

Porównanie poziomu lipidów w osoczu krwi ogierów trenowanych i nie trenowanych

Bogusława Długosz, Magdalena Pieszka, Jarosław Łuszczynski, Romana Augustyn

*Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, Zakład Hodowli Koni,
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków*

Wstęp

W pracy hodowlanej ogromne znaczenie ma wybór, a potem dobór osobników do rozplodu. Osobniki męskie mogą pozostawiać po sobie więcej potomstwa (szczególnie przy zastosowaniu inseminacji) niż żeńskie, zatem właśnie ogierzy powinny być poddane ostrzejszym rygorom selekcyjnym. U koni bardzo ważnym etapem pracy hodowlanej jest selekcja na podstawie prób dzielności i tylko ogier, który wykaże się wysoką wartością użytkową, powinien być kwalifikowany na reprodutora (Kosiniak-Kamysz i Wierzbowski, 2004). Dla prawidłowego określenia wartości użytkowej wydaje się być pomocne również okresowe kontrolowanie poziomu wybranych wskaźników hematologicznych i biochemicznych we krwi koni hodowlanych (Kulisa i in., 2008). Takimi wskaźnikami w ocenie adaptacji zwierząt do określonych warunków fizjologicznych i środowiskowych mogą być lipidy. Na stężenie cholesterolu i innych lipidów w osoczu krwi ma wpływ wysiłek fizyczny, czyli aktywność ruchowa. Jak wykazały badania Ziemiańskiego i Budzyńskiej-Topolowskiej (1991), stosowanie nawet umiarkowanego wysiłku fizycznego – przy spożyciu paszy *ad libitum* – istotnie obniża zawartość cholesterolu całkowitego we krwi, przy jednoczesnym wzroście jego zawartości w lipoproteinach-HDL, co jest zjawiskiem bardzo korzystnym dla zdrowia. Antymiażdżycowe działanie ma także trening fizyczny o charakterze wytrzymałościowym, podczas którego obserwuje się wzrost poziomu lipoprotein-HDL i obniżenie stężenia TG (trójglicerydów) w osoczu, jednakże taki trening nie wpływa na poziom cholesterolu całkowitego we

krwi (Eisenmann, 2002). Wydaje się, że parametry gospodarki lipidowej, które nie znalazły do tej pory szerszego zastosowania w odniesieniu do monitoringu zmian wysiłkowych u koni, mogą być pomocne w diagnostyce niekorzystnych zmian zachodzących w organizmie (np. u zwierząt poddawanych nadmiernym obciążeniom). Zagadnieniu temu poświęcono niewiele publikacji. Na podstawie badań Budzyńskiego i in. (1984), Kędzierskiego i Podolak (2001, 2002), Ostaszewskiego i in. (1999), Stopyry (2002), Janiak i Suskiej (2007) można jednak wnioskować, że metabolizm lipidów u koni znacząco różni się w porównaniu z innymi gatunkami zwierząt, a mechanizm jego działania ciągle nie jest dobrze poznany.

Celem badań było porównanie poziomu lipidów w osoczu krwi ogierów nie trenowanych i poddanych treningowi.

Materiał i metody

Materiał do badań pozyskano w stadach ogierów od 93 osobników ras szlachejnych, w typie użytkowym kombinowanym w wieku od 2 do 3 lat. Zostały one podzielone na dwie grupy: 65 ogierów, które przeszły intensywny trening przygotowujący do prób wierzchowych i zaprzęgowych w Zakładach Treningowych i 28 ogierów nie poddanych treningowi, czyli nie przechodzących takich prób. Dodatkowo, ogierzy w grupach zostały podzielone według przynależności do rasy: m – małopolska, wkp – wielkopolska, sp – polski koń szlachejny półkrwi, śl – śląska.

Wszystkie ogierzy w trakcie przeprowa-

dzania badań przebywały w stadach ogierów (październik, listopad – poza sezonem kopulacyjnym), były utrzymywane w indywidualnych boksach i żywione według przyjętych norm (nie dostawały dodatków tłuszczowych). Pobranie materiału odbywało się w godzinach porannych (7⁰⁰–9⁰⁰), przed pierwszym karmieniem. Krew do badań pozyskiwano jednorazowo z żyły jarzmowej do próbek z antykoagulantem (heparyna). Po odwirowaniu, uzyskane osocze rozdzielano na próbki w celu określenia poziomu trójglicerydów (TG), cholesterolu całkowitego (ChC), frakcji cholesterolu złożonej z lipoprotein o wysokiej gęstości (HDL-C), frakcji cholesterolu złożonej z lipoprotein o niskiej gęstości (LDL-C) oraz wolnych kwasów tłuszczowych (WKT). Oznaczenie lipidów wykonano metodą enzymatyczną przy pomocy odpowiedniego zestawu diagnostycznego (Liquick Cor-TG, Liquick-CHOL, CORMAY HDL – „Cormay” Lublin), natomiast oznaczenie WKT – metodą kolorymetryczną (wg W.G. Duncome: *The colorimetric micro-determination of non-esterified fatty acids in plasma*; Clin. Chim. Acta, 1964, 9, 122 – za F. Kokot, 1969). Uzyskane wyniki zostały opracowane statystycznie przy pomocy pakietu statystycznego SAS (2007); zastosowano

procedurę GLM, uwzględniając następujące czynniki: rasę i trening. Istotność różnic badano testem Tukey’a.

Wyniki i ich omówienie

Tabela 1 przedstawia średni poziom badanych lipidów w dwóch grupach ogierów. Wyższe średnie poziomy wszystkich oznaczanych lipidów wykazano u osobników nie trenowanych w porównaniu z trenowanymi. I tak, poziom TG był wyższy o 1,12%; ChC o 2,6%; HDL-C o 2,56%; LDL-C o 2,87%; WKT o 7,97% (tab. 1). Statystycznie różnice te okazały się jednak nieistotne.

W obrębie poszczególnych ras także nie stwierdzono dla poziomu TG statystycznie istotnych różnic między trenowanymi i nie trenowanymi końmi (tab. 2). Istotnie wyższe stężenie ChC obserwowano w osoczu krwi małopolskich i śląskich ogierów nie poddanych treningowi w porównaniu do trenowanych koni tych ras.

Podobne zależności stwierdzono w przypadku koncentracji HDL-C u koni śląskich i stężenia LDL-C i WKT w osoczu ogierów małopolskich.

Tabela 1. Poziom badanych lipidów (TG, ChC, HDL-C, LDL-C, WKT) w osoczu krwi ogierów poddanych treningowi (ZT) i nie trenowanych (N/ZT)

Table 1. The level of lipids (TG, ChC, HDL-C, LDL-C, FFA) in the blood plasma of trained (ZT) and untrained (N/ZT) stallions

Lipidy Lipids	ZT (n=65)		N/ZT (n=28)	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
TG [mg/dl]	23,91	8,30	24,18	8,26
ChC [mg/dl]	88,53	12,17	90,90	13,16
HDL-C [mg/dl]	52,99	5,92	54,38	7,87
LDL-C [mg/dl]	30,76	10,90	31,68	9,93
WKT [mmol/l]	0,10	0,04	0,11	0,06

Tabela 2. Poziom badanych lipidów w osoczu krwi ogierów poddanych treningowi (ZT) i nie trenowanych (N/ZT) z podziałem na rasy
 Table 2. The level of lipids in the blood plasma of stallions trained (ZT) and not trained (N/ZT) according to their breed

Training Rasa Breed	ZT (n=65)						N/ZT (n=29)					
	m (n=10)	włkp (n=15)	sp (n=33)	śl (n=7)	\bar{x}		m (n=8)	włkp (n=5)	sp (n=10)	śl (n=6)	\bar{x}	
TG [mg/dl]	\bar{x}	25,45	22,10	22,84	23,91		28,55	24,92	22,63	20,07	24,18	
	SD	8,74	8,55	6,73	12,17	8,29	10,61	1,40	5,53	10,19	8,25	
ChC [mg/dl]	\bar{x}	81,56 a	90,62	89,84	87,80 b	88,53	92,67 a	87,11	88,45	95,34 b	90,89	
	SD	10,50	16,13	9,23	15,82	12,17	16,74	11,93	13,14	9,87	13,15	
HDL-C [mg/dl]	\bar{x}	50,90	54,35	53,81	49,15 c	52,99	51,92	55,17	55,39	55,47 c	54,38	
	SD	7,40	5,58	5,53	4,76	5,92	6,94	10,81	6,91	9,12	7,87	
LDL-C [mg/dl]	\bar{x}	24,99 d	31,18	31,60	34,08	30,76	35,03 d	26,95	28,53	35,85	31,67	
	SD	10,65	13,56	8,60	14,12	10,89	13,34	9,76	8,27	4,34	9,93	
WKT [mmol/l]	\bar{x}	0,09e	0,11	0,11	0,09	0,10	0,13 e	0,13	0,09	0,11	0,11	
	SD	0,01	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,03	

Średnie oznaczone tymi samymi literami alfabetu różnią się istotnie; małe litery – różnice statystycznie istotne przy $P \leq 0,05$.
 Means marked by the same letters of the alphabet are significantly different; lowercase letters – differences statistically significant at $P \leq 0,05$.

Stężenie TG w osoczu krwi koni jest stosunkowo niskie w porównaniu z innymi ssakami (Watson i in., 1993). W organizmie konia podczas wysiłku poziom TG podlega specyficznej regulacji. Z tkanki tłuszczowej pod wpływem podwyższonego poziomu adrenaliny i glukagonu oraz z krążących we krwi TG uwalniane są kwasy tłuszczowe, które do pracujących mięśni zostają dostarczone w miejsce glukozy i stanowią źródło energii magazynowanej w formie ATP. WKT początkowo pochodzą głównie z lipoprotein krwi, a w miarę wydłużania się wysiłku – z TG zawartych w komórkach mięśniowych. Ma to miejsce w trakcie prób wytrzymałościowych (Rose i in., 1979; Hodgson i in., 1986). Mimo zużywania WKT przez mięśnie, stężenie TG we krwi w tym czasie wzrasta (Hyypä, 2001; Warren i in., 1999). W badaniach własnych odnotowano istotną różnicę w stężeniu WKT w osoczu ogierów małopolskich trenowanych (0,094 mmol/l) i nie poddanych treningowi (0,131 mmol/l). Sądzi się, że lipolizie i spalaniu WKT towarzyszy równoczesna synteza TG w wątrobie (Poso i in., 1989). Współzależność między intensywnością wysiłku i ilością krążących we krwi TG jest niewątpliwie związana z nasilonym metabolizmem TG, w którym rozpad i resynteza tych związków w organizmie konia przebiegają jednocześnie (Kędzierski i Podolak, 2002; Geelen i in., 1999). Oznaczanie TG we krwi, często wykorzystywane w diagnostyce klinicznej, nie znalazło powszechnego zastosowania w monitorowaniu zmian wysiłkowych u koni. Doświadczenia Kędzierskiego i Podolaka (2001) na ogierach arabskich analizują takie zmiany. Wymienieni autorzy stwierdzili, że w osoczu krwi koni poddanych skróconemu, czyli intensywnemu procesowi ujeżdżania następował wzrost stężenia TG z 26,56 do 41,61 mg/dl. Badania Janiak i Suskiej (2007) na kłusakach amerykańskich podają odmienną tendencję – zawartość TG była niższa u koni po treningu niż przed wysiłkiem.

W dostępnym piśmiennictwie znaleziono nieliczne informacje, dotyczące zachowania się poszczególnych frakcji cholesterolu u koni podczas treningu. Kędzierski i Podolak (2001) oraz Janiak i Suska (2007) podają, że poziom frakcji LDL-C zwiększył się po intensywnym treningu. Zaobserwowane w badaniach własnych różnice dla poziomu omawianego wskaźnika dla

dwóch grup ogierów są odwrotne – wyższe stężenie LDL-C zauważono u ogierów poddanych treningowi. Odnotowano w tym przypadku istotne różnice dla ogierów rasy małopolskiej.

Podobnie kształtuje się poziom frakcji HDL-C, który według przytoczonych badań Kędzierskiego i Podolaka (2001) niewiele zmniejszył się na skutek treningu (z 62,75 do 60,44 mg/dl), co znalazło potwierdzenie we własnych obserwacjach, a statystyczną różnicę odnotowano dla ogierów śląskich (tab. 2). Odwrotną zależność dla stężenia tego lipidu stwierdzono natomiast w badaniach, przeprowadzonych na kłusakach amerykańskich (Janiak i Suska, 2007). Obserwacje poczynione w niniejszej pracy dla dwóch grup ogierów, dotyczące poziomu ChC (stężenie ChC było wyższe u ogierów nie poddanych treningowi), nie korespondują z wynikami uzyskanymi przez Kędzierskiego i Podolaka (2001) oraz Janiak i Suską (2007), w których poziom ChC zwiększył się u koni po treningu. Wykazane w cytowanych badaniach (Kędzierski i Podolak, 2001) zmiany poziomu ChC i LDL-C oraz stałe stężenie HDL-C w trakcie intensywnego treningu odpowiadają takim zależnościom, jakie obserwuje się u ludzi, będących pod wpływem stresu. Inaczej przedstawia się dynamika zmian omawianych wskaźników w czasie treningu o małym stopniu intensywności, lecz trwającego dłużej. W badaniach Kędzierskiego i Podolaka (2001) wykazano istotny wzrost stężenia frakcji HDL-C w osoczu krwi, przy niemal nie zmienionym poziomie LDL-C, TG, ChC. Zmiany te były podobne do obserwowanych u ludzi przy umiarkowanym treningu i mogą świadczyć o adaptacji organizmu do wysiłku.

Snow i Rose (1981) uważają, że u koni właściwie trenowanych wzrasta zdolność organizmu do wykorzystywania WKT jako źródła energii, w rezultacie glikogen i glukoza są oszczędnie użytkowane.

Badania Podolaka i in. (2004), przeprowadzone na koniach czystej krwi arabskiej w czasie intensywnego treningu, zbliżonego do tego, jaki stosuje się na torach wyścigowych, wykazały wzrost stężenia TG po każdym wysiłku. Charakter opisanych zmian nasilał się w kolejnych miesiącach tak prowadzonego treningu, a zaobserwowany wówczas powysiłkowy poziom TG był zbliżony lub wyższy od uzyskanego u koni poddanych wysiłkowi na poziomie

maksymalnym (Hyypa, 2001; Warren i in., 1999). Trening tradycyjnie stosowany w stadniach powodował natomiast stopniowe obniżenie stężenia TG oznaczanego po wysiłku. Zarejestrowany w badaniach wysoki wzrost stężenia TG po wysiłku można tłumaczyć zarówno nasileniem lipolizy, jak i niedostatecznie szybkim utlenianiem WKT w mięśniach, a także zwiększoną syntezą TG w wątrobie, co wykazali Poso i in. (1989).

Badania Pikuły i in. (1999) wykazały, że u ogierów, które w latach 1996 i 1997 były poddane treningowi w Zakładach Treningowych (Biały Bór, Kwidzyn, Sopot), poziom cholesterolu w osoczu krwi mieścił się w przedziale 93,55–95,86 mg/dl, był więc wyższy niż ustalony w badaniach własnych (88,53 mg/dl). W doświadczeniach tych brano pod uwagę tylko ogierzy rasy wielkopolskiej, małopolskiej i polskiego konia szlacheckiego półkrwi, a w niniejszej pracy uwzględniono również ogierzy śląskie (tab. 2).

Obserwowany w przedstawionych badaniach niższy poziom ChC i HDL-C u koni trenowanych w porównaniu do nie trenowanych jest zgodny z obserwacjami Ostaszewskiego i in. (1999), przeprowadzonymi z wykorzystaniem 3-hydroksy-3-metylomasłanu (HMB). Kwas 3-hydroksy-3-metylomasłowy (HMB) występuje w tkankach ludzi i zwierząt, będąc produktem utleniania rozgałęzionego aminokwasu leucyny. Istnieją dowody na możliwość przekształcenia się HMB do cholesterolu w wątrobie i mięśniach. Miałoby to szczególne implikacje w warunkach stresu, gdy ilość cholesterolu, docierającego do tkanek, jest niewystarczająca, prowadząc do upośledzenia prawidłowego rozwoju i funkcjonowania wielu komórek (Nissen i in., 1996; Nissen i Abumrad, 1997).

Wartości wskaźników, oznaczonych dla ChC we krwi ogierów, nie odbiegają w niniej-

szym opracowaniu od wielkości stwierdzonych przez Pinna i in. (1998) dla koni, biorących udział w rajdach dystansowych. Zwierzęta te, będące końmi półkrwi arabskiej i angloarabskiej, osiągały wartości w przedziale 54,67–144,37 mg/dl.

W innych badaniach, przeprowadzonych przez Budzyńskiego i in. (1984) na ogierach półkrwi w nieistniejącym już ZT Kwidzyn wykazano, że trening spowodował nieznaczny wzrost cholesterolu. Podobne wyniki uzyskali także Bahari i in. (2000) w doświadczeniu, przeprowadzonym na koniach kurdyjskich. Stwierdzono w nich, że poziom ChC wzrastał w czasie wysiłku. Autorzy ci zauważyli również, że poziom TG podwyższył się z 15,38 do 60,63 mg/dl w czasie wysiłku. Obserwacje poczynione przez Buonaccorsi i in. (1997) dowiodły, że u koni wyścigowych, a zatem intensywnie trenowanych, wzrosła ilość TG i ChC, natomiast zawartość HDL-C spadła.

Podsumowanie i wnioski

Reasumując, na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że trening wpływa na obniżenie poziomu badanych lipidów. U ogierów rasy małopolskiej wpływ ten zaznaczył się w zakresie ChC, LDL-C i WKT, natomiast u ogierów śląskich – w zakresie ChC i HDL-C. Wyniki te w wielu przypadkach nie są zgodne z uzyskanymi dotychczas przez wielu autorów. Dalsze badania poziomu lipidów w osoczu krwi w zależności od poziomu intensywności treningu prawdopodobnie wyjaśniłyby te rozbieżności. Wydaje się, że określenie początkowego stężenia lipidów i poszczególnych frakcji lipoprotein może być przydatne w ocenie programu treningowego o znacznej intensywności.

Literatura

Bahari A.A., Chalechaleh A.A., Rahi H., Pourkabir M.A. (2000). Reference range of 8 serum biochemical values in Kurd horses. *J. Faculty Vet. Med., University of Teheran*, 55 (3): 83–86.

Budzyński M., Saba L., Białkowski Z., Sołtys L. (1984). Poziom niektórych wskaźników profilu metabolicznego we krwi młodych ogierów w zakładzie treningowym. *Ann. Univ. MC-S, sec. EE, II*, 21: 177–183.

Buonaccorsi A., Guidi G., Tognetti R., Liponi G.B., Sgorbini M. (1997). The evaluation of blood chromium and some metabolites of organic balance in the athletic horse (note 1). *Annali della Facoltà di Med. Vet. di Pisa*, 50: 175–184.

Eisenmann J.C. (2002). Blood lipids and lipoproteins in child and adolescent athletes. *Sports Med.*, 32 (5): 297–307.

- Geelen S.N., Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan M.M., Beynen A.C. (1999). Dietary fat supplementation and equine plasma lipid metabolism. *Equine Vet. J., Suppl.*, 30: 475–478.
- Hodgson D.R., Rose R.J., DiMauro J., Allen J.R. (1986). The effect of training on muscle composition in horses. *Am. J. Vet. Res.*, 47: 12–15.
- Hyypä S. (2001). Effects of nandrolone treatment on recovery in horses after strenuous physical exercise. *J. Vet. Med.*, A, 48: 343–352.
- Janiak M., Suska M. (2007). Wpływ treningu na profil lipidowy oraz zawartość wapnia i magnezu w surowicy krwi kłusaków amerykańskich. *Med. Wet.*, 63 (7): 843–846.
- Kędzierski W., Podolak M. (2001). Zmiany metaboliczne u koni w procesie ujeżdżania. *Med. Wet.*, 57 (3): 207–209.
- Kędzierski W., Podolak M. (2002). Wpływ treningu koni rasy arabskiej na poziom parametrów biochemicznych związanych z gospodarką węglowodanowo-lipidową. *Med. Wet.*, 58 (10): 788–791.
- Kokot F. (1969). Metody badań laboratoryjnych stosowanych w klinice. PZWL, Warszawa.
- Kosiniak-Kamysz K., Wierzbowski S. (2004). Rozród koni. Drukrol, Kraków.
- Kulisa M., Długosz B., Korczyńska-Latko M. (2008). Poziom wybranych lipidów w surowicy źrebiąt pełnej krwi angielskiej w okresie wzrostu. *Rocz. Nauk. PTZ*, 4, 1: 33–40.
- Nissen S., Abumrad N. (1997). Nutritional role of the leucine metabolite 3-hydroxy-3-methylbutyrate (HMB). *J. Nutr. Biochem.*, 8: 300.
- Nissen S., Sharp R., Rathmacher J., Rice D., Fuller J., Connelly A., Abumrad N. (1996). The effect of leucine metabolites 3-hydroxy-3-methylbutyrate on muscle metabolism during resistance-exercise training. *J. Appl. Physiol.*, 81: 2095.
- Ostaszewski P., Barej W., Fuller J. (1999). Zastosowanie 3-hydroksy-3-metyloasmałanu (HMB) we wzmocnieniu efektów treningu koni. W: Aktualne kierunki hodowli i użytkowania koni w Europie, Kraków, ss. 357–359.
- Pikuła R., Janus K., Gronet D., Smugała M., Cieśla A., Grzesiak W. (1999). Określenie wybranych wskaźników biochemicznych krwi u ogierów z Zakładów Treningowych. Cz. I. Wpływ rasy i zakładu treningowego na wielkość stężenia białka całkowitego, albumin, mocznika, glukozy i cholesterolu we krwi ogierów. W: Aktualne kierunki hodowli i użytkowania koni w Europie, Kraków, ss. 377–380.
- Pinna W., Moniello G., Serra G.B., Mura A. (1998). Metabolic profile of horses during regularity endurance rides: a field study. Book of Abstracts of the 49th Annual meeting of the European Association for Animal Production, Warsaw, Poland, 24–27 August 1998, No. 4, H6.
- Podolak M., Kędzierski W., Janczarek I. (2004). Wpływ intensywnego treningu na poziom wybranych parametrów biochemicznych krwi i liczbę tętna u koni rasy arabskiej. *Med. Wet.*, 60 (4): 403–406.
- Poso A.R., Vilijanen-Tarifa E., Soveri T., Oksanen H.E. (1989). Exercise-induced transient hyperlipidemia in the racehorse. *J. Vet. Med.*, 36: 603–611.
- Rose R.J., Backhouse W., Chan W. (1979). Plasma biochemistry changes in Thoroughbred foals during the first 4 weeks of life. *J. Reprod. Fertil., Suppl.* (27): 601–605.
- Snow D.H., Rose R.J. (1981). Hormonal changes associated with long distance exercise. *Equine Vet. J.*, 13: 195–197.
- Stopyra A. (2002). Wskaźniki gospodarki tlenowej i aktywność wybranych enzymów surowicy koni w warunkach ekstremalnego wysiłku. *Med. Wet.*, 58 (7): 543–548.
- Warren L.K., Lawrence L.M., Thompson K.M. (1999). The influence of betaine on untrained and trained horses exercising to fatigue. *J. Anim. Sci.*, 77: 677–684.
- Watson T.D., Packard C.J., Shepherd J. (1993). Plasma lipid transport in the horse (*Equus caballus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, B, 106: 27–34.
- Ziemiański Ś., Budzyńska-Topolowska J. (1991). Tłuszcze pożywienia i lipidy ustrojowe. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.

**COMPARISON OF BLOOD PLASMA LIPID LEVELS OF TRAINED
AND UNTRAINED STALLIONS**

Summary

In monitoring the effectiveness of breeding horse training, periodic control of selected hematological and biochemical blood indicators can be useful. Lipid parameters can help to evaluate animals' adaptation to physiological and environmental conditions. The aim of the study was to compare plasma lipid levels of trained and untrained stallions.

Material for the study was obtained in stallion depots from 93 stallions of warmblood breeds. The studied stallions of dual-purpose type aged 2 to 3 years were divided into two groups: 65 stallions in training and 28 untrained stallions. The training significantly affected the level of tested lipids: ChC, LDL-C and FFA in the Małopolski stallions and CHC and HDL-C in the Silesian stallions.

These results are in disagreement with those obtained previously by many authors. Further studies relating to plasma lipid levels depending on training intensity would probably clarify these discrepancies. It seems that determining the initial concentration of lipids and lipoprotein fractions will be useful in evaluating the intensive training programme.



Fot. D. Dobrowolska,
K. Paleczny