

## **WPLYW WYSILKU FIZYCZNEGO NA WARTOŚĆ WYBRANYCH WSKAŹNIKÓW HEMATOLOGICZNYCH I ANTYOKSYDACYJNYCH U KONI BĘDĄCYCH W RÓŻNYCH OKRESACH TRENINGU**

Tadeusz Ogoński, Ryszard Pikuła, Piotr Kopczyński

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

**Streszczenie.** Celem przedstawionych w pracy badań było określenie wpływu wysiłku, w różnych fazach treningu, na wybrane wskaźniki hematologiczne i status antyoksydacyjny krwi u koni użytkowanych rekreacyjnie i sportowo. Uzyskane wyniki wskazują, że stopień wytrenowania i przygotowania koni do wysiłku można ocenić, badając wybrane wskaźniki hematologiczne w połączeniu z oceną sprawności układu antyoksydacyjnego krwi koni. Parametrami wskazującymi na dobre przygotowanie konia do pracy tlenowej są wysoka spoczynkowa i powysiłkowa liczba erytrocytów i ilość zawartej w nich hemoglobiny oraz niewielki powysiłkowy spadek wartości całkowitego potencjału redukcyjnego krwi. Osobniczy charakter uzyskanych wartości wskazuje, że dopiero całoroczne badania i ustalenie indywidualnego profilu metabolicznego konia pozwoli na precyzyjne określenie postępów w treningu i adekwatnej reakcji ze strony organizmu konia na wysiłek.

**Słowa kluczowe:** konie, układ antyoksydacyjny, wydolność fizyczna

### **WSTĘP**

W ostatnich latach dynamicznie rozwijający się sport konny, a wraz z nim wiedza o fizjologii wysiłku, pozwala na wykorzystanie wartości wskaźników fizjologicznych i klinicznych do oceny wydolności fizycznej koni i zdolności ich adaptacji do wzrastających obciążeń [Lindner i in. 1997, Lindner i in. 1998, Szarska 2002]. Współcześnie coraz większego znaczenia nabiera nie tylko tzw. wycucie trenerskie, ale również systematyczne monitorowanie stanu zdrowia koni będących w treningu, poprzez analizę różnorodnych parametrów hematologicznych i biochemicznych. W ostatnich latach podejmowane są także próby stosowania parametrów stanu układu antyoksydacyjnego koni, jako wskaźnika oceniającego ich stopień wytrenowania [Bis-Wencel i in. 2002, Krumrych 2007, Ogoński i in. 2008, Cieśla 2009]. Celem niniejszych badań było określenie wpływu wysiłku, w róż-

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr Tadeusz Ogoński, Katedra Żywienia Zwierząt i Żywności, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, ul. Orawska 22/13, 70-131 Szczecin, e-mail: t.ogonski@chello.pl

nych fazach treningu, na wybrane wskaźniki hematologiczne i status antyoksydacyjny krwi u koni użytkowanych rekreacyjnie i sportowo.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczeniem objęto 11 koni (10 ras półkrwi i 1 pełnej krwi angielskiej) użytkowanych w prywatnym ośrodku jeździeckim w województwie zachodniopomorskim. W zależności od rodzaju użytkowania i prowadzonego z nimi treningu, konie podzielono na dwie grupy:

1. Konie sportowe, biorące czynny udział w zawodach w konkurencji skoków przez przeszkody; grupa składała się z 6 koni (1 ogier, wałach i 4 klacze) w przedziale wiekowym 4–15 lat.
2. Konie rekreacyjne, użytkowane do jazdy spacerowych; grupa składała się z 5 koni (3 klacze, 2 wałachy) w przedziale wiekowym 6–17 lat.

Wszystkie konie były klinicznie zdrowe, utrzymywane w jednakowych, bardzo dobrych warunkach zoohigienicznych, podczas prób wysiłkowych miały jednakowe warunki pogodowe.

Konie poddano próbie wysiłkowej na dystansie około 4500 metrów, w cyklu 5 minut stępa, 10 minut kłusa, 10 minut galopu w tempie 350–400 m na min. Badania wykonano dwukrotnie, w odstępie 173 dni:

- wiosną – rozpoczęcie sezonu startów,
- jesienią – po zakończeniu sezonu.

Od każdego konia pobrano dwukrotnie krew, z żyły szyjnej zewnętrznej – w spoczynku (po porannym obrzędku) oraz bezpośrednio po ukończeniu galopu. Krew pobierano do próbek z  $\text{Na}_4\text{EDTA}$  i dzielono na dwie porcje, z których jedną natychmiast wirowano (3000 rpm, 10 min) w celu uzyskania surowicy. W próbkach krwi oznaczono wskaźniki morfologii krwi obwodowej, a w surowicy stężenie miedzi ( $\text{Cu}^{2+}$ ) i całkowity potencjał redukcyjny. Oznaczenia morfologiczne wykonano metodą konduktometryczną za pomocą analizatora hematologicznego Sysmex F-800 (ICN-Instruments-Polska), stężenie miedzi metodą ICP-OES w spektrofotometrze Perkin-Elmer OPTIMA, a reduktory całkowite ( $R_t$  – *total reductants*) metodą FRAP kalibrowaną na askorbinian i siarczan (VI) żelaza (II) [Benzie i in. 1996]. Pomiar TR wykonano w spektrofotometrze dwuwiązkowym PYE-Unicam SP1800, w temperaturze 37°C, rejestrując wzrost absorbancji prób zawierających 120  $\mu\text{l}$  surowicy przy długości fali 593 nm wobec próby odczynnikowej, w przedziale od 0 do 5 minut. Czas „martwy” rejestracji sygnału mieścił się w przedziale od 4 do 6 sekund. Odczytu całkowitego stężenia reduktorów dokonano metodą ekstrapolacji *ad infinitum* przy założeniu o pierwszorzędowym przebiegu końcowej fazy reakcji. Całkowitą zawartość reduktorów w surowicy krwi koni biorących udział w badaniach wyrażono w milimolach jednoelektrodowych równoważników redukcyjnych wzorca w odniesieniu do jednego litra surowicy. Liczebność krwinek czerwonych (RBC) i stężenia hemoglobiny (HGB) stanowiły podstawę do obliczenia wskaźnika wydolności układu transportu tlenu we krwi  $\text{RBC} \times \text{HGB}$  ( $\times 10^{12} \text{ g} \times \text{dl}^{-1} \times \text{dm}^{-3}$ ). Przy obliczeniu wartości współczynnika  $\text{RBC} \times \text{HGB}$  i zawartości reduktorów w surowicy pobranej od koni po ukończeniu biegu uwzględniono obniżenie objętości krwi spowodowane utratą wody. Do obliczenia  $D_f$  (*dehydration factor*), czyli stopnia odwodnienia surowicy, wybrano zmiany stężenia  $\text{Cu}^{2+}$  przyjmując, że pierwiastek ten występuje w surowicy w stanie związanym, więc

różnice jego zawartości w surowicy tych samych koni zależą jedynie od ilości wody w próbce i od powtarzalności zastosowanej metody oznaczenia.

Zebrane dane liczbowe opracowano statystycznie, posługując się programami komputerowymi MS Excel® i MedCalc® v4.15a. Uzyskane wartości przedstawiono w postaci średniej  $\pm$  odchylenie standardowe i porównano jednoczynnikową analizą wariancji w obrębie badanych okresów treningu, jak i między okresami. Przyjęto, że dwie średnie zmiennej niepowiązanej lub średnie różnic zmiennej powiązanej różnią się istotnie, gdy obliczone prawdopodobieństwo ( $P_u$  – unpaired;  $P_p$  – paired) jest mniejsze od 0,05.

## WYNIKI I DYSKUSJA

Wszystkie konie, niezależnie od typu użytkowego, służą człowiekowi swoimi uzdolnieniami pracotwórczymi. Zarówno konie sportowe, jak i konie rekreacyjne są poddawane treningowi, który różni się wielkością obciążeń ogólnorozwojowych i ukierunkowanych. Konie sportowe mają wyraźnie wyodrębniony okres startowy, a konie rekreacyjne wykazują się podobnymi obciążeniami w ciągu całego roku, ale o mniejszej intensywności. W tab. 1 przedstawiono wskaźniki charakteryzujące wydolność fizyczną badanych koni.

Obliczone średnie wartości układu transportu tlenu  $RBC \times HGB$  w grupie badanych koni wynosiły w spoczynku, odpowiednio:  $94 \pm 10$  (wiosna) i  $114 \pm 39$  (jesień) oraz po próbie wysiłkowej:  $181 \pm 21$  (wiosna) i  $218 \pm 92$  (jesień). W obu badaniach wartości powysiłkowe okazały się statystycznie istotnie wyższe (wiosną dla  $P_p = 0,0022$ ; jesienią dla  $P_p = 0,0030$ ) od spoczynkowych. O prawidłowej reakcji organizmu koni na próbę wysiłkową świadczą wyniki badań innych autorów [Lindner i in. 1997, Lindner i in. 1998, Szarska 2002, Ogoński i in. 2008].

W czasie forsownego treningu koni dochodzi do znacznej utraty wody ustrojowej. Obliczone średnie wartości współczynnika  $D_f$  wynosiły odpowiednio:  $0,09 \pm 0,03$  (wiosna) i  $0,08 \pm 0,05$  (jesień). Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic między wartościami współczynnika odwodnienia w zależności od okresu treningu, jednak w przypadku poszczególnych koni wartości zmieniały się w dużym zakresie od 0,03 do wartości 0,20.

Przedstawione w tab. 1 wartości RC wskazują, że u wszystkich badanych koni próba wysiłkowa, będąca znacznym obciążeniem dla koni, przyczyniła się do obniżenia potencjału redukcyjnego surowicy krwi. Porównując wartości spoczynkowe z powysiłkowymi, stwierdzono statystycznie istotne zmniejszenie się potencjału redukcyjnego w obu okresach treningu i tak: wiosną (dla  $P_p = 0,0102$ ) od wartości  $0,541 \pm 0,078$  uległy obniżeniu do wartości  $0,506 \pm 0,087$ , a jesienią (dla  $P_p = 0,0044$ ) od  $0,580 \pm 0,061$  do  $0,545 \pm 0,06$ . U większości koni spoczynkowy potencjał redukcyjny po zakończeniu sezonu (w badaniu jesiennym) jest wyższy od wiosennego, jednak prawidłowości tej nie udało się potwierdzić w badaniu statystycznym. Podobne zmiany zanotowano również w badaniu powysiłkowym. Oznaczać to może dobre przygotowanie koni do sezonu i prawidłowe ich użytkowanie w okresie objętym badaniem. Krumrych [2007], Cieśla [2009], Ogoński i Cieśla [2009] w swoich badaniach stwierdzili, że zbyt intensywne użytkowanie koni powoduje spadek ich wydolności fizycznej, a tylko racjonalnie prowadzony trening gwarantuje wzrost wskaźników hematologicznych i potencjału układu antyoksydacyjnego.

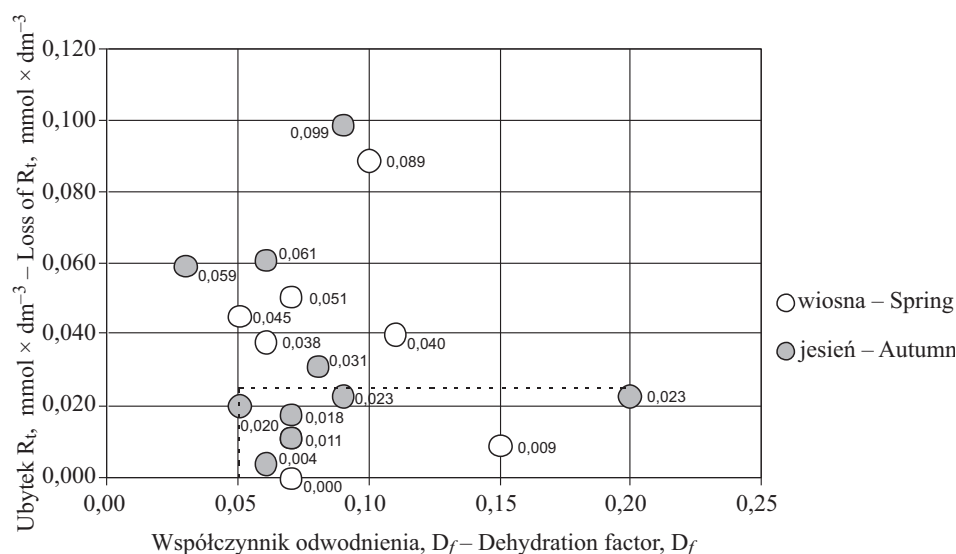
Tabela 1. Wartości wskaźników oceny układu transportu tlenu ( $RBC \times HGB$ ), stanu redukcyjno-oksydacyjnego ( $R_r$ ) i odwodnienia ( $D_f$ ) krwi koni w różnych okresach treningu

Table 1. Values of indicators of the estimation of oxygen transport system ( $RBC \times HGB$ ), reduction-oxidation state ( $R_r$ ) and dehydration ( $D_f$ ) in blood of horses in different phases of the training

Nazwa konia Name horse	Płeć Sex	Rasa Breed	Wiek Age	Rodzaj Type	Wiosna – Spring				Jesiń – Autumn					
					$RBC \times HGB$ $\times 10^{12} \text{ g} \times \text{dl}^{-1} \times \text{dm}^{-3}$		$R_r$ $\text{mmol} \times \text{dm}^{-3}$		$D_f$ $\text{v} \times \sqrt{\text{v}}^{-1} \times 10^{12} \text{ g} \times \text{dl}^{-1} \times \text{dm}^{-3}$		$R_r$ $\text{mmol} \times \text{dm}^{-3}$		$D_f$ $\text{v} \times \sqrt{\text{v}}^{-1}$	
					spoczynek rest	wysiłek effort	spoczynek rest	wysiłek effort	spoczynek rest	wysiłek effort	spoczynek rest	wysiłek effort	spoczynek rest	wysiłek effort
Lawenda	k	sp	4	sport	–	–	0,626	0,615	0,07	184,1	205,9	0,609	0,589	0,05
Malaga	k	sp	6	sport	–	–	–	–	–	130,3	167,6	0,531	0,520	0,07
Ptaszka	k	sp	8	sport	114,3	176,5	0,544	0,504	0,11	150,7	418,1	0,570	0,511	0,03
Kcynia	k	włkp	15	sport	93,4	149,9	0,419	0,381	0,06	107,9	180,8	0,604	0,586	0,07
Bayard Z	o	zangersheide	4	sport	–	–	–	–	–	89,2	167,0	0,497	0,436	0,06
Fugen	w	sp	11	sport	86,8	203,9	0,528	0,439	0,10	66,7	189,4	0,562	0,539	0,09
Modystka	k	sp	13	rekreacja recreation	89,9	197,0	0,499	0,448	0,07	167,8	–	0,618	–	–
Elain	k	xx	14	rekreacja recreation	–	–	–	–	–	78,0	163,1	0,600	0,596	0,06
Witeź	w	sp	6	rekreacja recreation	95,8	–	0,625	0,616	0,15	92,4	163,7	0,667	0,568	0,09
Kokos	w	sp	9	rekreacja recreation	92,5	175,4	0,618	0,573	0,05	86,1	166,7	0,665	0,634	0,08
Goboy	w	sp	17	rekreacja recreation	83,1	–	0,470	0,470	0,07	97,3	362,0	0,495	0,472	0,20
Srednia Mean					93,7 ± 10,0	180,5 ± 21,2	0,541 ± 0,078	0,506 ± 0,087	0,09 ± 0,03	113,7 ± 38,9	218,4 ± 92,4	0,583 ± 0,059	0,545 ± 0,061	0,08 ± 0,05

Legenda – abbreviations: (k) – klacz – mare, (o) – ogier – stallion, (w) – wałach – gelding; rasy koni – equine races (breedings): sp – polski koń szlachetny półkrwi – polish half-blooded noble horse, włkp – koń wielkopolski (półkrew angielska) – the Wielkopolski, breed of horse that was originated in Wielkopolska („Great Poland”), a region in west central Poland (english half-blood), zangersheide – koń ze stadniny Zangersheide (Belgia) – horse from Zangersheide stud in Belgium, xx – koń pełnej krwi angielskiej (folblut) – full-blood english horse (fol-blut), (–) brak danych, koń nie objęty eksperymentem lub hemoliza – lack of data, horse not participating in the experiment or hemolysis.

Szczegółowa analiza wyników uzyskanych dla poszczególnych koni pozwala zaobserwować różnice mogące stanowić podstawę oceny ich indywidualnego potencjału sportowego. Jeżeli przyjmiemy założenie, że konie w czasie próby wysiłkowej wykonały pracę, której przybliżoną miarą jest odwodnienie ich organizmu oraz, że w tym czasie osiągnęły maksymalny dla siebie pułap tlenowy, to ubytek reduktorów całkowitych krwi może świadczyć o niewystarczającej sprawności ich układu antyoksydacyjnego. Jeżeli dodatkowo przyjąć, że całkowita pojemność układu redukcyjno-oksydacyjnego krwi w czasie wysiłku rośnie ze względu na dodatkową podaż bilirubiny przenikającej do krążenia z erytrocytami wyrzucanymi ze śledziony, to w przypadku bardzo wysokiej sprawności systemu regeneracji układu redoks można oczekiwać przekroczenia wartości spoczynkowej  $R_t$ . W grupie badanych koni takiego przypadku nie zaobserwowano. Lepsze wyniki osiągnęły konie sportowe niezależnie od płci i wieku. W drugim badaniu (jesiennym) cztery z sześciu badanych koni (nr 1, 2, 4, 6) zostały zakwalifikowane do grupy koni dobrze przygotowanych do przyjęcia wysokich obciążeń treningowych (rys. 1). W grupie koni rekreacyjnych dobre wyniki osiągnęły konie najstarsze (nr 8, 9 i 11). Dwa z nich osiągnęły wysoką sprawność już na początku sezonu, a jeden (nr 11) utrzymał ją przez cały sezon. Konie, u których odwodnienie osiągnęło wartość  $\geq 5\%$  przy ubytku reduktorów całkowitych  $\leq 0,025 \text{ mmol} \times \text{dm}^{-3}$ , możemy uznać za dobrze przygotowane do przyjęcia wysokich obciążeń treningowych.



Rys. 1. Zależność wiążąca wielkość wykonanej pracy, za której miarę przyjęto odwodnienie organizmu, z ubytkiem reduktorów całkowitych we krwi wszystkich zbada-nych koni, z uwzględnieniem czasu wykonania próby

Fig. 1. The dependence of performed work, measured by the dehydration of the organism, of the loss of entire reductants in blood of all examined horses, with regard of the run time of the test

## PODSUMOWANIE

Analizując badane wskaźniki hematologiczne i układ antyoksydacyjny krwi koni, można ocenić stopień wytrenowania i przygotowania koni do wysiłku. Osobniczy charakter uzyskanych wartości świadczy, że dopiero całoroczne badania i ustalenie indywidualnego profilu metabolicznego konia pozwoli na precyzyjne określenie postępów w treningu i adekwatnej reakcji ze strony organizmu konia na wysiłek.

## PIŚMIENNICTWO

- Benzie I.F.F., Strain J.J., 1996. The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Anal. Biochem.* 239, 70–76.
- Bis-Wencel H., Saba L., Odój J., Nowakowicz-Dębek B., Kaproń B., 2002. Wybrane wskaźniki stanu oksydacyjnego koni przed okresem intensywnego użytkowania rekreacyjnego i w trakcie jego trwania. *Med. Weter.* 58 (12), 992–994.
- Cieśla A., 2009. Analiza całkowitego potencjału antyoksydacyjnego (FRAP) koni użytkowanych rekreacyjnie w powiązaniu ze wskaźnikami hematologicznymi i stężeniami wybranych biopierwiastków w surowicy. Rozprawa habilitacyjna. Wydaw. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin.
- Krumrych W., 2007. Wskaźniki laboratoryjne krwi koni – wartości referencyjne i interpretacja. Wydaw. PIWet, Puławy.
- Lindner A., Barrey E., Fazio E., Rivero J.L.L., 1997. Performance diagnosis of horses. Wageningen Pers, Wageningen.
- Lindner A., Leadon D., Lindholm A., Rivero J.L.L., Sallmann H.P., 1998. Laboratory diagnosis for sport horses. Wageningen Pers, Wageningen.
- Ogoński T., Cieśla A., 2009. Total antioxidants and antioxidant-system-microelements in blood serum of recreation saddle-horses after ten-week-long hard working season. *Med. Weter.* 65 (6), 394–398.
- Ogoński T., Pikuła R., Majewski G., 2008. Blood plasma antioxidants and dehydration in three-month-long trained Standardbred trotters before and after an intensive race. *Med. Weter.* 64 (4), 421–426.
- Szarska E., 2002. Wykorzystanie badań diagnostycznych krwi do oceny stanu zdrowia i zaawansowania treningowego koni wyczynowych. Rozprawy naukowe i Monografie. Wydaw. SGGW, Warszawa.

## THE INFLUENCE OF THE PHYSICAL EFFORT ON THE VALUE OF CHOSEN HAEMATOLOGIC AND ANTIOXIDATIVE INDICATORS IN HORSES BEING IN DIFFERENT PHASES OF THE TRAINING

**Abstract.** The aim of present work was to define the influence of the effort, in different phases of the training, on chosen haematologic indicators and the antioxidative status of blood in horses used recreationally and sportingly. Obtained results indicate that

the degree of training and the preparation of horses to the effort can be evaluated by means of chosen haematologic indicators in conjunction with the estimation of the efficiency of the antioxidative system in blood of horses. Parameters showing good preparation of the horse to the oxygenic work are the high rest and postconative number of erythrocytes and the quantity of contained in them hemoglobins and the low decrease of value of the entire reductive potential of blood. The individual character of obtained values indicates that only yearly examinations and the settlement of the individual metabolic profile of the horse will let on the precise definition of progresses in the training and the adequate reaction of the organism of the horse on the effort.

**Key words:** antioxidative system, horses, physical efficiency

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 15.11.2010

