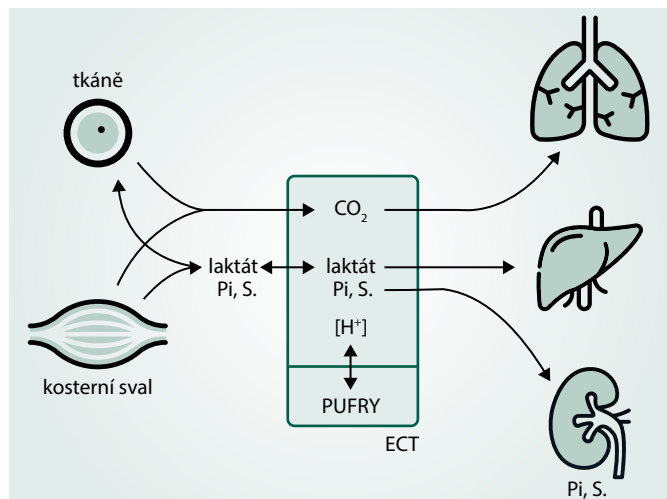


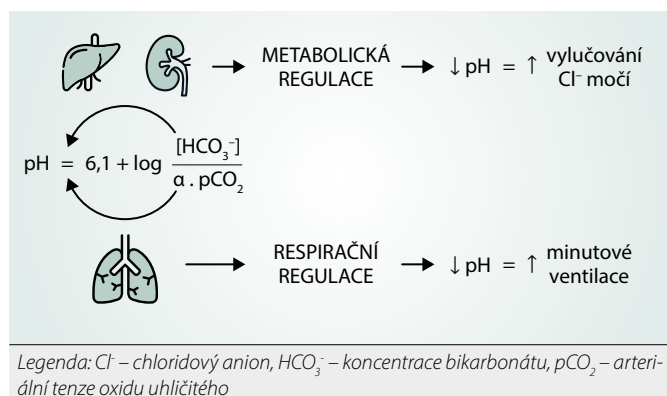
Schéma 1. Produkce – pufrace – vylučování kyselin

Legenda: CO_2 – oxid uhličitý, ECT – extracelulární tekutina, H^+ – vodíkový proton, Pi – fosfáty, S – sulfáty

Život jako konstantní produkce a vylučování kyselin

Extracelulární tekutina je každou minutu obohacována o 9 mmol (200 ml) CO_2 a jednotky milimolů organických kyselin (např. obrát laktátu je v klidu cca 1 mmol/min, při námaze nebo v kritickém stavu může narůst 20–30x). CO_2 produkovaný buňkami je současně vylučován plicemi. Většina netěkavých kyselin je opět metabolizována, někdy v jiném orgánu, přičemž interorgánové toky metabolických substrátů jsou funkčně důležité. Pouze malá část (cca 0,05 mmol/min) netěkavých kyselin (např. fosfátů a sulfátů) je vylučována ledvinami. Procesy produkce a vylučování kyselin jsou vzájemně spřáhány tak, aby nárůst produkce kyselin byl provázen zvýšením jejich vylučování. Platí to pro CO_2 i netěkavé kyseliny. Pufrý slouží k vyrovnání krátkodobého dysekvilibria mezi produkcí a konsumpcí/vylučováním kyselin.

Parciální tlak CO_2 vynásobený konstantou α ve jmenovateli zlomku nahrazuje obtížně změřitelnou koncentraci nestálé kyseliny uhličitě [H_2CO_3]. Unikátní vlastností bikarbonátového pufru je, že jde o otevřený systém: organismus má možnost manipulovat relativně nezávisle jak s koncentrací bikarbonátového aniontu (metabolismus, ledviny), tak s pCO_2 (plíce).

Schéma 2. Hendersson-Hasselbalchova rovnice – koncept pojmu respirační vs. metabolické poruchy a podklad pro pojem „kompenzace“

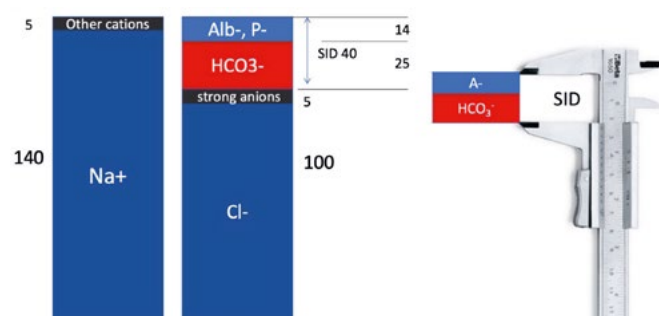
Legenda: Cl^- – chloridový anion, HCO_3^- – koncentrace bikarbonátu, pCO_2 – arteriální tenze oxidu uhličitého

Přístupy k posouzení stavu acidobazické rovnováhy

Vyšetření komponent bikarbonátového pufru (pCO_2 , $[\text{HCO}_3^-]$) spolu s pH slouží k posouzení stavu acidobazické rovnováhy při tzv. **klasickém přístupu** [1, 2]. Fakt, že determinantou pH je poměr $[\text{HCO}_3^-]/\text{pCO}_2$ je základem konceptu kompenzace: vliv výchyly jedné z těchto dvou veličin (v důsledku primární poruchy) na pH je snížena výchylokou druhé z těchto veličin stejným směrem (kompenzace) [3]. Nevýhodou klasického modelu je, že stav bikarbonátového pufru odráží až výsledný stav acidobazické rovnováhy, což neumožňuje detailně analyzovat kombinované poruchy. **Bostonská škola** vyvinula v 60. a 70. letech soubor empirických pravidel [4, 5], které jsou primárně určeny k odlišení kompenzace od superimponované poruchy (např. respirační acidózy nebo alkalózy nasedající na kompenzaci metabolické acidózy – viz níže). V 80. letech vyvinul Peter Stewart **fyzikálně-chemický kvantitativní přístup** [6], ve kterém jsou pH a $[\text{HCO}_3^-]$ považovány za závislé veličiny, přičemž acidobazický stav plazmy je určen 3 nezávislými determinanty: rozdílem silných iontů (strong ion difference, SID), koncentrací slabých kyselin ($[\text{A}_{\text{TOT}}]$, zejména albumin a fosfát) a pCO_2 . Do klinické praxe Stewartovu teorii pomohl zavést pneumolog na Harvardu, krýrský rodák Vladimír Fencel, jeho žák James Figge [7, 8] a ikony české klinické biochemie Antonín Kazda a Antonín Jabor [9]. Ve Stewart-Fenclově přístupu se acidobazický stav analyzuje posouzením stavu jeho tří nezávislých determinant: SID (zvýšení svědčí pro alkalózu, snížení pro acidózu), $[\text{A}_{\text{TOT}}]$ (zvýšení svědčí pro acidózu, snížení pro alkalózu), a pCO_2 . S pH a $[\text{HCO}_3^-]$ se při Stewartovské analýze nepracuje. Výhodou tohoto přístupu je možnost detailně analyzovat kombinované poruchy acidobazické rovnováhy a integrovat a predikovat vliv změn osmolarity a koncentrace iontů na acidobazickou rovnováhu. Klíčovým fyzikálně-chemickým principem je v tomto přístupu elektroneutralita tělních tekutin [10].

Krevní pufrý

- Bikarbonátový pufrací systém
- Hemoglobin
- Slabé netěkavé kyseliny – proteiny krevní plazmy a fosfáty [7, 8, 11]

Schéma 3. Princip elektroneutality tělesných tekutin: součet pozitivních i negativních nábojů musí být 0 v každém tělesném kompartmentu. Z tohoto pohledu je $[\text{HCO}_3^-]$ determinován rozdílem mezi SID a součtem negativních nábojů na slabých kyselinách (albuminu a fosfátu)

Legenda: A^- – kyseliny (acid), Alb^- – albumin, P^- – fosfáty, HCO_3^- – bikarbonát, Na^+ – sodíkový kation, Cl^- – chloridový anion, SID – rozdíl silných iontů, other cations – jiné kationty, strong anions – silné anionty. Zdroj: archiv autora