

Wpływ rehabilitacji pacjentów z zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa na grubość tkanki tłuszczowej podskórnej oraz procentową zawartość tkanki tłuszczowej (BF%)

The effect of rehabilitation of patients with low back pain on anthropometric measurements of skinfolds and body fat percentage (BF%)

Marta Wolanin^{1,2/}, Antoni Wolanin^{1,3/}, Adam Topolski^{1,2,5/}, Sebastian Chrzan^{1,4/}, Rafał Sapała^{1,2/}, Łukasz Kozioł^{1,5/}

^{1/} Akademia Zamojska, Zamość

^{2/} Zamojska Klinika Rehabilitacji Spółka z o.o., Zamość

^{3/} Oddział Kardiochirurgii, Samodzielny Publiczny Szpital Wojewódzki im. Papieża Jana Pawła II w Zamościu

^{4/} S_med Sebastian Chrzan Praktyka Fizjoterapeutyczna

^{5/} Wydział Zamiejscowy Uniwersytetu Marii Curie Skłodowskiej w Puławach

Wprowadzenie. Często w literaturze spotkać można artykuły badające efekty rehabilitacji, głównie ćwiczeń fizycznych, jako metody redukującej masę ciała. Bardzo trudno natomiast odnaleźć informacje na temat zmian w zawartości tkanki tłuszczowej w leczeniu przewlekłych zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa, nie skierowanych bezpośrednio na efekt odchudzający.

Cel. Określenie wpływu rehabilitacji osób z przewlekłymi zespołami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa na grubość tkanki tłuszczowej podskórnej w aspekcie krótko- i długoterminowym.

Materiały i metody. Badaniem objęto grupę 300 osób (203 kobiety i 97 mężczyzn) w wieku 18-87 lat ($59 \pm 14,7$ lat). Pacjenci leczenia byli z powodu przewlekłych zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. Do badania grubości fałdów tłuszczowych podskórnych użyto fałdomierza elektronicznego FP-04. Obliczono również procentową zawartość tłuszczu w organizmie (BF%).

Wyniki. Po zastosowanej rehabilitacji stwierdzono istotne statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej w punktach: na ramieniu (R) ($p < 0,001$), na brzuchu (B) ($p < 0,001$), na grzbiecie (G) ($p < 0,001$), na brzuchu w okolicy grzebienia kości biodrowej (Bb) ($p = 0,013$) i na udzie (U) ($p < 0,001$). Rok po zakończeniu rehabilitacji stwierdzono istotne statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej jedynie w punkcie R ($p = 0,02$).

Wnioski. 1. Rehabilitacja u osób z przewlekłym zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa powoduje krótkotrwałą redukcję grubości tkanki tłuszczowej podskórnej. 2. Rehabilitacja powoduje zmniejszenie procentowej zawartości tłuszczu (BM%) w organizmie trwającej nie dłużej niż 1 rok.

Słowa kluczowe: pomiar antropometryczny, otyłość, fałd tłuszczowy podskórny, rehabilitacja

Introduction. In our study we chose a PF-4 electronic skinfold caliper to measure subcutaneous fat in patients undergoing rehabilitation due to chronic low back pain. Measurements of subcutaneous fat have been made in many studies on eating disorders effectiveness of diets and predicting the risk of cardiovascular disease and metabolic diseases.

Aim. An observational prospective study measuring the effect of rehabilitation on subcutaneous fat thickness.

Material and method. A PF-4 electronic skinfold caliper was used to measure subcutaneous fat thickness. Body fat percentage (BF%) was also calculated. Subcutaneous fat thickness was measured before rehabilitation, immediately after it and a year after its completion. The study included 300 patients (203 women and 97 men) aged 18 to 87 ($59 \pm 14,7$).

Results. Following rehabilitation, a statistically significant decrease in subcutaneous fat thickness was noted at the following sites: the upper arm (brachium – B) ($p < 0,001$), the abdomen (A) ($p < 0,001$), the back (dorsum – D) ($p < 0,001$), the abdomen above the iliac crest (Al) ($p = 0,013$) and the thigh (femur – F) ($p < 0,001$). One year after rehabilitation, a statistically significant decrease in subcutaneous fat thickness was noted only on the brachium (B) ($p = 0,02$).

Conclusion. 1. Rehabilitation in patients with chronic low back pain leads to a short-term reduction in subcutaneous fat thickness. 2. Rehabilitation leads to a decrease in body fat percentage (BF%) lasting no longer than one year.

Key words: anthropometry measurement, obesity, skinfolds, rehabilitation

Wprowadzenie

Odkąd potwierdzono, że negatywne konsekwencje otyłości zależą nie tylko od ilości tkanki tłuszczowej, ale także od jej rozmieszczenia [1], coraz intensywniej szukano odpowiednich sposobów jej pomiaru. Wśród nich trzeba wymienić wiele zaawansowanych technicznie metod, jak: ważenie hydrostatyczne (*hydrostatic weighing*), tomografia komputerowa (*computed tomography*; CT), pletyzmografia powietrzna (*air plethysmography*), rezonans magnetyczny (*nuclear magnetic resonance*; NMR), absorpcjometria podwójnej energii promieni RTG (*dual-energy X-ray absorptiometry*; DXA), analiza impedancji bioelektrycznej (*bioelectric impedance analysis*; BIA) [2-4]. Są to metody stosunkowo rzadko wykorzystywane w praktyce klinicznej z uwagi na długotrwały i skomplikowany sposób pomiaru, wysokie koszty badania i (lub) dość znaczne napromieniowanie pacjenta [3]. Tymczasem wiele informacji o grubości tkanki tłuszczowej podskórnej i procentowej zawartości tkanki tłuszczowej, można uzyskać stosując proste aparaty do pomiarów antropometrycznych [4]. Należy do nich fałdomierz, którego niewątpliwą zaletą jest możliwość taniego i szybko dokonywania pomiarów, a wadą brak możliwości oceny tzw. tkanki tłuszczowej trzewnej [5].

W naszych badaniach postanowiliśmy użyć fałdomierza elektronicznego PF-4 do mierzenia tkanki tłuszczowej podskórnej u osób poddawanych rehabilitacji z powodu przewlekłych zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. w literaturze dostępne są liczne badania nad zaburzeniami odżywiania [3, 6-10], skutecznością diet [11, 12], prognozowaniem ryzyka chorób sercowo-naczyniowych [13-17] i chorób metabolicznych [18-23], w których dokonuje się pomiarów tkanki tłuszczowej podskórnej. Bardzo trudno natomiast odnaleźć badania na temat zmian zawartości tkanki tłuszczowej w czasie

prowadzonej rehabilitacji, nie skierowanych bezpośrednio na efekt odchudzający. Nowatorskie badania dotyczą wpływu odchudzania u osób z zaburzeniami psychicznymi [24, 25]. Bardzo wiele badań dotyczy związku między zawartością tkanki tłuszczowej w organizmie, a aktywnością ruchową [26], stylem życia [27, 28], jakością pracy mięśni szkieletowych [29, 30]. Nieliczne są natomiast prace badające tkankę tłuszczową osób poddawanych rehabilitacji nie ukierunkowanej na redukcję tkanki tłuszczowej.

Cel

Określenie wpływu rehabilitacji osób z przewlekłymi zespołami bólowymi dolnego odcinka kręgosłupa na grubość tkanki tłuszczowej podskórnej w aspekcie krótko- i długoterminowym.

Materiały i metody

W pierwszej serii badań wzięło udział 300 kolejnych pacjentów (203 kobiety i 97 mężczyzn) w wieku 18-87 lat (59 ± 14 lat). Średnia wartość BMI wynosiła $27,70 \pm 4,3$ kg/m^2 (u kobiet $27,69 \pm 4,5$, u mężczyzn $27,80 \pm 3,8$) (tab. I). Prawidłową masę ciała miało 77 osób (25,7%), u 140 stwierdzono nadwagę (46,7%), u 57 otyłość I° (19,0%), u 24 otyłość II° (8,0%), a jedynie 2 osoby miały niedowagę (0,6%).

Rok po rehabilitacji przebadano 74 osoby z 300 przebadanych w pierwszej serii (24,7%), w tym 42 kobiety (20,7%) i 32 mężczyzn (33,0%) w wieku 22-79 lat (58 ± 11 lat). Średnia wartość BMI wynosiła $27,73 \pm 3,53$ kg/m^2 (u kobiet $27,62 \pm 3,55$, u mężczyzn $28,1 \pm 3,75$). Prawidłową masę ciała miało 77 osób (25,7%), u 140 stwierdzono nadwagę (46,7%), u 57 otyłość I° (19,0%), u 24 otyłość II° (8,0%), 2 osoby miały niedowagę (0,6%). W obu grupach nie stwierdzono różnicy statystycznej między wiekiem badanych osób ($p=0,22$) i wskaźnikiem BMI ($p=0,99$).

Tabela I. Charakterystyka badanej grupy

Table I. Characterization of the study group

	I grupa (N=300)		II grupa - rok po rehabilitacji (N=74)		p	
	M±SD	zakres	M±SD	zakres		
Liczba pacjentów (kobiety/mężczyźni)	300 (203/97)		74 (42/32)			
Wiek (w latach)	59 ± 14	18-87	58 ± 11	22-79	=0,22	
BMI [kg/m^2]	Ogółem	$27,70 \pm 4,3$	15,6-39,2	$27,73 \pm 3,53$	22,3-35,5	=0,99
	kobiety	$27,69 \pm 4,5$	15,6-39,2	$27,62 \pm 3,55$	22,3-35,5	=0,95
	mężczyźni	$27,80 \pm 3,8$	20,5-39,1	$28,1 \pm 3,75$	25,5-35,3	=0,87

Pacjenci leczenia byli w Zamojskiej Klinice Rehabilitacji z powodu przewlekłych zespołów bólowych dolnego odcinka kręgosłupa, a epizody bólowe trwały dłużej niż 3 miesiące.

Wszyscy uczestnicy wyrazili pisemną zgodę na przeprowadzenie badań. Na badania uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej w Zamościu. Program rehabilitacji określał lekarz specjalista rehabilitacji, a realizował magister fizjoterapii i (lub) doktor nauk o zdrowiu.

Optymalny program rehabilitacji ustalał lekarz specjalista rehabilitacji po wnikliwym badaniu przedmiotowym i podmiotowym oraz w oparciu o dostępną wiedzę medyczną. Badanych podzielono na dwie grupy. Program rehabilitacyjny był określany indywidualnie w zależności od wskaźników medycznych i obejmował wybrane zabiegi z zakresu:

fizjoterapii (hydroterapia, laseroterapia, ultradźwięki, naświetlania promieniami IR, pole magnetyczne niskiej częstotliwości, impulsowe pole magnetyczne wysokiej częstotliwości, galwanizacja, jonoforeza, prądy diadynamiczne, prądy Träberta, TENS i elektrostymulacja), kinezyterapii (ćwiczenia czynne wolne, czynne w odciążeniu z oporem i bez oporu, ćwiczenia izometryczne i (lub) czynne brzucha i grzbietu) oraz masażu leczniczego na dolny odcinek kręgosłupa.

Kryterium włączenia: pisemna zgoda pacjenta na przeprowadzenie badań, przewlekłe zespoły bólowe dolnego odcinka kręgosłupa.

Kryterium wyłączenia: brak zgody pacjenta na przeprowadzenie badania, ostry przebieg zespołu bólowego dolnego odcinka kręgosłupa, nieunormowane nadciśnienie

tętnicze, osoby leczone z powodu toczącego się procesu nowotworowego, osoby z przeciwwskazanymi zabiegami fizykalnymi, np. z rozrusznikiem serca, występowanie innych chorób współistniejących uniemożliwiających wzięcie udziału w badaniach, np. choroba psychiczna w okresie nasilenia.

Przeprowadzono ankietę własną (wywiad chorobowy i socjalny), obliczono wskaźnik BMI. Fałdomierzem elektronicznym PF-4 zmierzono grubość tkanki tłuszczowej podskórnej i obliczono procentową zawartość tkanki tłuszczowej w organizmie (*Body Fat*; BF%). Zastosowano również wzrokowo-analogową skalę bólu (*Visual Analogue Scale*; VAS).

Pomiar grubości tkanki tłuszczowej podskórnej przeprowadzono w 7 antropometrycznych punktach pomiarowych na:

- 1) tylnej powierzchni ramienia, okolica mięśnia trójgłowego (R) / *anthropometric measurement site on the upper arm (brachium - B)*
- 2) brzuchu (B) / *anthropometric measurement site on the abdomen (A)*
- 3) brzuchu, powierzchnia boczna, okolica nadgrzebienia (Bb) / *anthropometric measurement site on the abdomen above the iliac crest (Al)*
- 4) grzbiecie, okolica dolnego kąta łopatki (G) / *anthropometric measurement site on the back (dorsum - D)*
- 5) udzie, ok. 10 cm od podstawy rzepki (U) / *anthropometric measurement site on the thigh (femur - F)*
- 6) podudziu, okolica mięśnia trójgłowego łydki (P) / *anthropometric measurement site on the calf (crus - C)*
- 7) klatce piersiowej (K) / *anthropometric measurement site on the chest (thorax - T)*.

W danym punkcie obliczano średnią dla trzech kolejno wykonywanych prób.

Procentową zawartość tkanki tłuszczowej obliczano wg wzoru [31, 32]:

$BF\% = (457/\text{Body density}) - 414.2$ lub $BF\% = (495/\text{Body density}) - 450$

dla kobiet: $\text{Body density} = 1,099421 - (0,0009929 \cdot X3) + (0,0000023 \cdot X3^2) - (0,0001392 \cdot X4)$

dla mężczyzn: $\text{Body density} = 1,1093800 - (0,0008267 \cdot X3) + (0,0000016 \cdot X3^2) - (0,0002574 \cdot X4)$; gdzie: X3 = suma pomiarów (K+B+U), X4 = wiek (w latach).

Analizę statystyczną przeprowadzono w programie Word Exel 2003 i Statistica. Przy ocenie efektów rehabilitacji posłużono się Testem t: par skojarzonych z dwiema próbami dla średniej. Do obliczenia istotnych statystycznie różnic między kobietami i mężczyznami zastosowano Test t: z dwiema próbami zakładającymi nierówne wariancje. Za istotne uznano te wyniki, dla których wartości w zastosowanym teście należały do obszaru krytycznego odpowiedniego rozkładu przy $p \leq 0,05$.

Wyniki

Po rehabilitacji stwierdzono istotnie statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej w punktach R ($p < 0,001$), B ($p < 0,001$), G ($p < 0,001$), Bb ($p = 0,013$) i U ($p < 0,001$). Największą utratę grubości tkanki tłuszczowej zaobserwowano na brzuchu (B) i wynosiło ono 1,14 mm (tab. II).

Rok po zakończeniu rehabilitacji stwierdzono istotne statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej jedynie w punkcie R (różnica = -1,9; $p = 0,02$) (tab. III).

Po rehabilitacji zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn, odnotowano istotny statystycznie spadek procentowej zawartości tkanki tłuszczowej. Istotność statystyczna była silniejsza u kobiet ($p < 0,001$) niż u mężczyzn ($p = 0,01$).

Rok po rehabilitacji zarówno u kobiet ($p < 0,23$), jak i u mężczyzn ($p = 0,73$), nie odnotowano istotnego statystycznie zmniejszenia procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (tab. IV).

Tabela II. Wpływ rehabilitacji na grubość tkanki tłuszczowej podskórnej (mm)

Table II. Effect of rehabilitation on subcutaneous fat thickness (mm)

pomiary antropometryczne (N=300)	przed rehabilitacją (M±SD)	po rehabilitacji (M±SD)	różnica (mm)	p
R / B	17,27±8,29	16,41±7,37	-0,86	<0,001
B / A	24,61±11,81	23,47±11,04	-1,14	<0,001
G / D	19,85±5,98	18,94±5,51	-0,91	<0,001
Bb / Al	16,02±6,19	15,62±5,84	-0,40	=0,013
U / F	18,78±7,49	17,99±6,85	-0,90	<0,001
P / C	14,04±4,79	13,87±4,37	-0,17	=0,64
K / T	12,02±3,79	11,94±3,39	-0,08	=0,154

Tabela III. Grubość tkanki tłuszczowej podskórnej rok po zakończeniu rehabilitacji (mm)

Table III. Subcutaneous fat thickness one year after completion of rehabilitation (mm)

pomiary antropometryczne (N=74)	przed rehabilitacją (M±SD)	po rehabilitacji (M±SD)	różnica (mm)	p
R / B	18,49±7,46	16,59±6,86	-1,9	=0,02
B / A	25,01±9,49	24,48±9,41	-0,53	=0,52
G / D	20,19±5,78	19,17±4,94	-1,02	=0,1
Bb / Al	17,09±4,95	16,22±5,48	-0,87	=0,09
U / F	19,14±7,29	18,06±6,56	-1,08	=0,19
P / C	15,47±4,44	14,59±3,89	-0,88	=0,1
K / T	12,1±3,38	11,70±3,14	-0,4	=0,35

Tabela IV. Procentowa zawartość tkanki tłuszczowej u kobiet i mężczyzn przed rehabilitacją i rok po rehabilitacji
Table IV. Body fat percentage in women and men prior to, immediately following and one year after rehabilitation

BF%	płeć	przed rehabilitacją (M±SD)	po rehabilitacji (M±SD)	Różnica (mm)	p
Badanie I	kobiety (N=203)	24,35±5,5%	23,58±5,2%	-0,77	<0,001
	mężczyźni (N=97)	16,84±4,1%	16,5±3,7%	-0,34	=0,01
Badanie II - rok później	kobiety (N=42)	24,17±5,1%	23,44±4,4%	-0,73	=0,23
	mężczyźni (N=32)	16,00±4,4%	15,7±3,5%	-0,3	=0,73

Po rehabilitacji u kobiet stwierdzono istotnie statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej w punktach R ($p<0,001$), B ($p<0,001$), G ($p<0,001$), Bb ($p=0,024$), U ($p<0,001$) i P ($p<0,022$). Największe zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej u kobiet zaobserwowano na brzuchu (B) i wynosiło ono 3,26 mm (tab. V).

Po rehabilitacji u mężczyzn stwierdzono istotnie statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej w punktach B ($p<0,003$) i G ($p<0,001$). Największe zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej u mężczyzn

zaobserwowano na grzbiecie (G) i wynosiło ono 1,24 mm (tab. V).

Po rehabilitacji u pacjentów z prawidłową masą ciała odnotowano istotne statystycznie zmniejszenie grubości tkanki tłuszczowej podskórnej w punkcie G ($p<0,01$).

U pacjentów z BMI ≥ 25 istotnie statystycznie zmniejszyła się grubość w punktach R, B, G, Bb i U ($p<0,001$) (tab. VI). Rehabilitacja prowadzi do istotnie statystycznie większej redukcji tkanki tłuszczowej podskórnej u osób z nadwagą i otyłością niż u osób z prawidłową masą ciała.

Tabela V. Wpływ rehabilitacji na grubość tkanki tłuszczowej podskórnej u kobiet i mężczyzn
Table V. Effect of rehabilitation on subcutaneous fat thickness in women and men

pomiar antropometryczny	przed rehabilitacją [M±SD] (N=203)	po rehabilitacji [M±SD] (N=42)	różnica [mm]	p	przed rehabilitacją [M±SD] (N=203)	po rehabilitacji [M±SD] (N=42)	różnica [mm]	p
	kobiety				mężczyźni			
R / B	20,05±7,80	18,97±7,43	-1,08	<0,001	11,44±5,94	11,06±5,20	-0,38	=0,263
B / A	27,69±11,79	24,43±10,95	-3,26	<0,001	18,16±8,93	17,28±8,35	-0,88	=0,003
G / D	20,28±6,22	19,52±5,73	-0,76	<0,001	18,95±5,38	17,71±4,81	-1,24	<0,001
Bb / AI	16,89±6,44	16,39±6,00	-0,50	=0,024	14,21±5,21	13,99±5,13	-0,22	=0,299
U / F	20,95±7,29	19,91±6,81	-1,04	<0,001	14,24±5,66	13,98±4,96	-0,26	=0,344
P / C	15,07±4,62	14,63±4,37	-0,44	=0,022	11,89±12,72	12,27±3,93	+0,39	=0,201
K / T	11,94±3,70	11,74±3,42	-0,20	=0,348	12,72±3,93	12,37±3,32	-0,35	=0,255

Tabela VI. Grubość tkanki tłuszczowej podskórnej przed i po rehabilitacji a masa ciała
Table VI. Subcutaneous fat thickness before and after rehabilitation, taking into account body mass

Pomiary antropometryczne	BMI 18,5-24,9 [kg/m ²]				BMI ≥ 25 [kg/m ²]			
	przed rehabilitacją [M±SD] (N=77)	po rehabilitacji [M±SD] (N=42)	różnica [mm]	p	przed rehabilitacją [M±SD] (N=221)	po rehabilitacji [M±SD] (N=32)	różnica [mm]	p
R / B	14,75±7,51	14,23±6,86	-0,52	=0,08	18,25±8,32	17,26±7,84	-0,99	<0,001
B / A	17,64±8,7	17,16±8,19	-0,48	=0,15	27,18±11,72	25,80±10,99	-1,38	<0,001
G / D	15,71±4,49	15,03±4,05	-0,68	<0,01	21,39±5,68	20,39±5,22	-1,00	<0,001
Bb / AI	11,29±3,96	11,69±4,52	+0,4	=0,1	17,77±5,89	17,07±5,55	-0,7	<0,001
U / F	15,95±6,09	15,45±5,7	-0,5	=0,09	19,83±7,68	18,96±6,96	-0,87	=0,003
P / C	12,47±4,01	11,98±3,5	-0,49	=0,05	14,65±4,88	14,58±4,42	-0,07	=0,7
K / T	10,41±3,73	10,58±3,43	+0,17	=0,52	12,84±3,58	12,49±3,18	-0,35	=0,07

Dyskusja

Tkanka tłuszczowa odgrywa ważną rolę w naszym organizmie, ale zarówno jej niedobór, jak i nadmiar mogą sygnalizować i(lub) prowadzić do powstania wielu groźnych powikłań [33, 34], jak nadciśnienie tętnicze [35], zaburzenia przemiany materii [36], cukrzyca typu 2 [37-39], często prowadząc do powstania kompleksu objawów – zespół metaboliczny. Jednak tak, jak istotny wydaje się dobór właściwej diety dla odbudowy niedoborów pokarmowych, tak i sposób redukcji tkanki tłuszczowej, wydaje się mieć zasadnicze znaczenie. Na przykład niektóre metody, jak np. liposukcja, mimo ich dużej skuteczności związane są z wysokimi kosztami i obciążonej znaczącym ryzykiem powikłań, także śmiertelnych. Dane z piśmiennictwa potwierdzają naszą intuicję, że szczególnie sku-

teczna w procesie odchudzania jest aktywność fizyczna [12, 40-43].

Jest ona szczególnie nieoceniona dla kobiet w okresie menopauzalnym [44, 45] i mężczyzn z zaburzeniami przepływu krwi (*blood flow*) [46]. w fizjoterapii aktywność fizyczna może przyjmować różne postacie ćwiczeń: czynnych wolnych lub w odciążeniu z oporem lub bez, w łańcuchach kinematycznych zamkniętych lub otwartych lub na specjalnych przyrządach, jak np. stoły rehabilitacyjno-rekondycyjne Slender-Lifena [47]. Bezpośrednio po rehabilitacji wśród naszych pacjentów odnotowaliśmy niewielkie, ale istotne statystycznie zmniejszenie procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (BF%), nieco wyraźniej zaznaczone u kobiet i osób z nadwagą i otyłością. Należy jednak podkreślić, że stosowane ćwiczenia nie były ukierunkowane na redukcję masy ciała, ale na zmniejszenie

przewlekłych dolegliwości bólowych dolnego odcinka kręgosłupa. Ubytek tkanki tłuszczowej był pośrednim, ale bardzo korzystnym wpływem rehabilitacji.

Z przyczyn organizacyjno-finansowych nie mogliśmy przeprowadzić badań biochemicznych, które być może pozwoliłyby nam znaleźć patomechanizm, w którym doszło do zmniejszenia grubości tkanki tłuszczowej podskórnej i procentowej zawartości tkanki tłuszczowej (BF%). W oparciu o dostępne piśmiennictwo możemy jednak przypuszczać, że nie ograniczył się on jedynie do ujemnego bilansu kalorycznego wywołanego przez ćwiczenia. W badaniach eksperymentalnych [48] stwierdzono, iż wysiłek fizyczny działa przeciwzapalnie, ale także powoduje przestawienie metaboliczne makrocząstek. Podobne efekty opisał Lavoie i wsp. w grupie kobiet z nadwagą i otyłością [41].

Należy jednak pamiętać o fakcie udowodnionym przez Eijsvogels i wsp., którzy twierdzą, iż podczas długotrwałych ćwiczeń o umiarkowanej intensywności, osoby otyłe narażone są na zwiększone ryzyko wystąpienia zaburzeń równowagi płynów i sodu [26].

Warto także zwrócić uwagę, na opisywany ostatnio przez niektórych badaczy związek między zawartością tkanki tłuszczowej, a ryzykiem występowania zespołów bólowych kręgosłupa [49], choć nie występuje on we wszystkich grupach etnicznych [50]. w Polsce prawdopodobnie nie wykonywano takich badań. Analizując uzyskane wyniki należy także wziąć pod uwagę pewną specyfikę grupy osób starszych, u których wraz z postępowaniem procesów starzenia, zmniejszania się grubości tkanki tłuszczowej podskórnej na kończynach górnych i dolnych, natomiast wzrasta na tułowiu. Wraz z wiekiem wzrasta rów-

nież odsetek kobiet z nieprawidłowym stosunkiem obwodu talii do bioder (WHR>0,8) [51, 52].

Zaobserwowane przez nas zmiany wymagają oczywiście weryfikacji w dalszych badaniach. Być może okaże się, że efektem przeciwbólowym fizjoterapii stosowanej w przewlekłych zespołach bólowych dolnego odcinka kręgosłupa towarzyszy znaczący efekt metaboliczny. A patomechanizm prowadzący do poprawy klinicznej jest bardziej złożony i nie ogranicza się on do poprawy sprawności ruchu. A przecież już Arystoteles uważał ruch za lekarstwo na wszystkie choroby.

Wnioski

1. Rehabilitacja u osób z przewlekłym zespołem bólowym dolnego odcinka kręgosłupa powoduje krótkotrwałą redukcję grubości tkanki tłuszczowej podskórnej.
2. Rehabilitacja powoduje zmniejszenie procentowej zawartości tłuszczu (BF%) w organizmie nie trwającej dłużej niż 1 rok.
3. Po rehabilitacji istotna redukcja tkanki tłuszczowej podskórnej u kobiet dotyczy większej liczby punktów antropometrycznych niż u mężczyzn.
4. Rehabilitacja wpływa na zmniejszenie procentowej zawartości tłuszczu w organizmie, a zjawisko to wyraźniej obserwuje się u kobiet niż u mężczyzn.
5. Po rehabilitacji istotna redukcja tkanki tłuszczowej podskórnej u osób z nadwagą i otyłością dotyczy większej ilości punktów antropometrycznych.

*Źródło finansowania: Praca nie jest finansowana z żadnego źródła.
Konflikt interesów: Autorzy deklarują brak konfliktu interesów.*

Piśmiennictwo / References

1. Ford ES, Li C, Zhao G, Tsai J. Trends in obesity and abdominal obesity among adults in the United States from 1999-2008. *Int J Obes* 2011, 35: 736-743.
2. Major-Gołuch A, Miazgowski T, Krzyżanowska-Świniarska B i wsp. Porównanie pomiarów masy tłuszczu u młodych zdrowych kobiet z prawidłową masą ciała za pomocą impedancji bioelektrycznej i densytometrii. *Endokrynol Otyłość* 2010, 4: 189-195.
3. Braulio VB, Furtado VC, Silveira MG et al. Comparison of body composition methods in overweight and obese Brazilian women. *Arq Bras Endocrinol Metabol* 2010, 54: 398-405.
4. Lee K, Lee S, Kim YJ, Kim YJ. Waist circumference, dual-energy X-ray absorptiometrically measured abdominal adiposity and computed tomographically derived intra-abdominal fat area on detecting metabolic risk factors in obese women. *Nutrition* 2008, 24: 625-631.
5. Kucharska K, Niemczyk S. Metody oceny ilości tkanki tłuszczowej u osób z przewlekłą chorobą nerek. *Nefrol Dial Pol* 2009, 13: 75-78.
6. Cyganek K, Katra B, Sieradzki J. Porównanie pomiarów tkanki tłuszczowej u otyłych pacjentów z zastosowaniem metody bioimpedancji elektrycznej i densytometrycznej. *Diabetol Prakt* 2007, 8: 473-478.
7. Savastano S, Belfiore A, Di Somma C et al. Validity of bioelectrical impedance analysis to estimate body composition changes after bariatric surgery in premenopausal morbidly obese women. *Obes Surg* 2010, 20: 332-339.
8. Czeczelewski J. Sposób żywienia a wartość BMI u dorastającej młodzieży wiejskiej. *Roczn PZH* 2007, 58(1): 253-258.
9. Koszowska A, Nowak J, Hawranek R. Choroba zwyrodnieniowa stawów w kontekście nadwagi i otyłości. *Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2015, 6(2): 56-63.
10. Prostek M, Kinalska I. Otyłość czynnikiem etiologicznym dolegliwości bólowych kręgosłupa. Otyłość jako problem społeczeństwa. *Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży, 2013, Zeszyt naukowy 50: 79-90.*
11. Bennetzen MF, Wellner N, Ahmed SS et al. Investigations of the human endocannabinoid system in two subcutaneous adipose tissue depots in lean subjects and in obese subjects before and after weight loss. *Int J Obes* 2011, 35: 1377-1384.
12. Forster M, Veerman JL, Barendregt JJ, Vos T. Cost-effectiveness of diet and exercise interventions to reduce overweight and obesity. *Int J Obes* 2011, 35: 1071-1078.
13. Schneider HJ, Glaesmer H, Klotsche J et al. Accuracy of Anthropometric Indicators of Obesity to Predict Cardiovascular Risk. *J Clin Endocrinol Metab* 2007, 92(2): 589-594.
14. Stegger JG, Schmidt EB, Obel T et al. Body composition and body fat distribution in relation to later risk of acute myocardial infarction: a Danish follow-up study. *Int J Obes* 2011, 35: 1433-1441.
15. Hadaegh F, Zabetian A, Sarbakhsh P et al. Appropriate cut-off values of anthropometric variables to predict cardiovascular outcomes: 7.6 years follow-up in an Iranian population. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(12): 1437-1445.

16. Zhang X, Zhang S, Li Y et al. Association of obesity and atrial fibrillation among middle-aged and elderly Chinese. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(11): 1318-1325.
17. Guzzaloni G, Minocci A, Marzullo P, Liuzzi A. Sagittal abdominal diameter is more predictive of cardiovascular risk than abdominal fat compartments in severe obesity. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(2): 233-238.
18. Hemmingson E, Uddén J, Neovius M. No apparent progress in bioelectrical impedance accuracy: validation against metabolic risk and DXA. *Obesity (Silver Spring)* 2009, 17(1): 183-187.
19. Eyben F, Mouritsen E, Holm J et al. Computed tomography scans of intra-abdominal fat, anthropometric measurements, and 3 nonobese metabolic risk factors. *Metabol Clin Exp* 2006, 55: 1337-1343.
20. Mota JF, Rinaldi AE, Pereira AF et al. Anthropometric indicators as risk markers for metabolic abnormalities. *Cien Saude Colet* 2011, 16(9): 3901-3908.
21. Włochal M, Nowak M, Kanikowska A, Grzymisławski M. Potrzeba rehabilitacji w chorobach metabolicznych. *Forum Zaburzeń Metabolicznych* 2015, 6(2): 64-73.
22. Silva AM, Minderico CS, Teixeira PJ et al. Body fat measurement in adolescent athletes: multicompartiment molecular model comparison. *Eur J Clin Nutr* 2006, 60: 955-964.
23. Szczawińska I, Ponikowska I, Chojnowski J, Grabowska T. Wybrane wskaźniki antropometryczne u otyłych byłych sportowców. *Baln Pol* 2006, 2: 106-110.
24. Daumit GL, Dalcin AT, Jerome GJ et al. A behavioral weight-loss intervention for persons with serious mental illness in psychiatric rehabilitation centers. *Int J Obes* 2011, 35: 1114-1123.
25. Zhao G, Ford ES, Dhingra S et al. Depression and anxiety among US adults: associations with body mass index. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(2): 257-266.
26. Eijssvogels TMH, Veltmeijer MTW, Schreuder THA et al. The impact of obesity on physiological responses during prolonged exercise. *Int J Obes* 2011, 35: 1404-1412.
27. Dunton GF, Berrigan D, Ballard-Barbash R et al. Joint associations of physical activity and sedentary behaviors with body mass index: results from a time use survey of US adults. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(12): 1427-1436.
28. Leskinen T, Sipilä S, Alen M et al. Leisure-time physical activity and high-risk fat: a longitudinal population-based twin study. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(11): 1211-1218.
29. Peterson MD, Liu D, Gordish-Dressman H et al. Adiposity attenuates muscle quality and the adaptive response to resistance exercise in non-obese, healthy adults. *Int J Obes* 2011, 35: 1095-1103.
30. van Hees AKJ, Saris WHM, Hul GB et al. Effects of dietary fat modification on skeletal muscle fatty acid handling in the metabolic syndrome. *Int J Obes* 2010, 34: 859-870.
31. Brożek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann N Y Acad Sci* 1963, 110: 113-140.
32. Siri WE. Body composition from fluid spaces and density: Analysis of methods. [in:] Brożek J, Henzchel A. *Techniques for Measuring Body Composition*. National Academy of Sciences: Washington, DC, USA, 1961: 224-244.
33. Połać I, Pytasz U, Stachowiak G i wsp. Skład kwasów tłuszczowych tkanki tłuszczowej podskórnej i trzewnej u kobiet z nadwagą i otyłych w wieku pomenopauzalnym populacji Polski centralnej. Wpływ na profil lipidowy osocza. *Prz Menopauz* 2005, 6: 38-44
34. O'Donovan G, Thomas EL, McCarthy JP et al. Fat distribution in men of different waist girth, fitness level and exercise habit. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(12): 1356-1362.
35. Dubiński A, Zdrojewicz Z. Rola leptyny w rozwoju nadciśnienia tętniczego. *Post Hig* 2006, 60: 447-452.
36. Skowrońska B, Fichna M, Fichna P. Rola tkanki tłuszczowej w układzie dokrewnym. *Endokrynol Otyłość* 2005, 3: 21-29
37. Simońska E, Gumprecht J, Skubala A i wsp. Adiponektyna – znaczenie w patogenezie cukrzycy typu 2. *Diabetol Dośw i Klin* 2004, 4(4): 249-254.
38. Gómez-Ambrosi J, Silva C, Galofré JC et al. Body Adiposity and Type 2 Diabetes: Increased Risk With a High Body Fat Percentage Even Having a Normal BMI. *Obesity (Silver Spring)* 2011, 19: 1439-1444.
39. Hotamisligil GS. Inflammation and endoplasmic reticulum stress in obesity and diabetes. *Inflammation and ER stress in obesity and diabetes*. *Int J Obes (Lond)* 2008, 32: 52-54.
40. Perlińska E, Małgorzewicz S. Ocena skuteczności zajęć odchudzających przy pomocy wybranych wskaźników antropometrycznych. *Nowa Med* 2000, 12: 108: 85-87.
41. Lavoie ME, Rabasa-Lhoret R, Doucet É et al. Association between physical activity energy expenditure and inflammatory markers in sedentary overweight and obese women. *Int J Obes* 2010, 34: 1387-1395.
42. Besson H, Ekelund U, Luan J et al. A cross-sectional analysis of physical activity and obesity indicators in European participants of the EPIC-PANACEA study. *Int J Obes (Lond)* 2009, 33(4): 497-506.
43. Bürgi F, Meyer U, Granacher U et al. Relationship of physical activity with motor skills, aerobic fitness and body fat in preschool children: a cross-sectional and longitudinal study (Ballabeina). *Int J Obes* 2011, 35: 937-944.
44. Brinkley TE, Wang X, Kume N et al. Caloric restriction, aerobic exercise training and soluble lectin-like oxidized LDL receptor-1 levels in overweight and obese post-menopausal women. *Int J Obes* 2011, 35: 793-799.
45. Matsuo T, Kato Y, Murotake Y et al. An increase in high-density lipoprotein cholesterol after weight loss intervention is associated with long-term maintenance of reduced visceral abdominal fat. *Int J Obes* 2010, 34: 1742-1751.
46. Vinet A, Karpoff L, Walther G et al. Vascular reactivity at rest and during exercise in middle-aged obese men: effects of short-term, low-intensity, exercise training. *Int J Obes* 2011, 35: 820-828.
47. Krawczyk J, Wojciechowski J, Leszczyński R, Błaszczak J. Wpływ treningu na stołach rehabilitacyjno-rekondycyjnych na wybrane wskaźniki masy ciała. *Pol Merkuriusz Lek* 2010, 28(163): 29-32.
48. Kawanishi N, Yano H, Yokogawa Y, Suzuki K. Exercise training inhibits inflammation in adipose tissue via both suppression of macrophage infiltration and acceleration of phenotypic switching from M1 to M2 macrophages in high-fat-diet-induced obese mice. *Exerc Immunol Rev* 2010, 16: 105-118.
49. Urquhart DM, Berry P, Wluka AE et al. Young Investigator Award winner: Increased fat mass is associated with high levels of low back pain intensity and disability. *Spine* 2011, 36(16): 1320-1325.
50. Taechasubamorn P, Nopkesorn T, Pannarunothai S. Comparison of physical fitness between rice farmers with and without chronic low back pain: a cross-sectional study. *J Med Assoc Thai* 2010, 93(12): 1415-1421.
51. Topolska M, Sapuła R, Maciejewski M, Marczewski K. The simple anthropometric methods to assess obesity – author's own observations. [in:] Kwolek A, Marczewski K, Sapuła R. *New clinimetrics methods in physiotherapy*. Physiotherapy, Rzeszów 2010: 61.