

AKTYWNOŚĆ FIZYCZNA I ZWYCZAJE ŻYWIENIOWE A PROFIL LIPIDOWY OSOCZA MŁODYCH MĘŻCZYŹN I KOBIEC

PHYSICAL ACTIVITY, DIETARY HABITS AND PLASMA LIPOPROTEINS IN YOUNG MEN AND WOMEN

Marzena Malara, Grażyna Lutosławska

Zakład Biochemii, Akademia Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego w Warszawie

Słowa kluczowe: profil lipidowy, aktywność fizyczna, zwyczaje żywieniowe, kobiety, mężczyźni

Key words: lipoprotein profile, physical activity, dietary habits, women, men

STRESZCZENIE

Dotychczasowe dane dotyczące wpływu aktywności fizycznej na profil lipidowy młodych kobiet są niejednoznaczne. Celem niniejszych badań była ocena profilu lipidowego młodych kobiet i mężczyzn o zróżnicowanej aktywności fizycznej z uwzględnieniem ich zwyczajów żywieniowych. W badaniach wzięły udział 202 osoby - 54 studentki i 53 studentów Akademii Wychowania Fizycznego oraz 46 studentek i 49 studentów uniwersytetu. Spożycie energii, białka, tłuszczów i węglowodanów oszacowano wykorzystując program komputerowy FOOD 2. Stężenia TG, TC oraz HDL-C oznaczono metodami kolorymetrycznymi z zastosowaniem gotowych zestawów firmy Randox (Wielka Brytania). Wysoka aktywność fizyczna młodych kobiet niekorzystnie wpływa na profil lipidowy, charakteryzujący się wyższym stężeniem cholesterolu całkowitego i frakcji LDL-cholesterolu w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej i mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej. Wpływ wysokiej aktywności fizycznej młodych mężczyzn na profil lipidowy jest mniej jednoznaczny. Wysoka aktywność fizyczna korzystnie wpływa na stężenie frakcji HDL-cholesterolu, nie wpływając na stężenie frakcji LDL-cholesterolu. Ale jednocześnie u aktywnych mężczyzn wyższa jest częstość występowania granicznie dużych i dużych stężeń cholesterolu całkowitego. Średnie spożycie energii w dziennych racjach pokarmowych mężczyzn i kobiet o wysokiej aktywności fizycznej pokrywało odpowiednio 82% i 72,2% zalecanego spożycia. Wydaje się, że u obu płci wysoka aktywność fizyczna i niskie w stosunku do zapotrzebowania spożycie energii w dziennych racjach pokarmowych odgrywają istotną rolę w występowaniu nieprawidłowego profilu lipidowego.

ABSTRACT

There are studies suggesting that in young women strenuous physical activity and inadequate daily energy intake cause unfavorable changes in lipoprotein profile. However, until now data concerning this issue are contradictory, possibly due to small number of participants. This study aimed at evaluation of lipoprotein profile in young men and women with different weekly physical activity together with their dietary habits. A total of 202 subjects volunteered to participate of the study - 54 female and 56 male students of physical education and 46 female and 49 male students representing other specialization. Daily energy and macronutrient intakes were assessed using FOOD 2 computer program. Plasma TG, TC and HDL-C were assayed colorimetrically using Randox commercial kits (Great Britain). It has been demonstrated that high physical activity adversely affects lipoprotein profile in young women characterized by higher TC and LDL-C in comparison with women with low physical activity and with men with high physical activity. The effect of high physical activity on plasma lipoproteins is equivocal. Active men are characterized by higher HDL, but also by higher frequency of unfavorable plasma TC and similar frequency of unfavorable plasma LDL-C as compared with their less active counterparts. The mean daily energy intake in highly active men and women covered 82% and 72.2% recommended intake, respectively. It seems feasible that in both sexes high physical activity and inadequate energy intake brings about unfavorable changes in plasma lipoproteins.

Adres do korespondencji: Marzena Malara, Zakład Biochemii, Akademia Wychowania Fizycznego im. Józefa Piłsudskiego, 00-968 Warszawa, ul. Marymoncka 34, tel 22 834 04 31 wew. 265, e-mail: marzena.malara@awf.edu.pl

WSTĘP

Liczne badania dotyczące budowy, funkcji i wzajemnych przekształceń lipoprotein osocza są konsekwencją zagrożeń, jakie dla zdrowia człowieka stanowią zaburzenia w ich metabolizmie (obniżenie stężenia frakcji HDL-cholesterolu, wzrost stężenia cholesterolu całkowitego, frakcji LDL-cholesterolu oraz triacylogliceroli) przyczyniając się do powstania miażdżycy i jej następstw w postaci chorób układu sercowo-naczyniowego [5,41].

Wiadomo, że profil lipidowy osocza podlega skomplikowanej regulacji, w której uczestniczą zarówno czynniki genetyczne (np. wiek i płeć), jak i środowiskowe (sposób żywienia, aktywność fizyczna, palenie tytoniu, spożycie alkoholu) [3].

Wyniki wielu badań wskazują, że wysoka zawartość w diecie tłuszczów nasyconych, cholesterolu, fruktozy i sacharozy jest przyczyną zaburzeń w profilu lipidowym i zwiększonego ryzyka chorób układu sercowo-naczyniowego [7,16,19]. Natomiast umiarkowanie wysokie spożycie węglowodanów złożonych o niskim wskaźniku glikemicznym, wysokie spożycie tłuszczów nienasyconych i włókna pokarmowego korzystnie wpływa na profil lipidowy osocza [9, 22, 24]. Podobnie korzystnie na stężenia lipoprotein w osoczu wpływają obecne w diecie izoflawony, lecytyna i sterole roślinne [31, 36].

Dobrze udokumentowany jest negatywny wpływ niskiej aktywności fizycznej i pozytywny wpływ różnych jej form na profil lipidowy osocza, bowiem osoby aktywne charakteryzują się wyższymi stężeniami frakcji HDL-cholesterolu i niższymi stężeniami triacylogliceroli w osoczu w porównaniu z osobami nieaktywnymi [17, 21, 42].

W istotnym stopniu profil lipidowy jest uwarunkowany wiekiem, gdy wraz ze wzrostem zawartości tkanki tłuszczowej oraz zmniejszeniem sekrecji hormonów płciowych rośnie stężenie aterogenicznej frakcji LDL-cholesterolu, a maleje stężenie frakcji HDL-cholesterolu [47, 49].

Czynnikiem o istotnym znaczeniu w regulacji przemian lipoprotein jest płeć, a profil lipidowy osocza u młodych kobiet charakteryzuje się niższym stężeniem frakcji LDL-cholesterolu i triacylogliceroli, a wyższym stężeniem frakcji HDL-cholesterolu [8, 12]. Za wymienione różnice odpowiedzialne są żeńskie hormony płciowe, bowiem fizjologiczne ustanie funkcji jajników w okresie menopauzy powoduje niekorzystne zmiany w profilu lipidowym [6,30].

Należy jednak zaznaczyć, że niekorzystne zmiany w profilu lipidowym występują także u młodych kobiet z upośledzoną funkcją jajników wskutek niskiego spożycia energii i jednocześnie wysokiej aktywności fizycznej [35, 37]. *Lamon-Fava* i wsp.[23] stwier-

dzi, że 36% zawodniczek uprawiających biegi nie miesiączkuje, natomiast *Beals* [1] wykazał, że u 70% młodych kobiet uprawiających sport na poziomie akademickim występują nieregularne cykle miesiączkowe. Poszukując przyczyn zaburzeń cykli miesiączkowych u kobiet o wysokiej aktywności fizycznej *Rickelund* i wsp. [38] stwierdzili zaburzenia w rytmie dobowym wydzielania protaktyny, lutropiny i testosteronu, co sugeruje zaburzenia w funkcjonowaniu osi podwzgórze-przysadka-gonady.

Dane dotyczące wpływu wysokiej aktywności fizycznej na profil lipidowy osocza u młodych kobiet są nieliczne i niejednoznaczne. *Kaiserauer* i wsp. [18] wykazali, że stężenie frakcji LDL-cholesterolu u nie miesiączkujących kobiet uprawiających biegi na długich dystansach było wyższe w porównaniu z zawodniczkami regularnie miesiączkującymi i podobne do wykazanego u kobiet prowadzących nieaktywny tryb życia. Wzrost stężenia frakcji LDL-cholesterolu u nie miesiączkujących kobiet o wysokiej aktywności fizycznej wykazali także inni autorzy [15,39].

Na związek zaburzeń w profilu lipidowym młodych kobiet o wysokiej aktywności fizycznej z zaburzeniami w sekrecji hormonów płciowych wskazują wyniki badań *Lutosławskiej* i wsp. [27], którzy stwierdzili wyższe stężenie frakcji HDL-cholesterolu u aktywnych kobiet stosujących antykoncepcję hormonalną w porównaniu z uczestniczkami o porównywalnej aktywności fizycznej, ale niestosujących antykoncepcji. Natomiast *Thompson* i wsp. [47] nie stwierdzili zaburzeń w profilu lipidowym kobiet aktywnych w porównaniu z nieaktywnymi, mimo występowania nieregularnych cykli miesiączkowych u aktywnych uczestniczek badań. Jednak w cytowanych wyżej badaniach uczestniczyły nieliczne grupy kobiet, nie analizowano sposobu żywienia uczestniczek, nie odnoszono uzyskanych wyników do uzyskanych dla zbliżonej wiekiem populacji osób o niskiej aktywności fizycznej.

W związku z powyższym celem niniejszych badań była ocena profilu lipidowego młodych kobiet o wysokiej aktywności fizycznej w porównaniu z mężczyznami o podobnej aktywności fizycznej oraz z kobietami i mężczyznami o niskiej aktywności fizycznej wraz z analizą sposobu żywienia uczestników badań.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach brały udział łącznie 202 osoby o zróżnicowanej aktywności fizycznej (54 studentki i 53 studentów Akademii Wychowania Fizycznego nie uprawiających wyczynowo sportu, a uczestniczących jedynie w zajęciach sportowych przewidzianych programem studiów oraz 46 studentek i 49 studentów

Uniwersytetu uczestniczących tylko w przewidzianych programem studiów zajęciach wychowania fizycznego).

Warunkiem uczestnictwa kobiet w badaniach były regularne cykle miesięczkowe oraz nie stosowanie antykoncepcji hormonalnej. Wszystkie badania wykonano w semestrze zimowym (wrzesień-grudzień). Uczestnicy wyrazili pisemną zgodę na udział w badaniach, które rozpoczęto po uzyskaniu zgody Komisji Etyki Badań Naukowych w Akademii Wychowania Fizycznego w Warszawie.

Od wszystkich uczestników zebrano informacje o wysokości ciała, masę ciała mierzono na wadze elektronicznej, natomiast pomiary fałdów 3 fałdów skórno-tłuszczowych (nad mięśniem trójgłowym ramienia, pod łopatką i na brzuchu) wykonywano fałdomierzem firmy Holtain (Wielka Brytania). Pomiar każdego fałdu wykonywano trzykrotnie, a do obliczeń procentowej zawartości tkanki tłuszczowej wykorzystywano wartości średnie [34]. Ponadto od wszystkich uczestników zebrano informacje dotyczące czasu poświęcanego w tygodniu na zamierzoną aktywność fizyczną.

Krew do badań pobierano z żyły łokciowej rano, na czczo do polipropylenowych probówek zawierających antykoagulant i wirowano przez 15 minut (3000 obr./min) w celu uzyskania osocza, które przechowywano w temperaturze -70°C do chwili wykonania oznaczeń.

Stężenia cholesterolu całkowitego (TC) oraz HDL-cholesterolu (HDL-C) w osoczu oznaczano kolorymetrycznie przy długości fali 500 nm. Stężenie LDL cholesterolu (LDL-C) obliczano ze wzoru Friedewalda [13]. Stężenie triacylogliceroli (TG) w osoczu oznaczano metodą kolorymetryczną przy długości fali 520 nm. Wszystkie wymienione oznaczenia wykonywano z zastosowaniem gotowych zestawów firmy Randox (Randox Laboratories, Wielka Brytania).

Analizę stężeń lipoprotein osocza wykonano wykorzystując III Raport Ekspertów National Cholesterol Education Program (USA) [46].

Spżycie energii, białka, tłuszczów i węglowodanów analizowano na podstawie 24-godzinnych wywiadów żywieniowych zebranych w ciągu 4 dni poprzedzających pobrania krwi. Wywiady uwzględniały spżycie w czasie 2 dni powszednich oraz 2 dni wolnych od zajęć (sobota i niedziela). Wywiady żywieniowe wykonywało dwóch przeszkolonych ankieterów. Dobowe spżycie pokarmów oceniano wykorzystując Album Fotografii Produktów i Potraw prezentujący rodzaje i wielkość pokarmów w gramach, a następnie analizowano przy pomocy programu komputerowego FOOD 2, zakupionego w Instytucie Żywności i Żywnienia w Warszawie [43].

Normalność rozkładów analizowano z zastosowaniem testu *Kolmogorowa-Smirnowa*. Porównania średnich dla danych o rozkładach normalnych przeprowadzono dla danych surowych z zastosowaniem jednokierunkowej analizy wariancji (ANOVA) i *post-hoc* testu *Tukeya*. Natomiast dane niespełniające warunku normalności logarytmowano (logarytm naturalny) przed wykonaniem analizy. Jako istotne przyjęto różnice przy $p < 0,05$. Wyniki wyrażono jako średnie \pm SD. Wszystkie obliczenia wykonywano z zastosowaniem programu Statistica v.6. (StatSoft, USA).

WYNIKI I DYSKUSJA

Charakterystykę uczestników badań zamieszczono w Tabeli 1. Średnia aktywność fizyczna studentek i studentów zakwalifikowanych do grupy osób o wysokiej aktywności fizycznej wynosiła odpowiednio 7,4 i 7,9 godz./tydzień i była znacząco wyższa w porównaniu ze

Tabela 1. Charakterystyka studentek i studentów o różnej aktywności fizycznej (średnia \pm SD)
Anthropometric characteristics and weekly physical activity of the subjects (means \pm SD)

	Wysoka aktywność fizyczna		Niska aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)
Wiek (lata)	21,0 \pm 1,2 ^a	22,4 \pm 1,4	21,3 \pm 1,4	21,1 \pm 1,0
Wysokość ciała (cm)	169,4 \pm 7,1 ^a	181,3 \pm 5,8	167,2 \pm 5,5 ^a	180,9 \pm 6,2
Masa ciała (kg)	61,7 \pm 7,6 ^a	81,1 \pm 13,3	60,5 \pm 7,7 ^a	73,5 \pm 8,7 ^d
Tkanka tłuszczowa (kg)	14,1 \pm 3,7 ^b	12,4 \pm 5,7	18,8 \pm 5,0 ^{a,c}	12,4 \pm 4,0
Tkanka tłuszczowa (%)	22,8 \pm 3,9 ^a	14,8 \pm 4,2	30,9 \pm 6,5 ^{a,c}	16,7 \pm 4,7 ^e
LBM* (kg)	47,6 \pm 4,8 ^a	68,7 \pm 9,2	41,7 \pm 5,8 ^{a,c}	61,2 \pm 7,2 ^d
BMI	21,2 \pm 1,9 ^a	24,6 \pm 3,1	21,7 \pm 2,8	22,4 \pm 2,2 ^d
Deklarowana aktywność fizyczna (godz./tydzień)	7,4 \pm 1,9	7,9 \pm 2,2	1,5	1,5

* LBM - beztłuszczowa masa ciała

^a $p < 0,001$; ^b $p < 0,002$ – istotnie różne w porównaniu z mężczyznami;

^c $p < 0,001$ - istotnie wyższe w porównaniu z kobietami o wysokiej aktywności fizycznej;

^d $p < 0,001$ - istotnie różne w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej ;

^e $p < 0,05$ – istotnie wyższe w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej

studentkami i studentami zakwalifikowanymi jako osoby o niskiej aktywności fizycznej (1,5 godz./tydzień).

Wyższa beztłuszczowa masa ciała oraz niższa zawartość tkanki tłuszczowej u studentek i studentów o wysokiej aktywności fizycznej w porównaniu z osobami o niskiej aktywności fizycznej ($p < 0,001$) stanowią potwierdzenie wyników innych autorów dotyczących pozytywnego wpływu aktywności fizycznej na skład ciała [2, 25].

W Tabeli 2 przedstawiono średnie stężenia lipoprotein osocza u uczestników badań. Istotnie wyższe stężenie frakcji HDL-C ($p < 0,001$) oraz istotnie niższe ($p < 0,03$) stężenie frakcji LDL-C u kobiet o niskiej aktywności fizycznej w porównaniu z mężczyznami o podobnej aktywności fizycznej jest zgodne z wynikami innych autorów dotyczącymi zależnych od płci różnic w profilu lipidowym kobiet przed okresem menopauzy w porównaniu z mężczyznami w podobnym wieku [20].

Tabela 2. Profil lipidowy osocza młodych kobiet i mężczyzn o zróżnicowanej aktywności fizycznej (średnia \pm SD)
Plasma lipoproteins in young men and women with different physical activity (means \pm SD)

	Niska aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)
TG (mmol/l)*	0,9 \pm 0,3	0,8 \pm 0,2
TC (mmol/l)	4,6 \pm 0,6	4,6 \pm 0,5
HDL-C (mmol/l)	1,5 \pm 0,4 ^a	1,3 \pm 0,2
LDL-C (mmol/l)	2,7 \pm 0,4 ^b	2,9 \pm 0,5
	Wysoka aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)
TG (mmol/l)*	0,7 \pm 0,3 ^{c,e}	0,9 \pm 0,5
TC (mmol/l)	5,2 \pm 0,9 ^{d,f}	4,6 \pm 0,9
HDL-C (mmol/l)	1,6 \pm 0,4	1,7 \pm 0,4 ^g
LDL-C (mmol/l)	3,4 \pm 0,8 ^{d,f}	2,8 \pm 0,9

* Objaśnienie skrótów: TG – triacyloglicerole; TC-cholesterol całkowity;

HDL-C – frakcja HDL-cholesterolu; LDL-C – frakcja LDL-cholesterolu;

^a $p < 0,001$ – istotnie wyższe w porównaniu z mężczyznami o niskiej aktywności fizycznej; ^b $p < 0,03$ – istotnie niższe w porównaniu z mężczyznami o niskiej aktywności fizycznej; ^c $p < 0,02$ – istotnie niższe w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej; ^d $p < 0,001$ – istotnie wyższe w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej; ^e $p < 0,02$ – istotnie niższe w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej; ^f $p < 0,02$ – istotnie wyższe w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej i mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej; ^g $p < 0,001$ – istotnie wyższe w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej

Podobnie wyższe stężenie frakcji HDL-C ($p < 0,001$) u mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej w porównaniu z mężczyznami mniej aktywnymi potwierdza dobrze udokumentowany korzystny wpływ aktywności na profil lipidowy [29, 33].

Wysoka aktywność fizyczna pozytywnie wpływała na stężenie TG u kobiet, było ono bowiem istotnie niż-

sze w porównaniu z mężczyznami o podobnej aktywności fizycznej ($p < 0,03$) i w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej ($p < 0,02$). Ale jednocześnie kobiety o wysokiej aktywności fizycznej charakteryzowało istotnie wyższe stężenie cholesterolu całkowitego oraz frakcji LDL-C w porównaniu z mężczyznami o podobnej aktywności fizycznej ($p < 0,001$) oraz z kobietami o niskiej aktywności fizycznej ($p < 0,02$) sugerując niekorzystny wpływ wysokiej aktywności fizycznej na profil lipidowy młodych kobiet.

Tabela 3. Klasyfikacja stężeń cholesterolu całkowitego (TC) u kobiet i mężczyzn o różnej aktywności fizycznej
Classification of TC plasma levels in men and women with different physical activity

	Wysoka aktywność fizyczna		Niska aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)
Pożądanane (<5,2 mmol/l)	30 ^a (55,5) ^b	39 (73,6)	39 (84,8)	42 (85,7)
Granicznie duże (5,2-6,1 mmol/l)	17 (31,5)	11 (20,8)	7 (15,2)	7 (14,3)
Duże ($\geq 6,2$ mmol/l)	7 (13,0)	3 (5,6)	-	-

^a liczba osób; ^b procent uczestników danej grupy

Tabela 4. Klasyfikacja stężeń frakcji LDL-cholesterolu (LDL-C) u kobiet i mężczyzn o różnej aktywności fizycznej
Classification of LDL-C plasma levels in men and women with different physical activity

	Wysoka aktywność fizyczna		Niska aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)
Optymalne (2,6 mmol/l)	12 ^a (22,2) ^b	29 (54,7)	18 (39,1)	17 (34,7)
Prawie optymalne (2,6-3,3 mmol/l)	21 (38,9)	13 (24,5)	27 (58,7)	23 (46,9)
Granicznie duże (3,4-4,1 mmol/l)	7 (13)	6 (11,3)	1 (2,2)	8 (16,4)
Duże (4,1-4,9 mmol/l)	13 (24,1)	3 (5,7)	-	1 (2,0)
Bardzo duże (> 4,9 mmol/l)	1 (1,8)	2 (3,8)	-	-
Łącznie				
LDL – C ($\leq 3,4$ mmol/l)	33 (61,1)	42 (79,2)	45 (97,8)	40 (81,6)
LDL – C (>3,4 mmol/l)	21 (38,9)	11 (20,8)	1 (2,2)	9 (18,4)

^a liczba osób; ^b procent uczestników danej grupy

Sugestia ta znajduje swoje potwierdzenie w analizie częstości występowania granicznie dużego i dużego stężenia TC oraz granicznie dużych, dużych i bardzo dużych stężeń LDL-C, które zaobserwowano odpowiednio u 44,5% i 38,9% kobiet o wysokiej aktywności

fizycznej (Tabela 3 i 4). Warto zauważyć, że tak wysoka częstość nieprawidłowych stężeń TC i LDL-C nie występowała w innych grupach uczestników, a u kobiet o niskiej aktywności fizycznej dotyczyła odpowiednio 15,2% i 2,2% uczestniczek.

Warto jednocześnie podkreślić, że u większości kobiet i mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej oraz u kobiet o niskiej aktywności fizycznej występowało duże stężenie HDL-C (Tabela 5). Najmniej korzystne stężenia HDL-C wykazano u mężczyzn o niskiej aktywności fizycznej, bowiem duże stężenie wykazano tylko u 30,6% badanych. Ponadto niezależnie od aktywności fizycznej stężenia TG były prawidłowe, a granicznie duże wykazano tylko w pojedynczych przypadkach kobiet i mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej.

Tabela 5. Klasyfikacja stężeń frakcji HDL-cholesterolu (HDL-C) i triacylogliceroli (TG) u kobiet i mężczyzn o różnej aktywności fizycznej
Classification of HDL-C and TG plasma levels in men and women with different physical activity

	Wysoka aktywność fizyczna		Niska aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)
HDL-C				
Małe (<1,0 mmol/l)	-	1 (1,9)	4 (8,7)	1 (2,0)
Duże (≥1,5 mmol/l)	32 ^a (59,2) ^b	35 (66,0)	30 (65,2)	15 (30,6)
TG				
Prawidłowe (< 1,7 mmol/l)	53 (98,2)	51 (96,2)	46 (100)	49 (100)
Granicznie duże (1,7-2,3 mmol/l)	1 (1,8)	2 (3,8)	-	-

^a liczba osób; ^b procent uczestników danej grupy

Obecne badania nie pozwalają na wyjaśnienie przyczyn niekorzystnego wpływu aktywności fizycznej na stężenia TC i LDL-C u młodych kobiet. Należy jednak

zauważyć, że spożycie energii w dziennych racjach pokarmowych kobiet o wysokiej aktywności fizycznej (średnio 1734 kcal/dzień), nie różniło się istotnie w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej (średnio 1698 kcal/dzień), mimo znacznie większego wydatku energetycznego związanego z aktywnością (Tabela 6). Biorąc pod uwagę spożycie energii zalecane dla kobiet o wysokiej aktywności fizycznej (2400 kcal/dzień) należy stwierdzić, że u aktywnych uczestniczek niniejszych badań spożycie to pokrywało tylko 72,2% zalecanego [4].

Nie można zatem wykluczyć, że u wielu aktywnych kobiet występował niedobór energii i jego konsekwencje w postaci upośledzenia sekrecji hormonów jajnikowych. Przypuszczenie to pośrednio potwierdzają wyniki badań Loucks i wsp. [26] którzy wykazali, że nawet krótkotrwały (4 dni) niedobór energii u kobiet powoduje zaburzenia w sekrecji hormonu luteinizującego (LH) podobne do tych, które zaobserwowano u niemiesiączkujących kobiet wyczynowo uprawiających sport.

Natomiast długotrwały niedobór energii, częsty u kobiet o wysokiej aktywności fizycznej, powoduje obniżenie metabolizmu podstawowego wskutek zmniejszonej sekrecji wielu hormonów (np. hormonów tarczycy, insuliny, leptyny), co w konsekwencji może prowadzić do zaburzeń w regulacji metabolizmu, w tym przemian lipoprotein [10,11].

A zatem mimo, że kobiety o wysokiej aktywności fizycznej uczestniczące w niniejszych badaniach deklarowały regularne cykle miesiączkowe, to nie można wykluczyć występowania tej grupie obniżonej sekrecji hormonów jajnikowych, czego konsekwencją były niekorzystne zmiany w profilu lipidowym.

Warto jednocześnie podkreślić, że w piśmiennictwie ostatnich lat wiele uwagi poświęcono zdrowotnym skutkom wysokiej aktywności fizycznej i niedoboru energii u młodych kobiet, ze szczególnym uwzględnieniem zaburzeń w funkcjonowaniu śródbłonna naczyń krwionośnych i układu sercowo-naczyniowego [32].

Tabela 6. Spożycie energii, białka, tłuszczów i węglowodanów w dziennych racjach pokarmowych młodych kobiet i mężczyzn o zróżnicowanej aktywności fizycznej (średnia ± SD)
Daily intake of energy, protein, fat and carbohydrates in young men and women with different physical activity (means ± SD)

	Niska aktywność fizyczna		Wysoka aktywność fizyczna	
	Kobiety (n=46)	Mężczyźni (n=49)	Kobiety (n=54)	Mężczyźni (n=53)
Energia (kcal)	1698 ± 437	2553 ± 714 ^b	1734 ± 581	3056 ± 876
Białko (g)	57,0 ± 17,8	85,5 ± 24,6 ^c	57,9 ± 16,3	107,4 ± 33,2
%	14 ± 2	14 ± 2	14 ± 3	14 ± 3
Tłuszcze (g)	67,1 ± 21,8	112,1 ± 41,3	64,9 ± 31,2	121,4 ± 45,6
%	35 ± 5	38 ± 6 ^d	33 ± 8	35 ± 6
Węglowodany (g)	228,9 ± 62,1 ^a	318,6 ± 86,9 ^c	243,2 ± 80,4	406,6 ± 119,9
(%)	51 ± 6	48 ± 5 ^e	(53 ± 8)	(51 ± 6)

^a p<0,007 – istotnie niższe w porównaniu z kobietami o wysokiej aktywności fizycznej; ^bp<0,003; ^cp<0,001; ^dp<0,008; ^ep<0,001 – istotnie niższe różne w porównaniu z mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej

Jak wspomniano wyżej wysoka aktywność fizyczna mężczyzn korzystnie wpływa na stężenia HDL-C, ale jednocześnie nie wpływa na częstość występowania granicznie dużych, dużych i bardzo dużych stężeń LDL-C, które stwierdzono odpowiednio u 20,8% i 18,4% mężczyzn o wysokiej i niskiej aktywności fizycznej. Jednocześnie u mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej częstość występowania granicznie dużych i dużych stężeń TC (26,4% uczestników) była wyższa w porównaniu z mężczyznami o niskiej aktywności fizycznej (14,3% uczestników).

Przeprowadzone badania nie pozwalają na jednoznaczny ocenę przyczyn takiego kierunku zmian w profilu lipidowym młodych mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej. Jednocześnie analiza sposobu żywienia uczestników sugeruje, że u niektórych aktywnych mężczyzn występował niedobór energii w stosunku do zapotrzebowania organizmu.

W niniejszych badaniach spożycie energii w dziennych racjach pokarmowych mężczyzn o wysokiej aktywności było istotnie wyższe ($p < 0,003$) w porównaniu z mężczyznami o niskiej aktywności fizycznej. Natomiast w stosunku do spożycia energii zalecanego dla mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej (3680 kcal/dzień) dieta spożywana przez aktywnych uczestników niniejszych badań (średnio 3056 kcal/dzień) pokrywała 83% zalecanego spożycia [4].

W dostępnym piśmiennictwie nie znaleziono danych dotyczących wpływu niedoboru energii na metabolizm podstawowy i profil lipidowy mężczyzn. Nie można jednak wykluczyć, że są one podobne do tych wykazanych u kobiet (niskie stężenia hormonów tarczycy, insuliny i leptyny) i potencjalnie może przyczyniać się do niekorzystnych zmian w profilu lipidowym [10, 11]. Potwierdzeniem tej hipotezy mogą być wyniki badań przeprowadzonych u szczurów wskazujące na podobną u obu płci reakcję organizmu na niedobór energii [28]. Warto także zauważyć, że Ruiz i wsp. [40] analizując profil lipidowy sportowców stwierdzili, że średnie stężenia TC i LDL-C są wyższe w tych dyscyplinach, w których tygodniowy czas poświęcany na trening jest dłuższy. Autorzy nie analizowali przyczyn takiego kierunku zmian profilu lipidowego, ale nie można wykluczyć, że wraz z wydłużaniem czasu intensywnej aktywności fizycznej dochodzi u mężczyzn do obniżenia stężenia testosteronu, a w konsekwencji do niekorzystnych zmian w profilu lipidowym [14, 45, 48].

WNIOSKI

1. Wysoka aktywność fizyczna młodych kobiet niekorzystnie wpływa na profil lipidowy, charakteryzujący się wyższym stężeniem cholesterolu całkowitego i frakcji LDL-cholesterolu w porównaniu z kobietami o niskiej aktywności fizycznej i mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej.

tami o niskiej aktywności fizycznej i mężczyznami o wysokiej aktywności fizycznej.

2. Wpływ wysokiej aktywności fizycznej młodych mężczyzn na profil lipidowy jest mniej jednoznaczny. Wysoka aktywność fizyczna korzystnie wpływa na stężenie frakcji HDL-cholesterolu, nie wpływając na stężenie frakcji LDL-cholesterolu. Ale jednocześnie u mężczyzn o wysokiej aktywności fizycznej wyższa jest częstość występowania granicznie dużych i dużych stężeń cholesterolu całkowitego.
3. Wydaje się, że u obu płci wysoka aktywność fizyczna i niskie w stosunku do zapotrzebowania spożycie energii w dziennych racjach pokarmowych odgrywają istotną rolę w występowaniu nieprawidłowego profilu lipidowego.

Badania finansowane z DS -77 (działalność statutowa AWF w Warszawie)

PIŚMIENNICTWO

1. Beals K.A., Hill A.K.: The prevalence of disordered eating, menstrual dysfunction, and low bone mineral density among US collegiate athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 2006, 16, 1-23.
2. Besson H., Eklund U., Luan J., May A.M., Sharp S., Travier N., Agudo A., Slimani N. I wsp. A cross-sectional analysis of physical activity indicators in European participants of the EPIC-PANACEA study. *Int. J. Obes.* 2009, 33, 497-506.
3. Brunzell J.D., Davidson M., Furberg C.D., Goldberg R.B., Howard B.V., Stein B.V., Witztum J.L.: Lipoproteins management in patients with cardiometabolic risk. *Diabetes Care* 2008, 31, 811-822.
4. Bułhak-Jachymczyk B.: Zapotrzebowanie człowieka na energię. W: Normy żywienia człowieka. Fizjologiczne podstawy. Ed. Ś. Ziemiański, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2001, 35-57.
5. Carroll M.D., Lacher D.A., Sorlie P.D., Cleeman J.I., Gordon D.J., Wolz M., Grundy S.M., Johnson C.L.: Trends in serum lipids and lipoproteins of adults, 1960-2002. *JAMA* 2005, 294, 1773-1781.
6. Chen K-T., Yang R-S.: Effects of exercise on lipid metabolism and musculoskeletal fitness in female athletes. *World J. Gastroenterol.* 2004, 10, 122-126.
7. Clarke R., Frost C., Collins R., Appelby P., Peto R.: Dietary lipids and blood cholesterol: quantitative meta-analysis of metabolic ward studies. *BMJ* 1997, 314, 112-117.
8. Coehlo V.G., Caetano L.F., Liberatore R.R., Cordeiro J.A., Souza D.R.: Lipid profile and risk factors for cardiovascular disease in medicine students. *Arq. Bras. Cardiol.* 2005, 85, 57-62.
9. de Castro T.G., Gimeno S.G., Ferreira S.R., Cardoso M.A.: Association of dietary fiber with temporal changes in serum cholesterol in Japanese-Brazilians. *J. Nutr. Sci.* 2006, 52, 205-210.

10. *De Souza M.J., Lee D.K., Scheid J.L., West S.L., Williams N.I.* : Severity of energy- related menstrual disturbances increases in proportion to indices of energy conservation in exercising women. *Fertil. Steril.* 2007, 88, 971-975.
11. *De Souza M.J., Van Heest J., Demers L.M., Lasley B.L.*: Luteal phase deficiency in recreational runners: evidence for a hypometabolic state. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2003, 88, 337-346.
12. *Freedman D.S., Otvos J.D., Jeyajarah E.J., Shalaurova J., Cupples L.A., Parise H., D'Agostino R.B., Wilson P.W., Schaefer E.J.*: Sex and age differences in lipoprotein subclasses measured by nuclear magnetic resonance spectroscopy: the Framingham Study. *Clin. Chem.* 2004, 50, 1189-1200.
13. *Friedewald W.T., Levy R., Fredricson D.*: Estimation of concentration of low density lipoprotein concentration without use of the preparative ultracentrifugation. *Clin. Chem.* 1972, 18, 499-504.
14. *Hackney A.C., Moore A.W., Brownlee K.K.*: Testosterone and endurance exercise: development of the "exercise-hypogonadal male conditions". *Acta Physiol. Hung.* 2005, 92, 121-137.
15. *Hetland M.T., Haarbo J., Christensen C.*: Body composition and serum lipids in female runners: influence of exercise level and menstrual bleeding pattern. *Eur. J. Clin. Invest.* 1995, 25, 553-558.
16. *Hu F.B., Stampfer M.J., Manson J.E.*, i wsp. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *N. Engl. J. Med.* 1997, 337, 1491-1499.
17. *Jafari M., Leaf D.A., Macrae H., Kasern J., O'Conner P., Pullinger C., Malloy M., Kane J.P.*: The effects of physical exercise on plasma pre beta-1 high density lipoprotein. *Metabolism* 2003, 52, 437-442.
18. *Kaiserauer S., Snyder A.C., Sleeper M. Zierath J.*: Nutritional, physiological and menstrual status of distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1989, 21, 120-125.
19. *Kelley G.L., Allan G., Azhar S.*: High dietary fructose induces a hepatic stress response resulting in cholesterol and lipid dysregulation. *Endocrinology* 2004, 145, 548-555.
20. *Knopp R.H., Paramsonthy P., Retzlaff B.M., Fish B., Walden C., Dowdy A., Tsunehara Ch., Aikawa K., Cheung M.C.*: Sex differences in lipoprotein metabolism and dietary response: basis in hormonal differences and implications for cardiovascular disease. *Curr. Cardiol. Rep.* 2006, 8, 452-459.
21. *Kraus W.E., Houmard J.A., Duscha B.D., Knetzger K.J., Wharton M.B., McCartney J.S., Bales C.W., Henes S., Samsa G.P., Otvos J.D., Kulkarni K.R., Slentz C.A.*: Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. *N. Engl. J. Med.* 2002, 347, 1483-1492.
22. *Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J.*: Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Circulation* 2002, 106, 2747-2757.
23. *Lamon-Fava S., Fisher E.C., Nelson M.E. Evans W.J., Millar J.S., Ordovas J.M., Schaefer E.J.*: Effects of exercise and menstrual cycle status on plasma lipids, low density lipoprotein particle size, and apolipoproteins. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1989, 68, 17-21.
24. *Lau C., Faerch K., Glümer C., Glümer C., Tetens J., Pedersen O., Carstensen B., Jörgensen T., Borch-Jonahsen K.*: Dietary glycemic index, glycemic load, fiber, simple sugars, and insulin resistance. *Diabetes Care* 2005, 28, 1397-1403.
25. *Lohman T.G., Ring K., Pfeiffer K., Camhi S., Arredondo E., Pratt Ch., Pate R., Webber L.S.*: relationship among fitness, body composition, and physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008, 40, 1163-1170.
26. *Loucks A.B., Verdun M., Heath E.M.*: Low energy availability, not stress of exercise, alters LH pulsatility in exercising women. *J. Appl Physiol.* 1998, 84, 37-46.
27. *Lutosławska G., Malara M., Byszewska-Spocińska E., Skierska E., Kęska A.*: Lipid and lipoprotein profile in regularly menstruating physically active female OC-non-users and users as compared to men of matched age and physical activity. *Medicina Sportiva* 2004, 8, 21-30
28. *Martin C.K., Heilbronn L.K., de Jonge L., DeLany J.P., Volaufova J., Anton S.D., Redman L.M., Smith S.R., Ravussin E.*: Effect of caloric restriction on resting metabolic rate and spontaneous physical activity. *Obesity* 2007, 15, 2964-2973.
29. *Mestek M.L., Garner J.C., Plaisance E.P., Kyle Tylor J., Alhassan S., Grandjean P.W.*: Blood lipid responses after continuous and accumulated aerobic exercise. *Int. J. Sport Nutr. Metab.* 2006, 16, 245-254.
30. *Mosinger B.J.*: Human low-density lipoproteins: oxidative modification and its relation to age, gender, menopausal status and cholesterol concentrations. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1997, 35, 207-214.
31. *Nicolosi R.J., Wilson T.A., Lawton C., Handelman G.J.*: Dietary effects on cardiovascular disease risk factors: beyond saturated fatty acids and cholesterol. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001, 20, S421-427.
32. *O'Donnel E., De Souza M.J.* : The cardiovascular effects of chronic hypoestrogenism in amenorrheic athletes. *Sports Med.* 2004, 34, 601-627.
33. *Ortlepp J.R., Metrikat J., Albrecht M., Maya-Pelzer P., Pongratz H., Hoffmann R.* : Relation of body mass index, physical fitness, and the cardiovascular risk profile in 3127 young normal weight men with an apparently optimal lifestyle. *Int. J. Obes.* 2003, 27, 979-982.
34. *Piechaczek H.* Oznaczenia całkowitego tłuszczu metodami densytometryczną i antropometryczną. Materiały i prace antropologiczne. Wrocław 1975, 33-38.
35. *Pirke K.M., Schweiger U., Lemmel W., Kreig J.C., Berger M.*: The influence of dieting on the menstrual cycle of healthy young women. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 1985, 60, 1174-1179.
36. *Puska P., Korpelainen V., Hoie L.H., Skovlund E., Smerud K.T.*: Isolated soya protein with standardized levels of isoflavones, cotyledon soya fibers and soya phospholipids improves plasma lipids in hypercholesterolemia: a double-blind, placebo-controlled trial of a yoghurt formulation. *Br. J. Nutr.* 2004, 91, 393-401.
37. *Redman L.M., Loucks A.B.*: Menstrual disorders in athletes. *Sports Med.* 2005, 35, 747-755.
38. *Rickelund A., Thorén M., Carlström K. von Schultz B., Hirschberg A.L.*: Diurnal profiles of testosterone and pituitary hormones suggest different mechanism for

- menstrual disturbances in endurance athletes. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2004, 89, 702-707.
39. *Rickelund A., Eriksson M.J., Schenck-Gustafsson K., Hirschberg A.L.*: Amenorrhea in female athletes is associated with endothelial dysfunction and unfavorable lipid profile. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2005, 90, 1354-1359.
40. *Ruiz J.R., Mesa J.L.M., Mingorance I., Rodriguez-Cuartero A., Castillo M.J.*: Sports requiring stressful physical exertion causes abnormalities in plasma lipid profile. *Rev. Esp. Cardiol.* 2004, 57, 499-596.
41. *Schubert C.M., Rogers N.L., Remsberg K.E., Sun S.S., Chumlea W.C., Demerath E.W., Czerwinski S.A., Towne B., Siervogel R.M.*: Lipids, lipoproteins, lifestyle, adiposity and fat-free mass during middle age: the Fels Longitudinal Study. *Int. J. Obes.* 2006, 30, 251-260.
42. *Slenz C.A., Aiken L.B., Houmard J.A., Johnson J.L., Bateman L.A., Tanner Ch.J., McCartney J.S., Duscha B.D., Kraus W.E.*: Inactivity, exercise, and visceral fat: STRRIDE: a randomized, controlled study of exercise intensity and amount. *J. Appl. Physiol.* 2005, 99, 1613-1618.
43. *Szponar L., Wolnicka K., Rychlik E.*: Album Fotografii produktów i potraw. Instytut Żywności i Żywienia, Warszawa 2000.
44. *Targoński R., Buciuński A., Romaszko J., Zakrzewski A., Romaszko E.*: Analiza wybranych czynników ryzyka choroby wieńcowej u zdrowych osób w wieku 35-55 lat. *Kardiol. Pol.* 2007, 65, 1216-1222.
45. *Tchernof A., Labrie F., Bélanger A., Prud'homme D., Bouchard C., Tremblay A., Nadeau A., Després J-P.*: Relationship between endogenous steroid hormone, sex hormone-binding globulin and lipoprotein levels in men: contribution of visceral obesity, insulin levels and other metabolic variables. *Atherosclerosis* 1997, 133, 235-244.
46. The third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation and treatment of high cholesterol in adults (Adult treatment panel III). National Health Institute Publication. *Medycyna Praktyczna* 2003, 3, 87-116.
47. *Thompson D.L., Snead D.B., Seip R.L., Weltman J.Y., Rogol A.D., Weltman A.*: Serum lipid levels and steroidal hormones in women runners with irregular menses. *Can. J. Appl. Physiol.* 1997, 22, 66-77.
48. *Van Pottelbergh I., Braeckman L., De Bacquet D., De Backer G., Kaufman J.M.*: Differential contribution of testosterone and estradiol in the determination of cholesterol and lipoprotein profile in healthy middle-aged men. *Atherosclerosis* 2003, 166, 95-102.
49. *Weijnenberg M.P., Feskens E.J.M., Kromhout D.*: Age-related changes in total and high-density-lipoprotein cholesterol in elderly Dutch men. *Am. J. Public. Health* 1996, 86, 798-803.

Otrzymano: 28.01.2010

Zaakceptowano do druku: 29.09.2010