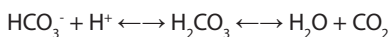


správné funkce bílkovin a enzymů. Fyziologické hodnoty se v ECT pohybují mezi 7,35–7,45 (hodnoty < 7,35 poukazují na acidózu, hodnoty > 7,45 na alkalózu), intracelulárně napříč spektrem autorů je uváděno pH 6,8–7,0. Stálost střeží chemické látky zvané pufrý neboli nárazníky (reagují okamžitě), dále pak plíce (regulace řádově v minutách) a ledviny (hodiny až dny). Kyselina je substance schopná uvolnit vodíkový proton H^+ (H^+ donor), báze je substancí schopnou volný H^+ přijmout (H^+ akceptor). „As a fire makes smoke“ (1), organismus stále čelí tvorbě kyselin: glykolýza při anaerobním metabolismu sacharidů produkuje laktát, při metabolismu tuků vznikají ketolátky a z metabolismu bílkovin vznikají fosfáty a sulfáty. Zachování relativní stability pH krve je komplexní proces, na kterém se podílí tři hlavní mechanismy: nárazníky (pufrý), plíce a ledviny.

Pufrý

Pufrý se nachází prakticky ve všech kompartmentech (5). Patří mezi ně bílkoviny, sulfáty, fosfáty, Hb ad. Protože v rámci monitoringu pacienta jsme schopni měřit a případně regulovat parametry intravaskulární tekutiny, je to právě bikarbonátový pufr, který je nejdůležitější (3). Probíhá reakce:



Hodnocení ABR vychází z kodaňské školy (Henderson, Hasselbalch, Sorensen). Vznikla slavná Hendersonova-Hasselbalchova rovnice (2, 3, 4, 9):

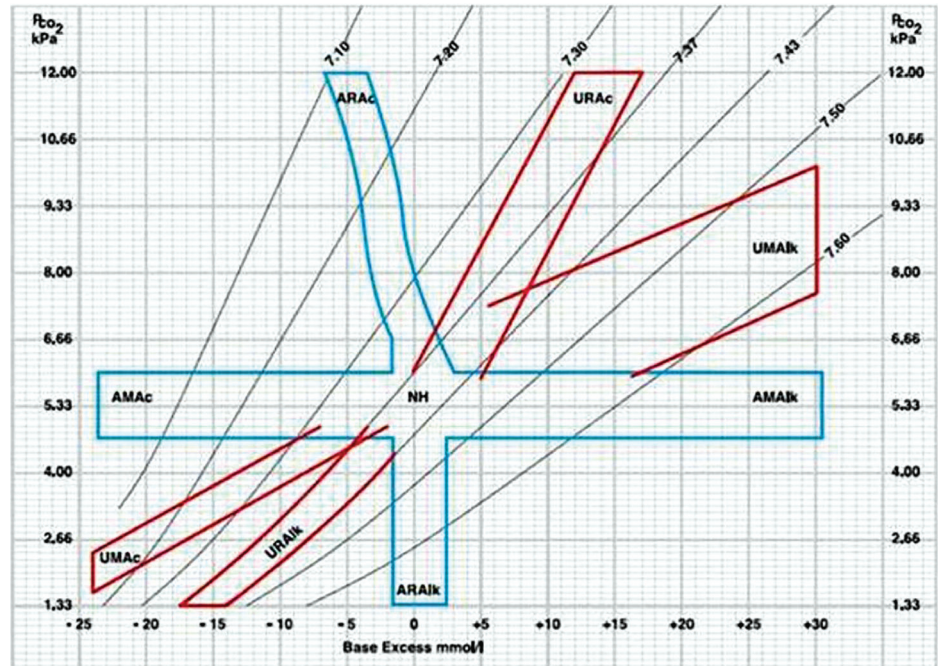
$$pH = 6,1 + \log(HCO_3^-) / CO_2 \times 0,03$$

6,1 = disociační konstanta pro H_2CO_3 , záporný dekadický logaritmus dané kyseliny, 0,03 mmol/l/mmHg = solubilní konstanta, která zprostředkovává převod mmHg na mmol/l, pH má s koncentrací H^+ nepřímo úměrný vztah

$$H^+ = 24 \times pCO_2 / HCO_3^-$$

Hendersonova-Hasselbalchova rovnice má 4 proměnné: pCO_2 , pH, HCO_3^- a base excess/deficit. Měřenými veličinami jsou pH a pCO_2 , zatímco HCO_3^- a BE/BD jsou vypočítávány (4). **Aktuální bikarbonát** je hodnota vztažena k aktuálnímu metabolickému stavu organismu, vyžaduje aktuální pCO_2 (využíváme: milimetry rtuti (mmHg = 1 torr) > 1 mmHg = 0,1333 kPa neboli 1 kPa = 7,5 mmHg) a TT. **Standardní bikarbonát** je výpočetem při definovaných hod-

Obr. 1. Nomogram poruch acidobazické rovnováhy dle Siggarda-Andersena, upraven Englišem v roce 1972 a uveden v rámci zdroje v publikaci Antonína Jabora z r. 2008 (7)



A – akutní, U – ustálená, M – metabolická, R – respirační, Ac – acidóza, NH – oblast fyziologických hodnot

notách TT a pCO_2 . Pro složitější případy, kdy se na poruše pH podílí 2 a více poruch, je vhodné využít nomogram. Nejznámější je pravděpodobně nomogram Siggarda-Andersena (5).

Bikarbonátový systém je vysoce účinný (3, 4) – vysoká je hodnota samotného bikarbonátu, ale hlavně jde o systém otevřený, kde vzniklé CO_2 je následně vydycháno pryč mimo organismus (6, 7). Mezi non-bikarbonátové pufrý patří některé proteiny, fosfáty, sulfáty a kosti. Extracelulární nárazník představuje např. albumin, intracelulárně potom Hb.

Respirační systém

Upravuje pH řádově v minutách, je kompenzačním mechanismem metabolických poruch. Hyperventilace vede ke snížení pCO_2 a tudíž se snižuje i H^+ v organismu. Při MAL nastává hypoventilace. Tato kompenzace však může být jen mírná, neboť významná hypoventilace by vedla k hypoxemii a měla by tak pro organismus horší dopad, než samotná MAL.

Ledviny

Efekt je v hodinách až dnech a je konečný. Na definitivní úpravu pH mají ledviny tyto 2 mechanismy:

- 1) zpětná resorpce HCO_3^- z primitivní moči v proximálním tubulu
- 2) aktivní sekrece H^+ ve sběrném kanálku a z části i v distálním tubulu

Sekrece H^+ vyžaduje exkreci renálních pufrů, kterými jsou fosfáty a amoniový iont.

Základy využití ABR v klinické praxi

Akutní porucha je primární porucha, při které ještě nedošlo ke kompenzaci (hodnota pH určuje, zda byla primární acidóza nebo alkalóza). Kompenzovaná porucha představuje situaci, při níž činnost kontraregulačního orgánu (= ledvin při primární respirační poruše nebo plic při primární metabolické příčině) vede k posunu pH zpět směrem k hodnotě 7,40.

Pro vyšetření acidobazické rovnováhy provádíme tzv. Astrupa. Nejčastěji se odebírá arterIALIZOVANÁ kapilární krev – nutno pečlivě zahřát místo odběru (paty u novorozenců, špičky prstů nebo ušní lalůčky). Pro posouzení metabolické situace tento typ postačuje. Pokud však chceme mít přesně i krevní plyny, tj. pO_2 a pCO_2 , je v intenzivní péči vhodný arteriální odběr (buď jednorázově nebo ze zavedené arteriální linky).

Abnormality pH, které vznikají následkem prvotních změn bikarbonátu se proto označují jako metabolické, abnormality pH, které vznikají následkem prvotních změn pCO_2 se označují respirační. Při akutních poruchách kompenzační mechanismy nikdy pH nepřekompensují, tj. při akutních poruchách