

pH určí, který proces byl primární. Primární je vždy ta porucha, na kterou stranu je vychýlené pH.

MAC je kompenzována hyperventilací, MAL hypoventilací, RAL vede k nižší zpětné resorpci bikarbonátu, u RAC je tomu naopak.

Je-li pH ve fyziologickém rozmezí, ale současně jsou přítomny změny parametrů $p\text{CO}_2$, HCO_3^- a BE, pak to může znamenat, že porucha je kompenzována nebo se může jednat o poruchu kombinovanou.

Rozlišení akutních a chronických poruch ABR (8)

Zjistíme, zda jde o poruchu akutní či chronickou. Využijeme tyto vzorce:

akutní RAC: HCO_3^- stoupá o 1 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

chronická RAC = HCO_3^- stoupá o 3,5 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

akutní RAL = HCO_3^- klesá o 2 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

chronická RAL = HCO_3^- klesá o 4 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

Vyjádření smíšených poruch (8)

MAC: $p\text{CO}_2 = (1,5 \times \text{HCO}_3^-) + 8 \pm 2 =$ Winterova formule (9)

- odpovídá-li výpočet $p\text{CO}_2$ výše uvedeném rovnici, potom se jedná o poruchu jednoduchou
- je-li změřená hodnota $p\text{CO}_2$ nižší než vypočtená, jde o kombinaci MAC + RAL
- je-li změřená hodnota $p\text{CO}_2$ vyšší než vypočtená, jde o kombinaci MAC + RAC. V případě této rovnice je třeba uvažovat, že nemocný, který kompenzuje MAC hyperventilací, je již fyzicky vyčerpan a přítomná RAC je důsledkem snížení jeho respiračního úsilí (9).

Tab. 1. Referenční hodnoty ABR

Parametr	Referenční rozmezí
pH	7,36–7,44
$p\text{CO}_2$, kPa / mmHg	4,5–6 kPa / 35–45 mmHg, torr
aHCO_3^-	22–26 mmol/l
BD / BE	$\pm 2,5$ mmol/l
Korigovaný anion gap (AG)	8–16 mmol/l

MAL: $p\text{CO}_2$ stoupá o 7 mmHg na každých 10 mmol HCO_3^-

- odpovídá-li poměr $p\text{CO}_2$ ve výše uvedeném rovnici, jedná se o poruchu jednoduchou
- je-li změřená hodnota $p\text{CO}_2$ nižší než vypočtená, jde o kombinaci MAL + RAL
- je-li změřená hodnota $p\text{CO}_2$ vyšší než vypočtená, jde o kombinaci MAL + RAC

RAC: HCO_3^- stoupá o 1 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

- odpovídá-li poměr $\text{HCO}_3^- / p\text{CO}_2$ ve výše uvedeném řádku, jedná se o poruchu jednoduchou
- je-li hodnota HCO_3^- nižší než vypočtená, jde o kombinaci RAC + MAC
- je-li hodnota HCO_3^- vyšší než vypočtená, jde o kombinaci RAC + MAL

RAL: HCO_3^- klesá o 2 mmol na každých 10 mmHg $p\text{CO}_2$

- odpovídá-li poměr $\text{HCO}_3^- / p\text{CO}_2$ ve výše uvedeném řádku, jedná se o poruchu jednoduchou
- je-li změřená hodnota HCO_3^- nižší než vypočtená, jde o kombinaci RAL + MAC
- je-li změřená hodnota HCO_3^- vyšší než vypočtená, jde o kombinaci RAL + MAL

Anion gap (AG)

AG („aniontové okno“) = $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$

fyziologická hodnota AG je 8–16 mmol/l. Hodnota AG souvisí s principem elektroneutrality (7). Jeho zvýšení znamená vzestup neměřených aniontů (ať již jde o tělu vlastní metabolity jako laktát, ketolátky, nebo exogenně, hlavně při otravách – methyalkohol, ethylalkohol, ethylenglykol ad.). Zvýšený AG může být často jediným znakem skryté MAC nebo v rámci smíšených poruch svědčí pro významný vliv MAC (11). Normální hodnoty AG při přítomné MAC svědčí pro ztrátu bikarbonátu (v praxi je nahrazen Cl).

Korigovaný AG

Hodnotu AG může významně ovlivnit hypoproteinemie, nejčastěji hypoalbuminemie, která má alkalizující účinek (12) a může tak maskovat skrytou acidózu.

Korigovaný $\text{AG}_{\text{cor}} = \text{AG} + 0,25 \times (\text{A} - \text{B})$, referenční rozmezí je identické s AG.

Písmeno A v rovnici představuje průměrnou hodnotu albuminu, zpravidla 40 g/l a písmeno B je potom hodnota změřeného albuminu, rovněž v g/l (7, 13).

Závěr

Základní patofyziologické principy metabolických, respektive respiračních poruch acidobazické rovnováhy a jejich vzájemná souvztažnost představují nepodkročitelné minimum k pochopení vzájemných vztahů při respirační korekci metabolické, resp. metabolické korekci respirační poruchy.

LITERATURA

- Barry P, Morris K, Ali T. Acid – base balance. Paediatric intensive care. Oxford medical publications. 2017:247-255.
- Bianca N, Quade M, Parker D, et al. The therapeutic importance of acid-base balance, Biochemical pharmacology. January 2021;183:114278.
- Clayton M, Sharma MP. Renal physiology: Acid – base balance. Anaesthesia & Intensive Care Medicine. July 2021;22(7):415-421.
- Hamm LL, Nakhoul N, Hering-Smith K, et al. Acid base homeostasis. Clin J Am Soc Nephrol. 2015;10(12):2232-2242.
- Siggaard-Andersen O, et al. Measured and derived quantities with modern pH and blood gas equipment: calculations, algorithms with 54 equations. Scand J Clin Lab Invest. 1988;48: Suppl. 189.

- Husain-Syed F, Slutsky AS, Ronco C. Lung–kidney cross-talk in the critically ill patient. Am J Respir Crit Care Med. 2016;194(4):402-414.
- Jabor A, et al. Vnitřní prostředí. Grada. 2008:259-283.
- Greenbaum LA. Acid-base balance. Nelson textbook of pediatrics. 2024; 509-525.
- Winter SD, et al. The fall of the serum anion gap. Arch Int Med. 1990;150:311-313.
- Vepraskas W, Toth H, Weisgerber M. Acid base and electrolyte disturbances, in Nelson pediatric symptom – based diagnosed. Elsevier. 2023:1114-1122.

- Figge J, et al. Anion gap and hypoproteinemia. Crit Care Med. 1998;26:1807-1810.
- Figge J, Mydosh T, Fencel V. Serum proteins and acid-base equilibria: a follow-up. J Clin Lab Med. 1992;120:713-719.
- Watson PD. Modeling the effects of proteins on pH in plasma. J Appl Physiol. 1999; 86:1421-1427.
- Rees L, Bockenhauer D, Webb NJA, et al. Acid-base balance. Paediatric nephrology, Oxford medical publications. 2019:153-160.
- Shaffner DH, McCloskey JJ, Hunt EA, et al. Iborn errors of metabolism. Roger's textbook of pediatric intensive care. 2023;1954-1967.