

Parametry równowagi kwasowo-zasadowej krwi tętniczej i włosniczkowej u psów rasy beagle

PIOTR SŁAWUTA, AGNIESZKA NOSZCZYK-NOWAK,
AGNIESZKA KUROSAD, JÓZEF NICPOŃ

Katedra Chorób Wewnętrznych i Pasożytniczych z Kliniką Chorób Koni, Psów i Kotów
Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP, pl. Grunwaldzki 47, 50-322 Wrocław

Sławuta P., Noszczyk-Nowak A., Kurosad A., Nicpoń J.

Parameters of acid-base equilibrium in arterial and capillary blood in Beagle dogs

Summary

The aim of the study was to compare parameters of acid-base equilibrium in arterial and capillary blood samples of Beagle dogs at a similar age. The study was performed on 30 clinically healthy Beagle dogs (19 males, 11 females). After measurement of the core temperature samples of arterial and capillary blood were obtained. Arterial blood was taken from the femoral artery and capillary blood from the vascular bed of the claw. In the samples parameters of acid-base equilibrium such as pH of blood, $p\text{CO}_2$, $p\text{O}_2$, HCO_3^- , BE were determined. In each sample the above-mentioned parameters were measured twice: at the standard temperatures 37°C and 38°C, which was the real core temperature in the examined dogs. Significant differences between pH of arterial (7.44 ± 0.02) and capillary (7.46 ± 0.03) blood was noted in the study. Similarly, $p\text{O}_2$ differed between the arterial (94.07 ± 10.73) and capillary (83.5 ± 6.34) samples. There was no difference between arterial and capillary blood on the remaining parameters of acid-base equilibrium – $p\text{CO}_2$ ($33.07 \text{ mmHg} \pm 3.30$ vs. $33.0 \text{ mmHg} \pm 3.35$) and HCO_3^- ($22.17 \text{ mmol/l} \pm 1.66$ vs. $23.25 \text{ mmol/l} \pm 2.33$) – no statistically significant differences between arterial and capillary blood was observed. A significant difference between BE of arterial ($-1.07 \text{ mmol/l} \pm 1.45$ and capillary ($+0.58 \text{ mmol/l} \pm 2.08$) samples was also present. Arterial blood gas sampling estimated at the temperatures 37°C and 38°C showed statistically different values of all studied parameters of acid-base equilibrium pH (37°C = 7.44 ± 0.02 , 38°C = 7.43 ± 0.03), $p\text{CO}_2$ (37°C = $33.07 \text{ mmHg} \pm 3.3$, 38°C = $34.38 \text{ mmHg} \pm 3.42$) and $p\text{O}_2$ (37°C = $94.07 \text{ mmHg} \pm 10.73$, 38°C = $96.92 \text{ mmHg} \pm 17.58$). The parameters of acid-base equilibrium differ significantly between arterial and capillary blood samples of Beagle dogs. The expedient procedure to obtain the most credible results is to estimate blood samples at a temperature identical to the core temperature of the examined dogs.

Keywords: dog, acid-base equilibrium

Podstawowe parametry równowagi kwasowo-zasadowej (RKZ) krwi: stężenie wodorowęglanów (HCO_3^-) i prężność dwutlenku węgla ($p\text{CO}_2$) są wykorzystywane w rozpoznawaniu zaburzeń metabolicznych i chorób układu oddechowego u ludzi i zwierząt (2, 10). Ich przydatność diagnostyczna wynika z faktu, że zgodnie z opisującym RKZ równaniem Hendersona-Hasselbacha, pH krwi jest wypadkową składowej metabolicznej wyrażonej przez HCO_3^- i oddechowej czyli $p\text{CO}_2$ (2, 10).

Wartość parametrów RKZ u zdrowych psów zależy od wieku (1), wysiłku fizycznego (5, 6, 8, 11) diety (4) oraz czasu, jaki upłynął od karmienia (11, 14). Istotne znaczenie ma także rodzaj naczynia krwionośnego, z którego pobrano próbkę do badania. Parametry RKZ można oznaczać we krwi tętniczej, żyłnej oraz włosniczkowej – arteriolizowanej. Większość badaczy jest

zgodna co do tego, że analiza krwi żyłnej, ze względu na konieczność uciśnięcia naczynia, daje często zafałszowany wynik kwasicy (3, 7, 19), chociaż w pewnych przypadkach szczególnych może być zalecane pobranie krwi żyłnej do badań (13). Najbardziej wiarygodny wgląd w aktualny stan RKZ umożliwia badanie krwi tętniczej, którą u psów najczęściej pobiera się z tętnicy udowej. Ze względu na powszechną opinię o trudności uzyskania krwi tętniczej i możliwości uszkodzenia dużego naczynia oraz podrażnieniem nerwu udowego, częściej pobierana jest do badań krew włosniczkowa z tylnej krawędzi ucha (15, 17) lub łożyska naczyniowego pazura (16, 18). Mimo wielu badań porównujących krew tętniczą do krwi włosniczkowej wciąż istnieją rozbieżności co do tego, czy parametry RKZ oznaczone w krwi kapilarnej są na tyle zbliżone do uzyskanych z krwi tętniczej, że mogą być

uznane za wiarygodne diagnostycznie (9, 15-17). Dotychczasowe badania porównawcze przeprowadzono na mniejszych liczebnie grupach, u psów różnych ras (9, 15-17). Nie uwzględniano również wpływu temperatury, w której wykonuje się oznaczenie parametrów RKZ.

Celem badań było określenie różnic w parametrach RKZ w krwi tętniczej i krwi włosniczkowej psów rasy beagle.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono u 30 zdrowych, dorosłych psów rasy beagle (19 samców, 11 sук), od których, po pomiarze temperatury wewnętrznej, pobierano na czczo krew tętniczą i kapilarną. Pobieranie krwi przed karmieniem uwarunkowane było wpływem, jaki może wywierać wydzielenie soków trawiennych i przepływ treści pokarmowej na parametry RKZ krwi tętniczej (11, 14). Zwierzęta kwalifikowano do eksperymentu na podstawie wywiadu i badania klinicznego. Średnia temperatura wewnętrzna psów badanych wynosiła $38,14 \pm 0,32$. Z tętnicy udowej pobierano 1 ml pełnej krwi do heparynizowanej strzykawki zaopatrzonej w igłę o średnicy wewnętrznej 0,7 mm. Tętnicę udową lokalizowano palpacyjnie po ułożeniu psa w pozycji bocznej, na przysrodkowej powierzchni uda. Po dezynfekcji skóry i palpacyjnym zlokalizowaniu tętnicy i jej tętna, znalezieniu tętna wprowadzano igłę do tętnicy poniżej uciskającego ją palca i aspirowano krew bez dostępu powietrza. Krew po pobraniu była umieszczona w naczyniu z lodem. Miejsce wkłucia igły było uciskane przez ok. 5 min. po pobraniu w celu zapobieżenia powstaniu krwiaka. Krew natychmiast po pobraniu była dostarczana do laboratorium analitycznego w miejscu badania.

Krew włosniczkową uzyskano z łożyska naczyniowego pazura. Jeden z pazurów badanego zwierzęcia był odcinany na granicy łożyska naczyniowego. Po ukazaniu się kropki krwi przykładano heparynizowaną kapilarę (80 IU/ml) o pojemności 220 μ l firmy VITREX, do której krew wpływała siłą włosowatości. Po pobraniu kapilarę zatykano dwoma kapturkami (VITREX), mieszano przy pomocy magnesu i umieszczano w naczyniu z lodem. Pazur po pobraniu próbki zaopatrywano za pomocą przymoczek z wacetylku i jodyny.

W pobranym materiale, przy pomocy aparatu do badań gazometrycznych Osmotech OPTI Blood Gas Analyser, oznaczano następujące parametry RKZ: pH krwi, prężność CO_2 – pCO_2 i O_2 – pO_2 , stężenie wodorowęglanów – HCO_3^- , nadmiar lub niedobór zasad buforujących – BE. Każdą próbkę krwi tętniczej badano dwukrotnie – w temperaturze 37 stopni Celsjusza, a następnie w aparacie analitycznym ustawiano temperaturę pomiaru na 38 stopni Celsjusza.

Dane poddano analizie statystycznej. Obliczano wartość średnią i odchylenie standardowe oraz w celu stwierdzenia różnic pomiędzy próbkami stosowano test kolejności par Wilcoxsona dla zmiennych powiązanych. Testowanie wykonano przy poziomie istotności statystycznej $p < 0,05$.

Tab. 1. Wartości średnie parametrów równowagi kwasowo-zasadowej krwi tętniczej i kapilarnej oznaczonych w temperaturze 37°C ($x \pm s$; $n = 30$)

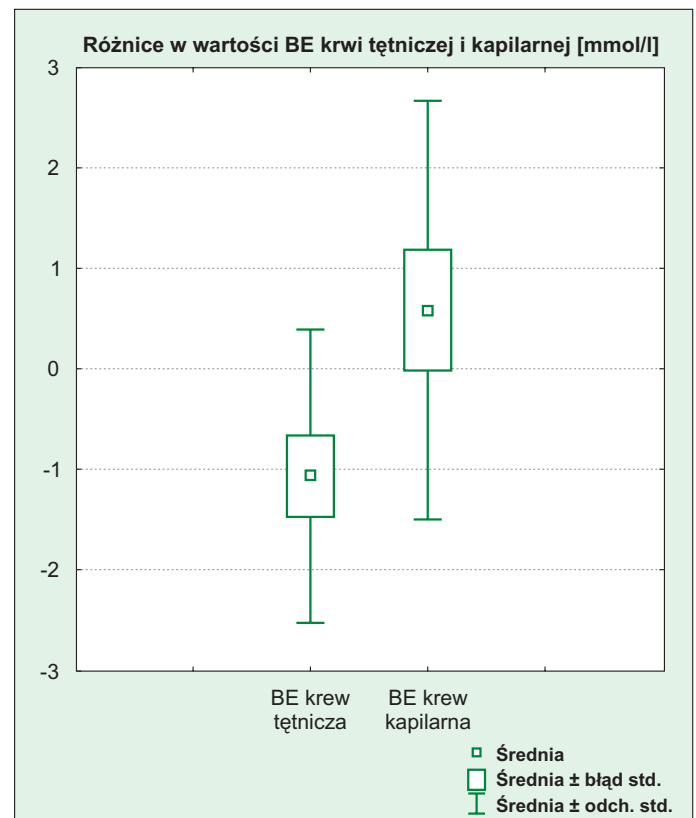
Krew tętnicza					Krew kapilarna				
pH	pCO_2 mmHg	pO_2 mmHg	HCO_3^- mmol/l	BE mmol/l	pH	pCO_2 mmHg	pO_2 mmHg	HCO_3^- mmol/l	BE mmol/l
7,44*	33,07	94,07*	22,17	-1,07*	7,46*	33,00	83,50*	23,35	0,58*
0,02	3,30	10,73	1,66	1,45	0,03	3,35	6,34	2,33	2,08

Objaśnienie: * – $p < 0,05$

Wyniki i omówienie

Uzyskane wyniki badanych parametrów RKZ: pH, pCO_2 , pO_2 , HCO_3^- i BE, oznaczanych we krwi tętniczej dorosłych psów rasy beagle przedstawiono w tab. 1. Wartości tych parametrów są zgodne z wynikami uzyskanymi u psów tej rasy przez innych autorów (7, 13, 14).

Badania porównawcze parametrów RKZ oznaczonych we krwi tętniczej i włosniczkowej w takim samym układzie doświadczalnym – krew z tętnicy udowej i łożyska pazura wykonali u psów Quandt i wsp. (16) oraz u kotów Solter i wsp. (18). Pomianowski i wsp. (15) porównywali krew z tętnicy udowej i włosniczkową z małżowiny ucha. Uzyskane przez wymienionych autorów wyniki parametrów RKZ były bardzo zróżnicowane. Badania własne wykazały istotną statystycznie różnicę pomiędzy pH krwi tętniczej i włosniczkowej, podobnie jak wyniki uzyskane przez Soltera i wsp. (18), natomiast Quandt i wsp. (16) oraz Pomianowski i wsp. (15) stwierdzili, że odczyn krwi w obu próbach nie różnił się w sposób istotny.



Ryc. 1. Wartości BE we krwi tętniczej i kapilarnej

Prężność tlenu – pO_2 różniła się istotnie w obu badanych próbkach, podobnie jak w wynikach przedstawionych przez Quandt i wsp. (16), Pomianowski i wsp. (15) stwierdzili, że w zakresie tego parametru krew włosniczkowa wykazywała wartości podobne do tętnicznej. Różnice pomiędzy pozostałymi badanymi parametrami RKZ – pCO_2 i HCO_3^- w obu próbkach były nieistotne, co jest zgodne z obserwacjami innych badaczy (15, 16).

Zakres uzyskanych wartości wskaźnika BE we krwi tętnicznej był zgodny z podanym przez innych autorów (2, 7, 14). W badaniach własnych porównanie BE we krwi tętnicznej i włosniczkowej wykazało istotną różnicę pomiędzy próbkami (ryc. 1), natomiast Pomianowski i wsp. (15) stwierdzili zbliżone wartości BE w krwi tętnicznej i włosniczkowej.

Dotychczas nie badano u zwierząt wpływu temperatury, w jakiej dokonuje się analizy na wartość parametrów RKZ, jedynie Aguilera-Tejero i wsp. (1) sugerowali wpływ temperatury wewnętrznej na RKZ u psów. W analizie medycznej gazy we krwi oraz parametry RKZ są zazwyczaj mierzone w temperaturze $37^\circ C$, jednak dla pacjentów o innej niż normalna temperaturze ciała, temperatura oznaczenia jest modyfikowana. Wynika to z faktu, że temperatura wpływa bezpośrednio na rozpuszczalność O_2 i CO_2 w osoczu krwi (10). W związku z tym, w badaniach własnych postanowiono oznaczać badane próbki krwi tętnicznej w dwóch temperaturach – standardowej $37^\circ C$, oraz $38^\circ C$, gdyż taką średnią temperaturę wewnętrzną miały badane psy. Wyniki gazometrii krwi tętnicznej oznaczonej w temperaturze $37^\circ C$ i $38^\circ C$ (tab. 2) wykazały, że wszystkie porównywane parametry – pH, pCO_2 i pO_2 różniły się między sobą w sposób istotny statystycznie.

Podsumowanie

Parametry RKZ u psów rasy beagle krwi tętnicznej i włosniczkowej różnią się istotnie. W celu uzyskania najbardziej wiarygodnych wyników RKZ, zasadne jest badanie krwi tętnicznej w temperaturze identycznej z temperaturą wewnętrzną psa.

Piśmiennictwo

1. Aguilera-Tejero E., Fernandez H., Estepa J. C., Mayer-Valor R., Rodriguez M.: Arterial blood gases and acid-base balance in geriatric dogs. Res. Vet. Sci. 1997, 63, 253-256.
2. Bartola S. P. Di: Fluid, Electrolyte and Acid Base Disorders in Small Animal Practice. Saunders Elsevier, St Louis 2006.
3. Brechue W. F., Stainsby W. N.: Lactate and acid-base exchange during brief intense contractions of skeletal muscle in situ. J. Appl. Physiol. 1994, 77, 223-230.
4. Gevaert D. M., Van T., Klooster A. T., De Wilde R. O., Kappert H. J.: Effect of macromineral composition of diets on blood acid-base equilibrium and urinary acidity in dogs. J. Nutr. 1991, 121, 93-94.
5. Hinchcliff K. W., Reinhart G. A., Burr J. R., Schreiber C. J., Swenson R. A.: Effect of racing on serum sodium and potassium concentrations and acid-base status of Alaskan sled dogs. JAVMA 1997, 210, 1615-1618.
6. Holloway S. A., Sundstrom D., Senior D. F.: Effect of acute induced metabolic alkalosis on the acid/base responses to sprint exercise of six racing greyhounds. Res. Vet. Sci. 1996, 61, 245-251.
7. Ilkiw J. E., Rose R. J., Martin I. C. A.: A comparison of simultaneously collected arterial, mixed venous, jugular venous and cephalic venous blood

Tab. 2. Porównanie średnich wartości parametrów gazometrycznych krwi tętnicznej oznaczonych w temperaturze $37^\circ C$ i $38^\circ C$ ($\bar{x} \pm s$; $n = 30$)

Krew tętnicza						
pH	$37^\circ C$			$38^\circ C$		
	pCO_2 mmHg	pO_2 mmHg	pH	pCO_2 mmHg	pO_2 mmHg	
7,44*	33,07*	94,07*	7,43*	34,38*	96,92*	
0,02	3,30	10,73	0,03	3,42	17,58	

Objaśnienie: jak w tab. 1.

- samples in the assessment of blood gas and acid base status in dog. J. Vet. Intern. Med. 1991, 5, 294-298.
8. Kest L. D., Engen R. L.: Effects of $NaHCO_3$ loading on acid-base balance, lactate concentration, and performance in racing greyhounds. J. Appl. Physiol. 1998, 85, 1037-1043.
 9. Klingstrom B., Iwarsson K., Martinsson K.: Acid-base measurements of arterial, venous and capillary blood in the dog. Nord. Vet. Med. 1976, 28, 289-294.
 10. Kokot F.: Gospodarka wodno-elektrolitowa i kwasowo-zasadowa w stanach fizjologii i patologii. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1998.
 11. Langbroek A. J., Nijmeijer A., Rispen P., Zijlstra W. G.: Pitfalls in acid/base experiments with conscious dogs. Europ. J. Physiol. 1990, 417, 157-160.
 12. Matwiczuk C. L., Taylor S., Shmon C. L., Kass P. H., Shelton G. D.: Changes in rectal temperature and hematologic, biochemical, blood gas, and acid-base values in healthy Labrador Retrievers before and after strenuous exercise. Am. J. Vet. Res. 1999, 60, 88-92.
 13. Nemecek A., Pecar J., Seliskar A., Kompan L., Butinar J.: Assessment of acid-base status and plasma lactate concentrations in arterial, mixed venous, and portal blood from dogs during experimental hepatic blood inflow occlusion. Am. J. Vet. Res. 2003, 64, 599-608.
 14. Ozaki J., Tanimoto N., Kuse H., Hori M.: Comparison of arterial blood gases and acid-base balance in young and aged beagle dogs, with regard to postprandial alkaline tide. J. Toxicol. Sci. 2000, 25, 205-211.
 15. Pomianowski A., Kuleta Z., Stopyra A., Sobiech P.: Parametry równowagi kwasowo-zasadowej i składu jonowego krwi tętnicznej, żyłnej i włosniczkowej. Medycyna Wet. 2004, 60, 519-522.
 16. Quandt J. E., Raffe M. R., Polzin D., Robinson E. P., Madsager R. E.: Evaluation of toenail blood samples for blood gas analysis in the dog. Vet. Surg. 1991, 20, 357-361.
 17. Rodkey W. G., Hannon J. P., Dramise J. G., White R. D., Welsh D. C., Persky B. N.: Arterialized capillary blood used to determine the acid-base and blood gas status of dogs. Am. J. Vet. Res. 1978, 39, 459-464.
 18. Solter P. F., Haskins S. C., Patz J. D.: Comparison of PO_2 , PCO_2 , and pH in blood collected from the femoral artery and a cut claw of cats. Am. J. Vet. Res. 1988, 49, 1882-1883.
 19. Stainsby W. N., Eitzman P. D.: Roles of CO_2 , O_2 , and acid in arteriovenous $[H^+]$ difference during muscle contractions. J. Appl. Physiol. 1988, 65, 1803-1810.

Adres autora: dr Piotr Sławuta, pl. Grunwaldzki 47, 50-322 Wrocław; e-mail: bo@ozi.ar.wroc.pl