

Wpływ standardowego wysiłku fizycznego koni na wartości wybranych wskaźników klinicznych i hematologicznych

WIESŁAW KRUMRYCH

Zakład Fizjopatologii Rozrodu i Gruczołu Mlekowego, Państwowy Instytut Weterynaryjny – Państwowy Instytut Badawczy, Al. Powstańców Wlkp. 10, 85-090 Bydgoszcz

Krumrych W.

Effect of a standard physical exercise of horses on the values of selected clinical and haematological indices

Summary

The aim of the study was to evaluate the changeability of clinical and haematological indices as a result of a standard physical effort of horses. The study included 114 clinically healthy horses representing different groups: breeding horses (27), recreation horses (22) and sport horses (65). The group of sport horses consisted of race horses (11), trotters (15), jumping horses (25) and driving horses (14). The heart rate (HR) and respiratory rate (RR) measurements as well as blood collection were performed three times: before exercise, immediately after exercise and after a 30-minute rest. The blood samples were assessed for red blood cell count (RBC), hematocrit (Ht), hemoglobin (Hb), white blood cell count (WBC), lymphocytes (L) and neutrophils (N).

The study demonstrated that a standard physical exercise in sport horses results in a significant, temporary changes in the values of clinical and haematological indices. The differences of these reactions in animals representing different sport disciplines suggest the relation with the intensity, type and duration of the effort. The highest post-exercise changeability of these indices was found in sport horses (especially driving horses) which were subject to the greatest exercise load. The average post-exercise increase of the values of HR, RR, RBC, Ht, Hb and L was 212; 637; 36; 41; 31 and 50% respectively. A relatively small physical effort of recreation horses did not result in statistically significant changes of these indices except for an increase in the respiratory rate (by about 115%).

Keywords: horses, physical exercise, clinical and haematological indices

Wysiłek fizyczny jest jednym z czynników stresotwórczych. Wywołuje on wiele niespecyficznych reakcji adaptacyjnych organizmu, jak np. wzrost liczby tętna i oddechów, hipertermia, dehydratacja, modulacja reakcji odpornościowych oraz zmiany składu krwi (2). Liczne badania przeprowadzone u koni dotyczyły przeważnie zwierząt startujących w długodystansowych rajdach wytrzymałościowych (1, 18, 27). Wydaje się jednak, że obserwacje terenowe, bez jakiegokolwiek ingerencji w powszechnie stosowane obciążenia wysiłkowe, lepiej odzwierciedlają codzienną pracę koni niż laboratoryjne testy wysiłkowe oraz okazjonalny udział tych zwierząt w zawodach sportowych. Założeniem pracy była realizacja badań w zbliżonych warunkach środowiskowych na relatywnie dużym i zróżnicowanym pod względem typu użytkowego materiale zwierzęcym, z zastosowaniem jednakowych metod, co pozwala na ograniczenie wpływu czynni-

ków pozaustrojowych, a tym samym – na uzyskanie wzajemnie porównywalnych wyników.

Celem badań była ocena zmienności wskaźników klinicznych i hematologicznych w przebiegu standardowego wysiłku fizycznego koni rekreacyjnych oraz wyczynowych, reprezentujących różne dyscypliny sportowe.

Materiał i metody

Badaniami objęto 114 koni w wieku 2-16 lat, wśród których były: wyczynowe konie sportowe (S) reprezentujące różne dyscypliny (wyścigi płaskie – W, wyścigi kłusaków – K, skoki przez przeszkody – Sk i powożenie zaprzęgami jednokonnymi – Z), zwierzęta rekreacyjne (R) oraz hodowlane (H). Pełniejszą charakterystykę badanych koni według kryterium ich użytkowania przedstawiono w tab. 1.

Zwierzęta pochodziły z 7 ośrodków treningowych, 2 ośrodków rekreacji konnej oraz 1 ośrodka hodowlanego.

Tab. 1. Charakterystyka badanych koni według kryterium ich użytkowania

Grupy koni (n)	Podgrupy koni (n)	Wiek (w latach)	Płeć (n)	Rasa (n)
H (27)		6,41 (3-16)	klacze (17) ogiere (10)	szlachetna półkrew (27)
R (22)		8,36 (4-15)	klacze (9) wałachy (13)	wielkopolska (14) kuc walijski (5) haflinger (3)
S (65)	W (11)	4,09 (3-5)	klacze (4) ogiere (5) wałachy (2)	pełna krew angielska (11)
	K (15)	2,13 (2-3)	klacze (9) ogiere (6)	standardbred (15)
	Sk (25)	8,44 (6-14)	klacze (5) ogiere (14) wałachy (6)	kwpn (15) hanowerska (6) oldenburska (3) selle français (1)
	Z (14)	7,50 (4-11)	klacze (2) ogiere (4) wałachy (8)	ślaska (11) kwpn (3)

Objaśnienie: n – liczba zwierząt; H – konie hodowlane; R – konie rekreacyjne; S – konie sportowe; W – konie wyścigowe; K – klusaki; Sk – konie skokowe; Z – konie zaprzęgowe; kwpn – holenderski koń gorącokrwisty (Koninklijke Vereniging Warmbloed Paardenstamboek Nederland)

Dane z wywiadu przeprowadzonego bezpośrednio przed przystąpieniem do realizacji procedury badawczej, badania kliniczne koni (pomiar temperatury rektalnej, liczby tętna i oddechów, ocena stanu błon śluzowych oraz czas wypełniania naczyń kapilarnych), a także uzyskane *ex post* wyniki badań hematologicznych wskazywały, że zwierzęta były zdrowe. Regularnie stosowano u nich zabiegi profilaktyczne obejmujące odrobaczenia oraz szczepienia ochronne przeciwko influencji i tężcowi. Żywienie koni było zbilansowane pod względem energetyczno-białkowym, mineralnym i witaminowym wg zasad opracowanych w normach żywienia tych zwierząt (19). Podstawowymi składnikami dawek były: siano, ziarno zbóż (> 80% – owies), granulaty dla koni sportowych lub hodowlanych (Sukces, PAVO) oraz okresowo dodatki uzupełniające (EQUISTRO Elytaan, EQUISTRO Haemolytan 400, Sukces Elektrolity, PAVO Total Supply, HIPPOVIT Extra). Konie miały zapewniony stały dostęp do lizawek mineralnych i wody. Warunki utrzymania zwierząt w badanych ośrodkach były zbliżone i uwzględniały wymagania podyktowane ich dobrotą.

Konie sportowe były objęte codziennym programem treningowym, w czasie od 6 miesięcy (K) do kilku lat (Sk i Z), którego specyfikę warunkował rodzaj dyscypliny sportowej. Zwierzęta rekreacyjne użytkowano w sezonie wiosenno-letnim dość nieregularnie. Średni czas ich dziennej pracy wynosił 2-3 godziny, podczas którego były dosiadanę przez młodzież uczącą się jazdy konnej. Aktywność fizyczna kontrolnych koni ho-

dowlanych była znacznie mniejsza i ograniczała się do pobytu na przystajennych pastwiskach i padokach przez 8-10 godzin dziennie. Realizacja celu pracy przebiegała w oparciu o obciążenia wysiłkowe, których forma, czas i intensywność wynikały z założeń trenerów. Ingerencja w ich pracę była ograniczona do minimum i sprowadzała się jedynie do przeprowadzenia badań klinicznych i pobrania próbek krwi. Ogólną charakterystykę wysiłku fizycznego koni różnych grup użytkowych przedstawiono w tab. 2.

Badania prowadzono jedynie w sezonie letnim (czerwiec-wrzesień), w miejscach stałego bytowania koni. Średnia temperatura otoczenia podczas badań wynosiła $21,8 \pm 4,2^\circ\text{C}$, zaś wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne i siła wiatru utrzymywały się w zakresie, odpowiednio: 40-75%, 998-1016 hPa oraz 3-5,5 m/s, zaś sam wysiłek realizowano na podłożu równym i piaszczystym.

Pomiary metodą osłuchową liczby uderzeń serca (HR) i oddechów (RR), a także pobieranie krwi przeprowadzono trzykrotnie (w godz. 9.00-12.00): przed wysiłkiem (w stajni, przed osiodłaniem i przynajmniej godzinę po karmieniu), bezpośrednio po nim oraz po 30-minutowym odpoczynku, w skład którego wchodziło rozprężenie koni. Krew do badań pobierano z żyły szyjnej zewnętrznej do plastikowych probówek o objętości 4 ml z wersenianem dwupotasowym (K_2EDTA), przy użyciu zamkniętego systemu Vacuette. W próbkach krwi oznaczano (w czasie do 5 godz. od chwili pobrania), przy użyciu analizatora hematologicznego Sysmex F800 (TOA Medical Electronics Co. Ltd, Japan): liczbę krwinek czerwonych (RBC), wskaźnik hematokrytowy (Ht), stężenie hemoglobiny (Hb) oraz liczbę krwinek białych (WBC). Procentowy udział neutrofilów (N) i limfocytów (L) określono na podstawie mikroskopowej analizy rozmazów krwi barwionych metodą May-Grünwalda-Giemsy.

Uzyskane wyniki przedstawiono w postaci średniej arytmetycznej (\bar{x}) oraz odchylenia standardowego (sd). Istotność różnic między wartościami średnimi sprawdzono za

Tab. 2. Ogólna charakterystyka standardowego wysiłku fizycznego koni różnych typów użytkowych

Konie	Czas (min.)		Charakterystyka wysiłku fizycznego	
	A	B		
R	10-15	55-60	Stęp (10 min.), kłus naprzemiennie ze stępem (25-30 min.), galop (5 min.), kłus (5 min.), stęp (10 min.)	
S	W	2-3	12-15	Stęp (1 min.), kłus (5 min.), galop (2000 m w tempie 13-14 m/s), kłus (5 min.)
	K	12-18	20-30	Konie zaprzęgnięte do sulek: stęp (200 m), kłus (3000 m w tempie 7 m/s), stęp (400 m), kłus (1400 m w tempie 7 m/s), kłus (400 m w tempie 11 m/s), kłus (1200 m w tempie 7 m/s), kłus (400 m w tempie 11 m/s), kłus (300 m w tempie 7 m/s) oraz stęp (200 m)
	Sk	20-30	50-60	Faza początkowa: stęp, kłus oraz galop naprzemiennie z kłusem (po ok. 10 min.). Fazy intensywnej pracy: 30-40 skoków przez przeszkody o wys. 120-140 cm w czasie 20-30 min.
	Z	30-40	40-50	Powozienie zaprzęgami jednokonnymi: stęp (500 m), kłus (5000 m w tempie 4,2 m/s), stęp (1000 m), kłus z trzema przeszkodami (3000 m w tempie 3,9 m/s)

Objaśnienie: A – faza intensywnej pracy; B – całość sesji wysiłkowej

pomocą testu Tukeya, przyjmując za istotne różnice, których prawdopodobieństwo zaistnienia w drodze przypadku nie przekraczało 5%. Wszystkie analizy przeprowadzono za pomocą pakietu statystycznego Statistica v. 6.0 (Stat-Soft).

Tab. 3. Średnie wartości ($\bar{x} \pm sd$) liczby uderzeń serca (HR) oraz oddechów (RR) w przebiegu wysiłku fizycznego koni różnych grup użytkowych

Konie (n)	Badanie	HR (/min.)	RR (/min.)	
H (27)	–	36,59 ± 4,96	15,44 ± 4,06	
R (22)	I	34,36 ± 5,51	16,36 ^a ± 4,03	
	II	43,45 ± 6,21	35,18 ^b ± 10,32	
	III	37,55 ± 6,47	19,55 ^a ± 3,32	
S (65)	W (11)	I	36,73 ^a ± 8,78	17,64 ^a ± 4,37
		II	82,73 ^b ± 15,50	67,82 ^b ± 10,60
		III	38,73 ^a ± 5,68	28,18 ^a ± 5,96
	K (15)	I	35,87 ^a ± 5,78	19,33 ^a ± 5,43
		II	88,27 ^b ± 11,83	62,40 ^b ± 13,25
		III	39,20 ^a ± 6,13	21,73 ^a ± 5,28
	Sk (25)	I	34,56 ^a ± 7,31	16,24 ^a ± 4,67
		II	72,08 ^b ± 13,54	83,44 ^b ± 22,25
		III	38,80 ^a ± 7,51	22,56 ^a ± 7,20
	Z (14)	I	33,57 ^a ± 7,32	14,86 ^a ± 2,80
		II	104,86 ^b ± 20,85	109,57 ^b ± 22,05
		III	48,57 ^c ± 6,20	30,43 ^c ± 5,88

Objaśnienie: I, II, III – czas badania (odpowiednio: przed, bezpośrednio po wysiłku oraz po 30 min. odpoczynku); a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między I, II i III); A, B, C – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między średnimi wartościami przedwysiłkowymi); n, H, R, S, W, K, Sk, Z – jak w tab. 1

Tab. 4. Średnie wartości ($\bar{x} \pm sd$) wskaźników czerwonekrwinkowych w przebiegu wysiłku fizycznego koni różnych grup użytkowych

Konie (n)	Badanie	RBC (T/l)	Ht (l/l)	Hb (mmol/l)	
H (27)	–	8,44 ^{ABC} ± 1,18	0,40 ^{AB} ± 0,05	6,18 ^{AB} ± 0,58	
R (22)	I	7,67 ^A ± 1,56	0,38 ^A ± 0,08	5,58 ^A ± 0,54	
	II	8,23 ± 2,10	0,40 ± 0,10	5,67 ± 0,43	
	III	7,99 ± 1,92	0,39 ± 0,09	5,66 ± 0,43	
S (65)	W (11)	I	9,80 ^{ABC} ± 0,67	0,48 ^{AB} ± 0,03	8,14 ^{aC} ± 0,74
		II	12,75 ^b ± 1,42	0,58 ^b ± 0,05	10,28 ^b ± 0,71
		III	10,44 ^a ± 1,10	0,50 ^{ab} ± 0,03	8,62 ^a ± 0,77
	K (15)	I	10,16 ^{aC} ± 1,40	0,45 ^{aAB} ± 0,06	6,72 ^{aB} ± 0,72
		II	12,05 ^b ± 1,27	0,54 ^b ± 0,06	8,17 ^b ± 1,00
		III	9,81 ^a ± 1,06	0,45 ^a ± 0,07	6,61 ^a ± 0,82
	Sk (25)	I	8,32 ^{aAB} ± 1,32	0,40 ^{aAB} ± 0,07	6,68 ^{aB} ± 0,84
		II	10,20 ^b ± 1,36	0,49 ^b ± 0,06	8,05 ^b ± 0,89
		III	8,61 ^a ± 1,16	0,41 ^a ± 0,05	6,57 ^a ± 0,66
	Z (14)	I	8,09 ^{aAB} ± 0,88	0,39 ^{aAB} ± 0,03	6,38 ^{aAB} ± 0,79
		II	10,98 ^b ± 1,26	0,55 ^b ± 0,07	8,65 ^b ± 0,65
		III	8,94 ^a ± 1,19	0,44 ^a ± 0,06	7,11 ^a ± 0,93

Objaśnienie: RBC – liczba krwinek czerwonych; Ht – wskaźnik hematokrytu; Hb – stężenie hemoglobiny; a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między I, II i III); A, B, C – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między średnimi wartościami przedwysiłkowymi); n, H, R, S, W, K, Sk, Z, I, II, III – jak w tab. 3

Wyniki i omówienie

Średnie wartości liczby uderzeń serca (HR) i oddechów (RR) badanych zwierząt przedstawiono w tab. 3. Wykazano istotny powysiłkowy wzrost wartości obu wskaźników, z wyjątkiem HR u koni rekreacyjnych. Stwierdzono, że reakcja ta w znacznie większym stopniu dotyczyła grupy S aniżeli R, przy czym rodzaj standardowego obciążenia wysiłkowego warunkował jej wielkość. Największy powysiłkowy wzrost HR i RR (odpowiednio: o ok. 212 i 637%) stwierdzono u koni zaprzęgowych, które, jak się wydaje, były najbardziej obciążone pracą (tab. 2). Potwierdzeniem tego jest wykazana tylko u tych zwierząt statystycznie istotna różnica między średnimi wartościami omawianych wskaźników w badaniu I i III. Zróżnicowany wzrost HR i RR u badanych koni był wynikiem przede wszystkim różnego zapotrzebowania pracujących mięśni na tlen. Powszechnie uważa się, że wielkość tych zmian jest dobrym wykładnikiem intensywności wysiłku, choć uwarunkowania w tym względzie są wieloczynnikowe (15, 24). Duże znaczenie przypisuje się także m.in. rodzajowi wysiłku, czasowi jego trwania i częstotliwości, a także indywidualnej reaktywności na daną dawkę aktywności fizycznej (2, 16). Zarejestrowany w badaniach spadek wartości omawianych wskaźników po 30-min. odpoczynku w kierunku wartości przedwysiłkowych pokrywa się z innymi obserwacjami (4, 5, 11, 24) i wskazuje na dobre przygotowanie wydolnościowe koni do stosowanych obciążeń wysiłkowych.

Niezmierzalną istotną kwestią w trakcie wysiłku jest również szybkość rozprowadzania tlenu w organizmie i wykorzystanie w pracujących mięśniach. Porównanie średnich przedwysiłkowych wartości wskaźników czerwonekrwinkowych (RBC, Ht i Hb) wykazało statystycznie istotne zróżnicowanie w poszczególnych grupach zwierząt (tab. 4). Największymi wartościami tych wskaźników charakteryzowały się konie W oraz K, natomiast najmniejszymi – R. Nie stwierdzono różnic między grupą H a końmi poddawanych regularnym obciążeniom wysiłkowym, z wyjątkiem istotnie większej zawartości Hb w krwi koni W w porównaniu z H. Zróżnicowanie spoczynkowych wartości omawianych wskaźników, jak wskazują wyniki wielu badań, mogło być uwarunkowane wpływem czynników endogennych, takich jak: rasa, wiek oraz płeć zwierząt (12). Niestety, eliminacja ewentualnego ich oddziaływania była niemożliwa ze względu na specyfikę użytkowania poszczególnych grup badanych koni. Wyniki wielu badań wskazują, że zwiększonemu zapotrzebowaniu mięśni

Tab. 5. Średnie wartości ($\bar{x} \pm sd$) wskaźników białokrwinkowych w przebiegu wysiłku fizycznego koni różnych grup użytkowych

Konie (n)	Badanie	WBC (G/l)	L (G/l)	N (G/l)	N/L	
H (27)	–	7,97 ± 1,79	2,78 ^{AB} ± 1,07	5,00 ± 1,02	2,07 ± 0,83	
R (22)	I	6,64 ± 1,39	1,91 ^A ± 0,56	4,31 ± 0,87	2,46 ± 0,95	
	II	6,85 ± 1,50	2,09 ± 0,69	4,41 ± 0,97	2,27 ± 0,75	
	III	6,76 ± 1,10	2,00 ± 0,49	4,44 ± 0,80	2,37 ± 0,79	
S (65)	W (11)	I	8,41 ± 0,87	3,01 ^{aAB} ± 0,43	4,96 ± 0,54	1,67 ± 0,23
		II	10,20 ± 1,38	5,01 ^b ± 0,76	4,73 ± 0,65	0,95 ± 0,12
		III	8,83 ± 1,16	3,41 ^a ± 0,63	5,01 ± 0,72	1,49 ± 0,25
	K (15)	I	8,64 ± 1,26	3,56 ^B ± 0,74	4,76 ± 0,82	1,38 ± 0,34
		II	9,91 ± 1,54	4,60 ± 0,87	4,93 ± 0,97	1,09 ± 0,22
		III	8,80 ± 1,30	3,69 ± 0,67	4,76 ± 0,81	1,31 ± 0,21
	Sk (25)	I	7,85 ± 2,10	2,46 ^{aAB} ± 1,07	5,05 ± 1,61	2,53 ± 1,65
		II	9,21 ± 2,39	3,38 ^b ± 1,34	5,42 ± 1,86	1,94 ± 1,51
		III	8,09 ± 2,26	2,55 ^{ab} ± 1,06	5,20 ± 1,87	2,45 ± 1,63
	Z (14)	I	7,12 ± 1,27	2,44 ^{aAB} ± 0,54	4,32 ± 0,96	1,84 ± 0,54
		II	8,60 ± 1,67	3,67 ^b ± 0,92	4,49 ± 1,07	1,29 ± 0,45
		III	8,01 ± 1,37	2,96 ^{ab} ± 0,83	4,64 ± 0,96	1,70 ± 0,64

Objaśnienie: WBC – liczba krwinek białych; L – liczba limfocytów; N – liczba neutrofilów; N/L – stosunek neutrofilów do limfocytów; a, b – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między I, II i III); A, B – średnie oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ (dotyczy różnic między średnimi wartościami przedwysiłkowymi); n, H, R, S, W, K, Sk, Z, I, II, III – jak w tab. 3

na tlen towarzyszy m.in. wzrost wartości wskaźników czerwonych (3, 15, 26). Reakcję tę zarejestrowano również w badaniach własnych, przy czym jej intensywność była zróżnicowana. Największy wzrost wartości RBC, Ht i Hb zarejestrowano w następstwie standardowego wysiłku koni Z (odpowiednio: o ok. 36, 41 i 36%) oraz W (o ok. 30, 21 i 26%). Nieco niższa ich zmienność (ok. 20-23%) cechowała kłusaki (K) i konie Sk. Wyraźny związek między wzrostem wartości wskaźników czerwonych a intensywnością wysiłku fizycznego zdają się potwierdzać wyniki uzyskane u zwierząt użytkowanych rekreacyjnie (R), bowiem powysiłkowy wzrost ich wartości był najmniejszy (odpowiednio: o ok. 7, 5 i 2%) i nie został potwierdzony statystycznie. Rezultat ten koresponduje z innymi badaniami, w których obserwowano podobne relacje (8, 17, 27). Uważa się, że powysiłkowy wzrost wartości wskaźników czerwonych spowodowany jest przede wszystkim wyrzutem erytrocytów z tzw. magazynów trzewnych (głównie śledziony) do krwi obwodowej. Konie posiadają zdolność gromadzenia w śledzionie ok. 50-60% ogólnej liczby tych komórek (13). W trakcie wysiłku fizycznego zostają one uwalniane do krwi obwodowej w wyniku skurczów mięśni gładkich śledziony, zainicjowanych wzmożoną aktywnością układu współczulnego oraz zwiększonym stężeniem krążących katecholamin (24). Warto podkreślić, że wysiłek fizyczny nie jest jedynym czynnikiem generującym opisane zjawisko. Wzrost wartości omawianych wskaźników w następstwie skurczów śledziony obserwowano również w sytuacjach stresowych, jak np. przejście koni

na tor wyścigowy, oczekiwanie na start, pobieranie krwi (21). Konsekwencją intensywnego wysiłku fizycznego jest także zmniejszenie objętości krwi krążącej w wyniku przemieszczenia wody z osocza poza układ naczyniowy (głównie do mięśni) oraz jej utraty wraz z potem, a co za tym idzie – wzrost wartości omawianych wskaźników krwi (głównie Ht). O skali tego zjawiska może świadczyć obserwowana u koni utrata ok. 25-30 l wody podczas rajdów długodystansowych (28).

Zarejestrowany w badaniach wzrost wartości wskaźników czerwonych był przejściowy i krótkotrwały, co pokrywa się z wynikami badań innych autorów (3, 8, 15, 17) i wskazuje na dobrą adaptację koni do stosowanych obciążeń wysiłkowych. Dłuższe utrzymywanie się tych zmian mogłoby

wskazywać na zbyt duży wysiłek, nieproporcjonalny do stopnia wytrenowania zwierząt. Zjawisko to obserwowano zwłaszcza u koni poddanych długotrwałemu i wyczerpującemu wysiłkowi, wykazując następnego dnia po rajdzie m.in. podwyższoną wartość Ht (27).

Wyraźnie mniejsze zróżnicowanie średnich wartości spoczynkowych w badanych grupach koni charakteryzowało wskaźniki białokrwinkowe (tab. 5). Analiza statystyczna potwierdziła jedynie istotnie większą przedwysiłkową liczbę limfocytów u K w porównaniu z końmi R. Również tylko w przypadku liczby tych komórek stwierdzono istotny wzrost bezpośrednio po wysiłku koni W (o ok. 66%), Z (o ok. 50%) i Sk (o ok. 37%) z wyraźną tendencją spadku do wartości przedwysiłkowych po 30-minutowym odpoczynku. Pomimo że statystycznie nie potwierdzono wysiłkowo indukowanej zmienności liczby WBC i N oraz stosunku N/L, uzyskane wyniki korespondują z rezultatami innych badań (8, 11, 23).

Jedną z częściej obserwowanych reakcji organizmu na wysiłek fizyczny jest wzrost liczby krwinek białych w krwi (7, 11). Zjawisko to winno się określać mianem pseudoleukocytozy, bowiem reakcja ta nie jest związana z produkcją nowych komórek, lecz uwarunkowana głównie wzrostem liczby w efekcie uwolnienia ich do krwi obwodowej ze śledziony oraz, w mniejszym stopniu, z węzłów chłonnych i szpiku kostnego na skutek zwiększonej sekrecji katecholamin (6, 7). Wykazano przy tym znacznie mniejszy wzrost liczby limfocytów w umiarkowanym wysiłku treningowym oraz podczas podniecenia przedwysiłkowego koni aniżeli po wyścigu lub intensywnym treningu (23).

Wyniki badań własnych korespondują z powyższymi spostrzeżeniami, bowiem u koni sportowych wykazano wyraźnie większy powysiłkowy wzrost liczby limfocytów aniżeli u zwierząt użytkowanych rekreacyjnie. Obserwacje przeprowadzone u koni poddanych wyczerpującym obciążeniom wysiłkowym wykazały, że leukocytoza może mieć przebieg dwufazowy (7, 10). Po przejściowym wzroście liczby limfocytów stwierdzano ponowny wzrost WBC połączony z niewielką limfopenią oraz silnie zaznaczoną neutrofilią w wyniku uwolnienia puli granulocytów przyściennych i zwiększonego uwalniania tych komórek ze szpiku kostnego (7). Uważa się, że zmiana kinetyki leukocytów, manifestującą się wzrostem stosunku N/L, związana jest ze wzrostem stężenia hormonów korowonadnerczowych (głównie kortyzolu) w krwi (9, 22). Kortyzol nie tylko stymuluje produkcję neutrofilów w szpiku kostnym i ich uwalnianie do krwi obwodowej oraz hamuje migrację tych komórek z przestrzeni śródnaczyniowej (20), ale także wpływa supresyjnie na liczbę krążących limfocytów (25). Zwrócono również uwagę na fakt, że maksymalne stężenie kortyzolu w krwi występuje u koni już po upływie 20-30 minut od wysiłku (14), natomiast największą neutrofilię wykazywano po jednej (10, 22) lub kilku godzinach (23). Prezentowane wyniki nie udzielają jednak odpowiedzi na pytanie, czy standardowy wysiłek koni różnych grup użytkowych mógł wzbudzić drugą fazę leukocytozy, bowiem układ badań obejmował znacznie krótszy czas obserwacji.

Przeprowadzone badania wykazały, że standardowy wysiłek fizyczny koni sportowych wywołuje istotne, przejściowe zmiany w wartościach wskaźników kliniczno-hematologicznych. Zróżnicowanie tej reakcji u zwierząt reprezentujących różne dyscypliny sportowe wskazuje na jej związek z intensywnością, rodzajem i czasem trwania wysiłku. Największą powysiłkową zmienność wspomnianych wskaźników stwierdzono bowiem u koni wyczynowych (zwłaszcza zaprzęgowych) poddawanych największym obciążeniom wysiłkowym, podczas gdy u zwierząt użytkowanych rekreacyjnie relatywnie niewielki wysiłek nie wywoływał podobnej reakcji. Wydaje się, że okresowy monitoring koni sportowych w trakcie kilkumiesięcznych programów treningowych pozwoli nie tylko na kontrolę stanu zdrowia tych zwierząt, ale także na ocenę ich potencjału wydolnościowego wobec stosowanych obciążeń wysiłkowych.

Piśmiennictwo

1. Al-Qudah K. M., Al-Majali A. M.: Status of biochemical and antioxidant variables in horses before and after long distance race. *Revue Med. Vet.* 2006, 157, 307-312.
2. Art T., Lekeux P.: Exercise-induced physiological adjustments to stressful conditions in sports horses. *Livest. Prod. Sci.* 2005, 92, 101-111.
3. Fan Y. K., Hsu J. C., Peh H. C., Tsang C. L., Cheng S. P., Chiu S. C., Ju J. C.: The effects of endurance training on the hemogram of the horse. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2002, 15, 1348-1353.
4. Gottlieb-Vedi M., Essen-Gustavsson B., Lindholm A.: Cardio-respiratory and plasma lactate responses to exercise with low draught resistances in Standardbred trotters. *J. Vet. Med.* 1996, A 43, 635-641.
5. Hargreaves B. J., Kronfeld D. S., Naylor J. R.: Ambient temperature and relative humidity influenced packed cell volume, total plasma protein and other variables in horses during an incremental submaximal field exercise test. *Equine Vet. J.* 1999, 31, 314-318.
6. Horohov D. W., Keadle T. L., Pourciau M. A., Littlefield-Chabaud M. A., Kamerling S. G., Keowen M. L., French D. D., Melrose P. A.: Mechanism of exercise-induced augmentation of lymphokine activated killer (LAK) cell activity in the horse. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 1996, 53, 221-233.
7. Iversen P. O., Stokland A., Rolstad B., Benestad H. B.: Adrenaline-induced leukocytosis: recruitment of blood cells from rat spleen, bone marrow and lymphatics. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1994, 68, 219-227.
8. Jawor P., Stefaniak P., Borkowski J., Przewoźny M., Wierzbicki H., Swagemakers J.-H.: Przydatność wybranych parametrów krwi w monitorowaniu prawidłowości treningu koni dyscypliny skoków przez przeszkody. *Medycyna Wet.* 2007, 63, 213-218.
9. Jensen-Waern M., Lindberg A., Johannisson A., Grondahl G., Lindgren J. A., Essen-Gustavsson B.: The effects of an endurance ride on metabolism and neutrophil function. *Equine vet. J.* 1999, Suppl. 30, 605-609.
10. Korhonen P. A. S., Lilius E. M., Hyyppä S., Räsänen L. A., Pösö A. R.: Production of reactive oxygen species in neutrophils after repeated bouts of exercise in Standardbred trotters. *J. Vet. Med.* 2000, A 47, 565-573.
11. Krumrych W.: Variability of clinical and haematological indices in the course of training exercise in jumping horses. *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 2006, 50, 391-396.
12. Krumrych W.: Wskaźniki laboratoryjne krwi koni – wartości referencyjne i interpretacja. *Wyd. PIWet, Pulawy* 2003.
13. Kunugiya M., Ito N., Narizuka M., Katanka S., Furukawa Y., Hiraga A., Kai M., Kubo K.: Measurement of erythrocyte volumes in splenectomized horses and sham-operated horses at rest and during maximal exercise. *J. Vet. Med. Sci.* 1997, 59, 733-737.
14. Marc M., Parvizi N., Ellendorff F., Kallweit E., Elsaesser F.: Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horses in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. *J. Am. Sci.* 2000, 78, 1936-1946.
15. Muñoz A., Riber C., Santisteban R., Rubio M. D., Agüera E. I., Castejón F. M.: Cardiovascular and metabolic adaptations in horses competing in cross country events. *J. Vet. Med. Sci.* 1999, 61, 13-20.
16. Muñoz A., Cuesta I., Riber C., Gata J., Trigo P., Castejón F. M.: Trot asymmetry in relation to physical performance and metabolism in equine endurance rides. *Equine. Vet. J.* 2006, 36, 50-54.
17. Piccione G., Giannetto C., Fazio F., di Mauro S., Caola G.: Haematological response to different workload in jumper horses. *Bulg. J. Vet. Med.* 2007, 10, 21-28.
18. Piccione G., Vazzana I., Giannetto C., Ganesella M., Ferrantelli V.: Modification of some haematological and haematochemical parameters in horse during long distance rides. *Res. J. Vet. Sci.* 2008, 1, 37-43.
19. Praca zbiorowa (Chachułowa J., Budzyński M., Chrzanowski S., Ziółka A.): Normy żywienia koni. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. J. Kielanowskiego PAN, Jabłonna k. Warszawy 1997.
20. Pyne D. B.: Regulation of neutrophils function during exercise. *Sports Med.* 1994, 17, 245-258.
21. Revington M.: Haematology of the racing Thoroughbred in Australia 1: Reference values and the effect of excitement. *Equine Vet. J.* 1983, 15, 141-144.
22. Robson P. J., Alston T. D., Myburgh K. H.: Prolonged suppression of the innate immune system in the horse following an 80 km endurance race. *Equine Vet. J.* 2003, 35, 133-137.
23. Rosedale P. D., Burguez P. N., Cash R. S. G.: Changes in blood neutrophils/lymphocyte ratio related to adrenocortical function in the horse. *Equine Vet. J.* 1982, 14, 293-298.
24. Sexton W. L., Erickson H. H.: Effects of treadmill elevation on heart rate, blood lactate concentration and packed cell volume during graded submaximal exercise in ponies. *Equine Vet. J.* 1990, Suppl. 9, 57-60.
25. Shinkai S., Watanabe S., Asai H., Shek P. N.: Cortisol response to exercise and post exercise suppression of blood lymphocyte subset counts. *Int. J. Sports Med.* 1996, 17, 597-603.
26. Smith J. E., Erickson H. H., Debowes R. M., Clark M.: Changes in circulating equine erythrocytes induced by brief, high-speed exercise. *Equine Vet. J.* 1989, 21, 444-446.
27. Szarska E.: Zmiany wybranych parametrów krwi koni rajdowych w zależności od długości dystansu. *Medycyna Wet.* 2001, 57, 522-526.
28. White C.: Thermoregulation and fluid balance in the horse. *Dist. Int.* 2001, 6, 20-23.