

Ocena wpływu 6-miesięcznej aktywności fizycznej na stopień insulinowrażliwości u otyłych kobiet z zespołem metabolicznym

Evaluation of 6-month physical activity influence on insulin sensitivity level in obese women with metabolic syndrome

Paweł Bogdański¹, Danuta Pupek-Musialik¹, Katarzyna Hen¹, Maria Naglak¹,
Monika Szulińska¹, Anna Jabłecka²

¹ Klinika Chorób Wewnętrznych, Zaburzeń Metabolicznych i Nadciśnienia Tętniczego, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

² Zakład Farmakologii Klinicznej, Instytut Kardiologii, Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

Streszczenie

Wstęp: Wyniki badań epidemiologicznych wskazują, iż rozpowszechnienie zespołu metabolicznego przyjęło skalę epidemii. Centralne miejsce w złożonej i ciągle niedostatecznie poznanej patogenezie zespołu metabolicznego zajmuje otyłość brzuszna i oporność na insulinę. Codzienny ruch związany jest nieodłącznie ze zmniejszeniem ryzyka chorób układu krążenia. Celem pracy była ocena wpływu 6-miesięcznej aktywności fizycznej na stopień insulinowrażliwości, wybrane parametry biochemiczne i antropometryczne u otyłych kobiet z zespołem metabolicznym. **Materiał i metody:** Do badania zakwalifikowano 20 kobiet, podejmowały one wysiłek fizyczny regularnie, raz w tygodniu, pod okiem fizjoterapeuty. U wszystkich przed włączeniem do programu oraz 6 miesięcy później oceniono wybrane parametry antropometryczne i biochemiczne, stężenie insuliny oraz wyliczono wskaźnik insulinooporności. **Wyniki:** W badanej grupie po planowanym okresie zwiększonej aktywności fizycznej stwierdzono znamienne statystycznie zmniejszenie wskaźnika insulinooporności, zmniejszenie stężenia insuliny, zmniejszenie stężenia triglicerydów oraz wzrost stężenia cholesterolu HDL. Uzyskanym korzystnym zmianom parametrów biochemicznych towarzyszyła znamienna statystycznie redukcja obwodu pasa, uzyskany spadek masy ciała nie był istotny statystycznie. **Wnioski:** 1. Aktywność fizyczna u otyłych kobiet z zespołem metabolicznym zwiększa wrażliwość tkanek na insulinę oraz korzystnie modyfikuje parametry gospodarki lipidowej. 2. Modyfikacja profilu metabolicznego poprzez wysiłek fizyczny zachodzi niezależnie od spadku masy ciała. (*Farm Współ* 2008; 1: 129-135)

Słowa kluczowe: zespół metaboliczny, insulinooporność, aktywność fizyczna

Summary

Introduction: Over the past two decades in most developed countries steady and significant increase in metabolic syndrome prevalence has been observed. The crucial role in complex pathogenesis of metabolic syndrome play central obesity and insulin resistance. Regular physical activity decreases risk of cardiovascular diseases. The aim of the study was to evaluate influence of 6-month physical activity program on insulin sensitivity level, selected biochemical and antropometric parameters in obese women with diagnosed metabolic syndrome. **Material and methods:** 20 obese women with metabolic syndrome were qualified. All of them underwent 6-month physical activity program under suspicion of physiotherapist. Before and after the program selected antropometric and biochemical parameters were assessed, insulin concentration was measured and insulin resistance ratio was calculated.

Results: After six months physical therapy program decrease in insulin and triglicerydes concentration, increase

in HDL cholesterol and insulin sensitivity and decrease in waist circumference were observed. **Conclusions:** 1. Regular physical activity in obese women with metabolic syndrome increases insulin resistance and favorably modifies lipid profile. 2. Metabolic changes were independent of weight changes. (*Farm Współ 2008; 1: 129-135*)

Keywords: metabolic syndrome, insulin resistance, physical activity

Wstęp

Wyniki badań epidemiologicznych wskazują, iż rozpowszechnienie zespołu metabolicznego przyjęło skalę epidemii. Prace prowadzone w ramach programu POLMONICA potwierdziły znaczną chorobowość z powodu zespołu metabolicznego również w naszym kraju. W 2001 roku w grupie wiekowej 20-74 lat częstość zespołu wynosiła 20,6% u mężczyzn i 17,4% u kobiet [1].

Wyodrębnienie zespołu metabolicznego zaproponował w 1988 roku Reaven. Opisał on grupę współzależnych czynników metabolicznych takich jak: oporność na insulinę, hiperinsulinemia, nadciśnienie tętnicze, zaburzenia lipidowe, nietolerancja glukozy, których konsekwencją jest rozwój choroby niedokrwiennej serca. Zespół opisany przez Reavena, wzbogacany o kolejne elementy, wielokrotnie zmieniał swą nazwę od zespołu X do obecnie przyjętej nazwy zespołu metabolicznego lub zespołu insulinooporności. Kilkakrotnie też różne grupy ekspertów proponowały kryteria służące rozpoznaniu tego zespołu.

Najnowsze kryteria zespołu metabolicznego przedstawione przez grupę konsultacyjną International Diabetes Federation (IDF) pochodzą z czerwca 2005 roku [2]. Zgodnie z obecnie obowiązującą definicją IDF w celu rozpoznania zespołu metabolicznego należy stwierdzić:

- otyłość centralną (zdefiniowaną jako obwód w talii ≥ 94 cm u Europejczyków i ≥ 80 cm u Europejki)
- oraz 2 z 4 następujących czynników:
 - zwiększone stężenie triglicerydów: > 150 mg/dl lub leczenie tego zaburzenia lipidowego
 - zmniejszenie stężenia cholesterolu HDL: < 40 mg/dl u mężczyzn i < 50 mg/dl u kobiet lub leczenie tego zaburzenia lipidowego
 - podwyższone ciśnienie tętnicze: skurczowe ≥ 130 mmHg lub rozkurczowe ≥ 85 mmHg, lub leczenie rozpoznanego wcześniej nadciśnienia tętniczego
 - zwiększenie stężenia glukozy na czczo ≥ 100 mg/dl lub wcześniej rozpoznana cukrzyca typu 2.

Centralne miejsce w złożonej i ciągle niedostatecznie poznanej patogenie zespołu metabolicznego zajmuje otyłość brzuszna i oporność na insulinę [3]. Wyniki badań Framingham [4], jednoznacznie wskazują, iż otyłość jest niezależnym czynnikiem ryzyka choroby niedokrwiennej serca. Ryzyko powikłań naczyniowych wzrasta szczególnie w otyłości wisceralnej, gdy tkanka tłuszczowa nagromadzona jest wewnątrzbrzuszu.

Globalne ryzyko sercowo-naczyniowe rośnie jeszcze bardziej, kiedy z otyłością współistnieją dodatkowe czynniki ryzyka upoważniające do rozpoznania zespołu metabolicznego – zespołu oporności na insulinę. Zespół metaboliczny stanowi wybitnie aterogenną konstelację „starych” (tj. nadciśnienie tętnicze, zaburzenia lipidowe, zaburzenia gospodarki węglowodanowej) i „nowych” (tj. m.in. nasilenie procesu zapalnego, oporność na insulinę, mikroalbuminuria czy zwiększona aktywność prozakrzepowa) czynników ryzyka miażdżycy. Ryzyko zgonu z powodu choroby niedokrwiennej serca u osób z zespołem metabolicznym wzrasta od 2 do ponad 4-krotnie.

Badania epidemiologiczne udowodniły natomiast, że codzienny ruch związany jest nieodłącznie ze zmniejszeniem ryzyka chorób układu krążenia. Dzięki wzrostowi siły mięśniowej, poprawie sprawności i wydolności fizycznej, a także samopoczucia aktywność fizyczna podnosi także jakość życia, wpływa na zdolności intelektualne oraz spowolnienie procesów starzenia się.

Dla zachowania zdrowia i sprawności, konieczne jest podejmowanie zaplanowanych wysiłków fizycznych. Osobom, z zespołem metabolicznym zaleca się treningi marszowe, do których zaliczamy turystykę pieszą i bardzo modny ostatnio nordic-walking - energiczny chód z kijkami, angażujący do pracy górną partię ciała i zapewniający częściowe odciążenie stawów kończyn dolnych, zajęcia prowadzone w wodzie: pływanie, aqua-aerobik oraz nierozpowszechniony jeszcze w Polsce hydrospinning, czyli jazda na rowerze w wodzie. Innymi dyscyplinami zapewniającymi

odciążenie stawów, a jednocześnie angażującymi do pracy duże grupy mięśniowe są: jazda na rowerze oraz kajakerstwo. Na wspomnienie zasługuje również tradycyjna gimnastyka, aerobik, step, joga oraz taniec. Osoby, o dość dużej sprawności fizycznej mogą trenować tenis ziemny, piłkę koszykową, biegi, a także narciarstwo biegowe.

Cel pracy

Celem pracy była ocena wpływu 6-miesięcznej aktywności fizycznej na stopień insulinowrażliwości, wybrane parametry biochemiczne i antropometryczne u otyłych kobiet z zespołem metabolicznym.

Materiał i metody

Badaniem objęto chorych ze Stowarzyszenia „Żyj Zdrowo” Przyklinicznej Poradni Nadciśnienia i Zaburzeń Metabolicznych w Poznaniu. Okres rekrutacji rozpoczął się w listopadzie 2007 roku, a zakończył się w grudniu 2008 roku. Program ćwiczeń aerobowych przeprowadzono w okresie od grudnia 2007 do maja 2008.

Bezwzględny warunkiem udziału chorego w badaniu było udzielenie pisemnej, świadomej zgody na udział w badaniu. Do badania zostały włączone kobiety w wieku 23-65 lat, z rozpoznaniem zespołem metabolicznym i ze stabilną masą ciała (± 1 kg) w miesiącu poprzedzającym badanie.

Do badania nie zostały włączone pacjentki z:

- wtórną postacią nadciśnienia tętniczego i otyłości,
- cechami niewydolności serca w badaniu przedmiotowym i/lub badaniach dodatkowych (zdjęcie radiologiczne klatki piersiowej, badanie

echokardiograficzne),

- zaburzeniami rytmu, przewodzenia, po implantacji stymulatora serca,
- chorobą niedokrwienną serca – typowy wywiad dławicowy i/lub badania dodatkowe wskazujące na jej obecność (spoczynkowe i wysiłkowe badanie elektrokardiograficzne, koronarografia),
- chorobami naczyń obwodowych (tętnic szyjnych, kręgowych lub tętnic kończyn dolnych) – typowy wywiad lub wyniki badań dodatkowych potwierdzających patologię (badanie przedmiotowe, USG naczyniowe),
- zaburzoną funkcją nerek (stężenie kreatyniny w osoczu $> 115 \mu\text{mol/L}$),
- zaburzoną funkcją wątroby (wartości transaminaz 2,5-krotnie przekraczające zakresy norm),
- ostrym lub przewlekłym, klinicznie jawnym procesem zapalnym (choroby tkanki łącznej i stawów, procesy zapalne dróg oddechowych, procesy zapalne układu moczowo-płciowego, proces zapalny w obrębie głowy i szyi),
- chorobą nowotworową,
- ostrą infekcją w ostatnim miesiącu,
- innymi uwarunkowaniami, które mogłyby stanowić jakiegokolwiek ryzyko dla pacjenta podczas wykonywanego wysiłku fizycznego (uwzględniono typowe przeciwwskazania do podejmowania wysiłku fizycznego).

Do badania włączono ostatecznie 20 kobiet, charakterystykę badanej grupy przedstawiono w tabeli 1.

Po wstępnym zakwalifikowaniu pacjenta do badania na podstawie kryteriów włączenia i wykluczenia, u każdego chorego wykonano pełne badanie podmiotowe i przedmiotowe. Dokonano pomiar aktualnej masy ciała i wzrostu, zmierzono obwód

Tabela 1. Charakterystyka badanej grupy

Charakterystyka badanej grupy	
Liczebność (n)	20 osób
Płeć:	żeńską
Wiek (lata)	54,1 \pm 10,7
Masa ciała (kg)	88,22 \pm 18,4
BMI (kg/cm ²)	33,8 \pm 5,7
Obwód pasa (cm)	106,8 \pm 15,0
SBP (mmHg)	138,9 \pm 18,1
DBP (mmHg)	83,3 \pm 11,8

BMI – wskaźnik masy ciała; SBP - skurczowe ciśnienie tętnicze, DBP - rozkurczowe ciśnienie tętnicze

talii, pomiaru ciśnienia krwi dokonano trzykrotnie. Następnie pobrano próbki krwi, oznaczono z nich parametry gospodarki lipidowej (stężenie cholesterolu całkowitego, cholesterolu frakcji LDL, cholesterolu frakcji HDL i triglicerydów (Tg) metodą enzymatyczną w testach komercyjnych), stężenie glukozy, stężenie insuliny oraz wskaźnik insulinooporności (oznaczenia insuliny dokonano metodą immunoenzymatyczną MEIA (Microparticle Enzyme Immunoassay) aparatem IMX firmy Abbott). Wskaźnik insulinooporności oznaczono jako wskaźnik IR/G (stężenie insuliny na czczo wyrażonej w $\mu\text{U/ml}$ do stężenia glukozy na czczo wyrażonej w mg/dl). Wartość wskaźnika IRI/G $>0,3$ świadczy o insulinooporności.

Następnie przystąpiono do realizacji programu zwiększonej aktywności fizycznej. Trening fizyczny został zaplanowany, a rodzaj ćwiczeń dostosowany do możliwości osób badanych. Miejsce oraz terminy spotkań zostały ustalone i wpisane do kalendarza, jako dodatkowy czynnik motywujący. Przed podjęciem treningu odbył się instruktaż słowny dotyczący bezpieczeństwa oraz zasad obowiązujących przed rozpoczęciem wysiłku fizycznego, w trakcie i po jego zakończeniu. Kobiety zakwalifikowane do programu podejmowały wysiłek fizyczny regularnie, raz w tygodniu, pod okiem fizjoterapeuty. Prowadziły również dzienniczek codziennej aktywności fizycznej, gdzie wpisywały rodzaj podejmowanego wysiłku oraz czas jego trwania, a także wyniki okresowych pomiarów antropometrycznych, mówiących o skuteczności treningu.

Program ćwiczeń aerobiku przy akompaniamencie muzycznym składał się z 5-10 minutowej rozgrzewki obejmującej ćwiczenia oddechowe, ogólnousprawniające oraz rozciągające, etapu właściwego (20-40 minut) zawierającego ćwiczenia aerobowe o stopniowo zwiększanej intensywności w zakresie 50-70% maksymalnej częstości pracy serca (tętno ok. 120-160 uderzeń/minutę), w tym 10-20 minut zostało przeznaczone na ćwiczenia kształtujące, wzmacniające i rozciągające (praca nad rzeźbą ciała), oraz wyciszenia (5-10 minut). W ostatniej fazie treningu stosowano ćwiczenia korekcyjne, antygravitacyjne, rozciągające, oddechowe, rozluźniające, a także relaksacyjne. Całkowity czas trwania treningu wynosił początkowo 30 minut i był stopniowo zwiększany do 60 minut.

Do oceny ciężkości wysiłku zastosowano skalę odczuwanego wysiłku wg Borga. Jest to ocena subiektywna, składa się ze skali 15 stopniowej (od 6 do 20).

Wartość 6 oznacza minimalny wysiłek, wartości $>15-16$ świadczą, iż został przekroczony próg anaerobowy, a wynik >18 wskazuje, że pacjent wykonał maksymalny wysiłek. Skala została tak skonstruowana, aby u młodych osób wskaźnik po pomnożeniu przez 10 odpowiadał częstości skurczów serca. Preferowane obciążenia w treningu wytrzymałościowym aerobowym mieściły się w przedziale 12-15.

Dodatkowo posłużono się regułą „chodź i mów” (walk and talk). Możliwość prowadzenia rozmowy, liczenia lub śpiewu podczas ćwiczeń świadczyły o jego tlenowym charakterze.

Po zakończeniu programu zwiększonej aktywności fizycznej ponownie wykonano badanie przedmiotowe oraz laboratoryjne.

Obliczenia statystyczne uzyskanych danych wykonano stosując program Statistica 6.0 PL for Windows firmy Stat-Soft Inc. Normalność rozkładu zmiennych weryfikowano testem Shapiro-Wilka. W przypadku zmiennych, których rozkład istotnie odbiegał od normalnego, stosowano transformację przez logarytmowanie, co pozwoliło na uzyskanie rozkładów niewskazujących znacznych odstępstw od rozkładu normalnego. Obliczone wyniki podano w postaci średniej \pm (odchylenie standardowe) SD. Wartości zmiennych pomiędzy grupami porównano stosując odpowiednie testy parametryczne. Wszystkie wykazane różnice i wyznaczone współczynniki korelacji przyjęto za statystycznie istotne przy poziomie istotności $p < 0,05$.

Wyniki

1. W badanej grupie stwierdzono znamienne statystycznie zmniejszenie wskaźnika insulinooporności ($0,27 \pm 0,07$ vs $0,24 \pm 0,06$; $p < 0,5$) oraz znamienne statystycznie zmniejszenie stężenia insuliny ($27,3 \pm 6,6$ UI/l vs $24,4 \pm 5,8$ UI/l; $p < 0,5$) po planowanym okresie zwiększonej aktywności fizycznej – tabela 2.
2. Stwierdzono ponadto znamienne statystycznie zmniejszenie stężenia triglicerydów oraz wzrost stężenia cholesterolu HDL po planowanym okresie zwiększonej aktywności fizycznej – tabela 2.
3. Uzyskanym korzystnym zmianom parametrów biochemicznych towarzyszyła jedynie znamienna statystycznie redukcja obwodu pasa, uzyskany spadek masy ciała nie był istotny statystycznie – tabela 3.

Tabela 2. Parametry biochemiczne przed i po okresie zwiększonego wysiłku fizycznego

Wyniki badań laboratoryjnych			
parametry	średnia \pm SD		p
	przed	po	
Glukoza na czczo (mmol/l)	6,50 \pm 2,97	6,25 \pm 2,48	NS
INSULINOOPORNOŚĆ	0,27 \pm 0,07	0,24 \pm 0,06	p<0,5
Insulina (UI/l)	27,3 \pm 6,6	24,4 \pm 5,8	p<0,5
TG (mmol/l)	1,7 \pm 1,1	1,3 \pm 0,7	p<0,5
HDL (mmol/l)	1,3 \pm 0,3	1,4 \pm 0,3	p<0,5
LDL (mmol/l)	3,55 \pm 0,89	3,28 \pm 0,98	NS
TCH (mmol/l)	5,73 \pm 1,14	5,47 \pm 1,10	NS

p<0,05 – po versus przed

TG – triglicerydy, TCH – cholesterol całkowity, HDL – cholesterol frakcji HDL, LDL - cholesterol frakcji LDL

Tabela 3. Charakterystyka parametrów antropometrycznych przed i po okresie zwiększonego wysiłku fizycznego

Wyniki badań antropometrycznych			
wskaźniki	średnia \pm SD		p
	przed	po	
masa ciała (kg)	88,22 \pm 18,4	86,40 \pm 17,5	NS
BMI (kg/m ²)	33,80 \pm 5,7	33,20 \pm 6,0	NS
obwód talii (cm)	106,80 \pm 15,0	101,20 \pm 15,5	p<0,5

p<0,05 – po versus przed

BMI – wskaźnik masy ciała

Omówienie

Zarówno insulinooporność jak i hiperinsulinemia związane są ze zwiększonym ryzykiem rozwoju chorób układu sercowo-naczyniowego. Hiperinsulinemia i hiperglikemia sprzyjają przebudowie ścian naczyń zaburzając ich kurczliwość, wzmagając procesy wykrzepiania i kumulacji wolnych kwasów tłuszczowych w naczyniach, co nasila progresję miażdżycy oraz zwiększa proces prozapalny.

Pierwsze obserwacje epidemiologiczne dotyczące współistnienia hiperinsulinemii i choroby niedokrwiennej serca pojawiły się w piśmiennictwie w końcu lat siedemdziesiątych. Ukazały się wtedy rezultaty trzech badań epidemiologicznych (Helsinki Policemen Study, Busselton Study i Paris Prospective Study), które wykazały istnienie niezależnego od typowych czynników ryzyka związku pomiędzy wysokim stężeniem insuliny na czczo oraz po obciążeniu glukozą a zwiększonym ryzykiem poważnych incydentów sercowo-naczyniowych [5,6]. Folsom i wsp. w badaniu ARIC

(Atherosclerosis Risk in Communities) udowodnili, że skorygowana grubość ściany tętnicy szyjnej rośnie wraz z insulinemią w warunkach podstawowych [7]. Z kolei Howard i wsp. w opublikowanym w roku 1996 badaniu IRAS (Insulin Resistance Atherosclerosis Study), wykazali bezpośredni (niezależny od tradycyjnych czynników ryzyka sercowo-naczyniowego - cholesterolu LDL i HDL, palenia tytoniu, nadciśnienia tętniczego) związek pomiędzy grubością kompleksu intima-media w tętnicy szyjnej a zmniejszeniem wrażliwości na insulinę [8]. Potwierdzono także związek pomiędzy stopniem insulinooporności i stężeniem insuliny na czczo i po obciążeniu glukozą, a ocenianym angiograficznie zaawansowaniem miażdżycy tętnic wieńcowych [9].

Ostatnio wzrasta zainteresowanie badaczy korzyściami pozytywnego wpływu wysiłku fizycznego na wychwyt glukozy i syntezy glikogenu przez mięśnie, a także ich wrażliwość na działanie insuliny. Mechanizm ten związany jest z aktywacją białek GLUT 4, odpowiedzialnych za transport przez błonowy glu-

kozy, wzrost siły działania insuliny i poprawy tolerancji glukozy [10].

Prace badawcze donoszą o poprawie tolerancji glukozy już po tygodniu trwania treningu. Zmiana ta zachodzi niezależnie od masy ciała. Analiza danych wykazała, że 50 minutowy wysiłek fizyczny na poziomie 70-75% rezerwy tętna maksymalnego (MHRR) podejmowany przez 7 dni jest w stanie zwiększyć wrażliwość tkanek na insulinę i tolerancję glukozy o 35% [11-13]. Inne badania dowiodły 36% poprawę działania insuliny w wyniku podejmowania codziennie 30 minutowych ćwiczeń fizycznych na poziomie 70-75% rezerwy tętna maksymalnego (MHRR) przez ten sam okres czasu, co poprzednie badanie [14] Kanga i wsp. stwierdzili, iż działanie insuliny jest większe po zastosowaniu intensywnego, krótkotrwałego wysiłku, aniżeli po długotrwałym, umiarkowanym wysiłku o takim samym obciążeniu energetycznym [12]. W przedstawionej pracy w wyniku 6-miesięcznego programu regularnej aktywności fizycznej w grupie otyłych kobiet z zespołem metabolicznym stwierdzono istotny spadek stężenia insuliny oraz poprawę insulinoowrażliwości. Obserwowano również istotne korzystne zmiany w zakresie parametrów gospodarki lipidowej.

Badania Framingam i PROCAM (Prospective Cardiovascular Munter Study) dowodzą, iż niski poziom HDL i wysokie stężenie triglicerydów to ważne czynniki ryzyka chorób serca i naczyń [15]. Liczne badania wykazują pozytywny wpływ wysiłku fizycznego na profil lipidowy krwi prowadzący do spadku stężenia triglicerydów, cholesterolu całkowitego i frakcji LDL z jednoczesnym wzrostem poziomu frakcji HDL. Istotną rolę w generowaniu zmian profilu lipidowego w wyniku aktywności fizycznej przypisuje się zwiększonej aktywności lipazy lipoproteinowej (LPL), która wykazuje działanie obniżające stężenie triacylogliceroli w osoczu i sprzyja syntezie lipoprotein HDL, których prekursorów powstają w wyniku odszczepiania fragmentów VLDL i chylomikronów. Przypuszcza się, że trening fizyczny stymuluje również powstawanie prekursorów HDL w wątrobie i jelicie, a dodatkowo poprzez zwiększenie wrażliwości tkanek na insulinę prowadzi do zmniejszonego uwalniania wolnych kwasów tłuszczowych, co zmniejsza liczbę wytwarzanych VLDL w wątrobie [10].

W przedstawionej pracy stwierdzono także istotny statystycznie spadek obwodu pasa. Wyniki te są zgodne z obserwacjami większości autorów. Aktywność fizyczna redukuje zawartość tkanki tłuszczowej, zwłaszcza zlokalizowanej w części brzusznej, gdyż jest ona wrażliwsza na działanie lipolityczne, aniżeli tkanka tłuszczowa magazynowana w okolicy pośladkowo-udowej. Fakt ten, jest bardzo korzystny ze względu na istotny spadek ryzyka chorób sercowo-naczyniowych oraz zmniejszenie otłuszczenia narządów wewnętrznych. Gromadzenie się tkanki tłuszczowej w obrębie tułowia związane jest m.in. ze zwiększoną aktywnością układu współczulnego, a rolą wysiłku fizycznego jest pobudzenie antagonistycznego układu przywspółczulnego [10]. W badaniach HOPE (Hart Outcomes Prevention Evaluation) wykazano, że wraz ze zwiększeniem obwodu tali rośnie ryzyko zgonu sercowo-naczyniowego o 24%, zawału serca o 20%, a umieralności o 32% [16]. Również Jansen i jego wsp. w badaniu NHANES III wykazali, że najlepszym miernikiem ryzyka chorób serca i naczyń jest obwód pasa [17].

Wyniki badania jednoznacznie wykazują korzystny dla zdrowia efekt wysiłku fizycznego, niezależny od osiągniętego spadku masy ciała.

Wnioski

1. Aktywność fizyczna u otyłych kobiet z zespołem metabolicznym zwiększa wrażliwość tkanek na insulinę oraz korzystnie modyfikuje parametry gospodarki lipidowej.
2. Modyfikacja profilu metabolicznego poprzez wysiłek fizyczny zachodzi niezależnie od spadku masy ciała.

Adres do korespondencji:

Paweł Bogdański

Klinika Chorób Wewnętrznych,

Zaburzeń Metabolicznych i Nadciśnienia Tętniczego
AM w Poznaniu

ul. Szamarzewskiego 84, 60-569 Poznań

Tel.: (061) 854-93-78, Fax: (061) 847-85-29

E-mail: pawelbogdanski@wp.pl

Piśmiennictwo

1. Broda G, Szcześniewska D, Rywik S. Częstość występowania zespołu metabolicznego w populacji osób dorosłych Warszawy. *Medycyna Metaboliczna* 2003; 2: 25-9.
2. Albert K, Balkau B, Standl E i wsp. Type 2 Diabetes and the Metabolic Syndrome in Europe. *Eur Heart J* 2005; 7 (suppl D): 3.
3. Pupek-Musialik D. Genetyczne podłoże otyłości. W: *Genetyka chorób układu krążenia*. Ciechanowicz A, Januszewicz A, Januszewicz W, Różyło W. Kraków: Medycyna Praktyczna; 2002: 285.
4. Hubert H, Feinleib M, McNamara P i wsp. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983; 67: 968.
5. Pyörälä K. Hyperinsulinaemia as predictor of atherosclerotic vascular disease: epidemiological evidence. *Diabete Metab* 1991; 17(1 Pt 2): 87-92.
6. Pyörälä M, Miettinen H, Laakso M i wsp. Hyperinsulinemia predicts coronary heart disease risk in healthy middle-aged men: the 22-year follow-up results of the Helsinki Policemen Study. *Circulation* 1998; 98(5): 398-404.
7. Selvin E, Coresh J, Gulden SH i wsp. Glycemic control, atherosclerosis, and risk factors for cardiovascular disease in individuals with diabetes: the atherosclerosis risk in communities study. *Diabetes Care* 2005; 28(8): 1965-73.
8. Wagenknecht LE, Zaccaro D, Espeland MA i wsp. Diabetes and progression of carotid atherosclerosis: the insulin resistance atherosclerosis study. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003; 23(6): 1035-41.
9. Okapcová J, Hrnčiar J, Kovár F i wsp. Insulin resistance and the coronary syndrome. *Vnitr Lek* 1999; 45(1): 3-10.
10. Murawska-Ciałowicz E, Zatonka M. Znaczenie aktywności ruchowej dla zdrowia. Wrocław: Wydawnictwo AWF; 2005.
11. Brown MD, Moore GE, Korytkowski MT, McCole SD, Hagberg JM. Improvement of insulin sensitivity by short-term exercise training in hypertensive African American women. *Hypertension* 1997; 30: 1549-53.
12. Kang J, Robertson RJ, Hagberg JM i wsp. Effect of exercise intensity on glucose and insulin metabolism in obese individuals and obese NIDDM patients. *Diabetes Care* 1996; 19: 341-9.
13. Rogers M.A, Yamamoto C, King DS, Hagberg JM, Ehsani AA, Holloszy JO. Improvement in glucose tolerance after 1 week of exercise in patients with mild NIDDM. *Diabetes Care* 1988; 11: 613-8.
14. Czech A, Bernas M, Tatoń J. Sercowo-naczyniowe objawy otyłości. *Endokr Otyłość* 2007; 3(4): 85-94.
15. Garcia MJ, McNamara PM, Gordon T i wsp. Morbidity and mortality in diabetics in the Framingham population. Sixteen year follow-up study. *Diabetes* 1974; 2: 105-11.
16. The World Health Report 2002. Reducing Risks, Promoting Health Life Geneva; 2002.
17. Pupek-Musialik D, Bogdański P. Otyłość i zespół metaboliczny. Od teorii do praktyki. Gdańsk: Via Medica; 2007: 37-45.