

Katedra Hodowli i Użytkowania Koni, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
20-950 Lublin, ul. Akademicka 13
e-mail: kasia.strzelec@poczta.fm

IWONA JANCZAREK, KATARZYNA STRZELEC,
ZYGMUNT JABŁECKI, IZABELA WILK, SYLWESTER TKACZYK

Parametry zmienności rytmu serca koni wyścigowych podczas wysiłku o różnym natężeniu

Parameters of race horses' heart rate variability during effort of various intensity

Streszczenie. W pracy przyjęto założenie, że parametry HRV są wystarczająco czułym wyznacznikiem w ocenie wydolności organizmu podczas wysiłku o nieznacznie różniącym się natężeniu. Celem pracy była ocena możliwości zastosowania parametrów HRV w ocenie stopnia wysiłku koni wyścigowych, określonego na podstawie tempa galopu treningowego. Badaniami objęto po 15 ogierów i klaczy arabskich czystej krwi i pełnej krwi angielskiej. Wysiłek właściwy (kenter lub galop) pogrupowano według tempa ruchu oraz obowiązującej nomenklatury wyścigowej. Podczas każdego rodzaju wysiłku przebadano sześć parametrów opisujących zmienność rytmu serca koni, czyli HRV. Stwierdzono, że parametry HRV mogą być wykorzystywane w ocenie stopnia wysiłku koni wyścigowych. Tego typu ocenę najlepiej przeprowadzać na podstawie analizy parametrów opisujących aktywność układu autonomicznego. Klacze wyścigowe charakteryzuje wzmożona aktywność części współczulnej tego układu, co oznacza, iż przygotowania do startu w gonitwach powodują u nich o wiele większe generowanie stresu niż u ogierów. Trening klaczy powinien zatem zasadniczo różnić się od treningu ogierów.

Słowa kluczowe: konie, wyścigi, trening, HRV

WSTĘP

Przygotowanie konia do wysiłku podczas gonitw na torach wyścigowych powinno być prowadzone i podtrzymywane w oparciu o dobry stan zdrowia, zarówno fizycznego, jak i psychicznego [Evans 2007]. Szkolenie koni do wspomnianych prób dzielności wymaga dogłębnej wiedzy teoretycznej oraz ogromnego doświadczenia [Kaproń 1999]. Dobre przygotowanie trenera w dalszym ciągu jest podstawą, ale aktualnie poza wiedzą, doświadczeniem i wyczuciem, trener dysponuje wieloma narzędziami wspomagającymi jego pracę i umożliwiającymi bardziej obiektywną ocenę wydolności konia [Landers 2006].

Popularyzacja sportu konnego a wraz z nim rozwój wiedzy na temat fizjologii wysiłku pozwala na wykorzystanie wskaźników klinicznych i fizjologicznych w ocenie wydolności fizycznej organizmu i zdolności adaptacji do wzrastających obciążeń [Hodgson i in. 2013]. Z pewnym opóźnieniem w stosunku do badań analizy zmienności rytmu serca (HRV) człowieka zostały rozpoczęte badania HRV koni [von Borell i in. 2007]. Analiza zmienności rytmu serca jest metodą nieinwazyjną, dzięki temu bezpieczną i pozwalającą na kontrolę ogólnego stanu zdrowia organizmu, w tym przede wszystkim poziomu emocjonalności, a także reakcji na wysiłek fizyczny [Malik 1996].

W pracy przyjęto założenie, że parametry HRV są wystarczająco czułym wyznacznikiem w ocenie wydolności organizmu podczas wysiłku, o nieznacznie różniącym się natężeniu. Weryfikacja tego założenia spowodowała, iż celem pracy była ocena możliwości zastosowania parametrów HRV w ocenie stopnia wysiłku koni wyścigowych określonego na podstawie tempa galopu treningowego.

MATERIAŁ I METODY

Opis doświadczenia

Badaniami objęto 15 dwuletnich koni pełnej krwi angielskiej i 15 trzyletnich koni arabskich czystej krwi. W pierwszej grupie badawczej znalazło się 6 ogierów i 9 klaczy. W drugiej natomiast większość osobników stanowiły ogiery, w liczbie 11 sztuk, a stawkę dopełniały 4 klacze.

Doświadczenie rozpoczęło się po debiucie w gonitwach każdego z koni – w ostatnich dniach maja w przypadku koni arabskich czystej krwi i w ostatnich dniach czerwca w przypadku koni pełnej krwi angielskiej. Zakończyło się natomiast przed ostatnim startem w gonitwie ostatniego z badanych koni, czyli w ostatnim dniu października. Każdego konia przebadano cyklicznie, a powtórzenie badania różniło się rodzajem natężenia wysiłku, które różnicował rodzaj galopu na roboczym torze wyścigowym. Pozostała część jednostki treningowej była za każdym razem standardowa, a jej przebieg był następujący: 10 min stępa w drodze na tor treningowy, 10 min klusa na torze treningowym, galop o różnym natężeniu na torze treningowym, 10 min stępa w drodze z toru treningowego, 30 min stępa w „karuzeli”. W ramach doświadczenia przeprowadzono pięciokrotne badania każdego konia.

Sposób pomiaru parametrów HRV

Podczas każdego badania przeprowadzono pomiary zmienności rytmu serca (HRV). Do tego celu wykorzystano telemetryczne urządzenia firmy PolarElectro Oy (Finlandia), które zakładano na skórę konia w okolicy serca. Urządzenie RS800CX składa się z odbiornika z mikropamięcią do zapisu danych w interwałach jednosekundowych i nadajnika z zestawem dwóch elektrod.

Dane z miernika telemetrycznego zostały przeniesione do pamięci komputera bazowego za pomocą urządzenia peryferyjnego IrDA. Dalszą analizę przeprowadzono w programie Polar Pro Trainer 5.0. i Kubios HRV, poddając analizie następujące parametry HRV:

- 1) częstość pracy serca (liczba uderzeń serca w czasie jednej minuty, ud./min, HR),

- 2) długość interwałów RR w zapisie QRS krzywej EKG (czas w milisekundach, ms),
- 3) rMSSD (wyrażony w ms²) – pierwiastek kwadratowy ze średniej kwadratów różnic pomiędzy kolejnymi dwoma interwałami RR,
- 4) LF (wyrażony w ms) – aktywność układu współczulnego, wyrażona mocą widma o niskiej częstotliwości,
- 5) HF (wyrażony w ms) – aktywność układu przywspółczulnego, wyrażona mocą widma o wysokiej częstotliwości,
- 6) stosunek LF/HF (%) – stosunek mocy widm w zakresie niskich częstotliwości do wysokich częstotliwości, wskazujący na zrównoważenie układu autonomicznego.

Sposób pomiaru natężenia wysiłku

Celem precyzyjnego określenia natężenia wysiłku dokonano pomiaru prędkości galopu treningowego każdego konia. W tym celu zastosowano urządzenie GPS firmy PolarElectroOy. Prędkość wyrażono w m/min, a uzyskane wartości przyporządkowano do pięciu przedziałów, co było zależne od rodzaju wysiłku podczas treningu i obowiązującej nomenklatury wyścigowej. Ustalono pięć rodzajów wysiłku koni wyścigowych:

- 1) wysiłek o bardzo niskim natężeniu: według nomenklatury wyścigowej „kenter”, czyli galop w tempie 300–400 m/min bez względu na rasę koni;
- 2) wysiłek o niskim natężeniu: według nomenklatury wyścigowej „równy kenter”, czyli galop w tempie 450–550 m/min bez względu na rasę koni;
- 3) wysiłek o średnim natężeniu: według nomenklatury wyścigowej „półmach”, czyli galop w tempie 600–700 m/min bez względu na rasę koni;
- 4) wysiłek o dużym natężeniu: według nomenklatury wyścigowej „galop z wyjechałą końcówką” lub inaczej „szpryca”, czyli galop w tempie 600–700 m/min w początkowej fazie (80% dystansu) i galop w maksymalnym tempie zależnym od rasy koni i indywidualnych predyspozycji konia (ostatnie 20% dystansu);
- 5) wysiłek o bardzo dużym natężeniu: według nomenklatury wyścigowej „próbny galop”, czyli galop w maksymalnym tempie zależnym od rasy koni i ich indywidualnych predyspozycji (100% dystansu) [www.pkwk.pl 2015].

Metody statystyczne

Zebrane wyniki analizowano w programie Statistica 6.0, wykonując wieloczynnikową analizę wariancji, z wpływem czynnika rasy konia, płci i rodzaju natężenia wysiłku koni oraz interakcjami między uwzględnionymi czynnikami. Istotność różnic między średnimi weryfikowano testem t-Tukeya.

WYNIKI

Odnotowano istotne różnice między średnimi natężenia wysiłku podczas różnego rodzaju galopu treningowego w przypadku każdej grupy badawczej (tab. 1). Nieistotne różnice natężenia wysiłku wystąpiły natomiast w przypadku „szpryca” i „próbny” galopu w każdej grupie badanych koni.

Tabela 1. Natężenie wysiłku (tempo w m/min) w zależności od rodzaju galopu treningowego
Table 1. Intensity of exercise (pace in m/min) in dependence on a kind of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
318,45a	12,35	487,37b	16,23	687,23c	13,11	1022,45d	21,43	999,48d	17,58
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
303,47a	11,18	466,39b	15,04	688,34c	17,13	1028,34d	19,18	1002,17d	15,72
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
322,45a	13,05	452,38b	13,71	634,12c	12,88	958,34d	18,61	945,27d	16,77
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
308,45a	12,55	431,47b	13,24	617,27c	13,85	938,18d	17,15	939,27d	15,88

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0.05$

* Rapid acceleration to maximum speed

Tabela 2. HR (ud./min) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 2. HR (bpm) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
145,23a	16,12	167,78b	16,12	187,54c	11,44	207,34d	7,14	209,33d	7,00
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
154,11a	12,33	178,37b	15,07	199,34c	16,78	210,13ce	9,33	213,34de	4,59
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
147,22a	13,05	164,38b	16,17	208,23c	18,83	202,02c	8,24	211,23c	6,62
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
152,42a	13,13	166,51b	14,81	200,04c	16,62	204,32c	9,32	212,34d	5,13

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0.05$

* Rapid acceleration to maximum speed

W przypadku każdej z analizowanych grup badawczych najczęściej występowały istotne różnice między wartościami HR podczas różnego rodzaju galopu treningowego (tab. 2). Ogiery pełnej krwi angielskiej charakteryzowały się podobnym HR jedynie podczas szprycy i próbnego galopu. Klacze tej rasy miały zbliżoną wartość wspomnianego parametru w trakcie półmachu i szprycy oraz szprycy i próbnego galopu. W grupie ogierów arabskich czystej krwi nieistotnie różniący HR wystąpił podczas półmachu, szprycy i próbnego galopu. Nieistotne różnice w grupie klaczy dotyczyły natomiast półmachu i szprycy.

Tabela 3. RR (ms) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 3. RR (ms) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szprycy Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
413,14a	17,33	357,61b	22,45	319,93b	23,92	289,37c	15,67	286,62c	19,66
Klacz pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
389,33a	14,57	336,37a	20,12	300,99b	18,65	285,53bd	19,89	281,24cd	19,59
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
407,55a	16,45	365,00b	22,07	288,14c	21,45	297,01c	23,67	284,05c	18,67
Klacz arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
393,64a	22,08	360,33b	23,17	299,94c	24,62	293,65c	18,99	282,56c	19,16

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$

Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0.05$

* Rapid acceleration to maximum speed

Istotne różnice między wartościami RR (podczas różnego rodzaju galopu treningowego) wystąpiły w każdej badanej grupie koni (tab. 3). Ogiery pełnej krwi angielskiej miały zbliżoną wartość RR podczas równego kentra i półmachu oraz szprycy i próbnego galopu. U klaczy tej rasy odnotowano nieistotne różnice w trakcie kentra i równego kentra, półmachu i szprycy oraz szprycy i próbnego galopu. Zarówno w grupie ogierów arabskich czystej krwi, jak i klaczy tej rasy nieistotnie różniący RR wystąpił podczas półmachu, szprycy i próbnego galopu.

W przypadku każdej z analizowanych grup badawczych wystąpiły istotne różnice między średnimi wartościami rMSSD podczas różnego rodzaju galopu treningowego (tab. 4). Ogiery pełnej krwi angielskiej charakteryzowały się podobnym rMSSD jedynie podczas równego kentra i półmachu. Klacze tej rasy miały zbliżoną wartość wspomnianego parametru w trakcie kentra i równego kentra oraz równego kentra i półmachu. W grupie ogierów arabskich czystej krwi nieistotnie różniący rMSSD wystąpił podczas kentra i równego kentra. Nieistotne różnice w grupie klaczy dotyczyły natomiast kentra, równego kentra, półmachu i szprycy.

Tabela 4. rMSSD (ms²) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 4. rMSSD (ms²) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
42,23a	11,12	32,93b	9,77	34,14b	8,88	23,14c	13,35	14,67d	6,56
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
44,16a	10,06	36,56ae	11,02	30,66be	9,34	18,34c	8,56	12,11d	8,63
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
56,67a	8,45	52,12a	13,11	45,35b	9,98	37,23c	9,28	21,34d	7,96
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
45,23a	9,45	47,23a	11,08	40,53a	10,48	42,22a	10,37	29,67b	9,31

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0.05$
* Rapid acceleration to maximum speed

Tabela 5. LF (ms) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 5. LF (ms) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średni mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
1247,34a	234,13	1312,67a	547,23	1567,34b	533,23	1788,56c	610,56	1862,82c	599,14
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
1312,45a	346,69	1467,45a	502,56	1658,42b	543,76	1854,87c	777,24	2012,34c	854,76
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
1302,45a	453,53	1511,82a	599,76	1699,61b	602,16	1992,49c	603,59	1912,56c	693,23
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
1288,56a	459,45	1401,45a	517,46	1563,25a	613,56	1812,45b	694,05	1845,65b	705,58

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0.05$
* Rapid acceleration to maximum speed

Tabela 6. HF (ms) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 6. HF (ms) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
519,34a	89,34	444,12a	74,78	328,56b	65,34	302,33b	65,99	278,45c	30,06
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
678,45a	77,83	634,34a	80,04	614,49a	69,56	589,45ac	63,54	459,45bc	54,65
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
745,67a	69,62	706,49a	72,07	689,49ac	67,46	618,49bc	60,07	568,39b	62,32
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
623,56a	59,76	512,45b	70,06	399,45c	58,57	312,06d	58,63	308,49d	56,99

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0,05$
* Rapid acceleration to maximum speed

Tabela 7. LF/HF (%) podczas różnego rodzaju galopu treningowego
Table 7. LF/HF (%) during different kinds of training gallop

Kenter Canter		Równy kenter Even canter		Półmach 0.5 mach		Szpryca Rapid acceleration*		Próbny galop Trial gallop	
średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD	średnia mean	SD
Ogiery pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred stallions									
240,02	55,34	295,49a	56,76	477,74b	51,54	592,05b	54,61	669,78c	50,15
Klaczki pełnej krwi angielskiej/ Thoroughbred mares									
193,51a	52,04	231,38ae	49,99	270,03be	60,04	314,77c	60,12	438,34d	48,72
Ogiery arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian stallions									
177,76a	47,34	214,02b	46,67	246,58b	55,62	322,33c	49,49	336,62c	51,09
Klaczki arabskie czystej krwi/ Purebred Arabian mares									
206,74a	34,76	273,63b	53,42	391,72c	56,07	580,76d	51,05	599,02d	54,81

Średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie przy $P \leq 0,05$
Mean values (in rows) designed different letters are significantly different at $P \leq 0,05$
* Rapid acceleration to maximum speed

Odnotowano również istotne różnice wartości LF w zależności od rodzaju galopu (tab. 5). W przypadku ogierów i klaczy pełnej krwi angielskiej oraz ogierów czystej krwi arabskiej wystąpiły nieistotne różnice średnich wartości LF podczas kentra i równego kentra oraz szpryca i próbnego galopu. W grupie klaczy arabskich czystej krwi nieistot-

nie różniący LF odnotowano podczas kentra, równego kentra i półmachu oraz szprycy i próbnego galopu.

W każdej analizowanej grupie badawczej wystąpiły istotne różnice między wartościami HF podczas różnego rodzaju galopu treningowego (tab. 6). Ogiery pełnej krwi angielskiej miały zbliżoną wartość HF w trakcie kentra i równego kentra oraz półmachu i szprycy. Klacze tej rasy charakteryzowały się podobnym HF podczas kentra, równego kentra, półmachu i szprycy oraz szprycy i próbnego galopu. W grupie ogierów arabskich czystej krwi nieistotnie różniące wartości HF wystąpiły w trakcie kentra, równego kentra i półmachu, szprycy i próbnego galopu oraz półmachu i szprycy. Nieistotne różnice w grupie klaczy dotyczyły jedynie szprycy i próbnego galopu.

W przypadku każdej z analizowanych grup badawczych wystąpiły istotne różnice między wartościami LF/HF podczas różnego rodzaju galopu treningowego (tab. 7). Ogiery pełnej krwi angielskiej charakteryzowały się podobnymi LF/HF podczas kentra i równego kentra oraz półmachu i szprycy. Klacze tej rasy miały zbliżoną wartość wspomnianego parametru w trakcie kentra i równego kentra oraz równego kentra i półmachu. W grupie ogierów arabskich czystej krwi nieistotnie różniący LF/HF wystąpił podczas równego kentra i półmachu oraz szprycy i równego galopu. Nieistotne różnice w grupie klaczy dotyczyły natomiast szprycy i równego galopu.

DYSKUSJA

Jak wskazują wyniki niniejszej pracy, wysiłek, jakiemu poddawane są konie wyścigowe, jest bardzo zróżnicowany pod względem tempa ruchu. Różnicuje go nie tylko rodzaj galopu treningowego, ale i rasa oraz płeć szkolonych koni. Okazuje się, że istotne różnice między wspomnianym tempem ruchu pojawiają się już podczas wysiłku o najmniejszym natężeniu, czyli w trakcie kentra i równego kentra. Można zatem sugerować, iż wycucie trenera koni wyścigowych i jeźdźca pełni nadrzędną rolę w kształtowaniu optymalnej wydolności organizmu zwierzęcia. Podobnego zdania są Del Castillo i Schwartz [1997], wskazując na konieczność precyzyjnego doboru obciążeń treningowych koni wyścigowych, co jest szczególnie ważne w przypadku osobników startujących w gonitwach w ramach pierwszego sezonu wyścigowego.

Interesujące jest również, że konie wyścigowe osiągają maksymalne tempo ruchu podczas szprycy, czyli krótkiego odcinka toru wyścigowego, a nie w czasie galopu próbnego, który jest traktowany jak generalna próba przed gonitwą. Zastanawiające jest również, że klacze pełnej krwi angielskiej osiągają większe tempo maksymalne niż ogiery tej rasy. Odwrotna sytuacja charakteryzuje reprezentantów rasy arabskiej czystej krwi. O znaczącym wpływie czynnika płci na dzielność wyścigową koni pisze Janczarek [2011]. Wspomniana autorka wykazała mniejszą wydolność klaczy arabskich czystej krwi w stosunku do ogierów tej rasy w trakcie całej kariery wyścigowej. Płeć nie determinowała natomiast wyników wyścigowych koni pełnej krwi angielskiej.

Zróżnicowanie treningu koni wyścigowych i subtelne różnice pojawiające się między rodzajem wysiłku skłaniają do poszukiwania finezyjnych metod oceny ich zaawansowania treningowego. Należy podkreślić, iż skuteczną metodą może być w tym przypadku pomiar parametrów zmienności rytmu serca, czyli HRV. Dotychczas te parametry były głównie wykorzystywane w ocenie pobudliwości emocjonalnej zwierząt i ludzi [Malik

1996, von Borell i in. 2007]. Parametry HRV należą do bardzo czułych wskaźników, zmieniających się nawet pod wpływem dyskretnych czynników zewnętrznych [Acharya i in. 2006]. Można zatem przypuszczać, iż będą one również wystarczająco czułym wskaźnikiem rodzaju wysiłku.

Wyniki uzyskane w ramach omawianej pracy wskazują, iż większość z parametrów HRV jest przydatna do oceny stopnia natężenia wysiłku koni wyścigowych. Parametr HR, czyli częstość rytmu serca, może być przede wszystkim wykorzystywany do oceny wysiłku o małym i co najwyżej średnim natężeniu. W ocenie wysiłków submaksymalnych i maksymalnych HR wydaje się być natomiast mało czułym parametrem. Podobnego zdania są Kinnunen i in. [2006].

Nieco bardziej czułym wskaźnikiem wydaje się być natomiast RR. Wyniki omawianej pracy wskazują, że najlepiej wykorzystywać go do porównania wysiłku o małym natężeniu z wysiłkiem o natężeniu średnim i dużym. Najkorzystniejszych rezultatów można spodziewać się w przypadku analizy RR w grupie koni pełnej krwi angielskiej. Parametr RR jest odwrotnością HR, jednakże ze względu na inną jednostkę miary, w której jest wyrażany, pozwala na wychwycenie dość subtelnych zmian [von Borell i in. 2007].

RMSSD i HF wskazują na aktywność ze strony układu przywspółczulnego [Acharya i in. 2006]. Wyniki pokazują, iż istotne zmiany w poziomie tych parametrów pojawiają się bardzo często. Układ przywspółczulny staje się tym mniej aktywny, im natężenie wysiłku, jakiemu poddawane są konie wyścigowe, wzrasta. Warto zwrócić uwagę, że wspomniane parametry wykazują szczególne zróżnicowanie w przypadku klaczy pełnej krwi angielskiej i ogierów arabskich czystej krwi. Można podkreślić, iż czynnik rasy i płci ma zasadniczy wpływ na układ przywspółczulny podczas wysiłku o różnym natężeniu. O wpływie wysiłku fizycznego na reaktywność gałęzi przywspółczulnej układu autonomicznego piszą również Physick-Sheard i in. [2000], więc własne rezultaty można zatem uznać za zgodne z cytowanymi. Trudności może sprawić ocena wysiłku koni wyścigowych na podstawie aktywności układu współczulnego, wyrażonej w niniejszej pracy za pomocą parametru LF oraz zrównoważenia układu autonomicznego, czyli LF/HF. Obydwa wskaźniki powinny znaleźć większe zastosowanie w przypadku oceny wysiłku klaczy obydwu badanych ras. Analiza wyników ogierów może okazać się natomiast mało precyzyjna. Można zatem stwierdzić, iż wzrost poziomu wspomnianych parametrów u klaczy wskazuje na fakt, iż wysiłek fizyczny generuje stres w o wiele większym stopniu niż w przypadku ogierów. Uzyskane wyniki można porównać z opublikowanymi przez Morris i Seehermana [1991], gdyż wskazali oni na destrukcyjny wpływ, jaki trening wyścigowy wywiera na organizm klaczy.

Podsumowując dyskusję, warto jeszcze raz podkreślić, iż parametry HRV mogą znaleźć zastosowanie w ocenie stopnia wysiłku koni wyścigowych.

WNIOSKI

1. Tempo ruchu koni wyścigowych podczas galopu treningowego jest determinowane przez wiele czynników, w tym m.in. rodzaj wysiłku, a także rasę i płeć konia. Odpowiednie dostosowanie obciążeń treningowych do indywidualnych możliwości organizmu zwierzęcia wydaje się zatem w tym przypadku szczególnie ważne.

2. Parametry HRV mogą być wykorzystywane w ocenie stopnia wysiłku koni wyścigowych. Sprecyzowanie oceny będzie możliwe dzięki wyborowi odpowiednich parametrów do oceny osobników określonej rasy i płci.

3. Ocenę stopnia wysiłku koni wyścigowych najlepiej przeprowadzać na podstawie analizy parametrów opisujących aktywność układu autonomicznego, a nie wskaźnika częstości rytmu serca, który jest za mało precyzyjny w ocenie wysiłku fizycznego koni.

4. Klacze wyścigowe charakteryzuje wzmożona aktywność części współczulnej układu autonomicznego, co oznacza, iż przygotowania do startu w gonitwach powodują w ich przypadku o wiele większe generowanie stresu niż u ogierów. Trening klaczy powinien zatem zasadniczo różnić się od treningu ogierów.

PIŚMIENNICTWO

- Acharya U.R., Joseph K.P., Kannathal N., Lim C.M., Suri J. S., 2006. Heart rate variability: a review. *Med. Biol. Eng. Comput.* 44(12), 1031–1051.
- Del Castillo J., Schwartz L., 1997. Backyard race horse. The training manual. A comprehensive off-track program for owners and trainers. Preduction Publication & Productions Press, Winter Haven.
- Evans D.L., 2007. Physiology of equine performance and associated tests of function. *Equine Vet. J.* 39(4), 373–383.
- Hodgson D.R., McKeever K.H., McGowan C.M., 2013. The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine. Elsevier, St. Louis.
- Janczarek I., Kędzierski W., 2011. Emotional response of young race horses to a transfer from a familiar to an unfamiliar environment. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 29(3), 205–212.
- Kaproń M., 1999. Metody doskonalenia koni. Wyd. AR w Lublinie, Lublin.
- Kinnunen S., Laukkanen R., Haldi J., Hanninen O., Atalay M., 2006. Heart rate variability in trotters during different training periods. *Equine Vet. J.* 38(36), 214–217.
- Landers T.A., 2006. Professional care of the racehorse: A guide to grooming, feeding and handling the equine athlete. Lexington, KY.
- Malik M., 1996. Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 93, 1043–1065.
- Morris E.A., Seeherman H.J., 1991. Clinical evaluation of poor performance in the racehorse: the results of 275 evaluations. *Equine Vet. J.* 23(3), 169–174.
- Physick-Sheard P.W., Marlin D.J., Thornhill R., Schroter R.C., 2000. Frequency domain analysis of heart rate variability in horses at rest and during exercise. *Equine Vet. J.* 32(3), 253–262.
- Von Borell E., Langbein J., Despres G., Hansen S., 2007. Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress. *Physiol. Behav.* 92(3), 293–216. www.pkwk.pl, 2015.

Praca została wykonana w ramach Programu Badań Stosowanych (projekt nr 180061 pt. „Metody łagodzenia stresu w aspekcie dzielności wyścigowej koni arabskich czystej krwi”).

Summary. In the thesis it is assumed that HRV parameters are sufficiently sensitive determinants in assessing the efficiency of the body during an effort with slightly varying intensity. The aim of the thesis was to assess the possibilities of using the HRV parameters in appraising the degree of

race horses' effort specified on the basis of the pace of the training gallop. 15 stallions and mares of Arabian Horses and Thoroughbred breeds were examined. The proper effort (canter or gallop) was grouped according to the pace of movement and the valid racing nomenclature. In each kind of effort the six parameters describing horses' heart rate variability (HRV) were examined. It was concluded that the HRV parameters can be used in the assessment of the degree of the effort of race horses. It is best to conduct such assessment on the basis of the analysis of the parameters describing the activity of the autonomous system. Race mares are characterised by an increased activity of the sympathetic part of this system, which means that preparations to take part in races in their case cause a much greater generation of stress than in the case of stallions. The training of mares should be therefore fundamentally different from the training of stallions.

Key words: horses, races, training, HRV