

# Przydatność wybranych parametrów krwi w monitorowaniu prawidłowości treningu koni dyscypliny skoków przez przeszkody

PAULINA JAWOR, TADEUSZ STEFANIAK, JACEK BORKOWSKI\*, MACIEJ PRZEWOŻNY, HELIODOR WIERZBICKI\*\*, JAN-HEIN SWAGEMAKERS\*\*\*

Zakład Prewencji i Immunologii Weterynaryjnej Wydziału Medycyny Weterynaryjnej UP, ul. Norwida 31, 50-376 Wrocław

\*Katedra Fizjologii i Biochemii Wydziału Wychowania Fizycznego AWF, al. Paderewskiego 35, 51-612 Wrocław

\*\*Katedra Genetyki i Ogólnej Hodowli Zwierząt Wydziału Biologii i Hodowli Zwierząt UP, ul. Kożuchowska 7, 51-631 Wrocław

\*\*\*Tierärztliche Klinik für Pferde, Essener Str. 39a, 49456 Bakum-Lüsche, Niemcy

Jawor P., Stefaniak T., Borkowski J., Przewoźny M., Wierzbicki H., Swagemakers J.-H.

## Utility of selected blood parameters in monitoring the accuracy of show jump-horse training

### Summary

The aim of the study was to evaluate whether any differences can occur in the reactions of selected horse blood parameters to training in relation to the length of show jumping horse training and horse achievements. The research material consisted of blood and serum collected from 20 horses (aged 4-11 years). The animals were divided into 4 groups of 5 horses each depending on their number of years in show jumping training, their achievements in show jumping contests, and their sport potential. The following parameters were examined in the blood and serum: hematocrit, hemoglobin concentration, red and white blood cells count, granulocytes, platelets, fibrinogen, total plasma proteins, lactate, and creatine kinase activity. Blood samples were collected four times from each horse: before show jumping training, 5 and 30 minutes after training, and 24 hours after training.

The training was followed by an increase of monitored hematological indicators, which was a physiology reaction to physical effort; no abnormalities were noticed. Horses with outstanding sport potential from both age groups were characterized by higher initial values of parameters associated with erythrocyte system, i.e., Hb, Ht. At the same time, changes caused by physical effort (an increase of Ht, Hb, and RBC) proceeded more steadily in the case of horses with outstanding sport potential than others. Physical effort caused a short-term increase of granulocytes and platelets. The marked initial concentration of lactate acid was higher than stated in the literature, and in individual cases reached concentrations of 1.1 to 2.2 mmol/l. Creatine kinase increased in activity following the training process but did not increase any further, which indicated that there were no significant injuries in the muscular system. Despite the existing tendencies, the differences between horses with outstanding sport potential and average animals were not statistically significant and therefore did not facilitate predicting the sport potential of horses, but they may be useful in evaluating the appropriateness of the training process.

**Keywords:** horses, blood

Skoki przez przeszkody są dyscypliną jeździecką, w której od konia oprócz dobrej techniki skoku, wymagane są elastyczność, szybkość, wytrzymałość oraz wysoka sprawność mięśni. Każda z tych cech jest istotna dla osiągnięcia szczytowej formy i w zależności od zaawansowania programu treningowego większy nacisk kładziony jest na doskonalenie wybranych cech (1, 10). Nie ma jednego idealnego sposobu przygotowania konia do zawodów, ale odpowiednio dobry i zharmonizowany trening może zapobiec niedotrenowaniu lub przetrenowaniu konia i w ten sposób zapewnić najlepszą formę na czas zawodów. Program treningu musi być dobrany indywidualnie dla każdego konia. Zarówno w Polsce, jak

i na świecie największą rolę w wyborze właściwej strategii odgrywa doświadczenie trenera. Metody treningu najczęściej nie są poparte dowodami naukowymi, ale zazwyczaj są empiryczne i oparte na tradycji oraz powoli zdobywanym doświadczeniu jeźdźców i trenerów. W efekcie obserwuje się znaczne zróżnicowanie w stosowanych programach treningowych, których celem jest bezkontuzyjne przygotowanie konia w optymalnej formie do zawodów (16). Zbyt intensywny trening powoduje często urazy mechaniczne układu ruchu mogące wyeliminować konie z dalszego użytkowania (9). Poszukuje się obiektywnych parametrów, na podstawie których można by wcześniej wykryć syndrom przetrenowania koni

(20). Szybkie wykrycie w organizmie konia niekorzystnych zmian dawałoby możliwość zapobiegania przetrenowaniu, uniemożliwiającemu osiągnięcie wybitnych wyników podczas zawodów czy wręcz niemożność wystawiania tych koni w danym sezonie sportowym. Celowo indukowane są u koni stany przemęczenia i przetrenowania, aby z całą pewnością ustalić, jakie zmiany behawioralne, hematologiczne i biochemiczne zachodzą w organizmie koni sportowych (5, 6, 20).

Większość badań dotyczy koni wyścigowych i są prowadzone zwykle na bieżni (4, 5, 11, 15). Zmiany zachodzące podczas skoków przez przeszkody są rzadko opisywane. Z dostępnych danych piśmiennictwa (1, 10, 19) wynika, że jest to dyscyplina, w której organizm konia jest zmobilizowany do czerpania energii nie tylko z przemian tlenowych, ale także, a może przede wszystkim z metabolizmu beztlenowego. Stąd wniosek, że właściwie przeprowadzony trening powinien brać pod uwagę rozwijanie zdolności pracy z wykorzystaniem glikolizy beztlenowej (1).

Celem badań było określenie różnic w reakcji wybranych parametrów krwi koni w zależności od liczby lat w treningu skokowym oraz osiąganych przez nie wyników.

### Materiał i metody

Materiał do badań stanowiła krew i surowica pobrana od 20 koni (w wieku 4-11 lat) będących pacjentami Tierärztliche Klinik für Pferde w Lüsche w Niemczech. Konie te były w treningu skokowym 3 razy w tygodniu, w renomowanej stajni w rejonie Oldenburga. W pozostałe dni konie poddawane były pracy ujeżdżeniowej. Zwierzęta podzielono w zależności od liczby lat w treningu skokowym, wyników osiąganych w zawodach skoków przez przeszkody oraz posiadanego potencjału sportowego na dwie grupy: gr. I – konie będące krócej niż 3 lata w treningu skokowym ( $n = 10$ ), II – konie będące dłużej niż 3 lata w treningu ( $n = 10$ ). Dodatkowo w każdej grupie wyodrębniono dwie podgrupy (po 5 koni w każdej): a) konie o wybitnych zdolnościach skokowych, dużej potędze skoku i wybitnych wynikach w zawodach oraz b) konie przeciętne, nie wyróżniające się zdolnościami, nie osiągające czołowych miejsc podczas zawodów sportowych. Młode konie, które jeszcze nie startowały w zawodach zostały sklasyfikowane na podstawie umiejętności prezentowanych podczas treningów.

Wszystkie konie trenowały w hali. Trening trwał ok. 40 minut (5 minut stępa, 10 minut kłusa, następnie galop i skoki). Podczas treningu konie oddawały około 30-40 skoków, konie będące w treningu krócej niż 3 lata pokonywały przeszkody do wysokości 1,2-1,3 m, natomiast konie skaczące dłużej niż 3 lata, przeszkody do wysokości 1,4-1,5 m.

Temperatura powietrza w okresie pobierania próbek krwi wynosiła ok. 5°C. Krew pobierano z żyły szyjnej zewnętrznej przy użyciu próżniowych, sterylnych probówek systemu Vacutainer™ (na surowicę oraz z antykoagulantem –  $K_2EDTA$ ). Zabieg był wykonywany zawsze przez tego samego lekarza wet. Krew od każdego konia była pobierana 4-krotnie: rano w stajni przed rozpoczęciem treningu (czas 0), do pięciu minut od zakończenia skoków, po 30 minutach po zakończeniu skoków oraz po 24 godzinach od czasu zakończenia treningu. Z doświadczenia eliminowano konie, które bały się pobierania krwi, aby uniknąć wpływu stresu na poziom badanych parametrów oraz ze względu na ochronę koni i personelu przed ewentualnymi urazami.

Oznaczenie poziomu kwasu mlekowego wykonywano natychmiast po pobraniu krwi. Ogólne badanie hematologiczne, oznaczenie poziomu hematokrytu, fibrynogenu, wykonywano do 2 godzin od pobrania krwi. Krew pobraną w celu pozyskania surowicy odstawiano na 2 godziny, a następnie wirowano przy  $2000 \times g$  przez 10 min. w temperaturze pokojowej. Surowicę zbierano do probówek i do momentu wykonania oznaczeń przechowywano w temperaturze  $-20^\circ C$ .

Istotność różnic pomiędzy średnimi analizowanymi parametrami, obliczonymi w porównywanych grupach: a) koni trenujących krócej niż 3 lata; b) koni trenujących dłużej niż 3 lata c) koni przeciętnych, d) koni wybitnych (bez względu na liczbę lat w treningu) oraz e) dla wszystkich koni, oszacowano testem t-Studenta. Każdorazowo porównywano wartość parametrów w czasie 5, 30 minut i 24 godziny do czasu 0. Wszystkie analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą programu Statistica wersja 5.0.

Stężenie kwasu mlekowego oznaczano w pełnej krwi bezpośrednio po pobraniu. Do oznaczeń używano przenośnego aparatu Accusport (Firmy Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Niemcy) i zestawów paskowych BM-Lactate (firmy Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Niemcy). Badanie hematologiczne wykonywano przy użyciu aparatu Scil Vet abc (Scil Animal Care Company GmbH, Viernheim, Niemcy). Oznaczano następujące parametry: liczba leukocytów, granulocytów, erytrocytów i płytek krwi oraz poziom hemoglobiny (Hb) i wskaźnik hematokrytowy (Ht). Poziom fibrynogenu (Fb) oznaczano wg metodyki Millar i wsp. w modyfikacji Brugmans i wsp. (3). Stężenie białka całkowitego (Total Plasma Protein-TPP) mierzono refraktometrem ręcznym (A. Krüss Optronik, Hamburg; Niemcy), po uprzednim odwirowaniu krwi pobranej na  $K_2EDTA$  w mikrokapilarach hematokrytowych przez 5 minut przy  $2000 \times g$  w wirówce (Compur M 1101; Bayer, Niemcy). Aktywność kinazy kreatynowej (CK) oznaczano w surowicy przy użyciu kinetycznego testu spektrofotometrycznego (IFCC: Biosystems S.A., Barcelona, Hiszpania). Wyliczono także stosunek pozostałych białek osocza do fibrynogenu ( $PP : Fb$ ).  $PP = TPP - Fb$  ( $TPP =$  białko całkowite osocza).

### Wyniki i omówienie

W tab. 1 przedstawiono średnie wartości analizowanych parametrów hematologicznych w poszczególnych grupach i podgrupach.

**Hematokryt.** Po wysiłku u koni spodziewany jest wzrost wartości Ht, który jest następstwem głównie skurczu śledziony i w mniejszym stopniu odwodnienia (7).

Grupą odznaczającą się wyraźnie niższą wartością spoczynkową Ht były konie przeciętne poniżej 3 lat treningu. W pozostałych grupach wartości były zbliżone. Po 5 minutach od zakończenia treningu u wybitnych koni odnotowano mniejszy wzrost Ht niż u koni przeciętnych w porównaniu do wartości spoczynkowych (tab. 1). Może to świadczyć o znacznie większych wahaniami u koni przeciętnych niż wybitnych, pomimo tego, że konie wybitne miały bardziej intensywny trening (wyższe przeszkody i większa liczba oddanych skoków). Po 30 minutach od zakończenia skoków, po okresie restytucji, wartość hematokrytu powracała we wszystkich grupach do wartości początkowych i w kolejnym badaniu (po 24 h) nie wykazywała większych zmian.

Przyjmując za 100% wartość Ht przed treningiem, procentowy wzrost Ht u koni badanych przez Art i wsp. (1)

Tab. 1. Poziom wybranych wskaźników hematologicznych u badanych koni

Wskaźnik	Czas pobrania próbki		Konie wybitne			Konie przeciętne			Konie ogółem		
			Ia n = 5	Ila n = 5	Ogółem n = 10	Ib n = 5	Ilb n = 5	Ogółem n = 10	Ia i Ib n = 10	Ila i Ilb n = 10	Ogółem n = 20
Ht l/l	0	x ±	0,353 0,041	0,349 0,020	0,351 0,031	0,315 0,024	0,342 0,032	0,329 0,031	0,334 0,038	0,345 0,025	0,340 0,032
	5 min.	x ±	0,440 0,026	0,455 0,015	0,448* 0,022	0,437 0,015	0,454 0,031	0,445* 0,024	0,438* 0,02	0,454* 0,023	0,446* 0,02
	30 min.	x ±	0,345 0,030	0,351 0,008	0,348 0,021	0,314 0,020	0,333 0,033	0,323 0,028	0,329 0,03	0,342 0,024	0,336 0,027
	24 godz.	x ±	0,361 0,051	0,327 0,045	0,344 0,049	0,317 0,025	0,353 0,034	0,335 0,034	0,339 0,044	0,339 0,04	0,339 0,041
Hb g/l	0	x ±	12,42 1,41	12,32 0,4	12,37 0,98	11,16 0,89	11,96 0,99	11,56 0,98	11,79 1,29	12,14 0,74	11,9 1,04
	5 min.	x ±	15,38 0,90	16,0 0,42	15,69* 0,737	15,2 0,4	15,9 1,00	15,55* 0,81	15,29* 0,66	15,95* 0,72	15,6* 0,75
	30 min.	x ±	12,04 0,90	12,34 0,35	12,19 0,66	11,08 0,75	11,72 1,10	11,4 0,95	11,56 0,93	12,03 0,84	11,8 0,89
	24 godz.	x ±	12,66 1,85	12,18 0,48	12,42 1,3	11,26 0,97	12,4 1,07	11,83 1,13	11,96 1,57	12,29 0,79	12,1 1,22
Erytrocyty 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>	0	x ±	8,00 1,07	7,60 0,57	7,80 0,84	7,16 0,72	7,69 0,62	7,43 0,69	7,59 0,97	7,65 0,56	7,62 0,77
	5 min.	x ±	9,88 0,83	9,79 0,37	9,83* 0,60	9,76 0,40	10,08 0,66	9,92* 0,54	9,82* 0,62	9,94* 0,53	9,88* 0,56
	30 min.	x ±	7,82 0,85	7,65 0,27	7,73 0,60	7,11 0,62	7,49 0,78	7,30 0,70	7,47 0,79	7,57 0,56	7,52 0,67
	24 godz.	x ±	8,17 1,38	7,54 0,45	7,86 1,02	7,17 0,77	7,93 0,75	7,55 0,83	7,67 1,18	7,74 0,62	7,71 0,92
Granulocyty 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0	x ±	4,14 0,54	4,14 0,45	4,14 0,47	3,50 0,64	4,06 0,58	3,78 0,65	3,82 0,65	4,10 0,49	3,96 0,58
	5 min.	x ±	5,06 0,90	4,60 0,35	4,83* 0,69	4,38 0,69	4,92 1,17	4,65* 0,95	4,72* 0,84	4,76 0,83	4,74* 0,81
	30 min.	x ±	4,28 0,77	4,32 0,40	4,30 0,58	3,64 0,65	4,20 0,99	3,92 0,85	3,96 0,75	4,26 0,72	4,11 0,73
	24 godz.	x ±	4,50 0,85	4,18 0,37	4,34 0,64	4,10 1,44	4,54 0,71	4,32 1,09	4,30 1,13	4,36 0,57	4,33 0,87
Leukocyty 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0	x ±	6,98 0,47	6,56 1,07	6,77 0,81	6,20 0,80	6,36 0,95	6,28 0,83	6,59 0,75	6,46 0,96	6,53 0,84
	5 min.	x ±	9,04 1,01	7,56 0,51	8,30* 1,08	7,82 0,75	8,18 1,67	8,00* 1,24	8,43* 1,06	7,87* 1,21	8,15* 1,14
	30 min.	x ±	7,28 1,10	6,36 0,52	6,82 0,94	6,28 0,69	6,66 1,48	6,47 1,11	6,78 1,02	6,51 1,06	6,65 1,02
	24 godz.	x ±	7,24 1,04	6,38 0,53	6,81 0,90	6,62 1,62	7,06 0,96	6,84 1,27	6,93 1,32	6,72 0,81	6,83 1,07
Płytki krwi 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>	0	x ±	107,6 23,64	116,4 16,73	112,0 19,86	103,0 38,5	128,0 48,96	115,5 43,57	105,3 30,22	122,2 35,03	113,75 33,00
	5 min.	x ±	123,6 18,84	122,2 12,79	122,9 15,2	130,6 22,13	140,2 56,46	135,4 40,74	127,1* 19,72	131,2 39,74	129,15* 30,61
	30 min.	x ±	106,8 15,53	127,8 25,65	117,3 22,85	117,0 42,79	131,2 34,58	124,1 37,43	111,9 30,82	129,5 28,76	120,7 30,38
	24 godz.	x ±	121,4 25,48	107,8 15,5	114,6 21,14	128,4 37,77	130,0 23,21	129,2 29,56	124,9* 30,6	118,9 21,98	121,9 26,11

Objaśnienia: Ia – konie będące mniej niż 3 lata w treningu skokowym, o wybitnych zdolnościach skokowych; Ila – konie będące więcej niż 3 lata w treningu, o wybitnych zdolnościach skokowych; Ib – konie będące mniej niż 3 lata w treningu skokowym, konie przeciętne; Ilb – konie będące więcej niż 3 lata w treningu, konie przeciętne; \*  $p \leq 0,05$

Tab. 2. Poziom białek osocza u badanych koni

Wskaźnik	Czas pobrania próbki		Konie wybitne			Konie przeciętne			Konie ogółem		
			Ia n = 5	Ila n = 5	Ogółem n = 10	Ib n = 5	Ilb n = 5	Ogółem n = 10	Ia i Ib n = 10	Ila i Ilb n = 10	Ogółem n = 20
Fb g/l	0	x	3,62	4,07	3,84	4,08	4,55	4,32	3,85	4,31	4,08
		±	0,69	0,53	0,63	0,55	0,39	0,52	0,64	0,51	0,61
	5 min.	x	4,37	4,50	4,43*	4,11	4,86	4,49	4,24	4,68*	4,46*
		±	0,65	0,70	0,65	0,47	0,40	0,57	0,56	0,57	0,59
30 min.	x	3,89	3,73	3,81	4,03	4,46	4,24	3,96	4,09*	4,03	
	±	0,36	0,51	0,43	0,96	0,37	0,73	0,69	0,57	0,62	
24 godz.	x	4,14	3,71	3,92	4,09	4,49	4,29	4,11	4,10	4,11	
	±	0,81	0,54	0,69	0,67	0,84	0,75	0,71	0,79	0,73	
TPP g/dl	0	x	6,22	6,28	6,25	6,22	6,34	6,28	6,22	6,31	6,27
		±	0,34	0,18	0,26	0,48	0,20	0,35	0,39	0,18	0,30
	5 min.	x	6,54	6,78	6,66*	6,40	6,86	6,63*	6,47*	6,82*	6,65*
		±	0,30	0,21	0,28	0,43	0,34	0,43	0,36	0,27	0,35
30 min.	x	6,30	6,42	6,36	6,06	6,30	6,18	6,18	6,36	6,27	
	±	0,18	0,19	0,19	0,42	0,33	0,38	0,33	0,26	0,31	
24 godz.	x	6,22	6,30	6,26	6,28	6,50	6,39	6,25	6,40	6,33	
	±	0,19	0,23	0,20	0,27	0,36	0,32	0,22	0,30	0,27	

Objaśnienia: jak w tab. 1.

oraz Lekeux i wsp. (10) podczas zawodów skokowych, wzrost wartości Ht wyniósł od 40-43%. W badaniach własnych największy wzrost Ht nastąpił w grupie koni przeciętnych, trenujących mniej niż 3 lata (38,8%), natomiast najniższy wzrost odnotowano u koni wybitnych, będących mniej niż 3 lata w treningu (24,6%).

**Hemoglobina.** W spoczynku wyższe poziomy Hb wykazywały konie wybitne, bez względu na długość okresu trenowania. W tej grupie, u starszych koni odnotowano najmniejszą zmienność osobniczą tego parametru. Największy rozrzut indywidualnych wartości Hb stwierdzono u młodych, wybitnych koni. Badane konie wybitne osiągały poziom Hb zbliżony do podawanych przez Szarską (19), natomiast konie przeciętne wykazywały niższy poziom (tab. 1). Ta autorka porównując wartości Hb u koni skaczących przez przeszkody i biorących udział w rajdach i wyścigach stwierdziła, że w tej pierwszej grupie są one najniższe i wynoszą średnio 12,4 g/l, w badaniach własnych średni poziom Hb wyniósł 11,9 g/l.

**Erytrocyty.** Podobnie, jak w przypadku Hb średnie spoczynkowe wartości liczby erytrocytów były wyższe u koni wybitnych niż przeciętnych. Wzrost liczby erytrocytów po treningu był u koni wybitnych słabiej zaznaczony niż u przeciętnych.

**Leukocyty.** Oznaczone liczby leukocytów u badanych koni mieściły się w normie. Najwyższą początkową liczbę leukocytów stwierdzono u koni wybitnych (trenowanych krócej niż 3 lata), u nich też zaobserwowano największy wzrost liczby leukocytów po wysiłku. Najmniejsze zróżnicowanie tego parametru oceniane na podstawie odchylenia standardowego, stwierdzono u koni wybitnych, przebywających w treningu dłużej niż 3 lata. Największy rozrzut liczby leukocytów wystąpił u koni wybitnych młodszych oraz u koni przeciętnych starszych. Wzrost liczby leukocytów w następstwie wysiłku można tłumaczyć jako prawidłową odpowiedź na uwalnianie hormonu adrenokortykotropowego i kortyzolu, sprzyja-

jących przechodzeniu leukocytów z obwodowych narządów limfatycznych do większych naczyń krwionośnych (8).

**Granulocyty.** Młodsze konie charakteryzowały się niższą spoczynkową liczbą granulocytów. Najniższą liczbę stwierdzono u koni młodych, o przeciętnych zdolnościach skokowych (Ib), a największy wzrost odnotowano w grupie koni młodych, wybitnych (Ia). Po treningu nastąpił wzrost liczby granulocytów, który był skorelowany z leukocytozą powysiłkową, a w kolejnych pobraniach krwi liczba granulocytów powracała do wartości wyjściowych.

**Płytki krwi.** Zaobserwowano dość duże zróżnicowanie liczby płytek krwi u koni przeciętnych (tab. 1). Liczba trombocytów tuż po wysiłku wzrosła, co jest zjawiskiem fizjologicznym (8). Po 30 minutach tylko u koni z grupy Ia doszło do spadku, a w pozostałych grupach liczba była nadal wyższa od wartości spoczynkowych, różnice nie były istotne statystycznie.

W tab. 2 przedstawiono zmiany stężenia fibrynogenu i białka całkowitego w osoczu krwi.

**Fibrynogen.** Fibrynogen jest białkiem ostrej fazy zapalnej, którego stężenie wzrasta nie tylko w ostrych, ale także w przewlekłych stanach zapalnych, stąd też podczas powtarzających się, nawet niewielkich urazów można oczekiwać wzrostu jego stężenia. Za normę u koni uznawane jest stężenie Fb 1-4 g/l (13, 14). Poziom fibrynogenu u badanych koni mieścił się w górnych granicach normy lub nieznacznie je przekraczał. Najwyższe spoczynkowe stężenie fibrynogenu stwierdzono w grupie koni Ilb, co może nasuwać przypuszczenie występowania u nich przewlekłych urazów w obrębie stawów lub ścięgien. Po wysiłku nastąpił wzrost Fb, co miało związek z niewielkim odwodnieniem, które z kolei powoduje zagęszczenie krwi. Stąd, aby rozróżnić, czy odnotowany wzrost był spowodowany tylko chwilowym odwodnieniem, czy też zaburzeniami w toku stanu za-

Tab. 3. Stężenie kwasu mlekowego i aktywność kinazy kreatynowej u badanych koni

Wskaźnik	Czas pobrania próbki		Konie wybitne			Konie przeciętne			Konie ogółem		
			Ia n = 5	Ila n = 5	Ogółem n = 10	Ib n = 5	Ilb n = 5	Ogółem n = 10	Ia i Ib n = 10	Ila i Ilb n = 10	Ogółem n = 20
Mleczan mmol/l	0	x	1,68	1,64	1,66	1,48	1,42	1,45	1,58	1,53	1,56
		±	0,35	0,41	0,36	0,16	0,34	0,25	0,28	0,37	0,32
	5 min.	x	2,22	1,90	2,06*	2,00	2,24	2,12*	2,11*	2,07*	2,09*
±		0,39	0,30	0,37	0,36	0,20	0,31	0,37	0,30	0,33	
30 min.	x	1,92	1,74	1,83	1,62	1,80	1,71*	1,77	1,77*	1,77*	
	±	0,28	0,29	0,28	0,25	0,36	0,31	0,30	0,31	0,29	
CK U/l	0	x	163,10	176,70	169,90	181,43	134,32	157,88	172,27	155,52	163,89
		±	55,03	76,42	63,19	46,90	73,05	62,90	49,16	73,93	61,71
	5 min.	x	187,88	211,49	199,69*	219,64	175,81	197,72*	203,77*	193,66*	198,71*
		±	37,23	75,40	57,42	60,99	79,31	70,59	50,49	75,33	62,63
30 min.	x	186,02	197,76	191,89*	219,25	164,02	191,64*	202,64*	180,89*	191,77	
	±	37,71	74,53	56,02	62,15	70,97	69,30	51,53	70,87	61,33	
24 godz.	x	171,41	161,05	166,23	185,48	150,43	167,96	178,45	155,74	167,10	
	±	66,33	42,44	52,78	32,05	69,06	54,02	49,67	54,33	51,98	

Objaśnienia: jak w tab. 1.

palnego, wyliczono stosunek białek osocza do fibrynogenu PP : Fb.

Stosunek PP : Fb mniejszy niż 15 : 1 wskazuje na umiarkowany wzrost stężenia fibrynogenu, a jeśli jest mniejszy niż 10 : 1 oznacza znaczący wzrost fibrynogenu (8).

Wyliczony w badaniach własnych stosunek PP : Fb po wysiłku nie przyjmował wartości poniżej 10 : 1 (odpowiednio poszczególne grupy Ia i Ila – 14 : 1, Ib – 14,6 : 1, Ilb – 13,1 : 1), stąd uzyskany wzrost Fb można interpretować jako skutek przejściowego odwodnienia po zakończonym treningu. Obniżone wartości tego wskaźnika (< 15 we wszystkich grupach) wzbudzają jednak podejrzenie istnienia u badanych koni subklinicznych stanów zapalnych (szczególnie w grupie Ilb).

**Białko całkowite osocza.** Stężenie białka całkowitego osocza krwi u wszystkich badanych koni mieściło się w granicach prawidłowych. Poziom spoczynkowy był nieco niższy niż w badaniach Szarskiej (19), w których osiągał wartość 67,1 g/l. Po wysiłku nastąpił nieznaczny wzrost stężenia białka całkowitego od 2,9-8,2% w poszczególnych podgrupach. Uzyskany wzrost TPP po wysiłku był znacznie słabszy niż w badaniach innych autorów (1, 11), co wynikało prawdopodobnie z tego, że w cytowanych badaniach zawody odbywały się w znacznie wyższej temperaturze (18-24°C). W niniejszych badaniach wzrost stężenia TPP po zakończeniu treningu był także niższy niż w badaniach Szarskiej (19) przeprowadzonych na koniach skokowych zarówno podczas testu wysiłkowego, jak i zawodów.

Wartości mleczanu i aktywności kinazy fosfokreatynowej przedstawiono w tab. 3.

**Mleczan.** Nieco zaskakujący okazał się wysoki spoczynkowy poziom kwasu mlekowego, który u badanych koni wahał się od 1,1-2,2 mmol/l. Podobne wartości odnotowano też w badaniach własnych u 4 koni skokowych trenowanych w Polsce (1,21-2,06 mmol/l). Spoczynkowe stężenie mleczanu u badanych koni było wyższe od wyników opisanych w literaturze dla koni skokowych (1, 10, 12) oraz używanych w pięcioboju (2). Także w ba-

daniach Szarskiej (19) na polskich koniach skokowych, spoczynkowy poziom mleczanu był niższy i wynosił średnio 0,57 mmol/l, natomiast po teście wysiłkowym przeprowadzonym na terenie miejscowego klubu osiągnął poziom 2,7 mmol/l. Podczas zawodów we własnym klubie poziom ten był dużo wyższy (4,6 mmol/l), a w przypadku zawodów wyjazdowych powysiłkowy poziom mleczanu osiągał stężenie ok. 7,9 mmol/l. Oznaczone średnie poziomy mleczanu w badaniach własnych mogą świadczyć o tym, że obciążenia, jakim zostały poddane konie podczas treningu, mają charakter wysiłku tlenowego, podczas gdy, jak wynika z danych piśmiennictwa (1, 10, 19), wysiłek podczas zawodów ma charakter beztlenowy. Można więc uznać, że obciążenia, jakim były poddane konie podczas treningu, były znacznie niższe od przewidywanych w trakcie zawodów.

Sposób prowadzenia treningu u badanych koni polegający na oddawaniu krótkich serii skoków (5-7), oddzielonych 2-3 minutowymi okresami ruchu w stępie lub kłusie, mógł nie spowodować konieczności podejmowania przez mięśnie glikolizy beztlenowej, która ma miejsce podczas zawodów w skokach przez przeszkody (1, 10, 19), podczas których konie oddają kilkanaście skoków oddzielonych kilkusekundowymi przerwami galopu. Z tego prawdopodobnie powodu stężenie kwasu mlekowego u żadnego z badanych koni nie przekroczyło wartości 4 mmol/l, jaka jest uznawana za wartość świadcząca o przejściu metabolizmu mięśni ze szlaków tlenowych na beztlenowe (cyt. 11).

Interesującym spostrzeżeniem jest, że w przeciwieństwie do innych parametrów, mleczan po okresie restytucji (po 30 minutach), mimo spadku stężenia, nie powrócił jeszcze do poziomów wyjściowych. Nie zaobserwowano wyraźnego różnicowania osobniczego koni objętych badaniami, w większości przypadków wzrost tego parametru był nieznaczny i u żadnego osobnika nie przekroczył 2,6 mmol/l.

**Kinaza kreatynowa.** Piśmiennictwo podaje znaczną rozpiętość aktywności CK uznawanej za prawidłową

u koni: od 90-565 j.m./l (17, 19, 21). W badaniach nad 2-3 letnimi końmi wyścigowymi Harris i wsp. (7) uznali za górną granicę normy w badaniu przed wysiłkiem wartość 100 j.m./l.

Wzrost stężenia CK w surowicy krwi jest wprost proporcjonalny do stopnia uszkodzenia mięśni szkieletowych, następuje najczęściej wskutek urazów mięśni, powodujących uwolnienie CK występującej w nich w wysokim stężeniu (19).

Stwierdzenie stałego podwyższenia aktywności CK powinno skłonić do podjęcia decyzji o zmniejszeniu intensywności wysiłku konia sportowego. Największy powysiłkowy wzrost poziomu CK obserwuje się u koni rajdowych, średni powysiłkowy wzrost tego wskaźnika dla rajdów najdłuższych osiągał wartość około 2000 j.m./l (18). Średnie spoczynkowe poziomy CK we krwi koni rajdowych są istotnie wyższe od wartości średnich tego parametru we krwi koni skokowych, koni WKKW i koni wyścigowych czystej krwi (19). W interpretacji aktywności CK należy uwzględnić stan kliniczny zwierzęcia, występowanie objawów patologii i stopień zaawansowania treningu. Dwu-trzykrotny wzrost aktywności CK w stosunku do jej spoczynkowej wartości może nastąpić bez jakichkolwiek objawów klinicznych, szczególnie u młodych zwierząt, które po raz pierwszy galopują, szczególnie wtedy, gdy spoczynkowe wartości CK były niskie (7). Ciągłe brak satysfakcjonującego i pełnego wyjaśnienia widocznych, indywidualnych różnic w osiąganej aktywności CK w odpowiedzi na wysiłek. Harris i wsp. (7) sugerują, że przyczyną tej zmienności mogą być różnice w szybkości klirensu tego enzymu z krwi. Wraz z wiekiem konia zmniejsza się częstość występowania wysokich aktywności tego enzymu (7).

W badaniach własnych po wysiłku nastąpił niewielki wzrost aktywności tego enzymu. Po 30 minutach od zakończenia skoków poziom zaczął się obniżać. Średnia aktywność CK obserwowana podczas doświadczenia wyniosła 163,89 i była bardzo podobna do wyników Szarskiej (19) (166 j.m./l). Wyniki te odbiegają od uzyskanych przez innych autorów (1, 10), gdzie spoczynkowa aktywność wynosiła około 50 j.m./l, a wzrost po wysiłku nie przekraczał 100 j.m./l.

Najwyższe spoczynkowe poziomy CK występowały u koni młodych, przeciętnych, co mogłoby potwierdzać przypuszczenie, że trening prowadzony u nich do tej pory spowodował największą reakcję ze strony tkanki mięśniowej (wyniki nie są istotne statystycznie). Konie przeciętne > 3 lat w treningu wykazywały najwyższy procentowy wzrost aktywności CK bezpośrednio po treningu i można podejrzewać, że u nich uszkodzenia mięśni osiągały wyższy stopień w porównaniu do pozostałych grup, które nieznacznie się różniły między sobą. Aktywność CK podczas ostatniego badania (po 24 godz.) wykazała, że we wszystkich grupach koni nie nastąpił dalszy wzrost aktywności kinazy, a oznaczone poziomy były bliskie tym z pierwszego pobrania krwi, co świadczy o tym, że trening nie spowodował poważnych urazów w obrębie układu mięśniowego.

Wzrost badanych wskaźników hematologicznych był fizjologiczną odpowiedzią na wysiłek i nie zaobserwowano żadnych nieprawidłowości. Konie o wybitnych

zdolnościach sportowych, zarówno młodsze, jak i starsze, cechują się w porównaniu do koni przeciętnych lepszymi (wyższymi) spoczynkowymi wartościami charakteryzującymi układ czerwokrwinkowy (Hb, Ht). Jednocześnie zmiany spowodowane wysiłkiem (wzrost Ht, Hb i erytrocytów) przebiegały łagodniej u koni wybitnych niż przeciętnych. Z uzyskanych badań własnych wynika, że trening przeprowadzony u poszczególnych koni nie był dla nich dużym obciążeniem. Także Serrano i wsp. (16) badając konie podczas przygotowań do Zawodów Międzynarodowych w WKKW (CCI\*\*\*) oraz podczas tych zawodów w fazie D (kros) wykazali, że większość koni była poddawana treningowi o niewystarczającym obciążeniu i przez to nie została właściwie przygotowana do obciążeń, jakie następują podczas zawodów.

Różnice w dynamice badanych parametrów krwi podczas wysiłku koni wybitnych i przeciętnych nie były aż tak wyraźne, aby można było na ich podstawie wskazywać przyszłych zwycięzców, jednak mogą być wykorzystane w ocenie prawidłowości przebiegu treningu i monitorowania kondycji konia.

## Piśmiennictwo

1. Art T., Amory H., Desmecht D., Lekeux P.: Effect of show jumping on heart rate, blood lactate and other plasma biochemical values. *Equine Vet. J.* 1990 Suppl. 9, 78-82.
2. Balogh N., Gaal T., Ribiczeyene P. Sz., Petri A.: Biochemical and antioxidant changes in plasma and erythrocytes of pentathlon horses before and after exercise. *Vet. Clin. Path.* 2001, 30, 214-218.
3. Brugmans F., Venner M., Menzel D., Mischke R.: Messung der Fibrinogenkonzentration beim Pferd mit den Hitze-Präzipitationsmethoden nach Schalm und Millar. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 1998, 105, 58-61.
4. Evans D. L., Rainger J. E., Hodgson D. R., Eaton M. D., Rose R. J.: The effect of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise. *Equine Vet. J.* 1995 Suppl. 18, 422-425.
5. Golland L. C., Evans D. L., McGowan C. M., Hodgson D. R., Rose R. J.: The effects of overtraining on blood volumes in Standardbred racehorses. *Vet. J.* 2003, 165, 228-233.
6. Hamalin M. J., Shermann J. P., Hopkins W. G.: Changes in physiological parameters in overtrained Standardbred racehorses. *Equine Vet. J.* 2002, 34, 383-388.
7. Harris P. A., Marlin D. J., Gray J.: Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinase activities in Thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. *Vet. J.* 1998, 155, 295-304.
8. Jain N. C.: *Schalm's Veterinary Hematology*. Lea&Febiger, Philadelphia 1986.
9. Kowalik S., Drobek-Gilowska A., Studziński T.: Obniżona wydolność wysiłkowa koni – przyczyny i diagnozowanie. *Medycyna Wet.* 2002, 58, 103-107.
10. Lekeux P., Art T., Linden A., Desmecht D., Amory H.: Heart rate, hematological and serum biochemical response to show jumping. *Equine Exercise Physiol.* 1991, 3, 385-390.
11. Persson S. G. B., Essen-Gustavsson B., Funkquist P., Romero B.: Plasma, red cell and whole blood lactate concentrations during prolonged treadmill exercise at V<sub>LA4</sub>. *Equine Vet. J.* 1995, Suppl. 18, 104-107.
12. Piccione G., Costa A., Fazio F., Caola G.: Heart score and blood lactate in the assessment of athlete horse performance. *Medycyna Wet.* 2003, 59, 979-982.
13. Przewoźny M., Stefaniak T., Swagemakers J.-Hein, Borkowski J.: Białka ostrej fazy w monitorowaniu stanu zdrowia koni. *Życie Wet.* 2003, 78, 380-384.
14. Przewoźny M.: Wykorzystanie wybranych białek ostrej fazy w monitorowaniu pooperacyjnym koni. Praca dokt., Wydz. Med. Wet., Wrocław 2004.
15. Rose R. J., King C. M., Evans D. L., Tyler C. M., Hodgson D. R.: Indices of exercise capacity in horses presented for poor Racing performance. *Equine Vet. J.* 1995, Suppl. 18, 418-421.
16. Serrano M. G., Evans D. L., Hodgson J. L.: Heart rate and blood lactate response during exercise in preparation for eventing competition. *Equine Vet. J.* 2002, Suppl. 34, s. 135-139.
17. Smith B. P.: *Large Animal Internal Medicine*. Mosby, St. Louis 1996.
18. Szarska E.: Zmiany wybranych parametrów krwi koni rajdowych w zależności od długości dystansu. *Medycyna Wet.* 2001, 51, 522-526.
19. Szarska E.: Wykorzystanie badań diagnostycznych krwi do oceny i zaawansowania treningowego koni wyczynowych. SGGW, Warszawa 2002.
20. Tyler-McGowan C. M., Golland L. C., Evans D. L., Hodgson D. R., Rose R. J.: Hematological and biochemical responses to training and overtraining. *Equine vet. J.* 1999, Suppl. 30, 621-625.
21. Winnicka A.: Normy Laboratoryjne. SGGW Warszawa 2004.

Adres autora: lek. wet. Paulina Jawor, ul. Norwida 31, 50-376 Wrocław; e-mail: paulinajaw@wp.pl