

## **EFEKTY NIEHARMONICZNYCH WIELOWYMIAROWYCH WIBRACJI CAŁEGO CIAŁA U PACJENTÓW ZE STWARDNIENIEM ROZSIANYM: BADANIE PILOTAŻOWE.**

**Othmar Schuhfried, Christian Mittermaier, Tatjana Jovanovic, Karin Pieber i Tatjana Paternostro-Sluga**

Wydział Medycyny Fizycznej i Rehabilitacji, Uniwersytet Medyczny w Wiedniu, Austria

Otrzymano 6 kwietnia 2005 r. Zwrócono w celu dokonania poprawek 16 maja 2005 r.; poprawiony przyjęty dnia 20 lipca 2005 r.

**Cel:** Odpowiedź na pytanie: czy nieharmoniczne wielowymiarowe wibracje całego ciała (oscylacja mechaniczna) w porównaniu do podawania placebo, dają lepsze efekty w zakresie kontroli postawy, mobilności i równowagi ciała u pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym.

**Model badania:** Badanie podwójnie zaślepięone, randomizowane, kontrolowane.

**Miejsce:** Przychodnia uniwersytecka Wydziału Medycyny Fizycznej i Rehabilitacji.

**Badani:** Dwunastu pacjentów ze stwardnieniem rozсіяnym z umiarkowaną niesprawnością (w rozszerzonej skali niewydolności ruchowej Kurtzke'go: 2,5-5) przydzielono zarówno do grupy interwencyjnej, jak i do grupy placebo.

**Interwencje:** W grupie interwencyjnej zastosowano losowe wibracje całego ciała o niskiej częstotliwości (oscylacje 2,0-4,4 Hz z amplitudą 3 mm) w pięciu seriach, każda trwająca 1 minutę z 1-minutowymi przerwami pomiędzy kolejnymi seriami. W grupie placebo zastosowano przezskórną stymulację elektryczną nerwów (TENS) na niedominującym przedramieniu, w pięciu seriach, każda trwająca 1 minutę, z 1-minutowymi przerwami pomiędzy kolejnymi seriami.

**Główne miary wyników:** Ocena posturograficzna za pomocą testu organizacji zmysłowej (ang. Sensory Organization Test), testu „wstań i idź” (ang. Timed Get Up and Go Test) i testu funkcjonalnego zasięgu (ang. Functional Reach Test), wykonanych zaraz po zastosowaniu zabiegu, 15 minut po, jeden tydzień po i dwa tygodnie po.

**Wyniki:** Grupa interwencyjna, w porównaniu z grupą placebo, wykazała przewagę, w każdym punkcie pomiaru, w testach organizacji zmysłowej i teście „wstań i idź”, przeprowadzonych po zabiegach. Efekty były najbardziej widoczne po tygodniu od przeprowadzonych zabiegów, kiedy zanotowano znaczące różnice w zmianach wyników ( $p = 0,041$ ) w teście „wstań i idź”. Średni wynik zmniejszył się z 9,2 s (przed zabiegiem) do 8,2 s (po zabiegu) po tygodniu od zastosowania losowych wibracji całego ciała, podczas gdy zwiększył się z 9,5 s (przed zabiegiem) do 10,2 s (po zabiegu) po tygodniu od zastosowania placebo. Średnie wartości oceny posturograficznej zwiększyły się z 70,5 punktów (przed zabiegiem) do 77,5 punktów po tygodniu od zastosowania losowych wibracji całego ciała, podczas gdy po tygodniu od podania placebo, zwiększyły się z 67,2 punktów (przed

zabiegiem) do jedynie 67,5 punktów. Nie odnotowano żadnych różnic w teście funkcjonalnego zasięgu.

**Wnioski:** Wyniki niniejszego badania pilotażowego wykazały, że losowe wibracje całego ciała mogą pozytywnie wpływać na kontrolę postawy i mobilność u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

Adres do korespondencji: Othmar Schuhfried, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Medical University of Vienna, Waehringer Guertel 18-20, A-1090 Vienna, Austria. e-mail: [othmar.schuhfried@meduniwien.ac.at](mailto:othmar.schuhfried@meduniwien.ac.at)

## Wstęp

Stwardnienie rozsiane jest najczęstszym schorzeniem neurologicznym, w krajach zachodnich, prowadzącym do niesprawności<sup>1</sup>. Zmienny charakter choroby skutkuje szerokim spektrum upośledzeń, takich jak: zaburzenia równowagi, utrata koordynacji, osłabienie mięśni, spastyczność, zmienione odbieranie bodźców zmysłowych, zaburzenia widzenia, upośledzenie funkcji poznawczych, zmęczenie i utrata kontroli nad pęcherzem i jelitami<sup>1</sup>. Ataksja i zaburzenia równowagi są najbardziej uciążliwymi problemami u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym, a wynikające z nich zaburzenia kontroli postawy są powszechnym problemem. Efekty objawiają się upośledzeniem chodzenia oraz spadkiem mobilności i spowodowane są pogarszającą się zdolnością do utrzymania równowagi podczas przemieszczania się. Pacjenci najczęściej zwracają uwagę na poszerzenie chodu i problemy z utrzymaniem równowagi podczas rozpoczynania chodu i zmiany jego kierunku. Interwencja fizyczna, włącznie z ćwiczeniami równowagi, wzmacnianiem mięśni proksymalnych i stabilizujących kończyn oraz technikami kompensacyjnymi może być pomocna. Niestety, zaburzenia równowagi i ataksja są najbardziej opornymi na interwencje terapeutyczne objawami i są główną przyczyną niesprawności<sup>2</sup>.

Losowa wibracja całego ciała oparta jest na zastosowaniu wielowymiarowych wibracji całego ciała (oscylacja mechaniczna). Przeniesienie wibracji i oscylacji na układ biologiczny prowadzić może do zmian fizjologicznych na wielu poziomach. Opisano przypadki stymulacji receptorów skóry, wrzecion mięśniowych, układu przedsionkowego<sup>3-5</sup>, zmian w aktywności mózgowej, np. we wzgórzu i korze somatosensorycznej<sup>6,7</sup>, zmian stężenia neuroprzekazników, np. dopaminy i serotoniny<sup>8</sup> oraz zmian stężenia hormonów<sup>9,10</sup>. Dowiedziono, że losowe wibracje są skutecznym sposobem polepszania kontroli postawy u osób starszych<sup>11</sup>. Wibracje całego ciała skutkowały polepszeniem parametrów chodu i koordynacji u pacjentów z chorobą Parkinsona<sup>12-14</sup>. U tych pacjentów, poprawa kontroli chodu i postawy, jak również koordynacji manualnej osiągnięta została za pomocą wielowymiarowych wibracji całego ciała, zastosowanych w pięciu seriach trwających po 1

minutę, z 1-minutowymi przerwami. Korzystny efekt był widoczny po około 10 minutach od zabiegu i utrzymywał się do 48 godzin<sup>12</sup>.

Zastosowanie powyższej metody u pacjentów z innymi postępującymi chorobami neurologicznymi wydaje się uzasadnione. Dlatego celem niniejszego badania było sprawdzenie skuteczności wibracji całego ciała pod kątem polepszania kontroli postawy, równowagi i mobilności u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. Niniejsze badanie zostało zaprojektowane jako badanie pilotażowe, aby otrzymać wstępną odpowiedź na pytanie: czy losowe wibracje całego ciała mogą być skuteczne u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

## **Metody**

### **Badani**

Do badania włączono dwunastu pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. Uczestnicy badania zostali zwerbowani z pośród pacjentów przychodni uniwersyteckiej Wydziału Medycyny Fizycznej i Rehabilitacji w Wiedniu. Kryteriami włączenia były: obecność zaburzeń równowagi, niepewności chodu i/lub ataksja i upośledzenie na poziomie  $\leq 5$  w rozszerzonej skali niewydolności ruchowej Kurtzke'go (EDSS)<sup>15</sup>. Badani musieli być w stanie stać samodzielnie bez pomocy urządzeń asystujących czy pomocy z zewnątrz.

Pacjenci byli wyłączeni z badania w przypadku ciąży (pacjenci płci żeńskiej w wieku reprodukcyjnym, musiały zapewnić, że stosują odpowiednie środki antykoncepcyjne), obecności implantów elektronicznych, np. rozrusznika serca, stany będące następstwem wszczepienia sztucznych zastawek sercowych, padaczki, nowotworów złośliwych, endoprotez, stany będące następstwem niedawno przebytych złamań (mniej niż 6 miesięcy), osteoporozy z pęknięciami trzonów kręgow, stany będące następstwem zakrzepicy, nawrót stwardnienia rozsianego w ciągu ostatnich dwóch miesięcy lub odmowa wzięcia udziału w badaniu.

Po ustaleniu, że pacjenci spełniają kryteria włączenia do badania i, że nie zostały spełnione żadne kryteria wyłączenia, zostali oni poinformowani szczegółowo o badaniu i podpisali formularz świadomej zgody na udział w badaniu. Niniejsze badanie zostało poddane ocenie i zatwierdzone przez komisję etyczną Uniwersytetu w Wiedniu.

Pacjenci zostali poddani pobieżnym badaniom według standaryzowanego protokołu badania. Określono skalę oceny klinicznej (ang. Clinical Rating Scale) ataksji<sup>16</sup>. W tej skali maksymalny wynik wynosił 78, a 0 oznaczało brak oznak ataksji. W celu oceny napięcia mięśni kończyn dolnych, zastosowano zmodyfikowaną skalę Ashwortha<sup>17</sup>. Zmodyfikowana skala Ashwortha stopniuje poziomy oporów napotkanych podczas samodzielnego rozciągania pasywnego (biernego) (0-5; 0 = brak zwiększenia napięcia mięśni, 5 = staw trzymany sztywno na swoim miejscu). Poziom niesprawności oceniony został na podstawie EDSS<sup>15</sup>. Skala ma zakres od 0 (brak niesprawności), do 10 (śmierć z powodu stwardnienia rozsianego). Charakterystyka wyjściowa badanej populacji przedstawiona została w tabeli 1.

**Tabela 1.** Charakterystyka badanych.

	Grupa interwencji (n = 6)	Grupa placebo (n = 6)
Płeć (mężczyźni/ kobiety)	1/5	2/4
Wiek (lata, średnia; SD, zakres)	49,3 (13,3, 31-64)	46 (12,7, 34-62)
EDSS (średnia; SD, zakres)	3,9 (0,8, 3,5)	3,7 (0,8, 2,5-4.5)
Skala ataksji (średnia; SD, zakres)	18,2 (9,4, 8-30)	16,8 (13,6, 5-43)
Zmodyfikowana skala Ashwortha (średnia; SD, zakres)	1,5 (1,4, 0-3)	0,8 (0,9, 0-2)

EDSS - rozszerzona skala niewydolności ruchowej

### **Procedury leczenia**

Sześć osób zostało przydzielonych do grupy otrzymującej losowe wibracje całego ciała a sześć do grupy placebo, zgodnie z listą randomizacji. Badacz zbierający informacje nie wiedział jaki rodzaj interwencji zastosowano (placebo czy losowe wibracje całego ciała). Zabiegi przeprowadzali członkowie drugiej grupy personelu, którzy nie znali wyników badań. Podczas okresu badawczego (dwa tygodnie) nie zmieniono pacjentom leków, ani nie przeprowadzano żadnych specjalnych zabiegów fizjoterapeutycznych ćwiczących chód czy utrzymywanie równowagi. Interwencje polegały na jednorazowym dziewięćminutowym zabiegu lub zastosowaniu placebo.

- Grupa 1: Zastosowanie wielowymiarowych wibracji całego ciała. Amplituda: 3 mm, częstotliwość: zaczynająca się od 1 Hz, zwiększana stopniowa aż do osiągnięcia granicy wytrzymałości pacjenta. Wykorzystując określoną w ten sposób częstotliwość przeprowadzono pięć 1-minutowych serii, z 1-minutowymi przerwami. Urządzenie jest zaprojektowane w taki sposób, aby generować nieharmoniczne ruchy oscylacyjne, zarówno w pionie, jak i w poziomie, w celu zapobiegania przyzwyczajeniu receptorów i występowaniu rezonansu. Zastosowano system Zeptor-Med (Scisen GmbH, Niemcy)(rycina 1.). Badani zostali poinstruowani, aby podczas stania na platformie utrzymywać przykucniętą pozycję i zachować lekką elastyczność w stawach biodrowych, kolanowych i w stawie skokowym.
- Grupa 2: Pacjenci poddawani działaniu placebo stali na platformie systemu Zeptor w tej samej pozycji co osoby poddawane właściwemu zabiegowi. Zabieg placebo polegał na zastosowaniu przezskórnej stymulacji nerwowej (TENS) na niedominującym przedramieniu, aby symulować wibracje. Dokładnie tak samo jak w przypadku właściwego zabiegu, zastosowano TENS w pięciu seriach trwających 1 minutę, z 1-



Rycina 1: Urządzenie do wielowymiarowych wibracji całego ciała (za zgodą Irschitz GmbH).

minutowymi przerwami. Intensywność TENS była zwiększana do momentu wystąpienia skurczu mięśni, symulującego wibracje.

### **Miary wyników**

Zmierzono następujące parametry docelowe przed zabiegiem, 15 minut po, jeden tydzień po i dwa tygodnie po zabiegu. Badania zawsze przeprowadzano w tych samych porach dnia.

*Posturografia (test organizacji zmysłowej) za pomocą systemu SMART Equitest (NeuroCom International, Oregon, USA)*

Posturografia dynamiczna wykorzystuje sterowaną komputerową, kontrolowaną za pomocą menu, ruchomą platformę oraz ruchome otoczenie wizualne, w celu wyizolowania efektów różnych sygnałów zmysłowych trafiających do mózgu oraz pomiaru ich wpływu na kontrolę równowagi. Ruch zarówno platformy, jak i otoczenia wizualnego może być sterowany poprzez kołysanie się pacjenta, i poruszać w następstwie bezpośredniej odpowiedzi na ruchy pacjenta. Jednym z rodzajów posturografii jest test organizacji zmysłowej<sup>18,19</sup>. Składa się on z sześciu podtestów: (1) oczy otwarte, platforma nieruchoma, otoczenie wizualne nieruchome, (2) oczy zamknięte, platforma nieruchoma, otoczenie wizualne nieruchome, (3) oczy otwarte, nieruchoma platforma, ruchome otoczenie wizualne (sterowane kołysaniem), (4) oczy otwarte, ruchoma platforma, nieruchome otoczenie wizualne, (5) oczy zamknięte, ruchoma platforma, nieruchome otoczenie wizualne, (6) oczy otwarte, ruchoma platforma, ruchome otoczenie wizualne. Pacjenci zostali ostrożnie umieszczeni na platformie a kostka boczna posłużyła jako wyznacznik osi obrotu platformy i otoczenia wizualnego. Pacjenci zostali poinstruowani, aby stać w pozycji wyprostowanej i nie ruszać się, z rękoma opadającymi po bokach. Wykonano trzy powtórzenia na każdy podtest, po 20 sekund każde. Na podstawie uzyskanych danych obliczono sumaryczny wynik równowagi. Wartości sumarycznych wyników równowagi mieściły się w zakresie od 0 do 100, przy założeniu, że wynik powyżej 70 oznaczał normalną zdolność do utrzymania

równowagi. Wynik równy 70 mieścił się w dolnej części 95% przedziału ufności przyjętego dla osób zdrowych (w oparciu o dane od 112 zdrowych osób)<sup>20,21</sup>.

### **Test typu „wstań i idź”**

Za pomocą stopera zmierzono czas potrzebny pacjentowi na wstanie z fotela (około 46 cm wysokości), przejście 3 m, zawrócenie i ponowny siad na fotelu. Test ten przeprowadzono w celu oceny mobilności funkcjonalnej. Czym mniej czasu potrzebowali badani na wykonanie zadań, tym lepsza była ich mobilność funkcjonalna<sup>22</sup>.

### **Test zasięgu funkcjonalnego**

Na wysokości wyrostka barkowego łopatki umieszczono miarkę. Poproszono pacjentów, aby wyciągnęli ramię równoległe do miarki, mając zamkniętą dłoń. Następnie poproszono pacjentów, aby pochylili się maksymalnie do przodu, bez wykonania kroku do przodu. Zaznaczono nową pozycję kości śródreżca i obliczono różnicę między pozycją początkową. Zapisano średnia wartość z trzech prób. Test zasięgu funkcjonalnego jest prostym sposobem pomiaru równowagi na stojąco. Dodatkowo dostarcza informacji na temat zdolności do wykonywania codziennej czynności, czyli sięgania po obiekt znajdujący się w zasięgu<sup>23</sup>.

### **Analiza statystyczna**

Analizie statystycznej poddano różnicę w wynikach uzyskanych przed zastosowaniem zabiegu, 15 minut po, tydzień po i dwa tygodnie po zabiegu. Ze względu na małą liczebność próbki, w celu wykrycia istotnych różnic między grupami terapeutycznymi, dotyczących badanych parametrów zmierzonych 15 minut, tydzień i dwa tygodnie po zabiegu, zastosowano test nieparametryczny (test U Manna – Whitney’a). Poziom alfa wynosił 0,05.

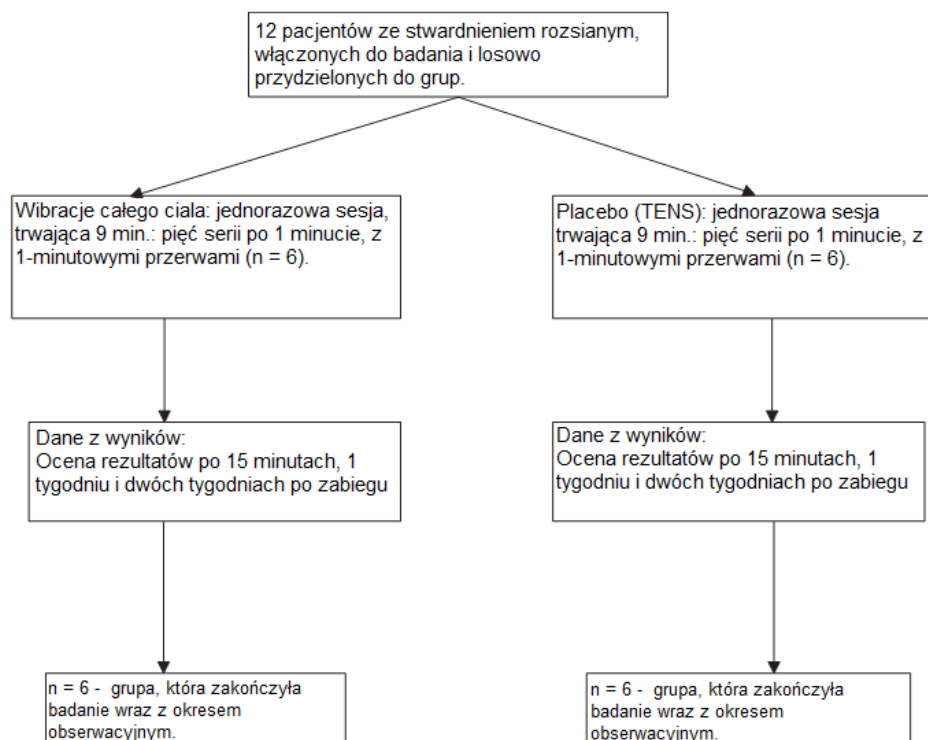
Nie przeprowadzono analizy siły statystycznej, w celu obliczenia liczebności próbki, ponieważ nie było dostępnych danych dotyczących takiej grupy pacjentów oraz takiego rodzaju interwencji, poza tym było to badanie pilotażowe.

### **Wyniki**

Wszyscy badani ukończyli badanie bez żadnych działań niepożądanych, poza jedną osobą, która uskarżała się na nasilone zmęczenie. Żaden badany nie został wyłączony z badania (ryc. 2.). Nikt nie miał klinicznych objawów pogorszenia w okresie badania. W trakcie trwania okresu obserwacyjnego pacjenci byli neurologicznie stabilni i nie wykazywali objawów nawrotu. Średnia tolerowana częstotliwość (średnia; SD; zakres) wibracji całego ciała wynosiła: 3; 0,7; 2-4,4 Hz.

W grupie poddawanej wibracjom całego ciała, we wszystkich punktach pomiaru, występowała tendencja do wyższych wartości w ocenie posturografii, jednak wartość różnic nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej (tabela 2). W przypadku testu „wstań i idź”, wszystkie pomiary po zabiegu miały tendencję do lepszych (niższych) wartości w grupie

otrzymującej wibracje całego ciała, w porównaniu z grupą placebo. W badaniu przeprowadzonym po tygodniu od zabiegu, wykazana znaczącą różnicę w wartości różnic, przemawiającą na korzyść wielowymiarowych wibracji całego ciała (tabela 3). Po dwóch tygodniach od zabiegu wartości posturografii i testu „wstań i idź”, w grupie otrzymującej wibracje całego ciała, były nadal wyższe niż w grupie placebo, jednak różnice w wartościach nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej (tabela 2 i 3). W teście funkcjonalnego zasięgu nie wykazano różnic między grupami (tabela 4).



Rycina 2: Diagram przepływu dotyczący omawianego badania.

**Tabela 2:** Sekwencyjne zmiany wyników oceny posturografii (SOT) po leczeniu za pomocą losowych wibracji całego ciała lub placebo. Dane podane są w wartościach bezwzględnych, w każdym punkcie czasowym pomiaru, począwszy od pomiaru przed zabiegiem, następnie 15 minut, 1 tydzień i dwa tygodnie po zabiegu.

Zmienna zależna	WBV (n = 6)		Placebo (n = 6)		Wartość p <sup>a</sup>
	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	
Przed zabiegiem	70,5 (5,2)	71 (61-76)	67,2 (14,4)	73,4 (44-81)	
15 minut po	76,3 (6,1)	77,5 (65-83)	66,0 (18,6)	74,5 (41-83)	
Zmiany (15 minut po)	5,8 (9,7)	5,8 (9,7)	-1,2 (6,5)	-2,5 (-11-7,0)	0,180

1 tydzień po	77,5 (2,2)	78,0 (74-80)	67,5 (19,1)	76,0 (37-84)	
Zmiany (1 tydzień po)	7,0 (5,0)	7,5 (0-5,0)	0,3 (5,8)	-0,5 (-7-8,0)	0,065
2 tygodnie po	76,8 (7,0)	77,5 (64-83)	71,0 (15,2)	78,5 (48-84)	
Zmiany (2 tygodnie po)	6,3 (10,1)	5,0 (-7-22,0)	3,8 (2,5)	3,5 (1,0-8,0)	0,818

<sup>a</sup>Zmiany w wyniku poddano analizie statystycznej. Wartość p określono za pomocą testu U Manna-Whitney'a.

WBV - wibracje całego ciała. SOT – test organizacji zmysłowej

**Tabela 3:** Sekwencyjne zmiany wyników testu „wstań i idź” po leczeniu za pomocą losowych wibracji całego ciała lub placebo. Dane podane są w wartościach bezwzględnych, w każdym punkcie czasowym pomiaru, począwszy od pomiaru przed zabiegiem, następnie 15 minut, 1 tydzień i dwa tygodnie po zabiegu.

Zmienna zależna	WBV ( n = 6)		Placebo (n = 6)		Wartość p <sup>a</sup>
	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	
TUG (sekundy)					
Przed zabiegiem	9,2 (1,3)	9,4 (6,8-10,5)	9,5 (4,1)	8,6 (6,0-17,4)	
15 minut po	8,7 (1,4)	9,0 (6,1-10,0)	9,6 (3,7)	9,0 (6,0-16,3)	
Zmiany (15 minut po)	-0,6 (0,6)	-0,7 (-1,3-0,4)	0,1 (0,8)	0,0 (-1,1-1,3)	0,180
1 tydzień po	8,2 (1,9)	9,1 (5,3-10,1)	10,2 (4,4)	10,1 (5,7-18,0)	
Zmiany (1 tydzień po)	-1,0 (1,1)	-0,75 (-3--0,1)	0,6 (0,8)	0,6 (-0,3-1,6)	0,041
2 tygodnie po	8,1 (1,8)	8,0 (5,2-10,5)	9,2 (4,1)	8,8 (5,5-16,9)	
Zmiany (2 tygodnie po)	-1,2 (1,1)	-1,1 (-2,9-0,1)	-0,3 (0,6)	-0,2 (-1,3-0,3)	0,093

<sup>a</sup>Zmiany w wyniku poddano analizie statystycznej. Wartość p określono za pomocą testu U Manna-Whitney'a.

WBV - wibracje całego ciała. TUG – test wstań i idź.

## Dyskusja

W porównaniu do placebo, wielowymiarowe wibracje całego ciała wpłynęły korzystnie na wyniki testu organizacji zmysłowej i testu „wstań i idź”, w każdym punkcie czasowym pomiaru. Wpływ wibracji całego ciała był wyraźnie widoczny już po 15 minutach od przeprowadzenia zabiegu i utrzymywał się do dwóch tygodni po zabiegu. Najsilniejszy efekt wystąpił po tygodniu od przeprowadzenia zabiegu, kiedy zanotowano istotne różnice ( $p = 0,041$ ) w teście „wstań i idź”, a w badaniu posturografii wykazano tendencję do poprawy wyników ( $p = 0,065$ ). Włączenie większej liczby osób do badania mogłoby prowadzić do wykazania istotnej statystycznie różnicy w tym parametrze. Ograniczeniem niniejszego



badania jest z pewnością liczebność próbek. Należy także wziąć pod uwagę, że pacjenci mieli łagodną lub umiarkowaną niesprawność. Okres obserwacyjny był stosunkowo krótki (dwa tygodnie), a losowe wibracje całego ciała zastosowano jedynie raz przez krótki czas wynoszący 9 minut. Można także zarzucić badaniu, że zastosowanie TENS nie było idealną formą placebo, ponieważ TENS może pobudzać odnowę zmysłowo-motoryczną u pacjentów neurologicznych<sup>24</sup>.

Utrzymywanie stabilności postawy zależy od ciągłego przepływu informacji z układu wzrokowego, przedsionkowego i proprioceptywnego, który jest częścią układu zmysłów oraz do ciągłego przepływu informacji z ośrodków motorycznych do zakończeń nerwów znajdujących się w mięśniach. Wszystkie powyższe informacje są przekazywane połączeniami nerwowymi z otoczką mielinową. Stwardnienie rozsiane jest chorobą niszczącą otoczki mielinowe ośrodkowego układu nerwowego, a wymienione układu są często upośledzone u osób ze stwardnieniem rozsianym<sup>25</sup>. Działanie choroby na układ nerwowy prowadzi do niewyraźnego i podwójnego widzenia. Jeżeli układ przedsionkowy zostanie dotknięty chorobą, prowadzi to do zawrotów głowy i oczopląsu. Uszkodzenia dróg wstępujących długich zmysłów powoduje upośledzenie czucia głębokiego i zmniejszone odczuwanie wibracji<sup>26</sup>. Zaburzenia równowagi spowodowane są ograniczoną zdolnością do łączenia bodźców wzrokowych, proprioceptywnych i przedsionkowych, w procesie określania pozycji ciała w przestrzeni.

**Tabela 4:** Sekwencyjne zmiany wyników testu zasięgu funkcjonalnego po leczeniu za pomocą losowych wibracji całego ciała lub placebo. Dane podane są w wartościach bezwzględnych, w każdym punkcie czasowym pomiaru, począwszy od pomiaru przed zabiegiem, następnie 15 minut, 1 tydzień i dwa tygodnie po zabiegu.

Zmienna zależna	WBV ( n = 6) [Wibracje całego ciała]		Placebo (n = 6)		Wartość p <sup>a</sup>
	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	Średnia (SD)	Mediana (zakres)	
Przed zabiegiem	327,8 (61,9)	300 (286,7-446,7)	329,7 (72)	317,5 (226,7-430)	
15 minut po	328,1 (33,2)	325,9 (290-380)	323,7 (92,6)	336,9 (183,3-436,7)	
Zmiany (15 minut po)	0,3 (40,1)	-1,7 (-66,7-53,4)	-6,1 (33,1)	2,5 (-46,7-38,4)	1,000
1 tydzień po	360,6 (47,2)	370 (295-418)	364,2 (83,7)	320 (300-498,3)	
Zmiany (1 tydzień po)	32,8 (71,6)	37,5 (-63,4-111,6)	34,4 (42,0)	26,7 (-8,3-93,3)	0,818
2 tygodnie po	335,6 (48,2)	336,7 (276,7-396,7)	365 (83,8)	341,7 (276,7-520)	

Zmiany tygodnie po)	(2	7,8 (65,4)	18,4 (90,0)	(-66,7-	35,3 (64,5)	37,5 (-50-116,6)	0,394
---------------------	----	------------	-------------	---------	-------------	------------------	-------

<sup>a</sup>Zmiany w wyniku poddano analizie statystycznej. Wartość p określono za pomocą testu U Manna-Whitney'a.

WBV - wibracje całego ciała. FRT – test zasięgu funkcjonalnego.

Zaburzenia równowagi i ataksja są objawami bardzo opornymi na leczenie i ograniczają znacząco rezultaty rehabilitacji<sup>27</sup>. Zaburzenia równowagi pogarszają prognozę i wpływają negatywnie na transfer, mobilność a nawet równowagę podczas siedzenia. Zdolność do utrzymania równowagi jest jedną z najważniejszych zmiennych związaną z ryzykiem upadku u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. Pacjenci ze stwardnieniem rozsianym mają większą szansę na upadek niż inne grupy pacjentów<sup>29</sup>. Leczenie zaburzeń równowagi i ataksji jest trudne, a medyczne i fizyczne metody leczenia dają ograniczone efekty<sup>2</sup>.

#### Informacje kliniczne

- **Wibracje całego ciała mogą pozytywnie wpływać na kontrolę postawy i mobilność u pacjentów z umiarkowaną niesprawnością.**
- **W celu potwierdzenia korzystnych efektów, należy przeprowadzić dalsze badania.**

Jest to pierwsze badanie badające wpływ wibracji całego ciała na stabilność postawy, mobilność i utrzymanie równowagi u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym. W kilku badaniach wykazano, że różnego rodzaju receptory, takie jak: wrzeciona mięśniowe, receptory skóry i receptory nacisku są podatne na stymulację mechaniczną za pomocą

oscylacji<sup>30,31</sup>. Stymulacja wibracją oscylującą może dawać następujące efekty: (1) stymulacja receptorów nacisku na podszwie stopy (ciałka Merkela, ciałka Meissnera, ciałka Ruffiniego), (2) stymulacja proprioceptorów, (3) generowanie odruchów. Wydaje się, że powtarzalna stymulacja jest równie ważna. Konsekwencją powyższego może być zmiana sposobu kontroli motorycznej (kontroli równowagi), w skutek czego następuje polepszenie stabilności postawy. Efekt ten został wykazany w naszym badaniu nie tylko za pomocą testów eksperymentalnych, takich jak posturografia. Także w teście funkcjonalnym, takim jak „wstań i idź”, wyniki były wyraźnie widoczne.

Metoda zastosowana w tym badaniu (pięć serii trwających 1 minutę, z 1-minutową przerwą między kolejnymi seriami) została zaczerpnięta ze wstępnego badania z udziałem osób z chorobą Parkinsona<sup>12-14</sup>. Przerwy między poszczególnymi seriami zostały opracowane w celu zapobiegania szybkiemu zmęczeniu. We wstępnym badaniu z udziałem pacjentów z chorobą Parkinsona, pozytywny wpływ na funkcję motoryczną pojawił się 10 minut po zastosowaniu losowych wibracji całego ciała i utrzymywał się do 48 godzin<sup>12</sup>. W innym badaniu wykazano krótkotrwałe, pozytywne efekty wibracji całego ciała, na kontrolę postawy u pacjentów z przewlekłym udarem<sup>32</sup>. Pacjenci udarowi zostali poddani jednej serii

wibracji całego ciała, składającej się z czterech następujących po sobie powtórzeń, trwających 45 sekund każda, z 1-minutowymi przerwami. W przeciwieństwie do tego badania, w którym zastosowano pionowe wibracje całego ciała<sup>32</sup>, w naszym badaniu zastosowaliśmy nieharmoniczne, wielowymiarowe wibracje całego ciała, aby zapobiec przyzwyczajaniu się receptorów<sup>33</sup>. Wydaje się, że zastosowanie stymulacji za pomocą mechanicznej oscylacji, na polu rehabilitacji nerwowo-mięśniowej, ma ogromny potencjał, ponieważ przewyższa problemy związane z samodzielnym zainicjowaniem ruchu. Mimo, że mechanizmu wymienionych efektów nie są w pełni jasne, metoda ta może znaleźć zastosowanie w rehabilitacji chorób neurologicznych i zaburzeń nerwowo-mięśniowych.

Parametry posturograficzne pozwalają na poznanie rodzaju błędów systemu kontroli postawy. Posturografia zyskała szeroką akceptację, jako metoda pomiaru kontroli postawy o wysokiej powtarzalności pomiarów<sup>18,29,34,35</sup>. Tym samym, ta metoda może być zastosowana w celu pomiaru wpływu metod leczenia i rehabilitacji<sup>18</sup>. Test „wstań i idź” skorelowany jest z szybkością chodu, równowagą i ruchem dolnych kończyn. Test funkcjonalnego zasięgu jest prostym pomiarem równowagi w pozycji stojącej i odzwierciedla codzienną czynność (sięganie przed siebie, w celu chwycenia czegoś)<sup>23</sup>.

Niniejsze badanie było z założenia badaniem pilotażowym. Powinny zostać przeprowadzone dalsze badania z zastosowaniem większej próbki i częstszych zabiegów wibracji całego ciała. Powinno się także zbadać mechanizm działania takich zabiegów u pacjentów ze stwardnieniem rozsianym.

### **Piśmiennictwo**

1. McDonnell GV, Hawkins SA. An assessment of the spectrum of disability and handicap in multiplesclerosis. *Multiple Sclerosis* 2001; 7: 111-17.
2. Royal College of Physicians. Multiple sclerosis. National clinical guideline for diagnosis and management in primary and secondary care, 2004. Accessed 20 May 2005 from <http://www.rcplondon.ac.uk>
3. Goodwin AW, Macfield VG, Bisley JW. Encoding of objects curvature by tactile afferents from human fingers. *J Neurophysiol* 1997; 78: 2881-88.
4. Burke D, Hagbarth KE, Lofstedt L, Wallin BG. The response of human spindle endings to vibration of non contracting muscles. *J Physiol* 1976; 261: 673-93.
5. Burke D, Hagbarth KE, Lofstedt L, Wallin BG. The response of human spindle endings to vibration during isometric contraction. *J Physiol* 1976; 261: 695-711.
6. Tommerdahl M, Delemos KA, Whitsel BL, Favorov OV, Metz CB. Response of anterior parietal cortex to cutaneous flutter versus vibration. *J Neurophysiol* 1999; 82:16-33.
7. Bonhomme V, Fiset P, Meuredt P et al . Propofol anaesthesia and cerebral blood flow changes elicited by vibrotactile stimulation: a positron emission tomography study. *J Neurophysiol* 2001; 85: 1299-308.

8. Ariizumi M, Okada A. Effects of whole body vibration on biogenic amines in rat brain. *Br J Int Med* 1985; 42: 133-36.
9. Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O et al . Hormonal responses to whole body vibration in men. *Eur J Appl Physiol* 2000; 81: 449-54.
10. McCall GE, Grindeland RE, Roy RR, Edgerton VR. Muscle afferent activity modulates bioassayable growth hormone in human plasma. *J Appl Physiol* 2000; 89: 1137-41.
11. Priplata AA, Niemi JB, Harry JD, Lipsitz LA, Collins JJ. Vibrating insoles and balance control in elderly people. *Lancet* 2003; 362: 1123-24.
12. Haas CT, Schmidtbleicher D. Zu den Effekten mechanischer Schwingungsreize bei M. Parkinson. *Rheuma aktuell* 2002; 8-10.
13. Haas CT, Schmidtbleicher D. Effects of whole- body-vibration on motor control in Parkinson's disease. *J Neural Transm* 2003; 110: 66.
14. Haas CT, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtbleicher D. Influences of whole-body-vibration on symptom structure in Parkinson's disease. *J Neurol* 2004; 251 (suppl 3): 56.
15. Kurtzke J. Rating neurological impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology* 1984; 33: 1444-52.
16. Wessel K, Hermsdorfer J, Deger K et al . Double- blind crossover study with levorotatory form of hydroxytryptophan in patients with degenerative cerebellar diseases. *Arch Neurol* 1995; 52: 451-55.
17. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth-scale of muscle spasticity. *Phys Ther* 1987; 67: 206-207.
18. Ford-Smith CD, Wyman JF, Elswick JF, Fernandez T, Newton RA. Test-retest reliability of the sensory organization test in noninstitutionalized older adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76:77-81.
19. Badke MB, Shea TA, Miedaner JA, Grove CR. Outcomes after rehabilitation for adults with balance dysfunction. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 227-33.
20. Shepard NT, Telian SA, Smith-Wheelock M. Habituation and balance retraining therapy: a retrospective review. *Neurol Clin* 1990; 8: 459-75.
21. Hamid MA, Hughes GB, Kinney SE. Specificity and sensitivity of dynamic posturography. A retrospective analysis. *Acta Otolaryngol* 1991; (suppl 481): 596-600.
22. Podsiadlo D, Richardson S. The timed 'Up & Go': a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991; 39: 142-48.
23. Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol Med Sci* 1990; 45: M192-97.
24. Peurala SH, Pitka ¨nen K, Sivenius J, Tarkka IM. Cutaneous electrical stimulation may enhance sensorimotor recovery in chronic stroke. *Clin Rehabil* 2000; 16: 709-16.

25. Nelson SR, Di Fabio RP, Anderson JH. Vestibular and sensory interaction deficits assessed by dynamic platform posturography in patients with multiple sclerosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1995; 104:62- 68.
26. Herrera WG. Vestibular and other balance disorders in multiple sclerosis: differential diagnosis of dysequilibrium and topognostic localization. *Neurol Clin* 1990; 8: 407-20.
27. Langdon DW, Thompson AJ. Multiple Sclerosis: a preliminary study of selected variables affecting rehabilitation outcome. *Multiple Sclerosis* 1999; 5: 94-100.
28. Cattaneo D, De Nuzzo C, Fascia T, Macalli M, Pisoni I, Cardini R. Risks of falls in subjects with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83: 864-67.
29. Frzovic D, Bphyty, Morris ME, Vowels L. Clinical test of standing balance: performance of persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81: 215-21.
30. Griffin MJ. *Handbook of human vibration*. San Diego: Academic Press, 1996.
31. Ribot-Ciscar E, Roll JP, Gilhodes JC. Human motor activity during postvibratory and immediative voluntary muscle contraction. *Brain Res* 1996; 716:84-90.
32. Van Nes IJW, Geurts ACH, Hendricks HT, Duysens J. Short-term effects of whole-body vibration on postural control in unilateral chronic stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83 867-73.
33. Haas CT, Turbanski S, Kaiser I, Schmidbleicher D Biomechanical and physiological effects of oscillating mechanical stimuli in humans. *Deut Zeitsch Sportmed* 2004; 2:34-43.
34. Mirka A, Black O. Clinical application of dynamical posturography for evaluating sensory integration and vestibular dysfunction. *Neurol Clin* 1990; 8: 351/59.
35. Wolson L, Whipple R, Derby C et al . A dynamic posturography study of balance in healthy elderly *Neurology* 1992; 42: 2069/75.