

*Janusz Gill\**

## Wpływ wyścigów na zachowanie się wybranych wskaźników fizjologicznych u koni czystej krwi arabskiej

### Wprowadzenie

Rozpatrując jakikolwiek przebieg procesów życia na poziomie organizmu nie można pomijać faktu, iż dany organizm jest przedstawicielem swojego gatunku, który ukształtował się w ciągu istnienia wielu tysięcy pokoleń. Pokolenia te, jak wszystkie żywe organizmy, musiały rozwijać się i doskonalić pod wpływem dwóch czynników środowiska. Pierwszym jest sposób zdobywania pokarmu, drugim – obrót Ziemi wokół swej osi i stąd zmiany okresów światła i ciemności.

Pierwszy regulator życia ukształtował różne sposoby czynnego zdobywania pokarmu i, co było koniecznym następstwem, wykształcenie odmiennych mechanizmów trawienia fizycznego i chemicznego, a następnie – dróg wykorzystania energii zawartej w składnikach odżywczych.

Drugi regulator wymusił wytworzenie różnych sposobów odbierania światła oraz powstanie mechanizmów adaptacyjnych zwanych rytmami lub cyklami. Odnosi się to także do przystosowania okresów zdobywania pokarmu, w zależności od obecności lub braku światła, a także od rozpoznania zachowania się wrogów, lub potencjalnego pokarmu, w przypadku zwierząt mięsożernych.

Obydwie te presje środowiska spowodowały odpowiednie adaptacje na wszystkich poziomach regulacji, od genomu do układu białek w mózgowiu. Adaptacje te są przekazywane następnym pokoleniom na drodze genetycznej i behawioralnej.

---

\* Zakład Fizjologii Zwierząt Kręgowych Uniwersytetu Warszawskiego.

Zwierzęta udomowione od pewnego momentu w czasie swej historii zostały poddane upodobaniom lub potrzebom człowieka. W efekcie tego osobniki, które nie odpowiadały tym względom, były usuwane od możliwości przekazywania następnym pokoleniom swojego materiału genetycznego i nabytego doświadczenia. W wyniku tego dobór naturalny został zastąpiony przypadkowym, w sensie biologicznym, a wszystko to, co byłoby może najlepsze dla danego gatunku lub określonej populacji, zostało zastąpione dążeniem do uzyskania jednostkowej doskonałości potrzebnej człowiekowi, jak np. szybkość biegu, grubość tłuszczu podskórnego, ilość produkowanego mleka lub jaj. W efekcie tego taki dobór nie zwracał uwagi na to, że wiele innych cech było wytwarzane zupełnie przypadkowo, jako rezultat braku kontroli fizjologicznej.

Koń przeszedł swą długą historię jako organizm roślinożerny. Tym samym, przerabiając twarde i ubogie w składniki odżywcze tkanki roślinne we własne tkanki, bogate w białko, łatwostrawne, stawał się pokarmem dla drapieżników. A ponieważ nie miał żadnego narządu walki, więc jedynym sposobem ochrony życia, a tym samym gatunku, stała się ucieczka. Przez wieki ta dążność do zwiększania szybkości i skuteczności ucieczki stała się nakazem doskonalenia całego organizmu, wszystkich elementów budowy i funkcji.

Główny nacisk był położony na doskonalenie układu ruchu oraz na zapewnienie doskonałości funkcjonowania tego układu. Rozwój układu ruchu szedł przede wszystkim w kierunku oszczędzania energii koniecznej do szybkiego biegu. Manifestowało się to wydłużaniem kończyn, co dawało rodzaj dźwigni o długim zasięgu i redukcji palców dłoni i stopy, co w końcu spowodowało wytworzenie kopyta, którego kontakt z podłożem jest niezwykle krótki. Dało to bardzo dużą oszczędność energii podczas biegu.

Z kolei, aby zapewnić zaopatrzenie mięśni w energię, nastąpiła istotna rozbudowa układu krążenia i oddychania oraz nie spotykana nigdzie indziej tolerancja wszystkich układów, tkanek i komórek na zakwaszenie, które jest bezwzględny efektem intensywnej pracy mięśniowej.

W czasie zasiedlania różnych terenów przez konie określona ich populacja zamieszkała półpustynne obszary południowo-zachodniej Azji. Tutaj musiały przemierzać długie dystanse w poszukiwaniu paszy i wody, a także uciekać przed atakami drapieżników. W jakimś okresie tereny te zamieszkałi ludzie nazwani później Arabami. Dla pokonywania dużych odległości zaczęli oni wykorzystywać istniejące tu konie, które zostały udomowione. Dziś trudno ustalić kiedy to nastąpiło, bowiem statuetka głowy konia oce-

niona na około 6 tysięcy lat temu (Flade 1962) przedstawia kształt głowy typowy dla współczesnego konia arabskiego.

Nie wnikając w tok rozważań historycznych należy stwierdzić, że koń arabski wykazuje cechy wysoce konserwatywne, zarówno jeśli idzie o elementy budowy, jak i funkcjonowania organizmu, co przejawia się zdolnością do długotrwałego, wytrzymałościowego biegu, lecz o niezbyt dużej szybkości. Ta właściwość była i jest wykorzystywana w rajdach długodystansowych. Jednak, ogólnie biorąc, we współczesnym doborze tych koni do rozrodu główną cechą jest piękno budowy i ruchu, zaś osiągnięcia biegowe mają zdecydowanie mały wpływ (Kownacki 1992).

Tymczasem od 65 lat człowiek zaczął zmuszać konie arabskie do szybkich wyścigów, typowych dla koni pełnej krwi angielskiej. Wyścigi te wymagają oczywiście odpowiedniego treningu przygotowawczego. Jednak obserwacje tych wyścigów sugerowały, iż tak duże szybkości są zbyt wielkim obciążeniem dla koni tej rasy (Skorkowski 1932). Ponadto co roku dość znaczna liczba tych koni jest wycofywana i odsyłana do stadnin, jako nie spełniające wymogów koni wyścigowych.

Celem tej pracy było zbadanie zachowania się kilku podstawowych wskaźników fizjologicznych w przebiegu pełnego cyklu treningowego i wyścigowego grupy koni czystej krwi arabskiej, przebywających w Państwowych Torach Wyścigów Konnych (PTWK) w Warszawie, oraz porównanie wyników z podobnymi uzyskanymi w badaniach koni pełnej krwi angielskiej.

## **Material i metody**

Badania przeprowadzono na 10 ogierach i 10 klaczach czystej krwi arabskiej, urodzonych w trzech polskich stadninach, wiosną 1975 r., które jako 3-letnie rozpoczęły trening jesienią 1977 r. Badania rozpoczęto w styczniu 1978 r. i zakończono na początku stycznia 1979 r. W stajniach PTWK wszystkie konie znajdowały się w jednakowych warunkach żywienia i utrzymania, pod stałą opieką lekarsko-weterynaryjną. Oświetlenie stajen było naturalne, z wyjątkiem okresów porannego i wieczornego karmienia i czyszczenia, w okresie krótkich dni zimowych.

Badane konie przechodziły 3 etapy treningu i wysiłku:

I okres – treningów o narastającym nasileniu, od stycznia do kwietnia włącznie;

II okres – startów w gonitwach, od maja do października;

III okres – postartowy, o zmniejszającym się natężeniu treningu, listopad i grudzień.

Trzyletnie konie arabskie biegały na dystansach najpierw 1000–1600 metrów, potem 1800–2200 metrów. Najważniejsze dla tych koni były rozgrywane w maju gonitwy debiutantów.

Tabela 1 zawiera wykaz koni użytych do badań, oraz udział ich w badaniach, a tym samym w startach. Bowiern konie, które nie startowały w wyścigach nie były badane.

Tab. 1. Wykaz koni czystej krwi arabskiej badanych w PTWK w ciągu 1978 roku

Lp.	Imię konia	S.	Miesiące												Uwagi		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
			<b>Ogiery</b>														
1.	<i>Arkan</i>	J.	+	+	+	+	+	+	-	-							brak umiejętności galopowania
2.	<i>Sepet</i>	K.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-			zapalenie okostnej
3.	<i>Epigon</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
4.	<i>Chomik</i>	M.	+	+	+	+	-	+	+	-	-						wycofany, trudny charakter
5.	<i>Bankrut</i>	J.	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-			kontuzje kończyn
6.	<i>Poklask</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
7.	<i>Erban</i>	J.	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+			
8.	<i>Nurt</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
9.	<i>Czerkies II</i>	J.	+	+	+	-	-										wycofany, agresywny
10.	<i>Elpas</i>	J.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
	Badano:		10	10	10	9	7	9	8	6	7	6	5	5			
			<b>Klacz</b>														
11.	<i>Eterna</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
12.	<i>Etruria</i>	J.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-				wycofana, bez kontuzji
13.	<i>Brusznica</i>	J.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-		zapalenia ścięgien
14.	<i>Tawerna</i>	J.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
15.	<i>Wersja</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-		mięśniowchwat
16.	<i>Elektorka</i>	K.	+	+	+	-	-										zapalenie okostnej
17.	<i>Ceremonia</i>	J.	+	+	+	-	-										brak umiejętności galopowania
18.	<i>Gildia</i>	M.	+	+	+	+	+	+	+	-	-						zapalenia ścięgien
19.	<i>Rohatyna</i>	K.	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-			brak umiejętności galopowania
20.	<i>Groza</i>	M.	+	+	+	-	-										zapalenia więzadeł
	Badano:		10	10	10	6	6	7	7	6	6	5	2	2			

S. = Stadnina; J. – Janów Podlaski, M. – Michałów, K. – Kurozwęki

Krew do badań pobierano z żyły jarzmowej, między godziną 8 i 9 rano, w stajni, przed siodłaniem koni, średnio co 5 tygodni.

W pełnej krwi wykonywano komplet badań hematologicznych, metodami standardowymi oraz oznaczano poziom kwasu mlekowego metodą Barkera i Summersona (1941) i kwasu pirogronowego metodą Friedmana i Haugena (1943), obydwie metody w modyfikacji Natelsona (1961). W surowicy krwi oznaczano poziom białka całkowitego metodą biuretową oraz udział frakcji białkowych i glikoproteidowych metodą elektroforezy bibułowej według Dżułyńskiej i wsp. (1964).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej według testu „t” Studenta (Oktaba 1977) w celu zbadania istotności wyników uzyskanych w ciągu roku i różnic między płciami. Wykonano też aproksymację przebiegu zmian wybranych wskaźników w celu określenia ilościowych zależności funkcyjnych tych zmian w stosunku do czasu trwania treningu i wysiłku (Strzałkowski i Śliżyński 1978).

## Wyniki

Spośród wielu setek wyników uzyskanych w ciągu 12 miesięcy badań zostaną tutaj przedstawione tylko te z nich, które mają decydujące znaczenie dla postawionego pytania.

Rycina 1 obrazuje przebieg zmian liczby erytrocytów u ogierów i klaczy. Z wartości  $9,67 \pm 0,77$  mln/mm<sup>3</sup> – ogiery i  $9,74 \pm 0,41$  mln/mm<sup>3</sup> – klacze, w okresie rozpoczynania treningu, wartości te wzrastały wraz z nasileniem intensywności treningu, aż do ponad 13 mln/mm<sup>3</sup> u ogierów i ponad 12 mln/mm<sup>3</sup> u klaczy, w kwietniu i maju. Następujące potem wysiłki zahamowały tę tendencję, z dość dużymi wahaniami. Wreszcie od sierpnia nastąpiły zupełnie нефизjologiczne wahania, zwłaszcza u ogierów, które startowały częściej niż klacze ( $9,59 \pm 0,53$  mln/mm<sup>3</sup> w październiku). Zaprzestanie wyścigów spowodowało regenerację w układzie czerwono-krwinkowym, szczególnie wyraźną u ogierów. U zaledwie 2 klaczy, które biegały do końca sezonu (tab. 1) nie doszło jeszcze do regeneracji tego układu, przy czym wahania indywidualne były duże, szczególnie w listopadzie ( $11,40 \pm 2,50$  mln/mm<sup>3</sup>).

Rycina 2 przedstawia podobne zmiany w ilości hemoglobiny. Pierwsze 4 miesiące narastających obciążeń wywierały pozytywny efekt. Ilość Hb sięgała  $16,71 \pm 0,45$  g/100 ml krwi, ogiery w kwietniu. Rozpoczęcie startów

zahamowało tę tendencję, jednak nie nastąpiły tak gwałtowne zmiany jak w przypadku liczby erytrocytów. Natomiast zupełnie odmienne było zachowanie się Hb po zaprzestaniu startów, szczególnie u klaczy, u których  $13,19 \pm 0,17$  g/100 ml była najniższą ze stwierdzonych w ciągu roku.

Rycina 3 obrazuje zmiany liczby leukocytów u badanych koni. Nasilający się trening spowodował dramatyczne zmiany, sięgające prawie 50% liczby tych krwinek. Wahania u klaczy były od  $12\ 350/\text{mm}^3$  w lutym do  $19\ 450/\text{mm}^3$  w marcu. Natomiast rozpoczęcie startów wywołało ukierunkowane zmiany w kierunku stałego spadku, aż do ostatnich dwóch miesięcy wyścigów, np.  $11\ 190/\text{mm}^3$  ogiery we wrześniu. Przy czym przez pierwsze 3 miesiące startów ogiery reagowały silniejszym spadkiem niż klacze. Ale od sierpnia już nie było istotnych różnic. Przy czym u ogierów końcowy poziom tych krwinek był znacznie niższy aniżeli przed rozpoczęciem treningów ( $16\ 730 \pm 1120/\text{mm}^3$  i  $12\ 240 \pm 1090/\text{mm}^3$ , odpowiednio. U klaczy nastąpił w tym okresie silny wzrost, aż do  $16\ 100 \pm 700/\text{mm}^3$  w grudniu.

Rycina 4 uwidacznia zachowanie się spoczynkowych poziomów kwasu mlekowego. Wyjściowy poziom wynosił  $4,96 \pm 0,64$  mg/100 ml – ogiery i  $4,74 \pm 0,58$  mg/100 ml – klacze. Pierwsze 4 miesiące nasilających się treningów spowodowały wzrost spoczynkowego poziomu tego kwasu, z wyjątkiem spadku u ogierów w lutym. Rozpoczęcie startów wywołało różne reakcje u obydwu płci. U ogierów było widoczne obniżanie się tego kwasu, aż do sierpnia, po czym miał miejsce wzrost i po zakończeniu wyścigów – powolny spadek, do wartości minimalnie niższej niż przed rozpoczęciem treningów ( $4,25 \pm 0,71$  mg/100 ml). Natomiast u klaczy starty w wyścigach nie wywołały żadnej adaptacji metabolicznej, z wyjątkiem zmian w lipcu i sierpniu, ale we wrześniu nastąpił ponowny wzrost, podobny jak w czerwcu (ponad 8 mg/100 ml). Dopiero ostatnie 3 miesiące spowodowały spadek tego poziomu. Ale były to tylko 2 klacze, które, jak wynika z ryciny 3, dopiero po zaprzestaniu ciężkiej pracy wyścigowej wykazały jej wpływ adaptacyjny.

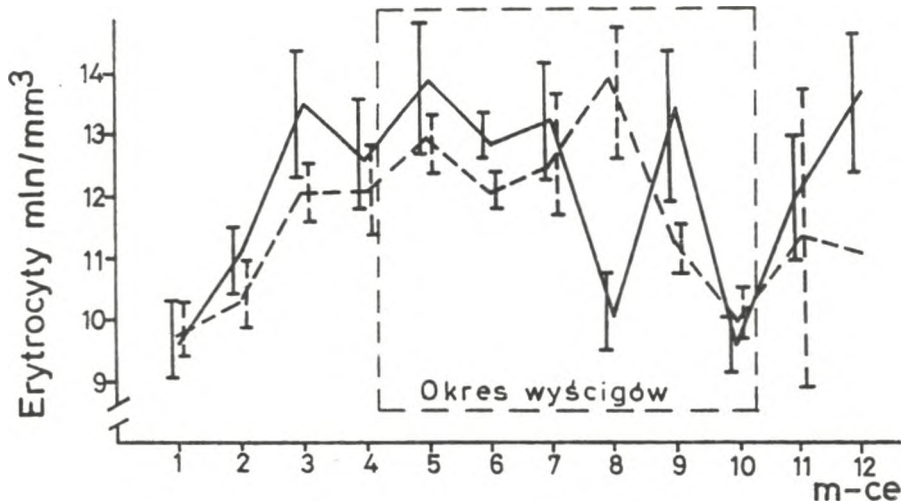
W stosunku do wartości wyjściowych istotne zmiany u ogierów wystąpiły w kwietniu i czerwcu, zaś u klaczy – w kwietniu, maju, czerwcu, sierpniu i wrześniu.

Zachowanie się poziomów kwasu pirogronowego (ryc. 5) nie przypomina przebiegów omówionych poprzednio. Jedynie w ciągu pierwszych 3 miesięcy startów i ostatni miesiąc badań wykazały większe zmiany. W pozostałych okresach właściwie nie było zmian, z wyjątkiem 2 ostatnich miesięcy

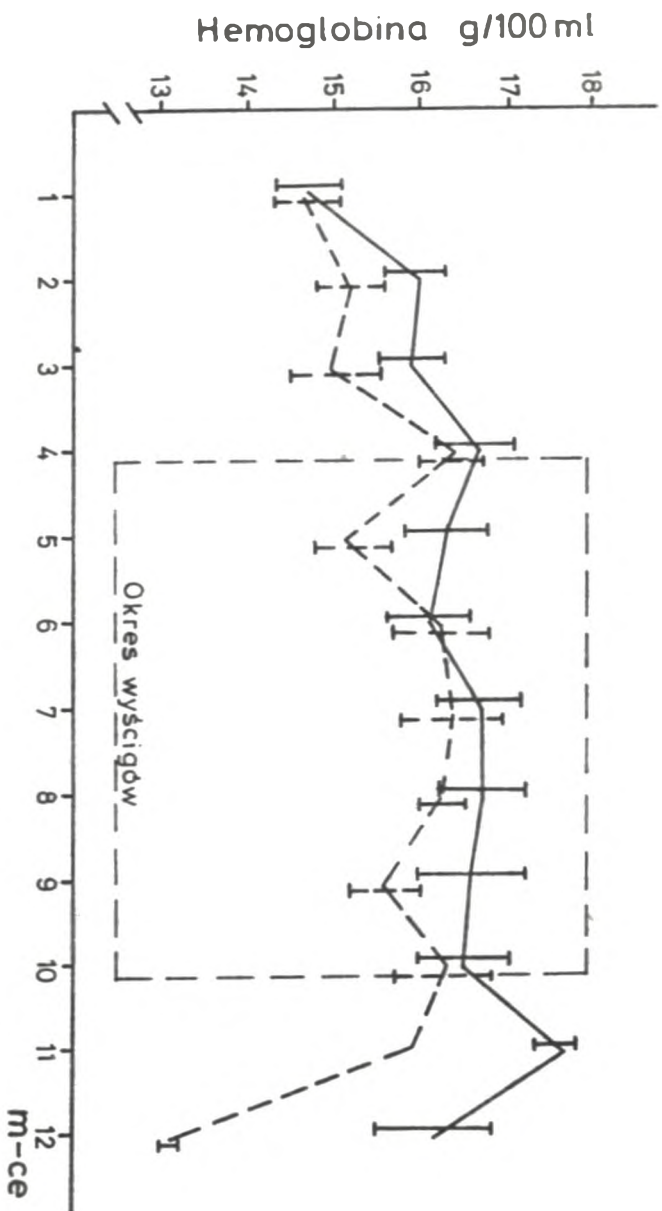
( $0,56 \pm 0,03$  mg/100 ml w listopadzie i  $0,25 \pm 0,04$  mg/100 ml w grudniu). Analiza statystyczna wykazała istotność tylko w grudniu u ogierów.

Dla lepszego zobrazowania ukierunkowania tych dwóch istotnych wskaźników adaptacji metabolicznej organizmu przedstawiono krzywe aproksymacyjne (ryc. 6). Wynika z nich, że nie ma żadnego pozytywnego wpływu rocznego intensywnego treningu, zarówno na tendencje w zachowaniu się kwasu mlekowego, jak i pirogronowego. Przy czym krzywe te potwierdzają, iż u klaczy obserwowane zmiany były bardziej dramatyczne niż u ogierów.

Nasilający się trening podnosi poziom białek w mięśniach, co ma także wpływ na ilość białek krążących w krwi. Ryc. 7 wykazuje, że oczekiwane zmiany nastąpiły dopiero po zaprzestaniu startów, w okresie regeneracji organizmu (początkowo  $7,03 \pm 0,18$  g/100 ml ogiery i  $6,48 \pm 0,36$  g/100 ml klacze, zaś w grudniu  $7,12 \pm 0,22$  ogiery i  $7,48 \pm 0,06$  g/100 ml klacze). Natomiast zarówno trening wstępny, intensywny, jak i starty w wyścigach powodowały wyraźne wahania, z bardzo silnym obniżeniem się poziomu białka całkowitego w lipcu i sierpniu (ogiery  $6,23 \pm 0,24$  w lipcu, klacze  $6,33 \pm 0,09$  g/100 ml w sierpniu). We wrześniu miał miejsce wysoki wzrost tego wskaźnika u klaczy, przy niewielkim obniżeniu u ogierów.

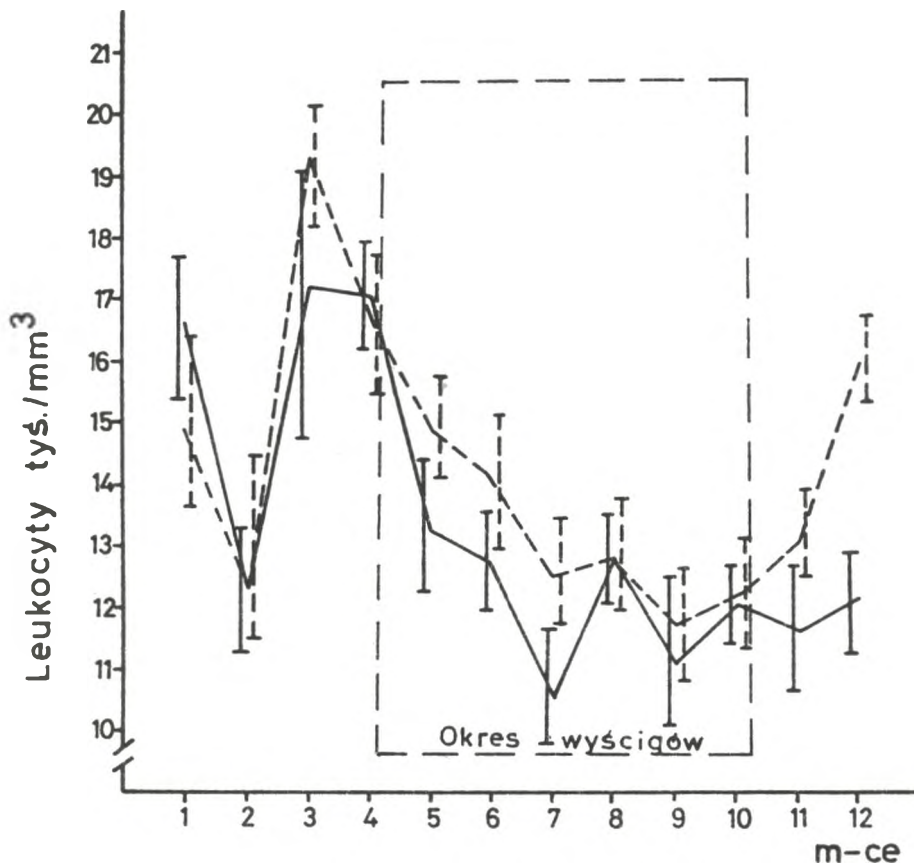


Ryc. 1. Zmiany liczby erytrocytów w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
— ogiery, - - - klacze

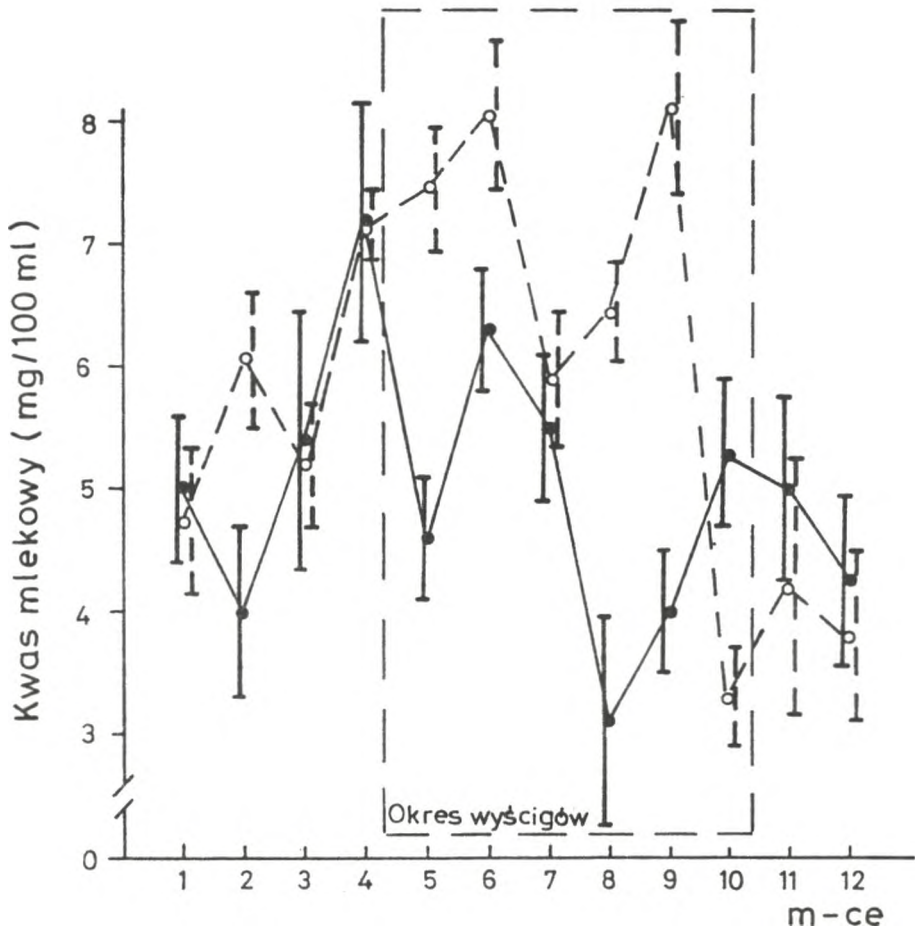


Ryc. 2. Zmiany ilości hemoglobiny w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
 — ogier, - - - - - klacze

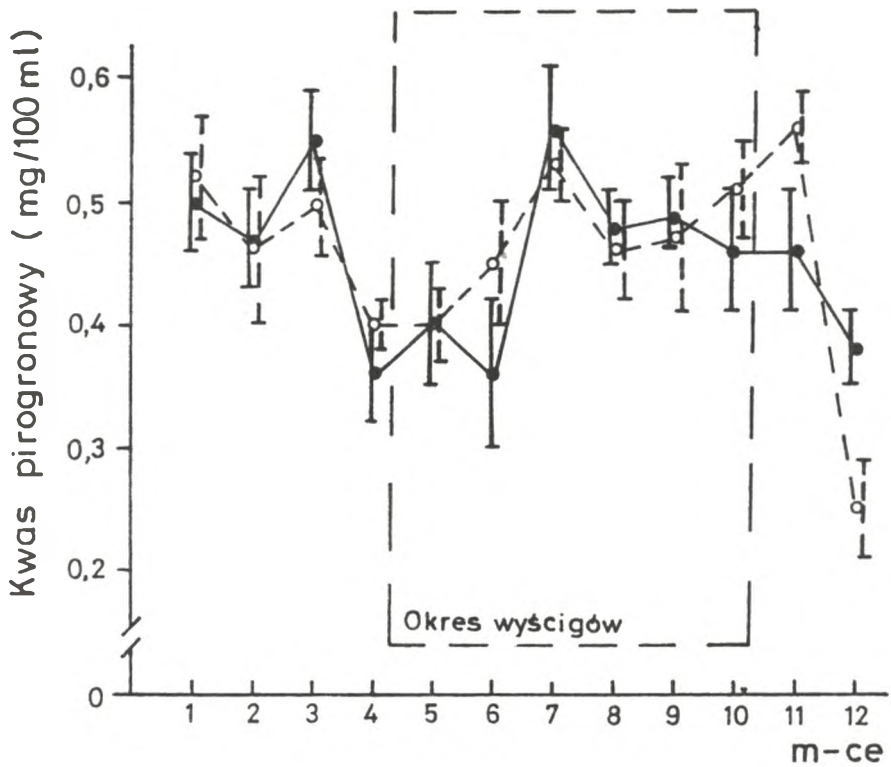




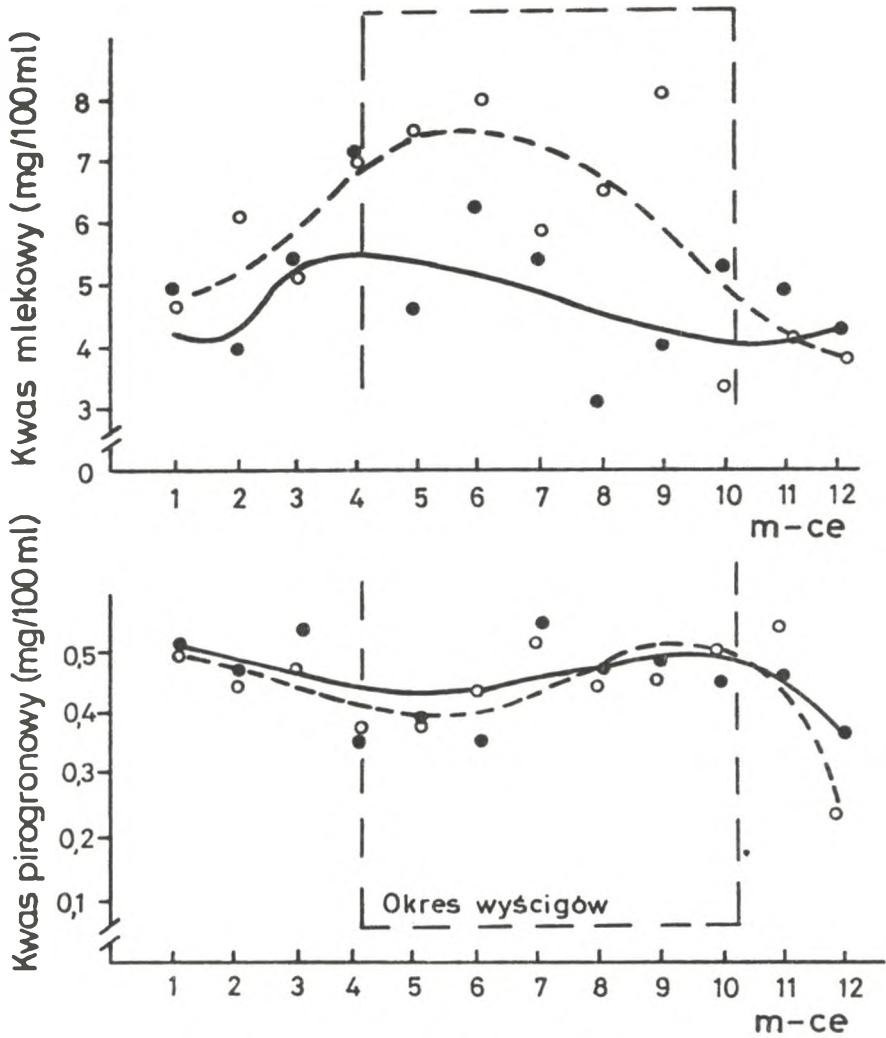
Ryc. 3. Zmiany liczby leukocytów w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
 — ogiere, - - - - klacze



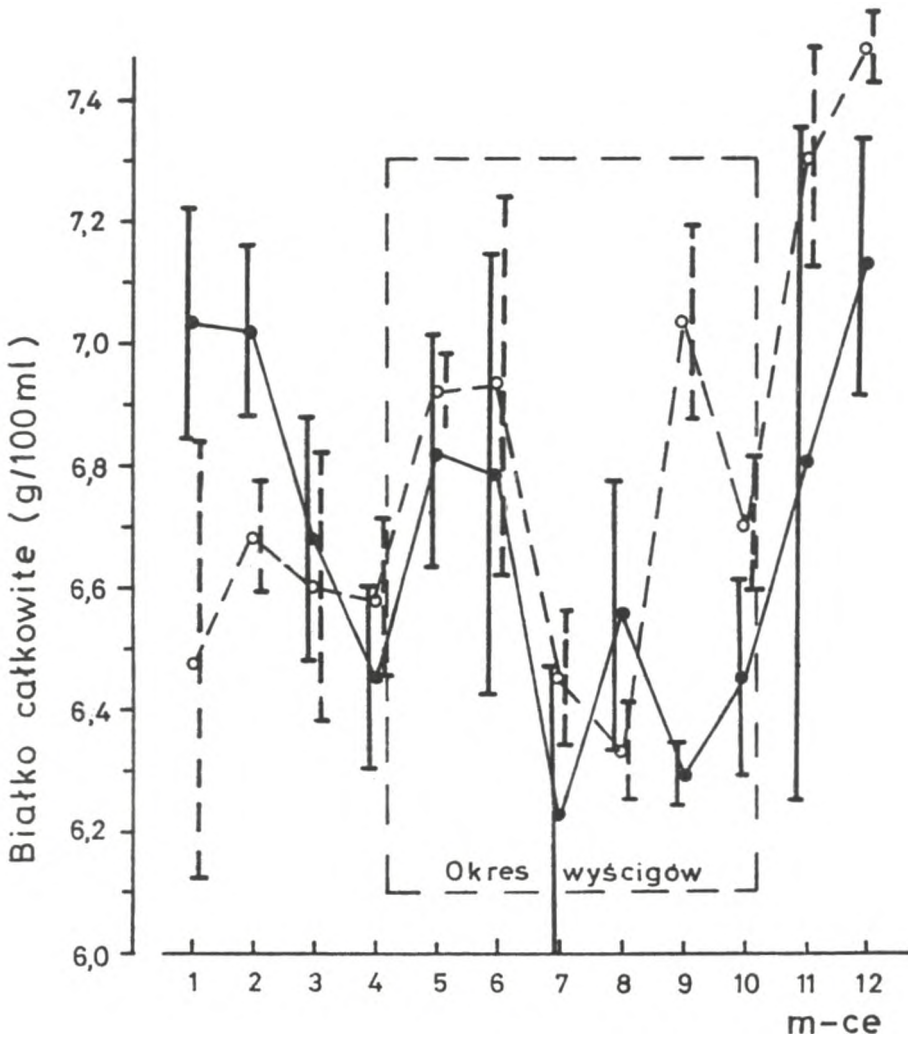
Ryc. 4. Zmiany poziomu kwasu mlekowego w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
 — ogiere, - - - klacze



Ryc. 5. Zmiany poziomu kwasu pirogronowego w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
 — ogierzy, ---- klacze



Ryc. 6. Krzywe aproksymacyjne ukierunkowujące całoroczne zmiany w poziomach kwasu mlekowego i kwasu pirogronowego w krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku. Punkty przedstawiają wartości doświadczalne  
 ● — ogiery, ○ — — — — klacze



Ryc. 7. Zmiany ilości białka całkowitego w surowicy krwi koni arabskich trenowanych w ciągu roku  
 — ogierzy, - - - - klacze

Poza przedstawionymi tutaj wynikami badano wiele innych elementów układu czerwonekrwinkowego, skład krwinek białych oraz frakcje białek i glikoproteidów surowicy krwi. Wszystkie wyniki wskazują, że intensywny trening i wyścigi koni arabskich nie wywołują jednoznacznie ukierunkowanego wpływu na funkcjonowanie organizmu. Jedynie wskaźnik F (niemiałowany), mówiący o zdolnościach jednostki krwi do transportu tlenu do tkanek, wzrastał w okresie treningu początkowego i pierwszych 2 miesięcy startów (u ogierów od  $32,35 \pm 3,17$  w styczniu do  $63,24 \pm 0,04$  w maju i u klaczy od  $34,73 \pm 2,07$  w styczniu do  $49,69 \pm 2,02$  w kwietniu). Później wystąpiły duże wahania. Po zakończeniu startów wskaźnik F u klaczy nieznacznie spadał, a u ogierów z  $42,70 \pm 2,61$  w październiku wzrósł do  $58,49 \pm 6,30$  w grudniu.

## Dyskusja

Wyniki uzyskane w tej pracy mają znaczenie zarówno dla fizjologii porównawczej, jak i dla praktyki użytkowania koni o wiele wcześniej selekcyjowanych w zupełnie innym kierunku, aniżeli użytkowanie wyścigowe. Zresztą w obydwu przypadkach idzie o reakcję organizmu zwierzęcia na wymogi człowieka.

Z punktu widzenia fizjologii porównawczej jest istotne, czy wytworzone przez człowieka rasy koni wykazują dziś adaptację do zmieniających się pór roku, czyli cykli okołorocznych, oraz do nieustannej i szybkiej zmiany dnia i nocy, tzn. czy wykazują rytmikę okołodobową w ich metabolizmie. Dotychczas w wielu pracach stwierdzono cykl sezonowy w zachowaniu się licznych wskaźników u koni wyścigowych (Gill i wsp. 1974, Szwarocka-Priebe i Gill 1984) oraz sportowych i hodowlanych (Flisińska-Bojanowska i wsp. 1991). Także klacze arabskie, które powróciły do stadnin po okresie treningu i zostały matkami wykazują wyraźną cykliczność okołoroczną w wielu wskaźnikach metabolicznych (Gill i wsp. 1985a, 1985b, 1986).

Istnienie rytmiki okołodobowej jest trudniejsze do stwierdzenia u konia. Jednak w szeregu prac udowodniono istnienie takiej rytmiki w zachowaniu się wielu metabolitów (Evans i wsp. 1977, Okólski 1982, Jakubów i wsp. 1983, Komosa i wsp. 1990).

Badania prowadzone w rytmie dobowym u takich samych koni arabskich w PTWK, jak w tej pracy, ale w okresie najkrótszych dni w roku (grudzień, styczeń), kiedy nasilenie treningów jest najmniejsze, wykazały istnienie ryt-

miki dobowej w wielu wskaźnikach (Gill i wsp. 1984, Gill i Rastawicka 1986). Wyniki te wskazują, że występowanie rytmiki dobowej w metabolizmie koni jest sprawą naturalną. Dlatego brak rytmiki w okresie najdłuższych dni u koni arabskich w okresie treningu wydaje się świadczyć o rozchwianiu podstawowych mechanizmów fizjologicznych.

Również dla fizjologii porównawczej istotny jest fakt, iż koń arabski, który jako 3-letni już w pełni osiągnął dojrzałość fizyczną (stałe badania w PTWK nad kostnieniem nasad kości) i fizjologicznie powinien znajdować się w jakimś plateau metabolicznym, zmuszony do nadmiernej aktywności fizycznej, może wykazać rozchwianie podstawowych mechanizmów regulacyjnych. Objawiło się to m.in. wahaniami liczby erytrocytów z miesiąca na miesiąc o prawie  $4 \text{ mln/mm}^3$ , lub liczby leukocytów o  $4 \text{ tys./mm}^3$ , co musi rzutować zarówno na zaopatrywanie organizmu w tlen, jak i na jego obronność. Jest to zupełnie inne, niż u koni rasy angielskiej, które przychodzą do PTWK jako źrebięta 1,5-letnie i mimo to nie podlegają takim wahaniom jak konie arabskie.

Rozpatrując szczegółowiej uzyskane wyniki można zauważyć, że pozytywny początkowo wpływ treningu na układ czerwonokrwinkowy, od maja uległ załamaniu, gdy zaczęły się gonitwy szybkie, na dystansach 1000–1600 m. Mechanizmy regulacji układu czerwonokrwinkowego uległy desynchronizacji. Poziom hemoglobiny spadł wprawdzie tylko o kilka procent, ale wobec znacznego wzrostu liczby erytrocytów w maju, spowodowało to polycytemię niedobarwliwą. Stwierdzono wówczas najniższy poziom średniego ciężaru Hb w krwince, w skali całego roku. Wartość wskaźnika F spadła wtedy u ogierów o 60%. Od końca lipca, kiedy konie zaczęły biegać na dystansach dłuższych, 1800–2200 m, zaburzenia w regulacji układu czerwonokrwinkowego jeszcze bardziej uwidoczniły się. Zakończenie sezonu wyścigowego ujawniło reakcje regeneracji u ogierów, ale u pozostałych 2 klaczy – nie.

W zachowaniu się układu białokrwinkowego nastąpił najpierw spadek, potem wyraźny wzrost, który jednak prawdopodobnie był spowodowany szczepieniami ochronnymi wszystkich koni w PTWK. Później miał miejsce stały spadek liczby tych krwinek. Wielu autorów (James i wsp. 1970, Ferry i wsp. 1990) wykazało, iż pod wpływem intensywnej pracy mięśniowej ma miejsce wzrost wydzielania zarówno kortykoidów, jak i amin katecholowych. Wyraźny wzrost kortykoidów powoduje spadek liczby leukocytów krążących w krwi (Kozłowski i Nazar 1973). Szczególnie obniżanie się udziału eozynofili u badanych koni (nie uwidocznione) wskazuje na istnie-

nie reakcji stresowych w ciągu obciążeń treningowych, z wyjątkiem czerwca, lipca i sierpnia u ogierów oraz lipca u klaczy.

Rozpoczęcie wyścigów na dłuższych dystansach wymagało od koni wysiłku nieco innego typu. Zmiany w składzie leukocytów sugerują, iż było to obciążenie bardziej umiarkowane. Potwierdza to już dość dawne stwierdzenia, iż konie czystej krwi arabskiej lepiej znoszą wysiłki typu wytrzymałościowego (Skorkowski 1961, 1968), niż szybkie. Stwierdzone tutaj wahania nigdy nie występują w krwi koni angielskich, dla których jest charakterystyczny kierunek zmian podczas całego okresu treningu i wyścigów (Flisińska-Bojanowska 1976).

Analiza wykonana testem „t” Studenta nie wykazała istotnych różnic między ogierami i klaczami dla badanych wskaźników hematologicznych. Jednak stawka klaczy wyraźnie gorzej znosiła obciążenia pracą typu szybkich wyścigów. Ze stawki 20 koni w ciągu roku odpadło 8 klaczy i 4 ogiery. W ogólnej klasyfikacji 3-letnich koni arabskich po sezonie wyścigowym 3 ogiery z tej stawki zajęły 7, 9 i 11 miejsca, a najlepsza klacz dopiero 24 miejsce.

Informacją o pojemności tlenowej krwi i możliwości transportu tego gazu do tkanek jest wskaźnik F. U badanych koni ten wskaźnik wzrósł o ponad 50% (od ok. 30 do ponad 60), co korzystnie wpływało na dotlenienie całego organizmu. Jednak miało to miejsce tylko od stycznia do maja. Po rozpoczęciu startów wskaźnik F wahał się w zakresie 20 jednostek, a u klaczy od sierpnia nadal spadał, kiedy rozpoczęły się biegi na dłuższych dystansach. Ponieważ zawartość białka utrzymywała się na prawie nie zmienionym poziomie, więc obserwowane zmiany nie mogły być tylko skutkiem odwodnienia.

Uzyskane wyniki wskazują, iż nie było istotnych statystycznie zmian w poziomach kwasu mlekowego i pirogronowego podczas rocznego treningu tych koni. U koni pełnej krwi angielskiej w tych samych warunkach stwierdzano istotne obniżanie się poziomu obydwu tych kwasów oraz podwyższanie się rezerwy alkalicznej w ciągu całego pobytu w PTWK (Flisińska-Bojanowska 1976). Podobne zjawisko stwierdzono u koni rasy wielkopolskiej trenowanych do skoków lub Wszechstronnego Konkursu Konia Wierzchowego w ciągu roku (Jabłońska i wsp. 1991, Gill i wsp. 1987).

Od końca lipca, kiedy rozpoczęły się gonitwy na dłuższych dystansach, wymagające wysiłków innego typu, zaobserwowano istotny spadek poziomu kwasu mlekowego i wzrost kwasu pirogronowego. Równocześnie stwierdzono wzrost poziomu albumin w surowicy krwi. Są one nośnikami wol-



nych kwasów tłuszczowych, co świadczy o intensyfikacji przemian tlenowych, kosztem beztlenowych.

U badanych koni arabskich poziom białka całkowitego ulegał dużym wahaniom, w okresie letnim był najniższy, zaś w okresie postartowym wzrastał, co może świadczyć o rozpoczynaniu się wówczas procesów anabolicznych, w kierunku regeneracji organizmu. Wśród frakcji białkowych poziom gamma-globulin, uznawanych za wskaźnik zdolności obronnych organizmu, u klaczy był dość stabilny w ciągu roku, zaś u ogierów ulegał dużym wahaniom.

Należy jeszcze podkreślić, iż największe wahania wielu badanych wskaźników obserwowano we wrześniu, w tym spadek gamma-globulin u ogierów. Jest to z pewnością związane z cyklem rocznym, bowiem wiele danych wskazuje, iż we wrześniu konie wykazują najniższą odporność na choroby, jak i na wysiłek fizyczny.

U badanych koni nie stwierdzono istnienia cykliczności okołorocznej wśród badanych wskaźników, zaś fakt, iż największe wahania obserwowano w okresach zwiększania obciążeń treningowych (kwiecień-maj; lipiec lub sierpień; październik lub listopad) świadczy o tym, że potrzeba pokonywania dodatkowych obciążeń wywoływała nasilanie się rozchwiania mechanizmów regulacyjnych.

W obecnej pracy nie stwierdzono też istotnych różnic związanych z płcią, w żadnym z badanych wskaźników, co udowodniono w badaniach prowadzonych w okresie zimy (Gill i wsp. 1984, Gill i Rastawicka 1986).

Podsumowując należy stwierdzić, że próby adaptowania koni czystej krwi arabskiej do szybkich biegów krótkotrwałych nie spowodowały żadnych adaptacji metabolicznych, mimo iż system ten jest stosowany od kilku pokoleń. Właściwie można stwierdzić, opierając się na wynikach tej pracy, że 9 miesięcy, tj. od rozpoczęcia gonitw, jest życiem koni w nieustannym stresie, którego nacisk tylko czasami jest nieco lżejszy, lecz nie pozwala na przywrócenie lub właściwe ukierunkowanie metabolizmu tych koni. Efektem tego jest fakt, iż 42% koni arabskich nie odbywa pełnego treningu w ciągu dwóch lat, podczas gdy wśród koni pełnej krwi angielskiej tylko 17% odpada z treningu w tym samym czasie (Milanowski, dane nie publikowane). Należy jeszcze dodać, iż wyniki tej pracy uwypuklające dramatyczne zmiany w metabolizmie koni arabskich w ciągu sezonu wyścigowego są w pełni zgodne z obserwacjami i odczuciami hodowców na ten temat (Kownacki 1992, Lewik 1984 i wielu innych).

Podziękowania. Do niniejszego opracowania zostały wykorzystane częściowo materiały z nie publikowanych prac dyplomowych magistrów: Ewy Boguckiej, Leszka Borkowskiego, Jadwigi Borowskiej i Aleksandry Gliniewicz-Łabędź, promowanych przez autora w 1979 r.

## Literatura

- Barker S.B. i Summerson W.H., 1941, *J. Biol. Chem.* 138, 535.
- Dżułyńska J., Krajewska K. i Gill J., 1964, *Serum glycoproteins in some species of non-domesticated mammals*. *Acta Bioch. Polon.* 11, 121–128.
- Evans J.W., Winget C.M. i Pollak E.J., 1977, *Rhythmic cortisol secretion in the Equine: Analysis and physiological mechanism*. *J. interdiscipl. Cycle Res.* 8, 111–121.
- Ferry A., Picard F., Duvallet A., Weil B. i Rieu M., 1990, *Changes in blood leucocyte populations induced by acute maximal and chronic submaximal exercise*. *Eur. J. Appl. Physiol.* 59, 435–442.
- Flade J.H., 1982, *Das Araberpferd*. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt.
- Flisińska-Bojanowska A., Komosa M. i Gill J., 1991, *Influence of pregnancy on diurnal and seasonal changes in glucose level and activity of FDPA, ALAT and AspAT in mares*. *Comp. Biochem. Physiol.* 98A, 31–35.
- Flisińska-Bojanowska A., 1976, *Zmiany poziomów wybranych wskaźników hematologicznych i biochemicznych w krwi konia angielskiego pod wpływem treningu i wysiłku fizycznego*. *Rozpr. dokt. Zakł. Fizjol. Zwierz. UW.*
- Friedman T.E. i Haugen G.E., 1943, *The determination of keto acids in blood and urine*. *J. Biol. Chem.* 147, 415.
- Gill J., Cedro H. i Piróg B., 1984, *Diurnal changes in the metabolic indices in the blood of racing Arabian horses*. *Acta Physiol. Polon.* 35, 159–163.
- Gill J., Flisińska-Bojanowska A. i Skwarło K., 1974, *Seasonal changes in carbohydrate metabolism in the blood of thoroughbred horses*. *J. interdiscipl. Cycle Res.* 5, 355–361.
- Gill J., Jabłońska E.M., Ziółkowska S.M. i Szykuła R., 1987, *Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horses before and after exercise trials*. *J. Vet. Med. A* 34, 609–616.
- Gill J., Jakubów K., Kompanowska-Jezierska E., Kott A. i Szumska D., 1985a, *Seasonal changes in blood serum protein and its fractions and in activity of AspAT and ALAT in Arabian brood mares and their foals*. *Comp. Bioch. Physiol.* 82 A, 167–178.

- Gill J. i Kompanowska-Jezierska E., 1986, *Seasonal changes in the red blood cell indices in Arabian brood mares and their foals*. Comp. Biochem. Physiol. 83 A, 643–651.
- Gill J., Kompanowska-Jezierska E., Jakubów K., Kott A. i Szumska D., 1985b, *Seasonal changes in white blood cell system, in lysozyme activity and cortisol level in Arabian brood mares and their foals*. Comp. Biochem. Physiol. 81 A, 511–523.
- Gill J. i Rastawicka M., 1986, *Diurnal changes in the hematological indices in the blood of racing Arabian horses*. Pol. Arch. Weter. 26, 169–179.
- Jabłońska E.M., Ziółkowska S.M., Gill J., Szykuła R. i Faff J., 1991, *Changes in some haematological and metabolic indices in young horses during the first year of jumptraining*. Equine vet. J. 23, 309–311.
- Jakubów K., Zalewska B. i Gromadzka J., 1983, *Seasonal fluctuations in the concentrations of total protein and its electrophoretic fractions in blood serum of the mare of a Shetland pony*. Med. Wet. 39, 490–493.
- James V.H.T., Honer Marian W., Moss M.S. i Rippon A.E., 1970, *Adrenocortical function in the horse*. J. Endocr. 48, 319–335.
- Komosa M., Flisińska-Bojanowska A. i Gill J., 1990, *Development of diurnal rhythm in some metabolic parameters in foals*. Comp. Biochem. Physiol. 95 A, 549–552.
- Kownacki M., 1992, *Polskie konie arabskie czystej krwi*. WSP, Kielce.
- Kozłowski S. i Nazar K., 1973, *Fizjologiczne mechanizmy wydolności fizycznej ustroju*. Acta Physiol. Polon. 24, 49–66.
- Lewik K., 1984, *Wykorzystanie wyników wyścigowych prób dzielności w polskiej hodowli koni czystej krwi arabskiej*. Ann. UMCS. 2 (29), 281–294.
- Natelson S., 1961, *Microtechniques of clinical chemistry*. Thomas, C.C., Springfield.
- Okólski A., 1982, *Sezonowe czynności jajników i zatrzymywanie nie zapłodnionych komórek jajowych klaczy*. Med. Wet. 38, 478.
- Oktaba W., 1977, *Elementy statystyki matematycznej i metodyki doświadczalnictwa*. PWN, Warszawa.
- Skorkowski E., 1932, *Cel i drogi hodowli polskiego araba*. Rolnik, 18, 277–278.
- Skorkowski E., 1961, *Polski arab i jego wpływ na hodowlę koni w kraju i za granicą*. Roczn. Nauk.-Roln. 89-D. Monografia.
- Skorkowski E., 1968, *Trening koni arabskich*. Koń Polski, 3, 10–12.
- Strzałkowski A. i Śliżyński A., 1978, *Matematyczne metody opracowywania wyników pomiarów*. PWN, Warszawa.
- Szwarocka-Priebe T. i Gill J., 1984, *Seasonal enzyme activity changes in two aminotransferases AspAT and ALAT, acid and alkaline phosphatases and aldolase in the serum of thoroughbred horses during a racing season*. Acta Physiol. Polon. 35, 249–256.

## **Influence of Flat Races on the Selected Physiological Indices in the Pure-breed Arabian Horses**

### **S u m m a r y**

Effects of a one year race training programme was studied in 20 pure-breed Arabian horses (10 stallions, 10 mares), aged three years. The programme started in January 1978 and finished at the beginning of January 1979. It consisted 3 stages of training and efforts:

I – January–April: training of increasing intensity,

II – May–October: flat races (1000–1600 m, later on 1800–2200 m),

III – November–December: postracing recovery period.

Determinations were carried out on venous blood for selected hematological and biochemical indices. It was repeated every 5 week, in the morning, under resting condition, in the stable.

Results were presented in figures:

Fig. 1 – changes in the red blood cell number during 12 months

of studies (—— stallions, - - - - mares; Okres wyścigów = flat racing season).

Fig. 2 – changes in the haemoglobin level.

Fig. 3 – changes in the white blood cell count.

Fig. 4 – changes in the lactic acid level.

Fig. 5 – changes in the pyruvic acid level.

Fig. 6 – approximative curves for changes in lactic acid (top) and pyruvic acid (bottom) levels during one year studies.

Fig. 7 – changes in the total serum protein level.

It was stated in conclusion that Arabian horse is not adapted for fast racing, on short distances. The initial training exerted rather a good effect upon adaptation. But great effort during fast races caused dramatical changes in all indices studied. Only period of detraining restored organisms to some extend.