

Tomasz Miazgowski<sup>1</sup>, Barbara Krzyżanowska-Świniarska<sup>1</sup>,  
Barbara Wolanin-Prost<sup>2</sup>, Marta Sołtysiak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinika Hipertensjologii i Chorób Wewnętrznych, Pomorski Uniwersytet Medyczny w Szczecinie

<sup>2</sup>Novo Nordisk Pharma Sp. z o.o.

# Prospektywna ocena tłuszczu trzewnego u chorych z cukrzycą typu 2 metodą densytometryczną przy użyciu nowej aplikacji CoreScan

Prospective evaluation of visceral fat in patients with type 2 diabetes by densitometry using a new CoreScan application

## STRESZCZENIE

**Wstęp.** Tłuszcz trzewny (VF) naciekający wątrobę, trzustkę i inne struktury w obrębie jamy brzusznej jest niezależnym czynnikiem ryzyka cukrzycy typu 2 (T2DM) i innych zaburzeń metabolicznych. Do niedawna VF można było mierzyć jedynie za pomocą tomografii komputerowej (CT) i rezonansu magnetycznego (MRI). Nowa aplikacja CoreScan umożliwia pomiar masy i objętości VF za pomocą densytometrii (DXA) całego ciała. Celem badania była ocena zmian VF mierzonego metodą DXA w czasie 12-miesięcznej obserwacji chorych ze świeżo rozpoznaną T2DM, którzy zostali poddani standardowemu leczeniu, zgodnie ze współczesnymi zaleceniami.

**Materiał i metody.** Badaniu poddano 50 kobiet po menopauzie w wieku  $64,68 \pm 8$  lat z cukrzycą rozpoznaną za pomocą doustnego testu tolerancji glukozy (75 g). Standardowe leczenie oparte było na edukacji, samokontroli, diecie i podawaniu metforminy. Wyjściowo

i po 12 miesiącach leczenia obliczano ilość tłuszczu całkowitego (BF) i biodrowego, VF, masę tkanek beztłuszczowych (*Lean*), glikemię na czczo i hemoglobinę glikowaną ( $HbA_{1c}$ ).

**Wyniki.** Spośród badanych kobiet 24 (48%) wymagały leczenia za pomocą diety i modyfikacji stylu życia, u pozostałych dodatkowo włączano metforminę. Żadna z badanych nie wymagała leczenia insuliną. Wyjściowo średnie  $HbA_{1c}$  wynosiło  $6,92 \pm 1,8\%$  (52 mmol/mol). Po 12 miesiącach obserwowano istotne obniżenie poziomu glikemii na czczo (15,9%;  $p = 0,0001$ ),  $HbA_{1c}$  (11,5%;  $p = 0,013$ ), masy ciała (3,4%;  $p = 0,001$ ), wskaźnika masy ciała (BMI) (3,4%;  $p = 0,0005$ ), obwodu talii (2%;  $p = 0,024$ ) oraz BF (2,7%;  $p = 0,041$ ), natomiast nie zmieniły się istotnie *Lean* i VF. W regresji wieloczynnikowej redukcja masy ciała po 12 miesiącach związana była ze zmniejszeniem się BF ( $\beta = 0,898$ ;  $p = 0,001$ ), natomiast nie zależała od zmian *Lean* i VF. **Wnioski.** U kobiet po menopauzie ze świeżo rozpoznaną T2DM standardowe leczenie oparte na zaleceniach dotyczących modyfikacji stylu życia oraz metforminie powoduje po 12 miesiącach redukcję masy ciała zależną od zmniejszenia się ilości BF, natomiast nie wpływa na masę tkanek beztłuszczowych ani VF ocenianego densytometrycznie za pomocą nowej aplikacji CoreScan. (Diabet. Klin. 2013; 2, 6: 213–219)

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. n. med. Tomasz Miazgowski  
Klinika Hipertensjologii i Chorób i Wewnętrznych  
Pomorski Uniwersytet Medyczny

ul. Unii Lubelskiej 1, 71–252 Szczecin

Tel.: +48 (91) 425 35 50

Faks: +48 (91) 425 35 52

e-mail: miazgowski@interia.pl

Diabetologia Kliniczna 2013, tom 2, 6, 213–219

Copyright © 2013 Via Medica

Nadesłano: 21.08.2013

Przyjęto do druku: 20.11.2013

**Słowa kluczowe:** tłuszcz trzewny, densytometria, cukrzyca typu 2

**ABSTRACT**

**Introduction.** Visceral fat (VF) infiltrating the liver, pancreas and other structures within abdomen is independent risk factor for type 2 diabetes (T2DM) and other metabolic abnormalities. Until recently, VF could be measured only by computed tomography and magnetic resonance. A new application CoreScan can measure the mass and volume of VF using total body densitometry (DXA). Aim of the study was to assess the changes in VF measured by DXA during a 12-month follow-up of patients with newly diagnosed T2DM who received standard treatments based on the current guidelines.

**Material and methods.** The study was performed on 50 postmenopausal women aged  $64.68 \pm 8$  years with diabetes diagnosed by 75 g oral glucose tolerance test. Standard treatment was based on education, self-control, diet, and metformin. At the baseline and after 12 months of treatment, body fat (BF), hip fat, VF, lean tissue mass (Lean), fasting glucose, and glycated hemoglobin ( $HbA_{1c}$ ) were assessed.

**Results.** Among studied women, 24 (48%) required treatments with only diet and lifestyle modification; in remaining, additionally metformin was given. None of the subjects required insulin therapy. Baseline mean  $HbA_{1c}$  was  $6.92 \pm 1.8\%$  (52 mmol/mol). After 12 months there were decreases in fasting glucose (15.9%;  $p=0.0001$ ),  $HbA_{1c}$  (11.5%;  $p=0.013$ ), weight (3.4%;  $p=0.001$ ), body mass index (3.4%;  $p=0.0005$ ), waist circumference (2%;  $p=0.024$ ) and BF (2.7%;  $p=0.041$ ), while Lean and VF did not change significantly. In the multiple regression analysis, weight reduction after 12 months was associated with BF decrease ( $\beta=0.898$ ;  $p=0.001$ ), but not with changes in Lean and VF.

**Conclusions.** In postmenopausal women with newly diagnosed T2DM, standard treatment based on lifestyle modifications and metformin, results after 12 months in weight reduction associated with BF decrease but has no impact on lean tissue mass and visceral fat assessed by densitometry using a new CoreScan application. (Diabet. Klin. 2013; 2, 6: 213–219)

**Key words:** visceral fat, densitometry, type 2 diabetes

**Wstęp**

W patogenezie cukrzycy typu 2 (T2DM, *type 2 diabetes mellitus*) kluczową rolę odgrywa insulinoo-porność, która rozwija się głównie w mięśniach szkieletowych, wątrobie i tkance tłuszczowej. Do rozwoju insulinoo-porności prowadzi wiele czynników genetycz-

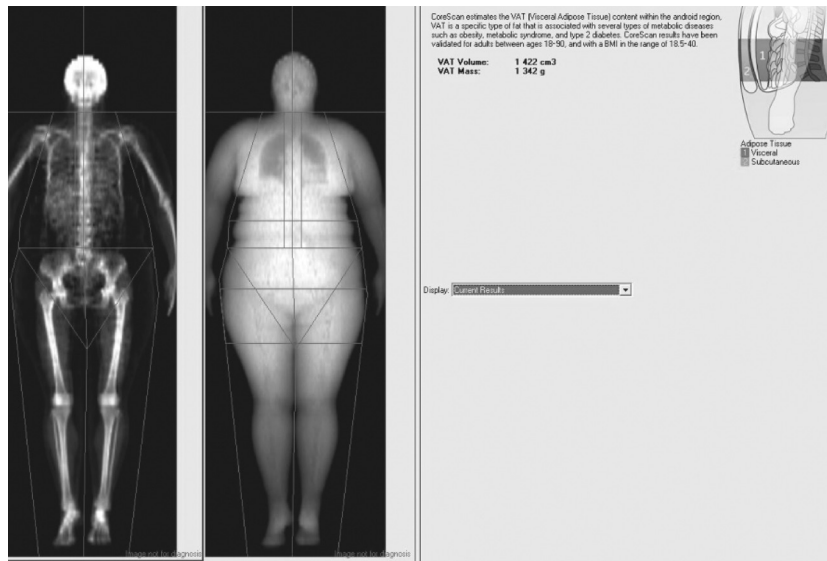
nych oraz środowiskowych takich, jak: siedzący tryb życia, nieprawidłowa dieta i mała aktywność fizyczna, których konsekwencją jest nadmiar tkanki tłuszczowej. Badania ostatnich lat wskazują, że zmniejszenie wrażliwości na insulinę ściślej wiąże się z dystrybucją tłuszczu niż jego masą całkowitą. Z powodów nie do końca jeszcze poznanych, u niektórych osób, zarówno otyłych, jak i z prawidłową masą ciała, tłuszcz odkłada się poza tkanką podskórną w ektopowych depozytach w mięśniach szkieletowych, sercu, naczyniach krwionośnych i jamie brzusznej. Tłuszcz jest niezależnym czynnikiem ryzyka T2DM, dyslipidemii i nadciśnienia tętniczego [1]. Tłuszcz trzewny (VF, *visceral fat*) uwalnia wprost do krążenia wrotnego adipokiny, prozapalne cytokiny, triglicerydy, wolne kwasy tłuszczowe oraz czynniki modyfikujące krzepnięcie i fibrylizę [2–4]. Jego ilość można ocenić pośrednio za pomocą pomiaru obwodu brzucha lub bezpośrednio za pomocą tomografii komputerowej (CT, *computed tomography*) albo rezonansem magnetycznym (MRI, *magnetic resonance imaging*) — CT i MRI są jednak badaniami kosztownymi i wiążą się z koniecznością ekspozycji pacjenta na promieniowanie, a wynik badania w znacznej mierze zależy od manualnego ustawienia pola pomiaru.

Ostatnio pojawiła się możliwość oceny VF za pomocą absorpcjometrii z wykorzystaniem podwójnej wiązki promieniowania rentgenowskiego — densytometrii (DXA, *dual-energy X-ray absorptiometry*). Aplikacja CoreScan umożliwia automatyczne wyliczenie masy i objętości VF w standardowym badaniu całego ciała. Ta nowa metoda pomiaru VF bardzo dobrze koreluje z wynikami uzyskanymi za pomocą CT — współczynnik determinacji ( $R^2$ ) pomiędzy obiema metodami wynosi 0,957 [5, 6].

Celem obecnego badania była ocena zmian ilości VF mierzonego metodą densytometryczną z zastosowaniem CoreScan w czasie 12-miesięcznej obserwacji chorych ze świeżo rozpoznaną T2DM, którzy zostali poddani standardowemu leczeniu diabetologicznemu.

**Materiał i metody****Materiał**

Badania przeprowadzono w grupie kobiet po menopauzie ze świeżo rozpoznaną T2DM, u których wykonano wcześniej badanie całego ciała metodą DXA, używając starszej wersji oprogramowania, jak opisano poprzednio [7]. Spośród ogółem 57 chorych poddanych obserwacji do badania włączono 50 kobiet leczonych samą dietą lub dietą w skojarzeniu z metforminą, u których możliwa była reanaliza skanów całego ciała za pomocą aplikacji CoreScan. U wszystkich chorych T2DM rozpoznawano doustnym testem tolerancji glu-



Rycina 1. Pomiar tłuszczu trzewnego w badaniu densytometrycznym

kozy (75 g) (OGTT, *oral glucose tolerance test*), który wykonywano przesiewowo w poradniach podstawowej opieki zdrowotnej w Szczecinie. Rozpoznanie T2DM ustalano na podstawie kryteriów diagnostycznych OGTT rekomendowanych przez Polskie Towarzystwo Diabetologiczne (PTD) [8]. Założeniem tego celowanego skriningu było wykrycie nowych przypadków T2DM w grupie kobiet po menopauzie bez znanych wcześniej zaburzeń tolerancji węglowodanów i poddanie ich rutynowej opiece diabetologicznej. Do obecnego badania kwalifikowano chore, które w warunkach wyjściowych nie miały chorób współistniejących wymagających leczenia (poza nadciśnieniem tętniczym, ale z wyłączeniem leczonych ciężkimi lekami moczopędnymi), nie były w przeszłości leczone steroidami lub hormonalną terapią zastępczą oraz nie wykazywały istotnych odchyleń w badaniu przedmiotowym poza nadwagą/otyłością i nadciśnieniem tętniczym. W momencie włączenia do badania chore zostały objęte opieką w Regionalnej Poradni dla Chorych na Cukrzycę w Szczecinie, gdzie prowadzono edukację w zakresie samokontroli, diety, celów leczenia, redukcji masy ciała i późnych powikłań cukrzycy oraz wdrożono leczenie zgodnie z zaleceniami PTD dotyczącymi zasad i celów leczenia T2DM [8]. U wszystkich chorych wykonywano pomiary masy ciała, wzrostu i obwodu talii oraz wyliczano wskaźnik masy ciała (BMI, *body mass index*).

Protokół badania został zatwierdzony przez Komisję Bioetyczną Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie i wszystkie kobiety podpisały formularz świadomej zgody na udział w badaniu.

### Badania biochemiczne

U wszystkich badanych, wyjściowo i po 12 miesiącach leczenia, wykonano oznaczenia stężenia glukozy na czczo oraz hemoglobiny glikowanej (HbA<sub>1c</sub>). Badania wyjściowe przeprowadzone były w czasie od 5 do 30 dni od uzyskania wyniku OGTT. Stężenie glukozy było oceniane metodą enzymatyczną (Glucose HK; Roche Diagnostics, Mannheim; Niemcy). Hemoglobinę glikowaną oznaczano turbidymetryczną metodą immunochemiczną (Roche Diagnostics, Mannheim; Niemcy).

### Badanie składu ciała i tłuszczu trzewnego

Badania składu ciała wykonywano metodą DXA aparatem GE Lunar Prodigy Advance (Madison, WI; Stany Zjednoczone) i analizowano przy użyciu oprogramowania Encore w wersji 14.1. Oceniano masę tłuszczu całkowitego (BF, *body fat*), brzuszego (AF, *android fat*) i biodrowego (GF, *gynoid fat*) oraz masę tkanek beztłuszczowych (*Lean*). Następnie reanalizowano obszar AF za pomocą aplikacji CoreScan, uzyskując dane na temat masy i objętości VF (ryc. 1). Badania wykonywano w warunkach wyjściowych i po 12 miesiącach leczenia. Wszystkie badania oraz analizy skanów wykonywane były przez jednego operatora.

### Statystyczne metody obliczeń

Rozkład zmiennych ciągłych badano testem normalności Shapiro-Wilka. Ponieważ większość zmiennych ciągłych wykazywało rozkład skośny, przed dalszymi obliczeniami dokonano ich transformacji logarytmicznej. Różnice w badanych parametrach pomiędzy

Tabela 1. Charakterystyka kliniczna i biochemiczna chorych z cukrzycą typu 2 na początku badania i po 12 miesiącach

Parametr	Wyjściowo n = 50	Po 12 miesiącach n = 50	p
Wiek (lata)	64,68 ± 8,05	65,59 ± 7,45	0,003
Wzrost [m]	1,604 ± 0,05		
Masa ciała [kg]	82,82 ± 12,93	80,88 ± 13,11	0,001
Wskaźnik masy ciała [kg/m <sup>2</sup> ]	32,26 ± 5,15	31,50 ± 5,25	0,0005
Obwód talii [cm]	100,48 ± 12,32	98,51 ± 11,82	0,024
Tkanka tłuszczowa trzewna [g]	1676,35 ± 633,2	1598,44 ± 702,7	0,272
Tkanka tłuszczowa trzewna [cm <sup>3</sup> ]	1777,1 ± 671,2	1694,54 ± 744,5	0,126
Tłuszcz całkowity (%)	43,53 ± 4,54	42,84 ± 5,41	0,028
Tłuszcz całkowity [g]	36480,41 ± 8698,6	35510,39 ± 9443,3	0,041
Tłuszcz biodrowy [g]	5565,85 ± 1400,5	5418,17 ± 1429,2	0,052
Tkanka beztłuszczowa [g]	44016,40 ± 5416,9	43518,39 ± 4741,6	0,169
Glikemia na czczo [mg/dl]	131,89 ± 48,51	110,92 ± 15,53	0,0001
[mmol/l]	7,33 ± 2,69	6,16 ± 0,86	
Hemoglobina glikowana (%)	6,92 ± 1,85	6,13 ± 0,47	0,013
[mmol/mol]	52 ± 0	43 ± 0	

warunkami wyjściowymi a po 12 miesiącach leczenia oceniano testem Wilcozona dla par obserwacji. Zależności pomiędzy wskaźnikami składu ciała a wyrównania metabolicznego cukrzycy oceniano za pomocą korelacji rang Spearmana. Za pomocą regresji prostej oraz regresji wieloczynnikowej obliczano wpływ zmian masy BF, biodrowego i VF oraz tkanki beztłuszczowej na zmianę masy ciała po 12 miesiącach leczenia. Wszystkich obliczeń dokonano przy użyciu programu statystycznego Statistica 9.0 (StatSoft, Tulusa, OK; Stany Zjednoczone).

## Wyniki

Spośród 50 kobiet uczestniczących w obecnym badaniu 24 (48%) wymagały leczenia poprzez dietę i modyfikację stylu życia. W pozostałych 26 przypadkach dodatkowo włączano metforminę w modyfikowanych w zależności od potrzeb dawkach od 0,5 do 3,0 g/dobę. Żadna z badanych nie wymagała leczenia insuliną przez cały okres obserwacji. Charakterystyki kliniczne i biochemiczne badanych w warunkach wyjściowych i po 12 miesiącach leczenia przedstawiono w tabeli 1. Wszystkie badane kobiety były po menopauzie (średnio 13,7 ± 5,9 roku). Nadwagę (BMI > 25,0 kg/m<sup>2</sup>) stwierdzono w 32% przypadkach (16 kobiet). Pozostałe kobiety były otyłe (BMI > 30,0 kg/m<sup>2</sup>). U wszystkich kobiet występowała otyłość brzuszna (obwód talii > 80 cm). Zwraca też uwagę wysoka masa BF (> 43% masy ciała). Wyjściowe średnie stężenie HbA<sub>1c</sub> wynosiło poniżej 7,0%, przy czym aż w 66% przypadków miało wartość poniżej 6,5%.

Po 12 miesiącach leczenia uzyskano znacząca poprawę wyrównania metabolicznego cukrzycy — średnia

Tabela 2. Wpływ zmian masy tłuszczu całkowitego i jego depozytów oraz tkanki beztłuszczowej na zmianę masy ciała po 12 miesiącach leczenia (regresja prosta)

Zmiana pomiędzy wartością wyjściową i po 12 miesiącach leczenia	$\beta$	p
Tłuszcz całkowity [g]	0,8321	0,0001
Tłuszcz całkowity (%)	0,7256	0,0001
Tkanka beztłuszczowa [g]	0,3889	0,0039
Tłuszcz biodrowy [g]	0,7843	0,0001
Tkanka tłuszczowa trzewna [g]	0,6492	0,0001
Tkanka tłuszczowa trzewna [cm <sup>3</sup> ]	0,6498	0,0001

wartość glikemii na czczo obniżyła się o 15,9%, a stężenie HbA<sub>1c</sub> — o 11,5%. W tym czasie obserwowano istotny spadek masy ciała i BMI (średnio o 3,4%), obwodu talii (2%) oraz BF (2,7%), natomiast nie zmieniły się masy *Lean* i VF.

Zmiany zachodzące w czasie 12 miesięcy leczenia w masach VF, BF, GF i *Lean* były istotnymi, pojedynczymi predyktorami obserwowanego spadku masy ciała (tab. 2). Jednak w analizie wieloczynnikowej okazało się, że spadek ten na końcu badania zależał jedynie od BF (tab. 3). Zależność ta była nadal istotna po uwzględnieniu w analizie wpływu zmiany wieku oraz zmiany masy GF ( $\beta = 0,648$ ;  $p = 0,011$ ).

Spośród badanych parametrów składu ciała BF znacznie lepiej korelował z masą ciała, BMI i obwodem talii niż VF czy *Lean*, natomiast żaden z nich nie wykazywał wyraźniejszych zależności z glikemią na czczo i stężeniem HbA<sub>1c</sub> (tab. 4).

**Tabela 3. Wpływ zmian masy tłuszczu całkowitego oraz tkanki beztłuszczowej i tłuszczowej trzewnej na zmianę masy ciała po 12 miesiącach leczenia (regresja wieloczynnikowa)**

Zmiana pomiędzy wartością wyjściową i po 12 miesiącach leczenia	$\beta$	p
Tłuszcz całkowity [g]	0,8987	0,0001
Tkanka beztłuszczowa [g]	0,1420	0,0828
Tkanka tłuszczowa trzewna [g]	-0,1315	0,3506

## Dyskusja

CoreScan jest nową aplikacją dla densytometrów GE Lunar, za pomocą której można obliczyć ilość VF w standardowym skanie całego ciała. Aplikacja charakteryzuje się wysoką zgodnością wyników z CT oraz bardzo dobrą precyzją i powtarzalnością [6, 9], co łącznie z zaletami densytometrii (krótki czas wykonania skanu, mniejsze koszty badania, minimalnie napromieniowanie oraz automatyczny tryb pomiaru i analizy minimalizujące wpływ operatora) stwarza nadzieję na powszechniejsze zastosowanie pomiarów VF w praktyce klinicznej, przede wszystkim u osób z grup ryzyka chorób metabolicznych i sercowo-naczyniowych.

W grupie kobiet po menopauzie ze świeżo rozpoznaną T2DM u wszystkich badanych współistniała nadwaga lub otyłość oraz otyłość brzuszna, co potwierdza dobrze poznany, kluczowy udział tych czynników w patogenezie zaburzeń tolerancji glukozy i zespołu metabolicznego [1, 3]. W obecnej pracy T2DM rozpoznawano doustnym testem tolerancji glukozy. Warto zauważyć, że gdyby do diagnostyki cukrzycy w badanym materiale zastosować kryterium stężenia HbA<sub>1c</sub> proponowane w innych krajach [10], aż w 2/3 przypadków nie byłoby możliwe ustalenie rozpoznania choroby.

W grupie 50 kobiet po menopauzie ze świeżo rozpoznaną T2DM, po 12 miesiącach standardowego leczenia polegającego na edukacji, diecie redukcyjnej, zwiększeniu aktywności fizycznej oraz stosowaniu metforminy uzyskano znaczącą poprawę wyrównania metabolicznego cukrzycy oraz istotny spadek masy ciała, obwodu talii i BF, natomiast masy *Lean* i VF — niezależnie od wieku i poprawy wyrównania metabolicznego — w tym czasie nie zmieniły się. Wyniki te mogą mieć pewne implikacje kliniczne. Po pierwsze, niniejsze badanie sugeruje, że leczenie T2DM zgodnie z zaleceniami jest skuteczne w zakresie redukcji BF, ale nie ma większego wpływu na VF. Można to uznać za wynik tylko częściowo zadowalający, bowiem pomimo powszechnie znanych zależności między masą tkanki tłuszczowej a ryzykiem T2DM, dyslipidemii, nadciśnienia tętniczego czy nowotworów, VF wydaje się wywierać silniejszy, niekorzystny wpływ na to ryzyko niż BF [11]. Z tego powodu redukcja VF była podstawowym celem terapeutycznym w wielu z ostatnio przeprowadzonych badań interwencyjnych. Cele te można osiągnąć za pomocą diet redukujących [12] i/lub zwiększeniem aktywności fizycznej. W metaanalizie 15 badań bazujących na wzroście aktywności fizycznej w czasie powyżej 12 tygodni, przeprowadzonych łącznie na 852 pacjentach z nadwagą lub otyłością (ale bez cukrzycy), Vissers i wsp. [13] wykazali, że ćwiczenia fizyczne wykonywane od 2 do 5 razy na tydzień przez 40–90 minut/dobę prowadzą do redukcji VF w CT o 30–40 cm<sup>2</sup> [Hedges'g -0,497; 95% przedział ufności (CI, *confidence interval*) od -0,655 do -0,340; p < 0,001], jednak korzystnie na VF wpływają ćwiczenia aerobowe o średnim i wysokim nasileniu, nie wykazano jednoznacznie wpływu ćwiczeń o niskim nasileniu. Jest to zrozumiałe, ponieważ intensywność wysiłku fizycznego wiąże się ze stopniem oksydacji tłuszczów i węglowodanów w mięśniach szkieletowych [14], chociaż uzyskiwano też odmienne wyniki [15, 16]. Wpływ

**Tabela 4. Korelacje pomiędzy badanymi parametrami składu ciała, wskaźnikiem masy ciała (BMI), obwodem talii i wskaźnikami wyrównania cukrzycy**

	Tkanka tłuszczowa trzewna [g]	Tkanka tłuszczowa trzewna [cm <sup>3</sup> ]	Tłuszcz całkowity (%)	Tłuszcz całkowity [g]	Tkanka beztłuszczowa [g]
Wiek (lata)	0,071	0,082	-0,032	-0,154	-0,162
Masa ciała [kg]	0,693*	0,692*	0,770*	0,953*	0,814*
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	0,674*	0,674*	0,742*	0,893*	0,741*
Obwód talii [cm]	0,703*	0,701*	0,750*	0,872*	0,732*
Glikemia [mg/dl]	0,123	0,121	0,112	0,064	-0,053
HbA <sub>1c</sub> (%)	0,091	0,092	0,074	0,053	-0,010

Korelacje rang Spearmana ze wszystkich par pomiarów; \*p < 0,001

ćwiczeń fizycznych na VF u chorych z T2DM oceniano jedynie w nielicznych opracowaniach. Jonker i wsp. [17] obserwowali 20-procentową redukcję VF u chorych poddanych 6-miesięcznemu przygotowawczemu programowi ćwiczeń o średnim lub wysokim nasileniu, po którym wykonywali oni 12-dniową wyprawę wysokogóorską. Zbliżone wyniki uzyskali Kwon i wsp. [18]. Rozbieżności między wynikami własnymi a cytowanym piśmiennictwem mogą wynikać z różnic w zastosowanej metodyce oceny VT, wieku badanych, czasu trwania T2DM lub różnic etnicznych. Podstawowe znaczenie wydają się mieć jednak różnice w metodyce i weryfikacji aktywności fizycznej. W programach interwencyjnych intensywność i jakość ćwiczeń określana jest przez wyspecjalizowanych instruktorów, a efektywność oceniana metodami obiektywnymi (np. akcelerometr, kalorymetria, ergospirometria, stopień zużycia tlenu), natomiast podczas rutynowych wizyt diabetologicznych najczęściej wydaje się ogólne zalecenia dotyczące wysiłku fizycznego [8, 19] oraz rejestruje się jedynie masę ciała jako pośredni wskaźnik redukcji masy tłuszczu. Wyniki niniejszego badania wskazują, że takie działania są niewystarczająco skuteczne w uzyskaniu redukcji VF u chorych z T2DM, chociaż taka interpretacja może mieć wartość ograniczoną — w opublikowanych niedawno badaniach wykazano, że współistnienie bezdechu sennego, którego tutaj nie oceniano, zmniejsza redukcję VF u osób otyłych [20]. Badania autorów niniejszego artykułu wskazują natomiast, że obwód talii bardzo dobrze koreluje z masą i objętością VF, co sugeruje przydatność tego prostego pomiaru w monitorowaniu zmian VF w czasie wizyt diabetologicznych.

W badaniu po 12 miesiącach leczenia nie zmieniała się masa *Lean*. W badaniu DXA jest ona komponentem składu ciała, który obliczany jest jako różnica między masą ciała a masą tłuszczu i masą minerału kostnego. W skład *Lean* wchodzi głównie mięśnie szkieletowe, a ponadto skóra, tkanka łączna i narządy wewnętrzne. *Lean* bardzo dobrze koreluje z masą mięśni mierzoną za pomocą CT lub MRI ( $R^2 = 0,81-0,89$ ) [21, 22]. Stąd wyniki wskazujące, że pomimo redukcji masy ciała masa mięśni szkieletowych pozostała bez zmian. Podobne wyniki obserwowano w odniesieniu do masy mięśni uda [18]. Zachowanie (a najlepiej wzrost) masy mięśniowej, obok redukcji masy tkanki tłuszczowej (trzewnej i całkowitej), w świetle piśmiennictwa wydaje się kluczowe dla utrzymania prawidłowej wrażliwości na insulinę oraz zmniejszenie ryzyka chorób sercowo-naczyniowych [23]. Mięśnie wydzielają miokiny, które na drodze auto-, para- i endokrynej głęboko związane są z procesami zapalnymi. Sarkopenia, zarówno związana z wiekiem, jak i chorobami przewlekłymi bądź małą aktywnością fizyczną, prowadzi do zwiększonej

produkcji prozapalnie działających miokin, głównie interleukiny 6, 8 i 15, co powoduje akumulację BF i VF oraz narastania oporności na insulinę [24].

Podsumowując, u kobiet po menopauzie ze współistniejącą nadwagą lub otyłością i świeżo rozpoznaną T2DM standardowe leczenie bazujące na zaleceniach dotyczących modyfikacji stylu życia oraz stosowaniu metforminy powoduje po 12 miesiącach redukcję masy ciała, BF i obwodu talii, natomiast nie wpływa na masę *Lean* i VF ocenianego densytometrycznie za pomocą nowej aplikacji CoreScan.

## Oświadczenie o konflikcie interesów

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

## PIŚMIENNICTWO

1. Yoshimura E., Kumahara H., Tobina T. i wsp. Relationships between fat deposition in the liver and skeletal muscle and insulin sensitivity in Japanese individuals: a pilot study. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2011; 4: 35–43.
2. Zhang H., Chen X., Sairam M.R. Novel hormone-regulated genes in visceral adipose tissue: cloning and identification of proinflammatory cytokine-like mouse and human MEDA-7: implications for obesity, insulin resistance and the metabolic syndrome. *Diabetologia* 2011; 54: 2368–2380.
3. Sun K., Kusminski C.M., Scherer P.E. Adipose tissue remodeling and obesity. *J. Clin. Invest.* 2011; 121: 2094–2101.
4. Zhuo Q., Wang Z.Q., Fu P., Piao J.H., Tian Y., Xu J., Yang X.G. Association between adiponectin and metabolic syndrome in older adults from major cities of China. *Biomed. Environ. Sci.* 2010; 23: 53–61.
5. Kaul S., Rothney M.P., Peters D.M. i wsp. Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity (Silver Spring)* 2012; 20: 1313–1318.
6. Ergun D.L., Rothney M.P., Oates M.K., Xia Y., Wacker W.K., Binkley N.C. Visceral adipose tissue quantification using Lunar Prodigy. *J. Clin. Densitom.* 2013; 16: 75–78.
7. Miazgowski T., Noworyta-Ziętara M., Safranow K., Ziemak J., Widecka K. Serum adiponectin, bone mineral density and bone turnover markers in post-menopausal women with newly diagnosed type 2 diabetes: a 12-month follow-up. *Diabet. Med.* 2012; 29: 62–69.
8. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych na cukrzycę 2011. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. *Diabetol. Dośw. Klin.* 2011; 11 (supl. A): A1–A42.
9. Rothney M.P., Xia Y., Wacker W.K. i wsp. Precision of a new tool to measure visceral adipose tissue (VAT) using dual-energy X-Ray absorptiometry (DXA). *Obesity (Silver Spring)* 2013; 21: E134–E136.
10. American Diabetes Association. Clinical Practice Recommendations. *Diabetes Care* 2013; 36 (supl. 1): 67–74.
11. Park H.S., Lee K. Greater beneficial effects of visceral fat reduction compared with subcutaneous fat reduction on parameters of the metabolic syndrome: a study of weight reduction programmes in subjects with visceral and subcutaneous obesity. *Diabet. Med.* 2005; 22: 266–272.
12. Formoso G., Taraborrelli M., Guagnano M.T. i wsp. Magnetic resonance imaging determined visceral fat reduction associates with enhanced IL-10 plasma levels in calorie restricted obese subjects. *PLoS One* 2012; 7: e52774.
13. Vissers D., Hens W., Taeymans J., Baeyens J.-P., Poortmans J., Van Gaal L. The effect of exercise on visceral adipose tissue in overweight adults: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2013; 8: e56415.

14. Holloszy J.O., Kohrt W.M., Hansen P.A. The regulation of carbohydrate and fat metabolism during and after exercise. *Front Biosci.* 1998; 3: D1011–D1027.
15. Friedenreich C.M., Woolcott C.G., McTiernan A. i wsp. Adiposity changes after a 1-year aerobic exercise intervention among postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Int. J. Obes. (London)* 2011; 35: 427–435.
16. Gutin B., Barbeau P., Owens S. i wsp. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 75: 818–826.
17. Jonker J.T., de Mol P., de Vries S.T. i wsp. Exercise and type 2 diabetes mellitus: changes in tissue-specific fat distribution and cardiac function. *Radiology* 2013; doi: 10.1148/radiol.13121631, assessed on 25 June 2013.
18. Kwon H.R., Min K.W., Ahn H.J. i wsp. Effects of aerobic exercise on abdominal fat, thigh muscle mass and muscle strength in type 2 diabetic subject. *Korean Diabetes J.* 2010; 34: 23–31.
19. Colberg S.R., Sigal R.J., Fernhall B. i wsp. Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care* 2010; 33 :2692–2696.
20. Borel A.L., Leblanc X., Almérás N. i wsp. Sleep apnoea attenuates the effects of a lifestyle intervention programme in men with visceral obesity. *Thorax* 2012; 67: 735–741.
21. Chen Z., Wang Z., Lohman T. i wsp. Dual-energy X-ray absorptiometry is a valid tool for assessing skeletal muscle mass in older women. *J. Nutr.* 2007; 137: 2775–2780.
22. Kim J., Wang Z., Heymsfield S.B. i wsp. Total-body skeletal muscle mass: estimation by a new dual-energy X-ray absorptiometry method. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76:378–383.
23. Pratesi A., Tarantini F., Di Bari M. Skeletal muscle: an endocrine organ. *Clin. Cases Miner. Bone Metab.* 2013; 10: 11–14.
24. Pedersen BK. Muscle and their myokines. *J. Exp. Biol.* 2011; 214: 337–346.