

Analiza działania jednorazowego zabiegu wibroterapii na wybrane cechy skóry, skład i obwody ciała kobiet z lipodystrofią

Analysis of the effect of a one-time vibrotherapy treatment on selected skin characteristics, body composition and body circumferences of women with lipodystrophy

STRESZCZENIE

Lipodystrofia to powszechny problem występujący częściej u kobiet niż u mężczyzn. Wśród wielu metod terapii można wyróżnić miejscowo aplikowaną wibroterapię, w literaturze brak jednak wskazania jakie parametry opisujące bodziec wibracyjny wykazują optymalne efekty.

Celem pracy było wskazanie parametrów wibracji, które już po jednorazowym zabiegu wpłyną na wybrane cechy skóry, skład i wybrane obwody ciała kobiet z lipodystrofią. Przeprowadzono badania wśród 33 kobiet, które podzielono na dwie grupy i poddano jednorazowemu zabiegowi wibracyjnemu z wykorzystaniem niskich i wysokich parametrów wibracji. U wszystkich kobiet zauważono zmiany parametrów ciała.

Zabiegi wibracyjne stosowane w celu niwelowania cellulitu muszą być wykonywane w serii. Przy pojedynczym zabiegu, korzystniejsze efekty dla skóry może przynieść zastosowanie bodźca mniej intensywnego. Badania z wydłużonym protokołem obserwacji pozwolą w przyszłości wskazać, czy te korzystne efekty podlegają zjawisku adaptacji.

Słowa kluczowe: wibroterapia, cellulit, lipodystrofia, wibracja oscylacyjno-cykloidalna, korneometr, tewametr, poziom nawilżenia skóry

ABSTRACT

Lipodystrophy is a common problem that is more common in women than in men. Among the many methods of therapy, local vibrotherapy can be distinguished. However, the literature does not indicate which parameters describing the vibration stimulus show the optimal effect.

The aim of the study was to indicate the vibration parameters which, after a single treatment, will affect selected skin features, composition and body circumferences of women with lipodystrophy. A study was conducted among 33 women who were divided into two groups and underwent a one-time vibration treatment with the use of low and high vibration parameters. Changes in body parameters were noticed in all women.

Vibration treatments used to eliminate cellulite must be performed in series. With a single treatment, the use of a less intense stimulus may bring more beneficial effects to the skin. Studies with an extended observation protocol will indicate in the future whether these beneficial effects are adaptable.

Keywords: vibrotherapy, cellulite, lipodystrophy, oscillating-cycloidal vibration, corneometer, tewameter, skin hydration level

WPROWADZENIE

Wibracja wykorzystywana jest w rehabilitacji i odnowie biologicznej [1]. Wpływa na stan układu kostno-szkieletowego, na napięcie mięśniowe, czas restytucji powysiłkowej i status hormonalny. Często wykorzystywana jest jako czynnik zmniejszający odczuwanie bólu, a w początkowych fazach wprowadzania wibroterapii do rehabilitacji jej zastosowanie było podstawowym celem. Obecnie jednym ze wskazań do stosowania wibroterapii jest także zmniejszenie dyskomfortu w czasie wkluc [2].

Wskazuje się kilka ograniczeń skuteczności działania wibracji. Jej skuteczność w modelowaniu sylwetki i w utrzymaniu prawidłowego składu ciała jest niewystarczająca. W takim zastosowaniu wykorzystywano treningi na platformach wibracyjnych WBV (*whole body vibrotherapy*). Korzystne efekty mogą pojawić się w połączeniu z treningiem fizycznym lub dietoterapią [3]. Analizując ograniczenia w działaniu przeciwbólowym wibracji aplikowanej miejscowo, wskazano, że nie jest czynnikiem wystarczającym do łagodzenia intensywnego bólu wynikającego z podrażnienia miazgi, nacięcia ropnia lub ekstrakcji zęba, nie łagodzi też bólu neuropatycznego [2].

Przeciwwskazania do wykonywania zabiegów wibracyjnych będą różnić się w zależności od formy aplikowania bodźca. Dla zabiegów na materacach wibracyjnych i z zastosowaniem wibrujących masażerów, przeciwwskazaniami są: nowotwory złośliwe z przerzutami, choroby sercowo-naczyniowe, zakrzepica, interwencje operacyjne obejmujące układ mięśniowo-szkieletowy, ostry ból pleców i zaawansowana cukrzyca. Nie wykonuje się zabiegów u kobiet ciężarnych i karmiących oraz osób z ostrym stanem zapalnym i w trakcie infekcji. Dla zabiegów na platformach wibracyjnych ilość przeciwwskazań jest znacznie dłuższa i obejmuje dodatkowo: padaczkę, rozrusznik lub wszczepialny kardiowerter-defibrylator serca, sztuczne zastawki, implanty stawowe i inne metalowe implanty w ciele, niedawno przebyte operacje i złamania, osteoporozę ze złamaniami kręgow, zaburzenia krzepliwości krwi, zatorowość płucną, neuropatię obwodową, cukrzycę, obrzęki kończyn dolnych, bóle, niestabilność segmentów i zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa, dyskopatię, przepukliny jądra miażdżystego, kamienie (żółciowe, nerkowe lub pęcherzowe), migreny, schorzenia siatkówki i zawroty głowy [4]. Zabiegi na platformach powinny odbywać się w obecności przeszkolonego personelu lub po drobiazgowym instruktazie.

MIEJSCE WIBROTERAPII W KOSMETOLOGII

Wibracje stosowane są również w kosmetologii. W zabiegach estetycznych użyteczne mogą być generujące bodziec wibracyjny masażery, których celem jest niwelowanie odczuć bólowych w czasie wkluc, mezoterapii [5] czy laseroterapii [2]. Wibracje, najlepiej o wyższych częstotliwościach

(83-150 Hz), należy rozpocząć około 2-3 sekundy przed rozpoczęciem potencjalnie bolesnej procedury.

Innym celem stosowania wibracji jest modelowanie sylwetki i poprawa składu ciała. Jak wspomniano, działanie takie wymaga stosowania terapii łączonych [3]. W publikacjach naukowych przeważają badania z wykorzystaniem platform wibracyjnych. Najlepsze efekty uzyskuje się u osób z dużymi zaburzeniami składu ciała, gdzie treningi WBV mogą być początkową, łatwą do zaakceptowania formą aktywności fizycznej [6].

Kolejną możliwością jest zastosowanie wibracji do niwelowania objawów cellulitu. Wskazano użyteczność wibracji aplikowanej ogólnie, jak i miejscowo [7, 8]. Prowadzono także badania z zastosowaniem terapii łączonych, gdzie bodziec wibracyjny stanowił wzmocnienie laseroterapii i zabiegów z zastosowaniem ultradźwięków [9, 10]. Masażery generujące bodziec wibracyjny wykorzystano także do polepszenia wchłaniania i działania preparatów kosmetycznych [11]. Autorzy wskazują różne mechanizmy, dzięki którym działanie w obrębie tkanek objętych lipodystrofią jest widoczne: drenaż limfatyczny, poprawa krążenia w skórnym łożysku naczyniowym, podniesienie miejscowej temperatury i wpływ na uwalnianie mediatorów pro- i antyzapalnych oraz śródplonkowych, aktywację tkanki mięśniowej oraz wzrost jej metabolizmu i insulinowrażliwości. Wszystkie te działania są zależne od parametrów określających przyłożony bodziec wibracyjny. W dostępnych badaniach posługiwano się urządzeniami o różnych parametrach, co znacząco utrudnia porównanie efektów i ustalenie optymalnej charakterystyki drgań.

CEL PRACY

Bezpośrednim celem niniejszej pracy było określenie optymalnej charakterystyki drgań w urządzeniu projektowanym do niwelowania zmian cellulitowych.

MATERIAŁ I METODA

Grupa badana

W badaniach wzięły udział 33 zdrowe kobiety spełniające kryteria włączenia:

- wiek: 18-45 lat;
- prawidłowy wskaźnik masy ciała BMI (*body mass index*) powyżej 18,5;
- stopień nasilenia cellulitu: powyżej 1 stopnia w skali Nürnberga-Müllera [12];
- stan skóry: brak dermatoz w obrębie ud i pośladków w wywiadzie;
- brak diet eliminacyjnych i wykluczających;
- brak przewlekłych schorzeń endokrynologicznych i metabolicznych w wywiadzie;
- średni lub niski poziom aktywności fizycznej (maksymalnie 2 godziny zajęć ruchowych w tygodniu);

- brak przeciwwskazania do zabiegów wibracyjnych.

Badane podzielono na dwie grupy i poddano jednorazowemu zabiegowi wibracyjnemu z wykorzystaniem niskich (A) i wysokich (B) parametrów wibracji. Przed zabiegiem i po zabiegu wykonano estymację składu ciała, pomiary wybranych obwodów ciała oraz pomiary cech skóry w obrębie ud i pośladków; nawilżenia, utraty przeznaskórkowej wody TEWL (*transepidermal water loss*) oraz pH.

Na realizację badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej PMWSZ w Opolu (KB/56/N02/2019), a ich procedura nie naruszała Deklaracji Helsińskiej. Uczestniczki były poinformowane o możliwości rezygnacji na każdym etapie, podpisały deklarację świadomej zgody na udział w badaniu, a także zgodę na wykonywanie pomiarów ujętych w protokole, w tym na aparaturowe pomiary wybranych cech skóry zgodnie z procedurami ISO Pracowni Fizjologii Skóry CLNB AWF w Krakowie (numer certyfikatu: PW-08606-19G). Badane wyraziły także zgodę na publikację wyników bez danych mogących pozwolić na rozpoznanie poszczególnych uczestniczek.

Na drodze losowania dokonano przydziału do grup A (n = 16) i B (n = 17). Charakterystykę badanych przedstawiono w tabeli 1.

Protokół badania

U każdej badanej zmierzono wysokość i masę ciała, określono zawartość tkanki tłuszczowej i wody. Następnie zmierzono obwody ciała i grubość fałdów skórno-tłuszczowych i poproszono o wypełnienie krótkiego kwestionariusza osobowego. Po aklimatyzacji do temperatury pomieszczenia (przez 10 min) wykonano pomiary cech skóry na udach i pośladkach. W kolejnym etapie przeprowadzono 45-minutowy zabieg wibroterapii z wykorzystaniem materacy generujących wibracje o niższych (grupa A) lub wyższych parametrach (grupa B), a bezpośrednio po zabiegu ponownie określono masę i skład ciała oraz zmierzono obwody. W ostatnim kroku dokonywano powtórnego pomiaru cech skóry na udach i pośladkach.

Badania składu ciała, obwodów i grubości fałdów skórno-tłuszczowych

Pomiary wykonywano w godzinach porannych. Pomiary obwodów: ramienia, talii, bioder, uda oraz łydki zdjęto przy użyciu taśmy antropometrycznej, zawsze przez tego samego badacza, na ręce i nodze niedominującej. Obwód bioder mierzono w najszerszym ich miejscu. Pomiary wykonywano w trzech powtórzeniach, a jako wynik wskazywano wartość średnią.

Tabela 1 Charakterystyka grupy badanej. Stopień cellulitu wg. skali Nurnberga-Mullera. o. – obwód, f. – grubość fałdu skórno-tłuszczowego

	Ogółem		Grupa A		Grupa B		P A vs B
liczebność (n)	33		16		17		
	n	%	n	%	n	%	
1 stopień cellulitu	13	39,4	6	31,5	7	41,2	0,8290
2 stopień cellulitu	20	60,6	10	62,5	10	58,8	
antykoncepcja TAK	10	30,3	5	31,25	5	29,4	0,9086
antykoncepcja NIE	23	69,7	11	68,75	12	70,6	
palenie tytoniu TAK	3	9,1	3	18,75	1		0,2577
palenie tytoniu NIE	30	90,9	13	81,25	16		
	Średnia	SD	Średnia	SD	Średnia	SD	
wiek [lata]	23,79	4,99	22,80	3,40	24,70	6,10	0,1416
wysokość ciała [cm]	165,30	5,60	162,63	4,47	167,82	5,48	0,0028
masa ciała [kg]	61,78	7,20	60,18	5,74	63,29	8,24	0,1096
BMI	22,57	2,00	22,74	1,88	22,41	2,15	0,3276
TT [%]	23,57	4,30	22,4	4,1	24,78	4,03	0,0520
woda [%]	56,14	3,76	56,76	3,95	55,55	3,58	0,1807
o. ramię [cm]	27,37	2,47	26,91	2,37	27,81	2,55	0,1501
o. talia [cm]	72,89	5,43	72,59	5,38	73,16	5,62	0,3840
o. biodra [cm]	96,99	6,51	95,46	7,05	98,43	5,81	0,0972
o. udo [cm]	56,39	4,05	55,96	3,98	56,79	4,20	0,2832
o. łydka [cm]	35,83	2,36	35,23	2,06	36,39	2,55	0,0897
f. ramię [mm]	26,08	5,66	23,74	4,82	28,29	5,63	0,0092
f. łopatka [mm]	20,60	6,54	20,78	7,76	20,44	5,37	0,4431
f. brzuch [mm]	29,15	8,25	27,25	5,66	30,94	9,96	0,1016
f. biodro [mm]	19,97	7,59	20,00	7,92	19,94	7,51	0,4922
f. udo [mm]	39,45	8,79	40,09	7,73	38,85	9,89	0,3461

Źródło: Opracowanie własne

Do oszacowania składu ciała wykorzystano analizator Jawon Medica. Kobiety badano na czczo i utrzymano standardy Dehghan i Merchant [13].

Do badania grubości fałdów skórno-tłuszczowych wykorzystano kaliper. Fałdy mierzono w trzech powtórzeniach, wynik odczytywano po około 2 s, pomiary wykonywane były zawsze przez jednego badacza. Pomiary grubości fałdów skórno-tłuszczowych wykonywano zgodnie z metodyką wskazaną w pracy Brończyk-Puzoń oraz wytycznych Agencji Stanów Zjednoczonych CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) [14, 15]. Grubość fałdu skórno-tłuszczowego z tyłu ramienia: fałd chwymano pionowo na tylnej powierzchni ramienia, ponad mięśniem trójgłowym ramienia,

pośrodku jego długości przy swobodnym opuszczeniu ręki ku dołowi. Grubość fałdu pod łopatką – fałd chwymano poniżej dolnego kąta łopatki. Grubość fałdu skórno-tłuszczowego na brzuchu mierzono w jednej czwartej odległości między pępkiem a kolcem biodrowym przednim górnym od strony pępka. Pomiar nad grzebieniem kości biodrowej – miejsce pomiaru znajduje się w linii pachowej przedniej. Fałd udowy mierzono w połowie długości mięśnia prostego uda.

Pomiar wybranych cech skóry

Badania cech skóry wykonano przy użyciu następujących sond firmy Courage-Khazaka: Skin pH-Meter PH 905 (ocena odczynu kwasowo-zasadowego powierzchni skóry); Corneometer CM 825 (ocena nawilżenia) i Tewameter TM 300 (ocena poziomu transepidermalnej ucieczki wody) z zachowaniem procedur Pracowni Fizjologii Skóry CLNB AWF w Krakowie (certyfikat zgodności z normą PN-EN ISO 9001:2015: PW-08606-19). Pomiary w każdym z obszarów (na bocznej części uda oraz na pośladku) wykonano w trzech powtórzeniach w miejscach oddalonych od siebie o 1-1,5 cm, a wyniki uśredniono.

Urządzenie generujące wibracje

Zastosowanym w projekcie urządzeniem generującym bodźce wibracyjne był multistół do masażu z funkcją masażu firmy Vitberg. Wibracje wytwarzane były przez silnik z kowadłem wibracyjnym, a ich przebieg opisywał ustalony algorytm (rys. 1, 2). W każdym module umieszczony został jeden z dwóch typów silników: pracujący w zakresie 18-39 Hz (A) lub pracujący w zakresie 38-60 Hz (B). Zaprogramowany algorytm zmian charakterystyki drgań, dziękiysterowaniu prędkości obrotowej, wypełniał cały zakres częstotliwości od 18 do 60 Hz, a czujniki elektroniczne

na bieżąco sprawdzały aktualną prędkość obrotową silnika i odpowiednio ją modulowały. Wibracje były przekazywane na ciało za pomocą trzech modułów wibrujących. Przy programie założono symetryczną pracę modułów bocznych w poduszkach umieszczonych po bokach ciała, a algorytm utrzymywał w nich takie same parametry częstotliwości.

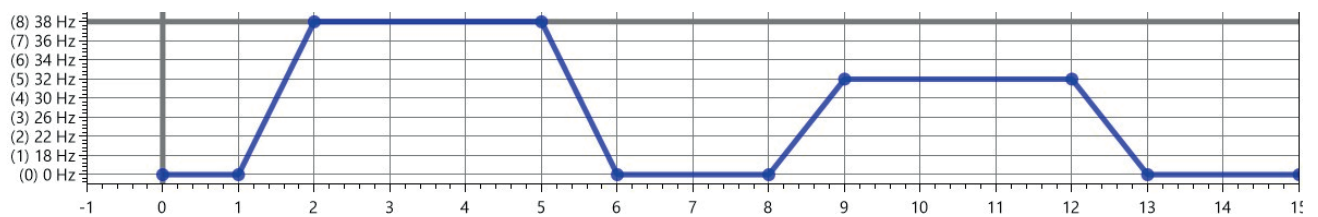
Analiza statystyczna

Wyniki przedstawiano jako wartości średnie (\pm SD). Typ rozkładu zmiennych badano testem Szapiro-Wilka. Z zastosowaniem testu t-Studenta dla grup niezależnych wykonano porównanie wyników dla grup A i B. Wyniki z kwestionariusza ankietowego badano z wykorzystaniem testu Chi-kwadrat. Efekty pozabiegowe oceniano testem t-Studenta dla grup zależnych. Za poziom istotności odrzucenia hipotezy zerowej we wszystkich obliczeniach statystycznych przyjęto $p < 0,05$. Wszystkie wspomniane analizy zostały przeprowadzone z użyciem programu statystycznego Statistica wersja 13.

WYNIKI

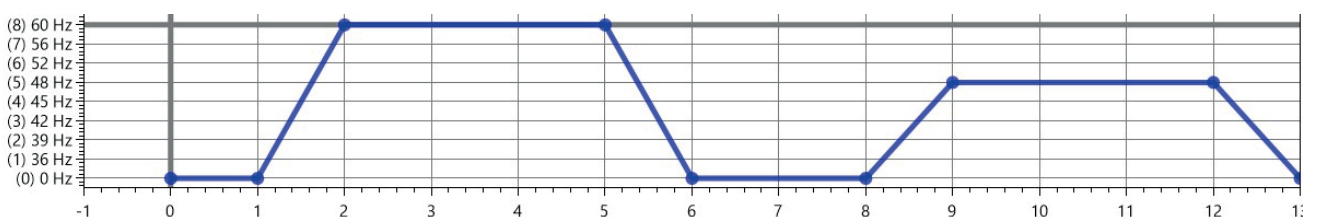
Wpływ pojedynczego zabiegu wibroterapii na parametry składu ciała i obwody

Wyniki estymacji parametrów składu ciała w poszczególnych grupach zebrano w tabeli 2. U kobiet z grupy A poddawanych zabiegowi z użyciem niższych parametrów bodźca wibracyjnego nie zaobserwowano znacznych zmian za wyjątkiem procentowej zawartości wody, dla tego parametru wzrost średniej wartości o 0,5% był bliski istotności statystycznej. W grupie B, u której zastosowany bodziec wibracyjny charakteryzował się wyższymi parametrami, wykazano istotny statystycznie spadek procentowej zawartości wody w stosunku do wartości przed zabiegiem o 0,5%.



Rys. 1 Zmiany częstotliwości drgań w czasie, częstotliwość niższa (A)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów dostarczonych przez producenta



Rys. 2 Zmiany częstotliwości drgań w czasie, częstotliwość wyższa (B)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiałów dostarczonych przez producenta

Tabela 2 Skład ciała kobiet poddanych zabiegowi wibroterapii z zastosowaniem urządzenia o niższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa A) oraz wyższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa B). Wskazano pomiary wykonane przed zabiegiem (I) oraz po zabiegu (II)

	Grupa A			Grupa B		
	Średnia	SD	p	Średnia	SD	p
masa ciała I	60,2	5,7	0,2915	63,3	8,2	0,4723
masa ciała II	60,1	5,8		63,3	8,2	
TT I [%]	22,3	4,3	0,7354	24,8	4,0	0,1249
TT II [%]	22,4	4,3		24,9	4,3	
woda I [%]	56,8	4,0	0,0665	55,5	3,6	0,0245
woda II [%]	57,3	3,6		55,0	3,5	

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 3 Obwody ciała badanych kobiet poddanych zabiegowi wibroterapii z zastosowaniem urządzenia o niższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa A) oraz wyższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa B). Wskazano pomiary wykonane przed zabiegiem (I) oraz po zabiegu (II)

	Grupa A			Grupa B		
	Średnia	SD	p	Średnia	SD	p
o. ramię I	26,9	2,4	0,2526	27,8	2,6	0,2521
o. ramię II	26,7	2,0		27,7	2,6	
o. talia I	72,6	5,4	0,1303	73,2	5,6	0,0160
o. talia II	72,3	5,4		72,8	5,4	
o. biodra I	95,5	7,0	0,0845	98,4	5,8	0,4329
o. biodra II	96,3	5,7		98,4	5,8	
o. udo I	56,0	4,0	0,1668	56,8	4,2	0,3313
o. udo II	56,4	3,6		56,7	4,5	
o. łydka I	35,2	2,1	0,1778	36,4	2,6	0,1690
o. łydka II	35,4	2,0		36,2	2,8	

Źródło: Opracowanie własne

Zmiany obwodów ciała w wyniku uczestnictwa w zabiegach wibracyjnych pokazano w tabeli 3. Zaobserwowane zmiany nie były istotne statystycznie za wyjątkiem obwodu talii w grupie B. U badanych tuż po zabiegu nastąpiło średnie obniżenie się obwodu talii o 0,4 cm.

Wpływ pojedynczego zabiegu wibroterapii na wybrane cechy skóry

Średnie wyniki pomiarów poszczególnych cech skóry podano w tabeli 4. U badanych z grupy A po zabiegu wskazano na istotne statystycznie wzrosty nawilżenia skóry (na udzie średnio o 2,3, na pośladku o 1,9). Jednocześnie zaobserwowano istotne obniżenie wartości TEWL, zarówno mierzonych na udzie, jak i pośladku (odpowiednio o: 1,5 i 1,1). Wartości pH nie uległy natomiast istotnym zmianom. W grupie B wykazano istotne statystycznie zmiany jedynie w przypadku mierzonych na udzie: TEWL (obniżenie o 1,4) i pH (wzrost o 0,2).

Tabela 4 Wartości poziomu nawilżenia, transepidermalnej utraty wody (TEWL) oraz odczynu kwasowo-zasadowego (pH) skóry na udach lub pośladkach u kobiet poddanych zabiegowi wibroterapii z zastosowaniem urządzenia o niższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa A) oraz wyższych parametrach bodźca wibracyjnego (grupa B). Wskazano pomiary wykonane przed zabiegiem (I) oraz po zabiegu (II)

	Grupa A			Grupa B		
	Średnia	SD	p	Średnia	SD	p
Nawilżenie udo I	33,3	10,5	0,0004	31,1	8,6	0,44773
Nawilżenie udo II	35,6	11,0		31,3	8,2	
Nawilżenie pośladek I	31,5	8,8	0,0159	30,5	9,3	0,25202
Nawilżenie pośladek II	33,4	8,2		31,4	8,5	
TEWL udo I	13,0	2,2	0,0084	12,6	2,9	0,03488
TEWL udo II	11,5	1,6		11,2	1,8	
TEWL pośladek I	12,7	2,0	0,0177	12,2	3,0	0,07816
TEWL pośladek II	11,6	2,3		10,6	2,7	
pH udo I	5,8	0,7	0,1826	5,6	0,5	0,03490
pH udo II	5,7	0,4		5,8	0,6	
pH pośladek I	5,4	0,4	0,3530	5,8	0,4	0,47110
pH pośladek II	5,4	0,4		5,7	0,4	

Źródło: Opracowanie własne

DYSKUSJA

Lipodystrofia gynoidalna stanowi w obecnych czasach bardzo szeroki problem. Szacuje się, że dotyka od 80 do 90% kobiet w wieku postpokwitaniowym [16, 17]. Jak już wspomniano, istnieje wiele metod stosowanych w zmniejszaniu widoczności tego defektu kosmetycznego. Jedną z nich, choć jeszcze nie stosowaną powszechnie, jest wibracja oscylacyjno-cykloidalna aplikowana miejscowo. W badaniach Pilch i wsp. [18] wykazano, iż 4-tygodniowy cykl 20 zabiegów wibracyjnych wpływa na redukcję tkanki tłuszczowej ciała przy zachowanej procentowej zawartości wody w organizmie. W niniejszej pracy (przy pojedynczym zabiegu z zastosowaniem tego typu wibracji) u badanych zaobserwowano istotne statystycznie obniżenie zawartości procentowej wody w organizmie w przypadku zastosowania bodźca o wysokich parametrach. W grupie poddanej zabiegowi o niższych parametrach, zawartość wody nie uległa zmianie w sposób istotny, lecz kierunek tych zmian wydaje się być przeciwny. Trudno jest oczekiwać, że jednorazowy zabieg z zastosowaniem tak bezpiecznego bodźca jakim jest wibracja spowoduje istotne zmiany masy ciała czy zawartości tkanki tłuszczowej. Jednak udało się wskazać wpływ jednorazowego zabiegu na zawartość wody – zmiana ta powodowana może być przesunięciem wody między

przestrzeniami wewnątrz- i zewnątrzkomórkowymi. Użyte wyniki wskazują, iż kierunek zmian w efekcie pojedynczego zabiegu zależy od parametrów stosowanego urządzenia generującego bodziec wibracyjny. Znaczenie charakterystyki drgań jest jednym z najważniejszych elementów, który należy weryfikować przy zastosowaniach rehabilitacyjnych i medycznych, co wcześniej pokazał między innymi Cakar i wsp. [19]. W badaniach Pilch [18] nie wskazano wpływu serii zabiegów wibracyjnych na zawartość wody w organizmie. Wydaje się, że wpływ wibracji na przesunięcia wody pomiędzy poszczególnymi obszarami podlega zatem procesowi adaptacji.

W swoich badaniach Pilch i wsp. [18] wskazali na zmniejszenie obwodów ud, bioder oraz talii u kobiet poddawanych 4-tygodniowemu cyklowi zabiegów wibracyjnych. W niniejszej pracy, jednorazowy zabieg wibracyjny spowodował jedynie istotnie statystycznie obniżenie się obwodu talii badanych z grupy B, poddawanej wibracji o wyższych parametrach. Efekt ten wydaje się niezwykle korzystny, a prawdopodobny mechanizm, który doprowadził do tej zmiany należy łączyć z prokinetycznym działaniem bodźca wibracyjnego. Poprawa perystaltyki i pasażu jelitowego z niwelowaniem niekiedy bolesnych wzdęć, jest znanym i uznanym działaniem wibracji [20-22]. Jeżeli to właśnie taki mechanizm ma stać u podstaw obniżenia obwodu talii po jednorazowym zabiegu, nie należy się dziwić, że efekt ten wywołały materace generujące bardziej intensywny bodziec o wyższych parametrach.

Zastosowanie bodźca wibracyjnego, jak już wskazano, wywołuje szereg efektów fizjologicznych. Z perspektywy skóry dotkniętej lipodystrofią gynoidalną korzystnym efektem jest pobudzenie mikrokrążenia skórno, co objawia się podwyższeniem temperatury skóry po zabiegu [23]. W przytoczonych badaniach Pilch i wsp. wykazano również wyższą wyjściową temperaturę skóry po cyklu zabiegów wibroterapeutycznych w porównaniu do stanu przed zabiegami. W innych badaniach [18] wykazano poprawę ukrwienia skóry ocenianą metodą dermatoskopii po 4-tygodniowym cyklu zabiegów z wykorzystaniem wibracji oscylacyjno-cykloidalnej.

Skóra objęta zmianami cellulitowymi jest często sucha, ma zmieniony kolor, a w nasilonym stadium lipodystrofii może dawać odczucia bólowe [17]. Działania niwelujące objawy cellulitu powinny także poprawiać podstawowe cechy skóry, takie jak poziom nawilżenia, jej funkcja barierowa i pH.

Nawilżenie warstwy rogowej naskórka zależy od zdolności zatrzymywania wody przez keratynocyty oraz utraty wody dyfundującej dzięki gradientowi z głębszych warstw skóry. Odpowiednie nawilżenie skóry ważne jest dla zachowania jej funkcji barierowej, elastyczności, czy prawidłowego dojrzewania keratynocytów [24]. Nawilżenie warstwy rogowej mierzone jest najczęściej metodą konduktometryczną z wykorzystaniem korneometru. Prawidłowe wartości na-

wilżenia skóry oscylują wokół 40 jednostek (mieszczą się w granicach 10-20%) i są zależne od regionu ciała [25].

Zawartość wody w głębokich warstwach skóry jest fizjologicznie wyższa niż w naskórku, do którego woda dostaje się drogą dyfuzji. Przenaskórkowa utrata wody (TEWL) odzwierciedla sprawność bariery naskórkowej – przy nieprawidłowo funkcjonującej barierze następuje nadmierna utrata wody z naskórka, a wartość tego parametru rośnie [24]. Wartości TEWL są też różne w zależności od miejsca badania – metaanaliza wykonana przez Akendiz i wsp. wskazuje na wyższe wartości uzyskiwane są na skórze twarzy, niż na skórze kończyn górnych, dolnych czy tułowia [26].

Odczyn pH powierzchni skóry mierzony jest za pomocą szklanej elektrody potencjometrycznej przykładanej bezpośrednio do skóry. Za odczyn skóry odpowiadają rozpuszczalne w wodzie związki będące składnikami wydzielin gruczołów potowych i łojowych. Prawidłowe pH skóry zawiera się w przedziale między 4 a 6 i jest zależne od miejsca pomiaru, stopnia pigmentacji skóry, płci oraz wieku [27]. Odczyn skóry mieszczący się w fizjologicznych granicach odpowiada za prawidłowe działanie enzymów, lipidów i ceramidów, jak również za integralność *stratum corneum* i prawidłowe funkcjonowanie bariery naskórkowej [25]. Wykazano również, iż w przypadku uszkodzeń skóry, ich naprawa zachodzi szybciej w warunkach pH wynoszącego poniżej 5, niż w pH zasadowym, tj. powyżej 7 [28]. Odczyn skóry wpływa również na skład jej mikroflory [29].

W niniejszych badaniach wartości opisanych wyżej cech skóry nie odbiegały znacząco od przedziałów prawidłowych dla płci i grupy wiekowej oraz miejsca pomiarów wyznaczonych przez producenta urządzeń oraz tych dostępnych w literaturze.

W grupie A poddawanej wibracji o niższych parametrach uzyskano korzystne zmiany nawilżenia skóry – wzrost nawilżenia *stratum corneum* i obniżenie TEWL, przy zachowanym prawidłowym odczynie skóry. Zabieg wykonywany z wyższymi parametrami bodźca wibracyjnego spowodował jedynie istotne obniżenie TEWL mierzonej na udzie, przy jednoczesnym istotnym wzroście wartości pH w tym obszarze. Zmiany te należy łączyć z przesunięciami wody pomiędzy pulami wewnątrz- i zewnątrzkomórkowymi. W takim ujęciu, wibracja o niższych parametrach wydaje się być lepszym rozwiązaniem, który już po pojedynczym zabiegu korzystnie wpływa na większość badanych cech skóry. W kolejnych badaniach należy sprawdzić, czy efekt ten podlega zjawisku adaptacji, czy też może trwale polepszać badane cechy skóry ud i pośladków u kobiet z lipodystrofią.

PODSUMOWANIE

Zaproponowane zabiegi wibracyjne wpłynęły na zmianę procentową zawartości wody w organizmie, co wynika najprawdopodobniej z przemieszczenia wody pomiędzy pulą wewnątrz- i zewnątrzkomórkową. W przypadku urządzenia

o wyższych parametrach wibracji wskazano istotny statystycznie spadek zawartości wody. Jednorazowy zabieg na tym urządzeniu pozwolił także na spadek obwodu talii.

Zaproponowane metody zabiegów wibracyjnych wpłynęły na nawilżenie i poziom transepidermalnej ucieczki wody w skórze ud i pośladków. Bodziec wibracyjny o wyższych parametrach stosowany jednokrotnie wywołał niekorzystne zmiany pH skóry ud. Wydaje się zatem, że korzystniejszy wpływ na nawilżenie, poziom TEWL oraz odczyn kwasowo-zasadowy skóry wywołuje materac o niższych parametrach wibracji, jednak wymaga to dalszego potwierdzenia w badaniach z wydłużonym protokołem obserwacji.

FINANSOWANIE BADAŃ

Badania finansowano z projektu NCBiR POIR.01.01.01-00-1208/17.

LITERATURA / REFERENCES

- Kir'yanova V, Gerasimenko M, Shorokhova M, Gorbacheva K. Vibration in medical practice. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2020;19(3):171-177. <https://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-3-5>
- Piotrowska A. Zastosowanie miejscowej aplikacji bodźca wibracyjnego w celu znieczulenia podczas zabiegów. *Kosmetologia Estetyczna*. 2019;8:369-370.
- Pałka T, Pilch W, Bigosińska M, et al. *Wpływ wibracji cykloidalno-oscylacyjnej na tempo restytucji wybranych wskaźników biochemicznych po wysiłku fizycznym u mężczyzn. The Third International Scientific Conference 'Motor Abilities in Sports - Theoretical Assumptions and Practical Implications': Summaries Book*. Kraków: AWF w Krakowie; 2019:66.
- Rittweger J. Vibration as an exercise modality: How it may work, and what its potential might be. *European Journal of Applied Physiology*. 2010;108(5):877-904. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1303-3>
- de Melo Carvalho R, de Mattos Barreto T, Weffort F, et al. Use of vibrating anesthetic device reduces the pain of mesotherapy injections: A randomized split-scalp study. *Journal of Cosmetic Dermatology*. 2021;20(2):425-428. <https://doi.org/10.1111/jocd.13554>
- Piotrowska A, Mętel S, Adamiak J, et al. Trening wibracyjny całego ciała w leczeniu i profilaktyce otyłości. *Jubileuszowa Konferencja Naukowo-Szkoleniowa "Nowe Wyzwania w Fizjoterapii, Terapii Zajęciowej i Kosmetologii"*. Kraków; 2017.
- Cristovam DN, Botelho S, Andrade MF, et al. Whole-body vibration in the reduction of the cellulite. *Journal of Cosmetic and Laser Therapy*. 2019;21(5):278-285. <https://doi.org/10.1080/14764172.2018.1525750>
- Sadowski T, Bielfeldt S, Wilhelm KP, et al. Objective and subjective reduction of cellulite volume using a localized vibrational massage device in a 24-week randomized intra-individual single-blind regression study. *International Journal of Cosmetic Science*. 2020;42(3):277-288. <https://doi.org/10.1111/ics.12613>
- Savoia A, Landi S, Vannini F, Baldi A. Low-level laser therapy and vibration therapy for the treatment of localized adiposity and fibrous cellulite. *Dermatology and Therapy*. 2013;3(1):41-52. <https://doi.org/10.1007/s13555-013-0026-x>
- Canela VC, Crivelaro CN, Ferla LZ, et al. Synergistic effects of combined therapy: Nonfocused ultrasound plus Aussie current for noninvasive body contouring. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2018;11:203-212. <https://doi.org/10.2147/CCID.S157782>
- Wróblewska I, Maj J, Chilicka-Jasionowska K. *Aparatura Kosmetyczna i Metodyka Zabiegów*. Opole: Państwowa Medyczna Wyższa Szkoła Zawodowa w Opolu; 2013.
- Nürnberg F, Müller G. So-Called Cellulite: An Invented Disease. *The Journal of Dermatologic Surgery and Oncology*. 1978;4(3):221-229. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.1978.tb00416.x>
- Dehghan M, Merchant AT. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? *Nutrition Journal*. 2008;7(1):1-7. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-26>
- Bronczyk-Puzoń A, Koszowska A, Bieniek J. Basic anthropometric measurements and derived ratios in dietary counseling: Part one. *Nursing and Public Health*. 2018;8(3):217-222. <https://doi.org/10.17219/pzp/92366>
- National Center for Health Statistics (NCHS). http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_11_12/Anthropometry_Procedures_Manual.pdf.
- Friedmann DP, Vick GL, Mishra V. Cellulite: A review with a focus on subsision. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*. 2017;10:17-23. <https://doi.org/10.2147/CCID.S95830>
- Tokarska K, Tokarski S, Woźniacka A, et al. Cellulite: A cosmetic or systemic issue? Contemporary views on the etiopathogenesis of cellulite. *Postępy Dermatologii i Alergologii*. 2018;35(5):442-446. <https://doi.org/10.5114/ada.2018.77235>
- Pilch W, Nastalek M, Piotrowska A, et al. The effects of a 4-week vibration programme on the reduction of adipose tissue in young women with cellulite – a pilot study. *Rehabilitacja Medyczna*. 2018;22(4):18-24. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.0109>
- Çakar HI, Doğan S, Kara S, Rittweger J, et al. Vibration-related extrusion of capillary blood from the calf musculature depends upon directions of vibration of the leg and of the gravity vector. *European Journal of Applied Physiology*. 2017;117(6):1107-1117. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3597-x>
- Yu J, Qian YY, He CH, et al. Safety and efficacy of a new smartphone-controlled vibrating capsule on defecation in beagles. *Scientific Reports*. 2017;7(1):4-10. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-02844-4>
- Wu TJ, Wei TS, Chou YH, et al. Whole-body vibration for functional constipation: A single-centre, single-blinded, randomized controlled trial. *Colorectal Disease*. 2012;14(11):779-785. <https://doi.org/10.1111/codi.12021>
- Mimidis K, Galinsky D, Rimón E, et al. Use of a device that applies external kneading-like force on the abdomen for treatment of constipation. *World Journal of Gastroenterology*. 2005;11(13):1971-1975. <https://doi.org/10.3748/wjg.v11.i13.1971>
- Pilch W, Czerwińska-Ledwig O, Chitryniiewicz-Rostek J, et al. The Impact of Vibration Therapy Interventions on Skin Condition and Skin Temperature Changes in Young Women with Lipodystrophy: A Pilot Study. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2019; 2019:1-9. <https://doi.org/10.1155/2019/8436325>
- Sotoodian B, Maibach HI. Noninvasive test methods for epidermal barrier function. *Clinics in Dermatology*. 2012;30(3):301-310. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2011.08.016>
- Jansen van Rensburg S, Franken A, Du Plessis JL. Measurement of transepidermal water loss, stratum corneum hydration and skin surface pH in occupational settings: A review. *Skin Research and Technology*. 2019;25(5):595-605. <https://doi.org/10.1111/srt.12711>
- Akdeniz M, Gabriel S, Lichtenfeld-Kotner A, et al. Transepidermal water loss in healthy adults: a systematic review and meta-analysis update. *British Journal of Dermatology*. 2018;179(5):1049-1055. <https://doi.org/10.1111/bjd.17025>
- Ali SM, Yosipovitch G. Skin pH: From basic science to basic skin care. *Acta Dermato-Venereologica*. 2013;93(3):261-267. <https://doi.org/10.2340/00015555-1531>
- Rawlings AV, Harding CR. Moisturization and skin barrier function. *Dermatologic Therapy*. 2004;17(1):43-48. <https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04s1005.x>
- Lambers H, Piessens S, Bloem A. Natural skin surface pH is on average below 5, which is beneficial for its resident flora. *International Journal of Cosmetic Science*. 2006;28(5):359-370. <https://doi.org/10.1111/j.1467-2494.2006.00344.x>