

ZBIGNIEW HEJŁASZ

Równowaga kwasowo-zasadowa jako wykładnik wydolności oddechowej u koni z pęcherzykową rozedmą płuc

Z Instytutu Patologii i Terapii Zwierząt Wydziału Weterynaryjnego AR we Wrocławiu

U koni istnieje sporo jednostek chorobowych, które upośledzają ich użyteczność; jedną z nich jest chroniczna pęcherzykowa rozedma płuc. Obniża ona wartość zwierzęcia, czyniąc je w zaawansowanych przypadkach niezdolnym do pracy. Rozpoznanie oparte wyłącznie na objawach klinicznych i zmianach fizykalnych nie pozwala na określenie rodzaju i stopnia zaistniałych zmian. Wada stanowi poza tym problem natury prawnej z tytułu tzw. rękojmi umownej. Wydaje się, że obiektywne wyniki badań laboratoryjnych mogłyby rzucić więcej światła na toczące się procesy i być może w ustalaniu właściwej oceny. Obecne metody rozpoznawcze pozwalają na bardzo wnikliwą penetrację procesów zachodzących w organizmie.

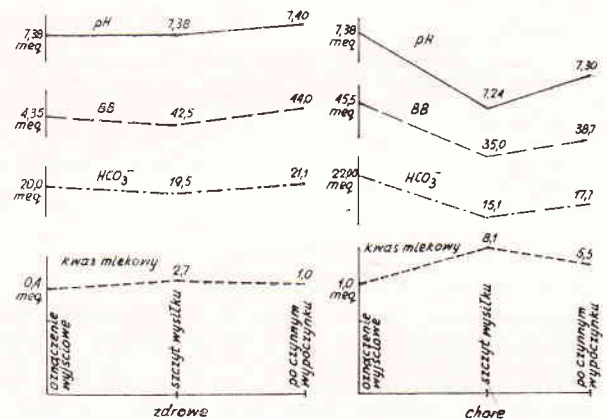
W pęcherzykowej rozedmie płuc dochodzi do zwiększenia częstotliwości i spłylenia oddechów. Zmniejszona ilość wymianialnego powietrza prowadzi do znacznego niedotlenienia z całym szeregiem następstw (18, 29). Kwasicę, niskie wysycenie tlenem krwi tętniczej, wysokie ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla występujące w niedomogach płucnych (16, 17, 30), obserwowano również przy rozedmie płuc, zapaleniu oskrzeli, stenozach i niedrożnościach dróg oddechowych (1, 9, 10). Równoczesny wysiłek pogarsza znacznie gospodarkę tlenową i prowadzi do zaburzeń w układach buforowych (24, 25, 26, 27). Obserwowana przy tym hiperkapnia, hipoksemia i kwasica zależy od stopnia uszkodzenia tkanki płucnej (15). Zwraca się przy tym szczególną uwagę na poziomy wodorowęglanów, podkreślając ich znaczenie w utrzymaniu równowagi kwasowo-zasadowej, wykorzystując je w diagnostyce i terapii (2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 13, 14, 19, 20, 22, 23, 31, 32).

Przebadanie niektórych biochemicznych wykładników równowagi kwasowo-zasadowej w rozedmie płuc u koni pozwoli na właściwą ocenę wydolności oddechowej. Takie ujęcie zagadnienia stanowi pewną innowację w badaniach weterynaryjnych i może okazać się przydatne w ocenie ogólnej sprawności zwierząt, także dla celów sądowych.

Materiał i metody

Na 14 koniach, w tym 7 chorych, przeprowadzono testy wysiłkowe, określając w krwi żyłnej (28) pH, ogólny zasób zasad, w tym standardowe i aktualne dwuwęglany, ciśnienia parcjalne dwutlenku węgla

i tlenu, wysycenie tlenem krwi żyłnej, poziomy glukozy i kwasu mlekowego. Przy doborze materiału doświadczalnego kierowano się objawami klinicznymi i badaniami fizykalnymi. Do każdego doświadczenia dobierano konie, zdrowe i chore, o podobnych walorach fizycznych. Poddawano je próbie wysiłkowej równej obciążeniu 750 000 kGm, a polegającej na galopowaniu w wozie o masie 800 kg, przyjątej jako szczyt wysiłku. Pracę o obciążeniu 475 000 kGm wykonaną w stopie, określono jako czynny wypoczynek. Krew do badań z żyły szyjnej pobierano trzykrotnie: przed doświadczeniem, na szczycie wysiłku i po czynnym wypoczynku; pH krwi i stan równowagi kwasowo-zasadowej określano metodą Astrupa (2) w aparacie Micro-Astrup typ ABC 1 Radiometer Kopenhagen. Przy interpolacji wyników korzystano z tablic Siggard-Andersena oraz Gotarda (2, 12). Poziomy glukozy oznaczano metodą ortometaloluidynową, kwas mlekowy według Homolki (15). Obliczenia statystyczne objęły odchylenie standardowe, test Studenta, przyjmując za istotność $p = 0,05$ przy $t = 2,179$ i współczynniki korelacji. Wyniki zebrano w dwóch tabelach i zobrazowano wykresem.



Ryc. 1. Różnice pH, układów buforowych, poziomów kwasu mlekowego w krwi koni zdrowych i rozedmowych wywołanych wysiłkiem

Wyniki i omówienie

W spoczynku, przed rozpoczęciem doświadczenia, u badanych zwierząt odnotowano zbilansowaną równowagę kwasowo-zasadową; pH krwi wynosiło 7,38, ogólny zasób zasad ułożył się w granicach 43,8—45,5 meq, stężenie dwuwęglanów pomiędzy 20,7—22,7 meq, ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla wyniosło 35,4 mm Hg. Ogólna ilość dwutlenku węgla 48,8—53,3 vol%, a ciśnienie parcjalne tlenu we krwi żyłnej 34,3 mm Hg przy wysyceniu hemoglobiny odpo-

wiednio 63,7 i 61,2%. W pobliżu istotności układały się odchylenia w wyjściowych poziomach kwasu mlekowego, a istotnie różniły się tętno i oddechy (tab. 1).

W grupie koni doświadczalnych, zaznaczająca się niedomoga oddechowa wyrównywana była przez sprawnie działające mechanizmy buforujące. Różnice statystycznie istotne pomiędzy grupami wystąpiły na szczycie wysiłku i w okresie czynnego wypoczynku.

W kolejnym etapie doświadczenia określonego jako czynny wypoczynek, konie kontrolne cechowała pełna równowaga kwasowo-zasadowa z lekką tendencją do alkalizacji. Wyższe nieco pH krwi i ogólny zasób zasad okazały się statystycznie nieistotne. Wystąpił spadek poziomu kwasu mlekowego i regulacja tętna i oddechów. U koni doświadczalnych pH krwi podwyższyło się jedynie do 7,3, nieznacznie zwiększył się ogólny zasób zasad, głównie dwuwęglanów — o 2 meq. Nadal niski stosunek jonów dwuwęglanowych do ciśnienia dwutlenku węgla kształtował się na poziomie 16,5 : 1. Odnotowano wysokie poziomy cukru (104 mg%) i kwasu mlekowego (42 mg%). Utrzymała się wysoka częstotliwość oddechów i skurczów serca. Omawiane wykładniki zmęczenia znacznie wolniej powracały do wartości wyjściowych. U koni stwierdzono częściowo kompensowaną kwasicę metaboliczną. Hipokapnia, kwasica z wysokimi koncentracjami kwasu mlekowego, hiperglikemia są typowymi biochemicznymi wykładnikami niewydolności oddechowej koni z pęcherzykową rozedmą płuc poddanych próbie wysiłkowej. Wysycenie tlenem hemoglobiny krwi żyłnej, ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla na

Tab. 1. pH, układy buforowe, gazy krwi, zmiany biochemiczne w krwi żyłnej u koni zdrowych (kontrolne) i koni z rozedmą płuc (doświadczalne)

Rodzaj oznaczenia	Na szczycie wysiłku		Istotność między rubrykami t = 2,179 p = 0,05	Po czynnym wypoczynku doświadczalne	Istotność między rubrykami t = 2,179 p = 0,05
	kontrolne	doświadczalne			
pH krwi	7,38 ± 0,03	7,24 ± 0,14	p < 0,001	7,30 ± 0,05	p < 0,001
Ogólny zasób zasad B.B. meq	42,57 ± 1,74	35,00 ± 3,02	p < 0,001	38,64 ± 4,69	p < 0,05
Nadmiar lub niedobór zasad Bx meq	-5,90 ± 1,98	-11,60 ± 3,06	p = 0,01	6,42 ± 3,87	p < 0,1
Aktualne stężenie bioch HCO ₃ meq	19,57 ± 1,83	15,17 ± 2,71	p < 0,01	17,75 ± 3,60	p < 0,1
Ciśnienie parcjalne CO ₂ PCO ₂ mm Hg	33,00 ± 3,25	36,14 ± 3,36	n.i.	35,57 ± 4,17	n.i.
Stosunek jonu HCO ₃ do CO ₂ meq	19,6:1 ± 1,3	13,7:1 ± 1,5	p < 0,001	16,5:1 ± 2,0	p < 0,01
Ogólna ilość CO ₂ w 1 ml	45,61 ± 4,52	36,02 ± 5,58	p < 0,01	41,27 ± 7,55	p = 0,05
Ciśnienie parcjalne O ₂ PO ₂ mm Hg	40,71 ± 6,83	40,57 ± 7,00	n.i.	38,00 ± 6,32	n.i.
Wysycenie % krwi tlenem	72,64 ± 9,43	63,85 ± 11,19	n.i.	63,78 ± 12,61	n.i.
Poziom glukozy we krwi w mg %	66,1 ± 26,4	123,1 ± 46,5	p < 0,05	104,1 ± 33,6	p < 0,1
Poziom kwasu mlekowego w mg %	22,0 ± 6,7	65,4 ± 28,6	p < 0,01	42,0 ± 25,8	p < 0,05
Stan równowagi kwasowo zasadowej	równowaga	kwasica metaboliczna		częściowo kompensowana kwasica metaboliczna	

U koni zdrowych, poza zwykłą tętna do 84/min., oddechów 33/min., poziomu kwasu mlekowego do 22 mg% i nieistotnym spadkiem ciśnienia dwutlenku węgla o 2 mm Hg, nie było żadnych przesunięć w pozostałych parametrach. Organizmy zwierząt utrzymały się w całkowitej równowadze jonowej. U koni rozedmowych krótkotrwały wysiłek obniżył: pH krwi do 7,24 ± 0,146, o 10 meq zasób zasad z ogólnym niedoborem 11 meq, o 7,5 meq stężenie jonów dwuwęglanowych podwyższył stężenie kwasu mlekowego do 8,1 meq, tj. 65,4 mg%. Obniżyło się o 2 mm Hg ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla.

Przy niskiej koncentracji jonu dwuwęglanowego wzajemny stosunek tych parametrów wyniósł jedynie 13,7 : 1,0, co spowodowało spadek pH krwi o 0,14. Dalszą konsekwencją wysiłku, to różnica o 9,5 vol% w ogólnej ilości dwutlenku węgla, wysokie poziomy glukozy 123 ± 46,5 mg% i niższe wysycenie tlenkiem krwi żyłnej. Wyraźnie przyspieszyło się tętno i rytm oddechowy. Krążenie hiperkinetyczne okazało się jednak niewystarczające do zaspokojenia tkankowego deficytu tlenowego; nie obserwowano tego u koni kontrolnych. W tej fazie u koni doświadczalnych wystąpiła wyraźna korelacja pomiędzy poziomami kwasu mlekowego, a pH krwi, ogólnym zasobem zasad i dwuwęglanami. Współczynniki korelacji wahały się pomiędzy 0,371 a 0,945 (tab. 2). Konie kontrolne na szczycie wysiłku cechowała pełna równowaga jonowa, u koni doświadczalnych wystąpiła kwasica metaboliczna.

lanów — o 2 meq. Nadal niski stosunek jonów dwuwęglanowych do ciśnienia dwutlenku węgla kształtował się na poziomie 16,5 : 1. Odnotowano wysokie poziomy cukru (104 mg%) i kwasu mlekowego (42 mg%). Utrzymała się wysoka częstotliwość oddechów i skurczów serca. Omawiane wykładniki zmęczenia znacznie wolniej powracały do wartości wyjściowych. U koni stwierdzono częściowo kompensowaną kwasicę metaboliczną. Hipokapnia, kwasica z wysokimi koncentracjami kwasu mlekowego, hiperglikemia są typowymi biochemicznymi wykładnikami niewydolności oddechowej koni z pęcherzykową rozedmą płuc poddanych próbie wysiłkowej. Wysycenie tlenem hemoglobiny krwi żyłnej, ciśnienie parcjalne dwutlenku węgla na

Tab. 2. Współczynniki korelacji niektórych oznaczeń u koni rozedmowych na szczycie zmęczenia (po wysiłku)

Rodzaj oznaczenia	pH krwi	Ogólny zasób zasad B.B meq	Aktualne stężenie dwuwęglanowy HCO ₃ meq	Ciśnienie parcjalne CO ₂	Vol. % CO ₂	Ciśnienie parcjalne O ₂	Wysycenie tlenem hemoglobiny	Poziom kwasu mlekowego
pH krwi	1,00							
Ogólny zasób zasad B.B meq	0,92	1,00						
Aktualne stężenie dwuwęglanowy HCO ₃ meq	0,94	0,99	1,00					
Ciśnienie parcjalne CO ₂	0,71	0,83	0,88	1,00				
Vol. % CO ₂	0,88	0,93	0,87	0,86	1,00			
Ciśnienie parcjalne O ₂	-	-	-	-	-	1,00		
Wysycenie krwi tlenem	0,62	0,60	0,43	-	0,47	0,95	1,00	
Poziom kwasu mlekowego	0,69	0,63	0,65	-	-	0,53	0,67	1,00

stanowią miarodajnych wykładników w omawianej niedomodze oddechowej. Tkanka płucna spełnia dużą rolę w utrzymaniu stężeń dwuwęglanów w granicach fizjologicznych. Zjawiska te w praktyce laboratoryjnej mogą być wykorzystywane dla celów diagnostycznych. Mogą stanowić cenne uzupełnienie badań klinicznych, szczególnie w przypadkach wątpliwych i stanowić podstawę w orzecznictwie sądowym. W doborze i szacunku materiału doświadczalnego zmiany kliniczne okazały się niewystarczające; dopiero poparte wynikami pomiarów laboratoryjnych — miarodajne.

Przedstawione propozycje mogą być pożyteczne w diagnozach różnicowych i stanowić cenne wskaźniki fizjologiczne przydatne w badaniach wysiłkowych, treningowych i regeneracyjnych.

Wnioski

1. W pęcherzykowej rozedmie płuc u koni w spoczynku, pH krwi, stężenie układów buforowych i wymiana gazowa nie odbiegają od norm przyjętych dla koni zdrowych. Ustrój znajduje się w równowadze kwasowo-zasadowej.

2. Podczas wysiłku u koni rozedmowych dochodzi szybko do metabolicznej kwasicy, hipokapni, wysokich koncentracji glukozy i kwasu mlekowego we krwi. W okresie czynnego wypoczynku utrzymuje się stan częściowo kompenzowanej kwasicy metabolicznej.

3. Hipokapnia u koni jest typowym objawem niewydolności oddechowej i wykładnikiem procesów zmęczenia.

4. Określenie stanu równowagi kwasowo-zasadowej winno być wprowadzone do rutynowych badań weterynaryjnych.

Piśmiennictwo

1. Ashbaugh D. G., Bigelow D. B., Petty T. L., Lewine B. E.: *Lancet*, 2, 319, 1967.
2. Astrup P., Jorgensen K., Siggard-Andersen O., Engel K.: *Lancet*, 1, 1035, 1960.
3. Assmussen E., Nielsen M.: *Acta physiol. scand.*, 2, 50, 153, 1960.
4. Bartels H.: *Lancet*, 2, 599, 1964.
5. Bradley R. D., Spencer G. T., Semple S. J. G.: *Lancet*, 1, 854, 1964.
6. Coleman A. J.: *Lancet*, 1, 813, 1967.
7. Czajkowski Z., Balbierz H., Rytko J.: *Zesz. Nauk. WSR Wrocław, Weterynaria* 20, 59, 1959.
8. Czerniauska K., Kotowicz J.: *Pol. Tyg. lek.* 35, 1335, 1972.
9. Froman C., Crampton-Smith A.: *Lancet*, 1, 1967, 1967.
10. Gordon E., Leszczyński S. O.: *Lancet*, 2, 226, 1967.
11. Ghose R. R.: *Lancet*, 1, 907, 1964.
12. Godart Bulletin 8, 1 June, 1968.
13. Heukind P.: *Lancet*, 2, 836, 1964.
14. Hejłasz Z.: *Medycyna wet.* 27, 456, 1971.
15. Homolka J.: *Biochemia kliniczna, PZWL*, 1971.
16. Iff W. H., Flenley D. C.: *Lancet*, 1, 616, 1971.
17. Jessen O., Kristensen H. L., Rasmussen K.: *Lancet*, 2, 9, 1967.
18. Koftowski S.: *Fizjologia wysiłku fizycznego, PZWL*, 1970.
19. McGregor M. E., Rayner P. H.: *Lancet*, 2, 1083, 1964.
20. McGregor M. E., Becklage M. R.: *J. clin. Invest.* 40, 7, 1971.
21. Munck O., Kristensen S., Lassen H. C. A.: *Lancet*, 1, 366, 1961.
22. Obrzut D.: *Pol. Tyg. lek.* 27, 1041, 1972.
23. Pawelec D.: *Pol. Tyg. lek.* 27, 1161, 1972.
24. Palmer K. N. V., Diamant M. L.: *Lancet*, 2, 383, 1967.
25. Palmer K. N. V., Diamant M. L.: *Lancet*, 1, 591, 1969.
26. Palmer K. N. V., Diamant M. L.: *Lancet*, 1, 1073, 1969.
27. Roźniński J., Grabski W., Kuński H., Frontczak M.: *Pol. Tyg. lek.* 28, 2051, 1973.
28. Sutton R. N., Wilson R. F., Wolt A. J.: *Lancet*, 1, 748, 1967.
29. Smith R. M., Wilson R. F., Wolt A. J.: *Lancet*, 1, 748, 1967.

30. Tai E., Read J.: *Lancet*, 1, 644, 1967.

31. Uriel S., Barzel: *Lancet*, 1, 1329, 1971.

32. *Widomska-Czekajska T.*: *Pol. Tyg. lek.* 27, 40, 1570, 1972.

Adres autora: doc. dr hab. Zbigniew Hejłasz, ul. Promień 17/7, 51-659 Wrocław.

Хейлаш З. — Кислотно-щелочное равновесие в качестве индикатора дыхательной работоспособности лошадей с везикулярной эмфиземой легких.

Было установлено, что состояние кислотно-щелочного равновесия, общее количество щелочей — ВВ, парциальное давление углекислоты — PCO_2 , концентрация кислотных карбонатов — Actual. HCO_3^- и насыщенность гемоглобина кислородом являются хорошими индикаторами дыхательной способности.

У лошадей, страдающих везикулярной эмфиземой легких, умеренная работа понизила pH крови до $7,24 \pm 0,15$, ВВ — до 3 м.э.кв., с недостатком щелочей Вх — 11 м.э.кв., actual. HCO_3^- до $15 \pm 2,7$ м.э.кв., количество CO_2 — на 17 vol.% и PCO_2 — на 2 мм Hg. В крови отметили метаболический ацидоз. Гипокапнии сопутствовали высокие концентрации глюкозы — 123 мг% и молочной кислоты — 65,4 мг%. Нормализация буферных систем наступала очень медленно. У контрольных лошадей изменения не наблюдались. Рассматриваемые параметры должны использоваться в ветеринарной диагностике.

Hejłasz Z. — Acid base balance as an index of breathing efficiency in horses with pulmonary alveolar emphysema.

The state of acid-base balance, a general amount of bases — ВВ, tension of carbon dioxide — PCO_2 , a concentration of bicarbonate ions — Act. HCO_3^- and haemoglobin saturation with oxygen have been proved to be good indices of breathing efficiency. In horses with pulmonary alveolar emphysema, a moderate strain caused a decrease of blood pH to 7.24 ± 0.15 , the ВВ to 35 meq with a deficiency of bases — Вх — 11 meq, act. HCO_3^- to 15 ± 2.7 meq, the quantity of CO_2 at 17 vol% and PCO_2 at 2 mm Hg. Metabolic acidosis was stated in the blood. Hypocapnia was accompanied by a high glucose concentration (123 mg%) and lactic acid (65.4 mg%). The normalization of buffer system followed very slowly. No changes were noticed in control horses. The above mentioned parameters should be used in veterinary diagnostics.

ANDREWS E, J.: Zmiany w wybranych enzymach jelitowych u chomików z zespołem zapalenia jelit. (Alterations of selected intestinal enzymes in hamsters with hamster enteritis syndrome). *Am. J. vet. Res.*, 36, 889—891, 1975 (7).

Badania przeprowadzono na 21 chomikach, u których występowały typowe objawy kliniczne zespołu zapalenia jelit. Aktywność fosfatazy zasadowej, niespecyficznych esteraz, aminopeptydazy leucyny, beta-glukuronidazy oraz pyroninofilii oznaczono w skrawkach krioskopowych dwunastnicy, jelita czczego i jelita krętego. Badania kontrolne przeprowadzono z tkankami pochodzącymi od 4 zdrowych samczek i 4 zdrowych samic. U chorych sztuk obserwowano stopniowe obniżenie aktywności fosfatazy zasadowej w dwunastnicy oraz spadek aktywności niespecyficznych esteraz w jelitach cienkich. Ponadto u tych chomików w dwunastnicy i jelicie krętym stwierdzono aktywność aminopeptydazy leucyny. Zarówno u zdrowych jak i u chorych zwierząt aktywność enzymatyczną wykazywały również drobnoustroje jelitowe. Nieznaczny wzrost aktywności betaflukuronidazy występował we wszystkich badanych odcinkach jelit. U chorych chomików notowano ponadto spadek pyroninofilii co przemawiało za spadkiem aktywności rybosomalnego RNA.

G.