

Równowaga kwasowo-zasadowa w cukrzycy

Płyny wewnątrz- i zewnątrzkomórkowe zawierają nie tylko wodę, ale również mnóstwo różnych substancji chemicznych, które w środowisku wodnym dysocjują i występują w postaci jonów dodatnich (kationów) i jonów ujemnych (anionów). Woda także dysocjuje dostarczając do środowiska jednakową ilość jonów wodorowych (H^+ , dodatnich) i wodorotlenowych (OH^- , ujemnych). Organizm stara się utrzymać taki poziom anionów i kationów, który zapewnia prawidłowe przemiany metaboliczne, fizjologiczne działanie enzymów i hormonów oraz prawidłowe funkcjonowanie każdej tkanki i komórki.

Stężenie jonów a odczyn roztworu wodnego

Stężenie jonów wodorowych warunkuje wartość odczynu roztworu wodnego. Miarą odczynu jest pH w skali 0-14. Im większe stężenie jonów wodorowych w roztworze, tym wartość pH jest mniejsza od 7, a odczyn roztworu jest kwaśny. Jeżeli stężenie jonów wodorowych jest równe stężeniu jonów wodorotlenowych, to wartość pH wyno-

si 7, a odczyn roztworu jest obojętny. Przy małym stężeniu jonów wodorowych odczyn pH wzrasta powyżej 7 i roztwór staje się zasadowy.

Równowaga kwasowo - zasadowa w organizmie polega na utrzymaniu optymalnego stężenia jonów wodorowych zarówno w przestrzeniach wewnątrzkomórkowych, jak i zewnątrzkomórkowych. Fizjologiczna wartość pH wewnątrz komórek wynosi ok. 7. Odczyn krwi i płynów pozakomórkowych wynosi $pH = 7,35-7,45$. Nad utrzymaniem równowagi kwasowo - zasadowej organizmu czuwają mechanizmy obronne,

jak bufony krwi i tkanek (wodorowęglanowy, białczanowy, fosforanowy, hemoglobinowy) oraz płuca i nerki.

Kwasica i zasadowica - co to takiego?

Wyróżnia się dwa rodzaje zaburzeń gospodarki kwasowo-zasadowej – kwasica i zasadowica. O rodzaju zaburzenia świadczy odczyn krwi. Jeżeli pH krwi obniża się poniżej wartości 7,35, to rozpoznaje się kwasicę, natomiast przy odczynie krwi większym niż 7,45 rozpoznaje się zasadowicę ustroju. Granicznymi dla życia człowieka są wartości pH krwi 6,8 i 7,8.



Zarówno kwasica jak i zaskorowienie mogą mieć charakter oddechowy lub metaboliczny. Groźniejszym stanem dla zdrowia i życia człowieka jest kwasica.

Cukrzyca jest chorobą metaboliczną, której głównym objawem jest wysokie stężenie glukozy we krwi, czyli hiperglykemia. Podłożem cukrzycy typu 1 jest brak insuliny, hormonu wydzielanego przez trzustkę i regulującego gospodarkę węglowodanową w organizmie człowieka. Przyczyną rozwoju cukrzycy typu 2 jest insulinooporność, czyli brak odpowiedzi tkanek obwodowych na działanie insuliny i niedostateczne wydzielanie insuliny. Cukrzyca typu 1 jest insulinozależna i w jej leczeniu stosuje się tylko insulinoterapię. Leczenie cukrzycy typu 2 polega na stosowaniu doustnych leków hipoglikemizujących, leków zwiększających wydzielanie insuliny i w niektórych przypadkach – insulinę.

Zakwaszenie groźne przy cukrzycy

Groźnym powikłaniem cukrzycy jest kwasica ketonowa. Występuje ona w każdym typie cukrzycy, ale częściej dotyczy pacjentów z cukrzycą typu 1. Bardzo często kwasica ketonowa jest pierwszym objawem choroby.

W warunkach fizjologicznych insulina transportuje glukozę do komórek tkanek obwodowych, obniżając tym samym stężenie cukru we krwi. Brak insuliny lub znaczna insulinooporność skutkuje zatrzymaniem glukozy we krwi, a tym samym tkanki obwodowe nie mają podstawowego substratu do uzyskania energii potrzebnej do przemian metabolicznych. W takiej sytuacji ma-

terialem energetycznym stają się tłuszcze zmagazynowane w tkance tłuszczowej. Tłuszcze ulegają rozpadowi do glicerolu i wolnych kwasów tłuszczowych, które są uwalniane do krwi i przenoszone do wątroby.

Niedobór glukozy w komórkach stymuluje proces glukoneogenezy (synteza glukozy) w wątrobie i nerkach oraz w mniejszym stopniu proces glikogenolizy (rozpad glikogenu). Zsyntetyzowana glukoza trafia do krwiobiegu, ale nie może być wykorzystana przez tkanki obwodowe. Hiperglykemia nasila się wywołując osmotyczną diurezę (częste oddawanie dużych ilości moczu). Jeżeli objętość wydalanego moczu jest większa od ilości spożytych płynów dochodzi do odwodnienia organizmu.

Glicerol jest substratem do syntezy glukozy w wątrobie, natomiast wolne kwasy tłuszczowe ulegają utlenianiu w procesie tzw. β -oksydacji. Skutkiem β -oksydacji są ciała ketonowe, do których należą aceton, kwas acetooctowy i kwas β -hydroksymastłowy. Kwasy są kumulowane w tkankach i prowadzą do zakwaszenia organizmu. Ich nadmiar wydalany jest przez nerki

z moczem. Kwas acetooctowy może ulegać dalszym przemianom do acetonu, który nie jest kwasem, ale związkiem lotnym wydalany z powietrzem wydychanym przez płuca oraz przez nerki z moczem. Nagromadzenie ciał ketonowych we krwi, w tym głównie kwasu β -hydroksymastłowego, prowadzi do kwasicy ketonowej.

Ciała ketonowe powstają także u osób zdrowych przy niedostatecznym stężeniu glukozy w tkankach. Zjawisko takie ma miejsce podczas snu, przy wielogodzinnych przerwach między posiłkami, w głodówce, przy diecie znacznie ograniczającej spożycie węglowodanów. Nie prowadzi to jednak do rozwoju kwasicy ketonowej.

Cukrzycowa kwasica niezdrowa dla organizmu

Cukrzycowa kwasica ketonowa może rozwinąć się po kilku godzinach u pacjenta z cukrzycą typu 1 i hiperglykemią przekraczającą 250 mg/dl, jeżeli nie zostanie wyrównana dodatkową dawką insuliny. Najczęściej w kwasicy ketonowej stwierdza się hiperglykemię rzędu 300-800 mg/dl.



W zależności od stopnia nasilenia kwasicy metabolicznej można wyróżnić następujące rodzaje kwasicy ketonowej:

- łagodna – pH krwi < 7,3
- umiarkowana – pH krwi < 7,2
- ciężka – pH krwi < 7,1

Cukrzycowa kwasica ketonowa dotyczy nie tylko osób z nierozpoznaną cukrzycą. Często występuje u pacjentów już zdiagnozowanych i leczonych insuliną. W takich przypadkach, przyczynami rozwoju kwasicy ketonowej są nieprawidłowości w insulinoterapii lub stosowaniu doustnych leków hipoglikemizujących oraz stany zwiększonego zapotrzebowania na insulinę.

Pierwsze objawy kwasicy ketonowej przypominają zaburzenia żołądkowo - jelitowe, gdyż są to nudności, wymioty, bóle brzucha, czasami biegunka. Bardzo często mylone są z zatruciem pokarmowym lub infekcją przewodu pokarmowego. Następnie dołączają się objawy związane z zakwaszeniem organizmu i hiperglikemią. Są to – częste oddawanie znacznych ilości moczu oraz przyspieszenie pogłębienie oddechów (oddech Kussmaula). Częste oddawanie zbyt dużych ilości moczu nie pokrytych objętością przyjętych płynów prowadzi do odwodnienia objawiającego się zwiększonym pragnieniem, suchością w jamie ustnej,

zaburzeniami wydzielania śliny. Charakterystycznym objawem kwasicy ketonowej jest wyczuwalny zapach acetonu z ust (zapach kwaśnych jabłek). Przedłużająca się kwasica ketonowa prowadzi do zaburzeń świadomości, utraty przytomności i śpiączki.

Główne objawy cukrzycowej kwasicy ketonowej:

- utrata apetytu, nudności, wymioty, bóle brzucha
- zapach acetonu z ust (zapach kwaśnych jabłek)
- oddech Kussmaula (tzw. oddech „gonionego psa”)
- odwodnienie (suchość błon śluzowych jamy ustnej i języka, utrata napięcia skóry, pragnienie)
- częste oddawanie dużych ilości moczu
- zaczerwienienie policzków
- (rumieniec kwasicy)
- ból w klatce piersiowej
- osłabienie, zmęczenie, senność
- zaburzenia świadomości aż do śpiączki

Przyczyny rozwoju kwasicy ketonowej:

- opóźnione rozpoznanie cukrzycy, zwłaszcza typu 1
- ominięcie zastrzyku z insuliną, zbyt mała dawka insuliny, przeterminowany lek, nieprawidłowe działanie sprzętu wstrzykującego insulinę („pen”, osobista pompa insulinowa)
- nieregularne pomiary stężenia glukozy we krwi i nieprawidłowa reakcja na przedłużającą się hiperglikemię
- przewlekłe źle wyrównana cukrzyca
- przerwanie insulinoterapii
- mylne rozpoznanie pierwszych objawów kwasicy
- ostra ciężka choroba infekcyjna np. zapalenie płuc, grypa, zakażenie dróg moczowych
- zawał mięśnia sercowego, udar mózgu, choroby nowotworowe
- ostre zapalenie trzustki o ciężkim przebiegu
- ciąża u kobiety chorej na cukrzycę
- nadużywanie alkoholu
- narkotyki i środki odurzające np. kokaina, amfetamina, ekstaza
- stosowanie niektórych leków np. sterydy, sympatykomimetyki, niektóre leki psychotropowe, tiazidy
- zaburzenia odżywiania, zwłaszcza u młodych pacjentów (łęk przed przytyciem)



Podstawą rozpoznania kwasicy ketonowej jest wysoka hiperglikemia, obecność ciał ketonowych we krwi i moczu oraz obniżone pH krwi. Diabetycy powinni ściśle przestrzegać zasad leczenia cukrzycy, kontrolować poziom glikemii, nie lekceważyć pierwszych niepokojących objawów kwasicy i sprawdzać poziom ciał ketonowych w moczu lub we krwi (dostępne są paski testowe mierzące poziom ciał ketonowych w moczu lub we krwi).

Kwasica mleczanowa

Niespecyficznym powikłaniem cukrzycy jest kwasica mleczanowa. Dotyczy ona najczęściej pacjentów z cukrzycą typu 2, leczonych biguanidami z nieprzebraniem przeciwwskazań, np. niewydolność nerek, stany tkankowej hipoksemii (rozległa miażdżycza, niewydolność oddechowa). W cukrzycy typu 1 kwasica mleczanowa jest najczęściej powikłaniem kwasicy ketonowej.

Kwasica mleczanowa jest skutkiem nagromadzenia kwasu mlekowego w organizmie, z równoczesnym podwyższeniem jego stężenia we krwi powyżej 5 mmol/l i obniżeniem pH krwi poniżej 7,35. Kwas mlekowy powstaje w mięśniach podczas spalania glukozy w warunkach niedostatecznej ilości tlenu (glikoliza beztlenowa). Wytwarza się on również jako produkt przejściowy przy spalaniu glukozy w warunkach tlenowych, ale szybko ulega przekształceniu do kwasu cytrynowego, który jest metabolizowany do dwutlenku węgla i wody.

Kwasica mleczanowa rozwija się w stanach nadmiernej produkcji kwasu mlekowego, przy jednoczesnej obniżonej



zdolności organizmu do jego usuwania. Wyróżnia się dwa typy kwasicy mleczanowej: Typ A – kwasica beztlenowa, będąca efektem niedotlenienia tkanek, np. wstrząs, masowy krwotok, zator tętniczy, sepsa, ostra i przewlekła niewydolność oddechowa, rozległy zawał mięśnia sercowego, udar mózgu, ciężka niedokrwistość oraz Typ B – kwasica tlenowa, niezależna od niedotlenienia tkanek, np. choroby wątroby, nerek, choroby nowotworowe, zatrucie alkoholem, glikolem, metalami ciężkimi, salicylanami, tlenkiem węgla, terapia doustnymi lekami przeciwcukrzycowymi (biguanidy, np. fenformina, metformina) z zaniechaniem przestrzegania przeciwwskazań. W cukrzycy może wystąpić zarówno typ A, jak i typ B kwasicy mleczanowej.

Objawy kwasicy mleczanowej

Objawy kwasicy mleczanowej nie są specyficzne i są to objawy obserwowane w innych typach kwasicy, takie jak zaburzenia żołądkowo - jelitowe, objawy

odwodnienia (suchość w jamie ustnej, skąpe wydzielanie śliny, pragnienie), przyspieszony i pogłębiony oddech. U chorych z kwasicą mleczową stwierdza się ponadto obniżenie ciśnienia tętniczego krwi oraz obniżenie temperatury ciała (hipotermia). W ciężkiej postaci kwasicy mleczanowej występują zaburzenia świadomości, majaczenia, utrata przytomności i śpiączka. Kwasica mleczanowa jest bardzo niebezpieczna dla diabetyków z uwagi na wysoką śmiertelność. Wyrównana cukrzyca nie zaburza równowagi kwasowo-zasadowej ustroju. Ważne jest, by diabetycy ściśle przestrzegali zasad leczenia, edukowali się, prowadzili stale samokontrolę, stosowali odpowiednią dietę. Każdy diabetyk powinien posiadać nie tylko glikometr, ale i aparat umożliwiający w łatwy sposób dokonanie pomiaru ciał ketonowych we krwi i w moczu. Każdy niepokojący objaw nie może być lekceważony.

Dr hab. n. med. Danuta Pawłowska