

Fyziologie udržování acidobazické rovnováhy

Duška F.

Klinika anesteziologie a resuscitace 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

Acidobazická rovnováha je klíčovou součástí homeostázy vnitřního prostředí, nezbytnou pro správnou funkci enzymů, buněčnou signalizaci a syntézu ATP. Fyziologické mechanismy, které udržují stabilní pH extracelulární tekutiny, zahrnují produkci, pufraci a eliminaci kyselin. Organismus neustále generuje jak těkavé (CO_2), tak netěkavé kyseliny (např. laktát, sulfát, fosfát). CO_2 je vylučován plicemi, zatímco netěkavé kyseliny jsou zčásti metabolizovány a zčásti vylučovány ledvinami. Pufrací systémy krve, zejména bikarbonátový pufr, hemoglobin a plazmatické proteiny, umožňují tlumit akutní změny pH. K posouzení acidobazické rovnováhy se používá klasický Henderson-Hasselbalchův přístup, založený na poměru $[\text{HCO}_3^-]/\text{pCO}_2$, i fyzikálně-chemický Stewartův model, který zdůrazňuje roli silných iontů (SID), koncentraci slabých kyselin a pCO_2 jakožto nezávislých determinant acidobazického stavu. Respirační regulace pomocí změn ventilace ovlivňuje pCO_2 , zatímco renální regulace upravuje složení moči a umožňuje dlouhodobější korekci pH prostřednictvím amoniogeneze a zpětné resorpce bikarbonátu. Významný je i interorgánový tok substrátů, například glutaminu mezi játry a ledvinami. Infundované tekutiny ovlivňují acidobazický stav v závislosti na obsahu metabolizovatelných organických aniontů. Porozumění těmto principům je klíčové při volbě ventilace, tekutinové terapie a korekci elektrolytových poruch. Cílem terapie by neměla být mechanická normalizace laboratorních hodnot, ale podpora fyziologických adaptačních mechanismů v kontextu základního onemocnění.

Klíčová slova: acidobazická rovnováha, koncentrace vodíkových iontů, pufr, fyziologie ledvin, fyziologie dýchání.

The physiology of acid-base balance

Acid-base balance is a key component of internal homeostasis, essential for enzyme function, cellular signaling, and ATP synthesis. The physiological mechanisms that maintain a stable pH in the extracellular fluid include acid production, buffering, and elimination. The body continuously generates both volatile acids (CO_2) and non-volatile acids (e.g., lactate, sulfate, phosphate). CO_2 is excreted by the lungs, while non-volatile acids are partly metabolized and partly excreted by the kidneys. Blood buffering systems-particularly the bicarbonate buffer, hemoglobin, and plasma proteins-help mitigate acute changes in pH. To assess acid-base balance, both the classical Henderson-Hasselbalch approach, based on the $[\text{HCO}_3^-]/\text{pCO}_2$ ratio, and the physicochemical Stewart model are used. The Stewart model highlights the role of strong ion difference (SID), concentrations of weak acids, and pCO_2 as independent determinants of acid-base status. Respiratory regulation through changes in ventilation directly affects pCO_2 , while renal regulation modifies urine composition and enables long-term correction of pH through ammoniogenesis and bicarbonate reabsorption. Inter-organ substrate fluxes, such as glutamine transport between the liver and kidneys, also plays a significant role. Infused fluids affect acid-base balance depending on the quantity of metabolisable organic anions. Understanding these principles is essential for making clinical decisions regarding ventilation settings, fluid therapy, and correction of electrolyte disturbances. The goal of treatment should not be the mechanical normalization of laboratory values, but rather the support of physiological compensatory mechanisms in the context of the underlying disease.

Key words: acid-base balance, hydrogen ion concentration, buffers, kidney physiology, respiratory physiology.

Úvod a definice

Jednobuněčné organismy jsou schopny se přizpůsobit velmi variabilním zevním podmínkám (pH, osmolarita, koncentrace živin). Buňky mnohobuněčných organismů mají vysoce specializované funkce, ale podstatně nižší schopnost tolerovat změny v prostředí, které je

obklopuje. Vyšší organismy disponují sofistikovanými regulačními systémy, jakými udržují stálost vnitřního prostředí, tedy stálé iontové složení (izoionii), pH (izohydrii) a objem (izovolumii) tekutiny, která omývá buňky. Cílem tohoto článku je shrnout fyziologické mechanismy udržování acidobazické rovnováhy.

KORESPONDENČNÍ ADRESA AUTORA:

prof. MUDr. František Duška, Ph.D., EDIC, AFICM, frantisek.duska@lf3.cuni.cz

Článek přijat redakcí: 11. 6. 2025; **Článek přijat k tisku:** 22. 7. 2025

Cit. zkr: Anest intenziv Med. 2025;36(3):198-202