

Marcin Skrok, Alicja Nowicka

Kwasica i zasadowica oddechowa (równowaga kwasowo-zasadowa podstawy, kwasica oddechowa, zasadowica oddechowa)

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy

- Równowaga kwasowo-zasadowa jest to stan, w którym zachowany jest swoisty stosunek kationów i anionów w płynach ustrojowych, warunkujący odpowiednie pH i prawidłowy przebieg procesów życiowych (5).
 - Utrzymanie stałej równowagi kwasowo-zasadowej jest niezbędne dla prawidłowego funkcjonowania ludzkiego organizmu (7).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Na skutek ciągłej przemiany materii nasz organizm ma tendencję do zakwaszania lub alkalizowania ustroju. Do składników zakwaszających należą jony: chlorkowe, fosforanowe, siarczanowe, a także kwasy: fitynowy, szczawiowy, benzoesowy oraz nadmiar CO_2 powstałego w wyniku przemian białek, tłuszczów i węglowodanów. Do alkalizujących zaliczamy jony: sodu, potasu, wapnia, magnezu, żelaza. Zwykle mamy do czynienia z przewagą związków zakwaszających nad alkalizującymi (1, 2).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Utrzymanie równowagi kwasowo-zasadowej ustroju odnosi się tak naprawdę do utrzymania odpowiedniego stężenia jonów wodorowych (H^+) we krwi (10).
 - Ujemny logarytm ze stężenia H^+ to pH (11).
 - Największą przydatność kliniczną ma pomiar pH krwi tętniczej lub arterializowanej krwi włosniczkowej (8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Do oceny zaburzeń równowagi kwasowo-zasadowej, poza znajomością wartości pH krwi tętniczej, konieczna jest znajomość stężenia jonów HCO_3^- , pomiar ciśnienia parcjalnego dwutlenku węgla we krwi tętniczej (pCO_2) oraz znajomość luki anionowej (3, 4, 8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Prawidłowe pH krwi tętniczej wynosi 7,36-7,44 (pH krwi żyłnej jest nieco niższe). Zmniejszenie pH o 1 odpowiada 10-krotnemu zwiększeniu stężenia H^+ (4, 8).
 - Prawidłowe stężenie jonów HCO_3^- wynosi 24 mmol/l (8).
 - Prawidłowe wartości pCO_2 wynoszą 33-44 mm Hg, średnio jest to 40 mm Hg (8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Za utrzymanie równowagi kwasowo-zasadowej odpowiada (2, 7, 11):
 - Układ buforów (bufor wodorowęglanowy, bufor, fosforanowy, białka osocza, hemoglobina, tkankowe białka śródkomórkowe);
 - Mechanizm oddechowy (natężenie wydalania CO_2);
 - Mechanizm nerkowy (wydalanie lub wytwarzanie H^+).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Jeżeli w organizmie nadmiernie gromadzą się substancje kwaśne, albo jeśli mamy do czynienia ze znaczną utratą substancji zasadowych, mówimy o kwasicy (6).
 - Jeżeli natomiast dochodzi do nadmiernego gromadzenia substancji zasadowych lub znacznej utraty substancji kwaśnych, mówimy o zasadowicy (6).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej możemy bardziej szczegółowo podzielić w następujący sposób na (8):
 - Zaburzenia oddechowe;
 - Zaburzenia metaboliczne (nieoddechowe);
 - Zaburzenia mieszane.
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Zmiany pH spowodowane wzrostem lub spadkiem ciśnienia parcjalnego CO_2 , nazywamy kwasicami oddechowymi (gazowymi) lub zasadowicami oddechowymi (gazowymi). Jest to spowodowane ich dużą zależnością od czynności układu oddechowego (8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Jeśli stwierdzone zostaną zmiany $p\text{CO}_2$, natomiast pH krwi utrzymane będzie w normie, mówimy o kwasicy lub zasadowicy oddechowej wyrównanej (8).
 - Jeżeli natomiast zmianom $p\text{CO}_2$ towarzyszyć będą zmiany pH krwi, mówić będziemy o kwasicy lub zasadowicy oddechowej niewyrównanej (8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Zmiany pH spowodowane wzrostem lub spadkiem stężenia wodorowęglanów nazywamy kwasicami lub zasadowicami metabolicznymi (nieoddechowymi, niegazowymi) (8).
 - Jeśli zmianie stężenia HCO_3^- nie będzie towarzyszyła zmiana pH krwi, mówimy o wyrównanej kwasicy lub zasadowicy metabolicznej. Gdy zmiana stężenia HCO_3^- pociąga za sobą zmianę pH krwi, mówimy o niewyrównanej kwasicy lub zasadowicy metabolicznej (8).
-
-

Równowaga kwasowo-zasadowa

Podstawy c.d.

- Pod pojęciem zaburzeń mieszanych gospodarki kwasowo-zasadowej należy rozumieć jej zmiany uwarunkowane zarówno oddechowo, jak i metabolicznie. Metabolicznie uwarunkowane zaburzenia równowagi kwasowo-zasadowej mogą być wyrównywane na drodze oddechowej, a zaburzenia uwarunkowane oddechowo, mogą być kompensowane na drodze metabolicznej (8).
-
-

Kwasica oddechowa

- Kwasice oddechowe rozwijają się na skutek upośledzonego wydalania dwutlenku węgla przez płuca. Upośledzenie to może wynikać z (8):
 - Pogorszenia wentylacji pęcherzyków płucnych;
 - Utrudnioną dyfuzją dwutlenku węgla;
 - Zaburzeń prawidłowego stosunku wentylacji do perfuzji płuc.

Kwasica oddechowa c.d.

- Do pierwotnych przyczyn kwasicy oddechowej możemy zaliczyć (8, 10):
 - Zmiany w płucach: obturacja dróg oddechowych, rozrost tkanki włóknistej w płucach, zanik pęcherzyków płucnych, czynnościowe wyłączenie pęcherzyków płucnych na skutek zaburzeń wentylacji lub perfuzji płuc;
 - Zaburzoną czynność ośrodka oddechowego (np. depresja ośrodka na skutek jego uszkodzenia lub przyjmowanych leków);
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Do pierwotnych przyczyn kwasicy oddechowej możemy zaliczyć (c.d.) (7, 8, 10):
 - Zmiany w aparacie mięśniowo-szkieletowym układu oddechowego: zanik mięśni oddechowych, porażenie mięśni oddechowych, zniekształcenia kręgosłupa i klatki piersiowej (np. kifoskolioza, cepowata klatka piersiowa, złamania żeber);

Kwasica oddechowa c.d.

- Do pierwotnych przyczyn kwasicy oddechowej możemy zaliczyć (c.d.) (7):
 - Zaburzenia w krążeniu płucnym;
 - Przyjmowanie leków hamujących anhidrazę węglanową (powodują one zwiększone oddawanie dwutlenku węgla przez erytrocyty).
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Rozwój kwasicy oddechowej (7, 8):
 - Na skutek utrudnionego oddawania CO₂ przez płuca dochodzi do zwiększenia pCO₂;
 - Wzrost pCO₂ jest przyczyną wzrostu stężenia H⁺;
 - Efektem tego jest więc spadek pH.
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- O wyrównanej kwasicy oddechowej mówimy, gdy mamy do czynienia zarówno ze wzrostem stężenia HCO_3^- oraz wzrostem pCO_2 , przy utrzymaniu pH w granicach normy (7, 8).
 - O niewyrównanej kwasicy oddechowej mówimy, gdy opisane wyżej zmiany HCO_3^- i pCO_2 nie powodują podniesienia pH do granic normy (7, 8).
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Kompensacja (wyrównywanie) kwasicy oddechowej odbywa się w nerkach. Wysokie $p\text{CO}_2$ pobudza wydalanie jonów H^+ , na skutek czego zwiększa się reabsorbcja jonów HCO_3^- , co warunkuje podwyższenie pH (6, 7, 8).
 - Jest to proces bardzo wolny, ale skuteczny zwłaszcza w przewlekłych kwasicach oddechowych (8).
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Wpływ kwasicy na metabolizm (8):
 - Zmniejszenie syntezy białek i wzrost ich rozpadu;
 - Mobilizacja wapnia z kości;
 - Wzrost wydzielania kortyzolu i aldosteronu;
 - Spadek sekrecji wolnej tyroksyny i tyroniny;
 - Wzrost wydalania wraz z moczem fosforanów nieorganicznych, a także magnezu i wapnia;
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Wpływ kwasicy na metabolizm (c.d.) (7, 8):
 - Utrudnione wiązanie tlenu przez hemoglobinę;
 - Ułatwione tkankowe oddawanie tlenu;
 - Przesunięcie jonów potasowych z wnętrza komórek do przestrzeni pozakomórkowej, efektem tego może być upośledzenie kurczliwości mięśnia sercowego, zaburzenia rytmu, a także zatrzymanie krążenia.
-
-

Kwasica oddechowa c.d.

- Kwasicę oddechową możemy podzielić na ostrą i przewlekłą (8, 10).
- W ostrej kwasicy oddechowej dochodzi do gwałtownego zatrzymywania dwutlenku węgla w organizmie. Kwasica oddechowa przewlekła rozwija się wolniej i staje się zauważalna po 2-5 dniach (8, 10).

Kwasica oddechowa c.d.

- O kwasicy oddechowej ostrej mówimy, gdy rozwinęła się ona gwałtownie i na każde 10mm Hg wzrostu $p\text{CO}_2$, pH krwi obniża się o 0,08 (9, 10).
 - O kwasicy oddechowej przewlekłej mówimy, gdy rozwijała się ona powoli i na każde 10mm Hg wzrostu $p\text{CO}_2$, pH krwi obniża się o 0,03 (10).
-
-

Ostra kwasica oddechowa

- Do przyczyn ostrej kwasicy oddechowej zaliczamy (8):
 - Porażenie ośrodka oddechowego na skutek zażycia np. morfiny, czy barbituranów;
 - Porażenie mięśni oddechowych;
 - Złamania kości klatki piersiowej;
 - Obecność powietrza w jamach opłucnowych;
 - Obecność krwi w jamach opłucnowych;
 - Obecność płynu w jamach opłucnowych;
-
-

Ostra kwasica oddechowa c.d.

- Do przyczyn ostrej kwasicy oddechowej zaliczamy (c.d.) (8):
 - Obrzęk płuc;
 - Ostre zapalenie miąższu płucnego;
 - Ostłą niedrożność dróg oddechowych
 - Nagłe zatrzymanie krążenia.

Ostra kwasica oddechowa c.d.

- W obrazie klinicznym ostrej kwasicy oddechowej dominują (8, 10):
 - Objawy choroby podstawowej;
 - Sinica;
 - Mózgowe objawy zmniejszenia ciśnienia cząstkowego tlenu we krwi (ból głowy, senność, zaburzenia świadomości, drgawki).
-
-

Ostra kwasica oddechowa c.d.

- Prowadząc wywiad z pacjentem należy pamiętać o pytaniach dotyczących istniejących chorób układowych, zmian zachowania, przebytych urazów oraz przyjmowanych leków.
 - Z badań laboratoryjnych wykonywane są: gazometria, panel elektrolitów osocza, stężenie mocznika, kreatyniny, glukozy. Pomocne może być badanie obecności leków w moczu oraz wykonanie EKG (10).
-
-

Ostra kwasica oddechowa c.d.

- W badaniach biochemicznych przy ostrej kwasicy oddechowej poza charakterystycznym wzrostem $p\text{CO}_2$ i wyrównawczym wzrostem stężenia HCO_3^- , zauważyć często można hipochloremię i hiperfosfatemię (8).
 - Leczenie ostrej kwasicy oddechowej musi być przyczynowe i dążyć do usunięcia czynnika sprawczego. Może zajść potrzeba zastosowania oddychania wspomaganego lub sztucznego (8, 10).
-
-

Przewlekła kwasica oddechowa

- Przyczyny przewlekłej kwasicy oddechowej zostały opisane w slajdach nr 15-17.
 - W obrazie klinicznym przewlekłej kwasicy oddechowej dominują objawy przewlekłej niewydolności oddechowej (8):
 - Dusznica;
 - Sinica;
 - Hipoksemia;
-
-

Przewlekła kwasica oddechowa c.d.

- W obrazie klinicznym przewlekłej kwasicy oddechowej dominują objawy przewlekłej niewydolności oddechowej (c.d.) (8):
 - Hiperkapnia;
 - Nadciśnienie płucne;
 - Niedomykalność zastawki trójdzielnej;
 - Przekrwienie spojówek;
 - Tarcza zastoinowa na dnie oka.
-
-

Przewlekła kwasica oddechowa c.d.

- Prowadząc wywiad z pacjentem należy pamiętać o pytaniach dotyczących istniejących chorób układowych, zmian zachowania oraz przyjmowanych leków.
 - Z badań laboratoryjnych wykonywane są: gazometria, panel elektrolitów osocza, stężenie mocznika, kreatyniny, glukozy. Pomocne może być badanie obecności leków w moczu oraz wykonanie EKG (10).
-
-

Przewlekła kwasica oddechowa c.d.

- Leczenie przewlekłej kwasicy oddechowej również musi być przyczynowe i dążyć do usunięcia czynnika sprawczego.
 - Może zajść potrzeba zastosowania oddychania wspomaganego lub sztucznego (8, 10).
 - Ponadto stan pacjentów może wymagać wprowadzenia leków rozszerzających oskrzela (np. Salbutamol, izoprenalina), antybiotyków, leków nasercowych, saluretyków (8).
-
-

Przewlekła kwasica oddechowa c.d.

- W leczeniu przewlekłej kwasicy oddechowej wskazana może być również tlenoterapia. Należy jednak pamiętać aby u tych pacjentów nie dążyć do normalizacji $p\text{CO}_2$. Jest to spowodowane tym, że nerkowe mechanizmy wyrównawcze normalizują pH krwi tych osób. Więc szybka poprawa parametrów oddechowych może spowodować gwałtowny wzrost pH krwi oraz zatrzymanie oddychania na skutek spadku poziomu dwutlenku węgla (8, 10).
-
-

Zasadowica oddechowa

- Zasadowice oddechowe rozwijają się na skutek nadmiernej eliminacji CO₂ przez płuca. Może to być uwarunkowane stymulacją ośrodka oddechowego przez (8):
 - Toksyny bakteryjne;
 - Stany zwyrodnieniowe lub zapalne OUN;
 - Hiperwentylację psychogenną;
 - Inne przyczyny.
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Najczęstsze przyczyny zasadowicy oddechowej to (1, 7, 10):
 - Lęk (na skutek występującej nagle hiperwentylacji emocjonalnej, powstający nadmiar OH^- wiąże zjonizowany wapń. Spadek jego stężenia może przyczynić się dodatkowo do rozwoju tężyczki);
 - Hipoksja (niedobór tlenu w tkankach powstający w wyniku zmniejszenie dyfuzji tlenu w płucach lub zaburzeniach jego transportu), prowadzi ona do zwiększenia częstości oddychania;
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Najczęstsze przyczyny zasadowicy oddechowej to (c.d.) (1, 7, 10):
 - Zatrucie salicylanami;
 - Choroby ośrodkowego układu nerwowego np. guzy, infekcje, urazy, epizod naczyniowo-mózgowy;
 - Ciąża, okres przedmiesiączkowy cyklu i leczenie progesteronem (progesteron działa pobudzająco na ośrodek oddechowy);
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Najczęstsze przyczyny zasadowicy oddechowej to (c.d.) (7, 10):
 - Pierwotne choroby płuc mogące prowadzić do zwiększenia częstości oddychania np. astma, zapalenie płuc, zwłóknienie płuc, zastoinowość płucna;
 - Gorączka i wysoka temperatura otoczenia;
 - Wczesna posocznica spowodowana bakteriami Gram-ujemnymi;
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Najczęstsze przyczyny zasadowicy oddechowej to (c.d.) (3, 7):
 - Gorączka;
 - Nadczynność tarczycy;
 - Choroby wątroby;
 - Wrodzone wady serca z „przeciekami prawo-lewo“, w których utrudniona dyfuzja tlenu powoduje niedotlenienie i co za tym idzie pobudzenie ośrodka oddechowego;
 - Należy też pamiętać o niebezpieczeństwie hiperwentylacyjnej u pacjentów wentylowanych sztucznie.
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Rozwój zasadowicy oddechowej (7, 8):
 - Na skutek zwiększonego oddawania CO_2 przez płuca dochodzi do zmniejszenia pCO_2 ;
 - Spadek pCO_2 jest przyczyną spadku stężenia H^+ ;
 - To prowadzi do wzrostu pH.
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- O wyrównanej zasadowicy oddechowej mówimy, gdy mamy do czynienia zarówno ze spadkiem stężenia HCO_3^- oraz spadkiem pCO_2 , a pH utrzymane jest w granicach normy (7, 8).
 - O niewyrównanej zasadowicy oddechowej mówimy, gdy opisane wyżej zmiany HCO_3^- i pCO_2 nie powodują obniżenia pH do granic normy (7, 8).
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Kompensacja (wyrównywanie) zasadowicy oddechowej odbywa się w nerkach. Niskie $p\text{CO}_2$ hamuje sekrecję jonów H^+ , na skutek czego zwiększa się wydalanie jonów HCO_3^- , co warunkuje obniżenie pH (6, 7, 8).
 - Opisany wyżej proces wymaga pewnego czasu, a jego efekty ujawniają się dopiero po kilku dniach (8).
-
-

Zasadowica

- Wpływ zasadowicy na organizm (6):
 - W zasadowicy dochodzi do zmiany rozmieszczenia potasu między płynem wewnątrzkomórkowym, a zewnątrzkomórkowym.
 - Pomimo spadku stężenia potasu w płynie zewnątrzkomórkowym, stężenie tego pierwiastka w ustroju nie ulega zmianie.
-
-

Zasadowica c.d.

- Wpływ zasadowicy na organizm (c.d.) (6):
 - Rozwijająca się więc hipokaliemia prowadzi do hiperpolaryzacji błon komórkowych, a co za tym idzie do zaburzenia czynności układu nerwowego, mięśniowego i pokarmowego. Jeśli chodzi o ten ostatni, dochodzi głównie do zaburzeń czynności motorycznej jelit.
-
-

Zasadowica c.d.

- Wpływ zasadowicy na organizm (c.d.) (6):
 - Przy obniżeniu stężenia jonów wodorowych, z jakim mamy do czynienia w zasadowicy dochodzi do zwiększonego wiązania wapnia z białkami. Obniża się więc frakcja wapnia zjonizowanego w płynie zewnątrzkomórkowym, co może stać się przyczyną np. tężyczki.

Zasadowica oddechowa c.d.

- Zasadowicę oddechową możemy podzielić na ostrą i przewlekłą (10).
 - O zasadowicy oddechowej ostrej mówimy, gdy rozwinęła się ona gwałtownie i na każde 10mm Hg zmniejszenia się $p\text{CO}_2$, pH krwi wzrasta o 0,08 (9, 10).
 - O zasadowicy oddechowej przewlekłej mówimy, gdy rozwijała się ona powoli i na każde 10mm Hg zmniejszenia się $p\text{CO}_2$, pH krwi wzrasta o 0,02 (10).
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- W obrazie klinicznym zasadowicy oddechowej należy spodziewać się (7, 8, 10):
 - Bólów głowy;
 - Zawrotów głowy;
 - Uogólnionego poczucia lęku;
 - Napadów tężyczki;
 - Ciężkiego przytępienia świadomości;
 - Zaburzeń rytmu serca;
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- W obrazie klinicznym zasadowicy oddechowej należy spodziewać się (7, 8, 10):
 - Skurczów oskrzeli;
 - Duszności z następową hiperwentylacją i pogłębieniem zasadowicy.
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- W badaniach biochemicznych ujrzymy przemieszczanie się potasu, fosforanów i jonów wodorowęglanowych z przestrzeni pozakomórkowej do śródkomórkowej (8).
 - To prowadzi do hipokaliemii, hipofosfatemii, a także do hiperchloremii (8)
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Prowadząc wywiad z pacjentem należy pamiętać o pytaniach dotyczących istniejących chorób układowych, zmian zachowania, przebytych urazów oraz przyjmowanych leków.
 - Z badań laboratoryjnych wykonywane są: gazometria, panel elektrolitów osocza, stężenie mocznika, kreatyniny, morfologia i posiew krwi. Pomocne może być badanie stężenia salicylanów i u kobiet wykonanie testu ciążowego (10).
-
-

Zasadowica oddechowa c.d.

- Leczenie zasadowicy oddechowej musi być przyczynowe i dążyć do usunięcia czynnika sprawczego. Może zajść potrzeba zastosowania leków uspokajających, a u osób sztucznie wentylowanych zmniejszenie wentylacji minutowej (8, 10).
-
-

Zapraszamy do rozwiązania testu
końcowego



Piśmiennictwo

1. Bullock J., Boyle J. Wang M.: Fizjologia. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 1997.
 2. Ciborowska H., Rudnicka A.: W. Dietetyka. Żywnienie zdrowego i chorego człowieka. Wydawnictwo lekarskie PZWL, Warszawa 2000.
 3. Cline D., Ma O., Tintinalli J., Kelen G., Stapczynski J.: Medycyna ratunkowa. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2003.
 4. Ganong W.: Fizjologia. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009.
-
-

Piśmiennictwo c.d.

5. Gawęcki J., Hryniewiecki L. (red): Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.
 6. Guzek J.: Patofizjologia człowieka w zarysie. PZWL 2003
 7. Horst A.: Fizjologia Patologiczna, Wydanie IX poprawione, PZWL, Warszawa.
 8. Kokot F. (red.): Choroby wewnętrzne. Wydawnictwo lekarskie PZWL Warszawa 2006.
 9. Pousada L., Osborn H., Levy D.: Medycyna ratunkowa. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2004.
-
-

Piśmiennictwo c.d.

10. Scott H., Plantz J., Adler N.: Medycyna ratunkowa. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2000.
 11. Strange G., Ahrens W., Schafermeyer R., Toepper W.: Medycyna ratunkowa wieku dziecięcego. Wydawnictwo Medyczne Urban&Partner, Wrocław 2003.
-
-