarity – součty všech kladných a záporných nábojů v systému jsou stejné
- **AG = (Na⁺ + K⁺) – (Cl⁻ + HCO₃⁻)**
- norma 12 4 mmol/l



Korigované aniontové okno – AGc

Ca ₂ ⁺ , Mg ₂ ⁺ , K ⁺ , H ⁺	SO ₄ ⁻ , OH ⁻	} AG
	Albumin, fosfáty	
Na ⁺ 140 mmol/l	A ⁻	} AGc
	HCO ₃ ⁻	
	Cl ⁻ 110 mmol/l	

○ Zohledňuje aktuální koncentraci albuminu a fosfátu

○ $AGc = [(Na^+ + K^+) - (Cl^- + HCO_3^-)] - (0,2 \times \text{albumin (g/l)} + 1,5[\text{fosfát (mmol/l)}]) - \text{laktát}$

○ Norma AGc = 0

- MAC s vysokým AG (HAGMA)
- MAC s normálním AG

Metabolická acidóza

S vysokým AG - HAGMA

- M Methanol
- U Uremia
- D Diabetic/alcoholic ketoacidosis
- P Propylene glycol
- I Iron, isoniazid
- L Lactate
- E Ethylene glycol/ethanol
- S Salicylates

S normálním AG - hyperchloremická

- 1 GIT sekrece
- 2 Renální tubulární acidóza
- 3 Iatrogenní

Praktický postup:

1. identifikuj primární poruchu ABR

- Je abnormální pH nebo PaCO₂?
- Pokud je abnormální pH i PaCO₂, srovnej směrování odchylky
- Pokud je změna stejným směrem, je primární porucha ABR metabolická
- Pokud je změna opačným směrem, je primární porucha ABR respirační
- Pokud je pH nebo PaCO₂ normální, jedná se o kombinovanou poruchu

1. identifikuj primární poruchu ABR

○Příklad 1: pacient s pH 7,23 a PaCO₂ 3,0 kPa

○pH PaCO₂ → **primární metabolická acidóza**

○Příklad 2: pacient s pH 7,23 a PaCO₂ 7,2 kPa

○pH PaCO₂ → **primární respirační acidóza**

○Příklad 3: pacient s pH 7,37 a PaCO₂ 7,5 kPa

○Normální pH PaCO₂ → **kombinovaná respirační acidóza s metabolickou alkalózou**

Praktický postup:

2. vyhodnot' kompenzační odpověď

- Bostonská pravidla
- **Metabolická acidóza:** vypočítej očekávaný PaCO_2 ($\text{HCO}_3^-/5 + 1$)
- **Metabolická alkalóza:** vypočítej PaCO_2 ($\text{HCO}_3^-/10 + 2,6$)
- **Respirační acidóza:** vypočítej očekávané HCO_3^- :
 - akutní $(\text{PaCO}_2 - 5,3) \times 1 + 24$
 - chronická $(\text{PaCO}_2 - 5,3) \times 3 + 24$
- **Respirační alkalóza:** vypočítej očekávané HCO_3^- :
 - akutní $24 - 1,5 \times (5,3 - \text{PaCO}_2)$
 - chronická $24 - 4 \times (5,3 - \text{PaCO}_2)$

2. vyhodnot' kompenzační odpověď: příklad

○ Pacient s exacerbací CHOPN, dyspnoický, oběh stabilní, sopor
pH 7,15, PaCO₂ 16,3 kPa, PaO₂ 10,3 kPa, HCO₃ 42 mmol/l,
BE 7,9 mmol/l, SaO₂ 90%

○ Srovnám směr odchylky:

pH PaCO₂ → primární respirační acidóza

○ Vypočítám očekávaný HCO₃ = (PaCO₂ - 5,3) x 3 + 24

$$\text{HCO}_3 = (16,3 - 5,3) \times 3 + 24 = 57$$

○ Srovnám aktuální a vypočtený HCO₃

→ Primární respirační acidóza s nedostatečnou kompenzační metabolickou alkalózou

3. Detekce neměřitelných aniontů - AG

○ Příklad: Pacient s anamnézou chronického abúzu alkoholu, přijat do nemocnice v kómatu, Kussmaulovo dýchání.

→ pH 7,31	Na 144 mmol/l
→ PaCO ₂ 2,9 kPa	K 4,3 mmol/l
→ HCO ₃ ⁻ 10,6 mmol/l	Cl 106 mmol/l
→ BE -13,4	Ca ²⁺ 1,12 mmol/l
Albumin 27,8 g/l	Mg 0,81 mmol/l
Laktát 2,4	P 1 mmol/l

1. O jakou poruchu jde?

pH PaCO₂

HCO₃⁻ BE výrazně negativní



Primární metabolická acidóza

2. Jaká je kompenzační odpověď?

pH 7,31	Na 144 mmol/l
PaCO ₂ 2,9 kPa	K 4,3 mmol/l
HCO ₃ ⁻ 10,6 mmol/l	Cl 106 mmol/l
BE -13,4	Ca ²⁺ 1,12 mmol/l
Albumin 27,8 g/l	Mg 0,81 mmol/l
Laktát 2,4	P 1 mmol/l

○ Vypočítej PaCO₂ v případě plné kompenzace

○ $\text{PaCO}_2 = \text{HCO}_3^- / 5 + 1$

○ $\text{PaCO}_2 = 10,6 / 5 + 1 = 3,12$

○ Srovnej aktuální a vypočtený PaCO₂

○ **Plně respiračně kompenzovaná metabolická acidóza**

(t.j. není přítomna superponovaná porucha)

pH 7,31	Na 144 mmol/l
PaCO ₂ 2,9 kPa	K 4,3 mmol/l
HCO ₃ ⁻ 10,6 mmol/l	Cl 106 mmol/l
BE -13,4	Ca ²⁺ 1,12 mmol/l
Albumin 27,8 g/l	Mg 0,81 mmol/l
Laktát 2,4	P 1 mmol/l

3. Detekce neměřitelných aniontů pomocí AGc

$$\text{AGc} = [(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)] - (0,2 \times \text{albumin (g/l)} + 1,5[\text{fosfát (mmol/l)}]) - \text{laktát}$$

$$\text{AGc} = [(140 + 4,3) - (106 + 10,6)] - (0,2 \times 27,8) + 1,5 \times 1 - 2,4$$

$$\text{AGc} = 18,24$$

Metabolická acidóza s vysokým AG → dif. dg.: MUDPILES

Plně respiračně kompenzovaná metabolická acidóza s vysokým AG

Pravděpodobná příčina: alkoholická ketoacidóza nebo intoxikace toxickými alkoholy

Take home message

- Porucha ABR je přítomna, pokud je abnormální pH nebo PaCO₂.
- Při hodnocení poruch ABR nejprve zjisti, o jakou primární poruchu se jedná, poté vyhodnot' kompenzační odpověď.
- BE je spolehlivějším parametrem k diagnostice metabolické acidózy než koncentrace bikarbonátu.
- Výpočet aniontového okna (AG) slouží k detekci neměřitelných aniontů, které způsobují metabolickou acidózu.

Zdrojová literatura

- Maláska J, Stašek J, Kratochvíl M, Zvoníček V. *Intenzivní medicína v praxi*. Praha: Maxdorf, [2020]. Jessenius. ISBN 978-80-7345-675-7.
- McNamara J, Worthley, LIG. Acid-base balance: part I. Physiology. *Critical care and resuscitation*. 2001;3:181-187.
- McNamara J, Worthley, LIG. Acid-base balance: part I. Physiology. *Critical care and resuscitation*. 2001;3:188-201.

MUNI
MED