

Wpływ fizjoterapii rozszerzonej o różne formy treningu chodu na bieżni ruchomej na sprawność funkcjonalną osób starszych zagrożonych upadkiem

Effects of physiotherapy including various forms of gait exercises on a treadmill on functional efficiency in the elderly at risk of falling

Numer DOI: 10.2478/v10109-010-0053-4

Bartosz Wnuk, Marek Walusiak, Jacek Durmała, Maria Kadyjewska, Ewelina Żak

Katedra Rehabilitacji, Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach
The Chair of Rehabilitation, Medical University of Silesia, Katowice

Streszczenie:

Celem pracy jest ocena skuteczności fizjoterapii rozszerzonej o różne formy treningu marszowego na bieżni u osób starszych z obniżoną sprawnością fizyczną i zaburzeniami równowagi w przebiegu osteoporozy. Badaniem objęto 9 mężczyzn i 21 kobiet w wieku 60-80 lat. Pacjentów podzielono losowo na dwie równe grupy (kontrolną i badawczą). W grupie kontrolnej zastosowano trening chodu do przodu na bieżni ruchomej, a w grupie badawczej trening chodu do tyłu. Jako narzędzie badawcze wykorzystano testy funkcjonalne, m.in.: Tinetti, Functional Reach Test, Get Up and Go oraz badanie momentu siły mięśni czworogłowych stawów kolanowych. Wyniki badań wskazują, że trening chodu do tyłu na bieżni ruchomej w istotny sposób wpływa na poprawę sprawności fizycznej osób starszych i może być specyficzną i skuteczną formą kształtowania ich równowagi ciała.

Słowa kluczowe: równowaga, trening marszowy, chód tyłem.

Abstract:

The aim of the study was to evaluate the effects of physiotherapy consisting of various forms of gait training on a treadmill in elderly patients with reduced physical fitness and with balance disorders. The examination group consisted of 9 men and 21 women aged 60-80 years and they were randomly divided into two groups (control and test). The gait exercises on a treadmill were based on walking forward in the control group and on walking backward in the test group. The following tests were employed for the purpose of the research: Tinetti test, Functional Reach Test, Get Up and Go Test. The strength of quadriceps muscles of the knee joints was examined as well. The research results show that backward walking on the treadmill significantly influences balance and physical fitness in elderly people and it may be an effective way of improving balance in the elderly.

Key words: body balance, walking, backward gait.

Wprowadzenie

Równowaga to „pewien określony stan układu posturalnego”. Charakteryzuje się on pionową orientacją ciała, osiągniętą dzięki zrównoważeniu sił i ich momentów działających na ciało [1]. Jednym z głównych warunków utrzymania równowagi jest rzutowanie środka ciężkości ciała na płaszczyznę podparcia. U osób starszych w wyniku zmian involucyjnych dochodzi do osłabienia funkcji równowagi globalnej, stopniowego zmniejszania się obszaru stabilności, czego skutkiem są upadki. Równowaga jako zdolność koordynacyjna jest składową szerszego pojęcia, jakim jest sprawność fizyczna. Jej odpowiedni poziom zapewnia wykonanie określonej czynności ruchowej z właściwą siłą, szybkością i koordynacją ruchową. Ze sprawnością związana jest wytrzymałość [2]. Chód jest czynnością ruchową, która wiąże ze sobą wszystkie te składowe. Wraz z wiekiem dochodzi do osłabienia siły mięśniowej w przebiegu zmian

Introduction

Balance is “a certain state of the postural system” which is characterized by vertical body position achieved through equalization of the forces and their moments acting on the body [1]. One of the main conditions for maintaining balance is projection of the body’s centre of gravity on the support surface. In elderly people due to involuntional changes general balance deteriorates and the area of stability gradually decreases which results in falls. Balance as a coordination ability is an element of physical fitness and its proper level is responsible for carrying out a given motor activity with proper strength, speed and coordination. Endurance is also related to physical fitness [2]. Gait is a motor function which combines all those elements. Along with aging due to involuntional changes and various diseases muscle strength deteriorates. During gait, in the phase of transferring body weight from one foot to the other the dis-

inwolucyjnych oraz różnych chorób. Podczas chodu w czasie fazy przenoszenia stopy może dochodzić do zmniejszenia prześwitu, czyli odległości pomiędzy powierzchnią stopy a podłożem. To zjawisko zwiększa ryzyko upadków osób starszych [1]. Równowaga jest funkcją podlegającą wytrenowaniu, poprzez odpowiednie ćwiczenia może ona być skutecznie kształtowana i wzmacniana [3, 4].

W rehabilitacji geriatrycznej trening marszowy pod postacią chodu do tyłu może mieć teoretyczne uzasadnienie w kompleksowym usprawnianiu osób w wieku podeszłym. W trakcie tego rodzaju lokomocji ze względu na ograniczone pole widzenia dochodzi do znacznego pobudzenia czucia proprioceptywnego. Zwiększeniu ulega stabilizacja mięśniowa głowy, tułowia oraz miednicy poprzez większą aktywność mięśni grzbietu, brzucha oraz mięśni pośladkowych. W świetle dotychczasowych badań ta forma chodu wzmacnia również, na zasadzie skurczu ekscentrycznego, mięśnie czworogłowe ud i piszczelowe przednie kończyn dolnych. Potwierdziły to badania elektromiograficzne, w których zarejestrowano większą aktywność tych mięśni w czasie chodu do tyłu niż do przodu. Mięśnie te pełnią ważną funkcję podczas fazy wyroku i obciążenia. Skłania to do założenia, że chód do tyłu na bieżni ruchomej może okazać się skuteczną formą kształtowania tej cechy motorycznej [5-10].

Cel pracy

Celem pracy była ocena skuteczności fizjoterapii rozszerzonej o dwie formy treningu chodu na bieżni ruchomej u osób starszych o zwiększonym ryzyku upadków.

Materiał badawczy

Badaniem objęto grupę 30 osób (9 mężczyzn i 21 kobiet) w wieku 60-80 lat z obniżoną sprawnością i zaburzeniami równowagi, chorujących na osteoporozę. Badanie przeprowadzono w Górnośląskim Centrum Medycznym w Katowicach gdzie zlokalizowana jest Klinika Rehabilitacji Śląskiego Uniwersytetu Medycznego. Ocenę sprawności funkcjonalnej i równowagi ciała przy kwalifikacji do badań przeprowadzono w oparciu o test Tinetti, Functional Reach Test, Get U and Go oraz pomiar momentu sił mięśni czworogłowych stawów kolanowych. Pozostałymi kryteriami pozwalającymi włączyć daną osobę do badań były: wiek powyżej 60 lat, rozpoznana osteoporoza, brak przeciwwskazań do przeprowadzenia treningu wytrzymałościowego ze wzrastającym obciążeniem, zdolność do samodzielnego poruszania się bez pomocy ortopedycznych i osób trzecich, zgoda pacjenta na badanie. Z badań wyłączono osoby, które miały przeciwwskazania do wysiłku wytrzymałościowego lub zaburzenia psychiczne albo nie współpracowały podczas prowadzonych badań i treningu marszowego.

Pacjentów podzielono losowo na dwie równe liczebnie grupy (kontrolną – średni wiek $70,7 \pm 6,7$ i badawczą $71,9 \pm 6,6$) w których zastosowano następujące modele rehabilitacyjne: model A – grupa kontrolna (K) – 15 osób/11 kobiet, 4 mężczyzn (kompleksowa fizjoterapia wraz z treningiem chodu do przodu na bieżni ruchomej), model B – grupa badawcza (B) – 15 osób/10 kobiet, 5 mężczyzn (kompleksowa fizjoterapia z treningiem chodu do tyłu na bieżni ruchomej) – tab. 1.

Kompleksowa fizjoterapia zawierała: ćwiczenia antygravitacyjne, ćwiczenia równoważne w pozycji siedzącej na poduszce sensomotorycznej aktywizujące głębokie mięśnie brzucha i tułowia, ćwiczenia rozciągające przykurczone mięśnie, ćwiczenia wzmacniające mięśnie antygravitacyjne – głównie mięśnie grzbietu i brzucha, w tym ćwiczenia izometryczne oraz czynne z oporem taśmy w pozycjach antygravitacyjnych, ćwiczenia koordynacji wzrokowo-ruchowej,

tance between the foot and the surface may decrease. This phenomenon increases the risk of falls in the elderly [1]. Balance is a function which may be trained and through proper exercises it may be successfully shaped and strengthened [3, 4].

In geriatric rehabilitation exercises consisting of marching backwards may have theoretical grounds in complex rehabilitation. During this kind of locomotion due to limited field of vision proprioceptive sensitivity is significantly stimulated. Stabilisation of the muscles of the head, trunk and pelvis increases thanks to greater activity of dorsal, abdominal and gluteal muscles. According to the researches carried out so far, this form of gait also strengthens the quadriceps muscles of thigh and the anterior tibial muscles of the lower limbs through eccentric contraction. It was confirmed by electromyographic examinations where increased activity of those muscles was recorded while the patients were walking backwards. Those muscles play a significant role in the phase of swing and loading. It enables an assumption that backward gait on a treadmill may become an effective form of shaping of that particular motor characteristic [5-10].

Aims

The aim of the study was to evaluate the effects of physiotherapy consisting of various forms of gait exercises on a treadmill in elderly patients with reduced physical fitness and with balance disorders.

Material

The examination group consisted of 30 people (9 men and 21 women) aged 60-80 years who were randomly divided into two groups (control and research). The examination was carried out in The Upper-Silesian Medical Centre in Katowice, in The Rehabilitation Clinic of Silesian Medical University. Functional efficiency and body balance were evaluated by means of Tinetti Test, Functional Reach Test and Get Up and Go Test as well as by measuring of the torque of the quadriceps muscles of the knee joints. The remaining criteria qualifying the subjects for the examination included age below 60, diagnosed osteoporosis, no contraindications for effort training with increasing load, ability to move around unaided by orthopaedic equipment or other people and the patient's consent for participation in the study. The study excluded those subjects who had contraindications for endurance training, suffered from mental disorders or did not cooperate during the carried out examinations and marching exercises.

The patients were randomly divided into equal groups (control – average age 70.7 ± 6.7 and test – average age 71.9 ± 6.6) and subjected to the following rehabilitation models: Rehabilitation model A – control group – C – 15 patients/ 11 women and 4 men – consisted of complex physiotherapy including walking forward on a treadmill, Rehabilitation model B – test group T – 15 patients/ 10 women and 5 men – consisting of complex physiotherapy including marching backwards on a treadmill) – Table 1.

The complex physiotherapy consisted of: antigravity exercises, balance exercises in sitting position on a sensor cushion stimulating deep abdominal and trunk muscles, exercises stretching contracted muscles, exercises strengthening antigravity muscles – mainly dorsal and abdominal muscles – including isometric exercises and active exercises with resistance in antigravity positions, exercises of visual – motor coordination, circulatory – respiratory exercises and relaxing exercises. The programme also in-

Tabela 1. Charakterystyka badanych osób (wartości średnie, SD, zakres)
Table 1. Subjects, characteristics (mean values, SD, range)

		Grupa kontrolna Control group	Grupa badana Research group	Porównanie grup Comparison of the groups
Liczebność Number of subjects		15	15	
Wiek [lata] Age [years]		70,7 ± 6,7 60 ÷ 80	71,9 ± 6,6 60 ÷ 80	NS
Płeć Sex	kobiety women	11 (73,3%)	10 (66,7%)	NS
	mężczyźni men	4 (26,7%)	5 (33,3%)	
BMI [kg/m ²] BMI [kg/m ²]		27,9 ± 3,6 21,8 ÷ 34,5	27,7 ± 4,4 21,0 ÷ 34,4	NS

ćwiczenia krążeniowo-oddechowe, relaksacyjne. W programie leczniczym znalazły się zabiegi z zakresu magneto-stymulacji. Elementem różnicującym obie grupy była forma treningu marszowego (model A – trening chodu do przodu, model B – trening chodu do tyłu).

Metoda badań

Jako narzędzie badawcze zastosowano test Tinetti do oceny chodu i równowagi pacjentów geriatrycznych [11]. Liczba punktów zdobytych w teście zależy od zdolności pacjenta do wykonania specyficznych zadań. Ocena poszczególnych czynności ruchowych oparta była na trzypunktowej skali o rozpiętości od 0 do 2. Ocena 0 oznaczała najniższy wynik w danym zadaniu, natomiast 2 najwyższy. Maksymalnie w teście równowagi pacjent mógł zdobyć 16 punktów, natomiast w teście chodu 12 punktów. Łączna możliwa liczba punktów do uzyskania to 28. Według zakresu skali liczbowej ustalonej na podstawie metody testu Tinetti można różnicować ryzyko upadków. Wynik poniżej 19 punktów oznacza wysoki stopień ryzyka upadku. Wynik pomiędzy 19 a 24 klasyfikuje badaną osobę w przedziale o średnim ryzyku upadku. Uzyskanie wartości powyżej 24 punktów wskazuje na niskie ryzyko upadku [12].

W badaniach wykorzystano Functional Reach Test do szybkiej oceny równowagi i ryzyka upadków, również w populacji starszych pacjentów. Pacjent był ustawiony bokiem do ściany, tak aby miednica i bark przylegały do niej. Kończyna górna bliższa ścianie zgięta była w stawie barkowym do 90°. Na ścianie zaznaczane było miejsce, w którym znajdował się wybrany palec. Zadaniem pacjenta było wychylenie się do przodu tak, aby stopy pozostawały nieruchome w kontakcie z podłożem a miednica w miejscu. Następnie ponownie zaznaczano na ścianie położenie wybranego wcześniej palca. Mierzona była odległość pomiędzy zaznaczonymi punktami [13].

Dodatkowo zastosowano test Get Up and Go do oceny sprawności funkcjonalnej [14]. Pacjent siedział na krześle z podparciem zarówno dla pleców, jak i ramion. Na komendę „start” wykonywał następujące czynności: wstawał z krzesła, pokonywał dystans 3 m, odwracał się, pokonywał dystans z powrotem do krzesła i siadał. Wykonywano trzy kolejne próby. Do oceny brana była pod uwagę ta, w której pacjent uzyskał najkrótszy czas [15]. Kolejnym badaniem był dynamometryczny pomiar siły mięśni prostowników stawów kolanowych. Mięśnie czworogłowe ud są jednymi z ważnych mięśni pozwalających utrzymać pozycję pionową. Wydolność i siła tych mięśni zapewniają utrzymanie pozycji stojącej i właściwy chód człowieka. W próbach wysiłkowych przeprowadzanych na bieżniach ruchomych albo cykloergometrach siła oraz wydolność tych mięśni mają znaczenie w całościowej ocenie wydolności wysiłkowej

included magneto-stimulation treatments. The element differentiating the two groups was the form of marching exercises (model A – marching forwards, model B – marching backwards).

Method

In order to evaluate gait and balance in geriatric patients the Tinetti Test was employed [11]. The number of points obtained in the test depends on the patient's abilities for carrying out specific tasks. The evaluation of particular motor activities was based on a -3-point scale from 0 to 2. Mark 0 meant the lowest result in a given task and mark 2 the highest result. The maximal number of points that could be obtained in the test was 16, and in the gait test 12. The total possible number of points was 28. According to the scale established on the basis of the Tinetti Test the risk of falls may be differentiated. A result below 19 points represent a high risk of falls, between 19 and 24 points moderate risk, and over 24 points low risk of falls [12].

The Functional Reach Test was also used in the examination in order to evaluate balance and risk of falls. Each patient was positioned with their side to a wall with their pelvis and shoulder touching the wall. The upper limb closer to the wall was flexed in the shoulder joint at 90°. A position of a chosen finger was marked on the wall. The patient's task was to lean forward in such a way that their feet remained in contact with the surface and the pelvis unmoved. After the task was performed the position of the chosen finger was again marked on the wall. The distance between the marked positions was measured [13].

Additionally the Get Up and Go Test was also performed in order to assess functional fitness [14]. Each patient was seated on a chair with their back as well as arms supported. When a command “start” was given they carried out the following actions: get up from the chair, cover a distance of 3 m, turn around, walk back to the chair and sit down. Three consecutive tests were carried out. The evaluation was based on that result where the shortest time was achieved [15]. Another examination was based on dynamometrical measurement of strength of the extensors of the knee joints. The quadriceps muscles of thigh are ones of the muscles responsible for maintaining vertical body position. Efficiency and strength of those muscles guarantees maintaining standing position and proper gait. In exercise tests carried out on treadmills and cyclometers the strength and efficiency of those muscles is important in the holistic evaluation of effort tolerance and body posture stability [16]. It affects the quality of life and correlates with mortality of the elderly [17]. Measuring of

i stabilności postawy ciała [16]. Wpływa to na jakość życia oraz koreluje ze śmiertelnością osób starszych [17]. Pomiar siły tych mięśni ma dużą wartość diagnostyczną w ocenie tolerancji wysiłkowej i sprawności ogólnej [18, 19].

Pomiar wykonano na fotelu diagnostyczno-terapeutycznym typu UPR-01A/2S w obu grupach przed rozpoczęciem treningu na bieżni i drugi raz po jego zakończeniu. Odbychał się on w pozycji siedzącej z ustabilizowanym tułowiem i udami. Każdorazowo pomiar był powtarzany trzykrotnie dla kończyny dolnej lewej i prawej. Fotel diagnostyczno-terapeutyczny typu UPR-01A/2S pozwala na pomiar momentu sił mięśni czworogłowych ud w warunkach statycznych [20]. Podczas dwutygodniowego pobytu na oddziale zastosowano 10-dniowy trening chodu w określonej formie dla każdej z grup. W pierwszym tygodniu wykonywany był 3 razy dziennie na bieżni ruchomej. W drugim tygodniu 4 razy dziennie. Każde przejście trwało 10 min. Przerwy pomiędzy poszczególnymi przejściami wynosiły minimum 30 min. Trening odbywał się bez trzymania poręczy bocznych bieżni, ze stałą kontrolą ciśnienia i tętna oraz z asekuracją celem prewencji upadku. Przyrost obciążenia treningowego odbywał się stopniowo w ciągu 2 tygodni. Przed rozpoczęciem treningu oraz po jego zakończeniu wykonywane były testy sprawdzające równowagę oraz badanie momentu sił mięśni prostujących stawy kolanowe. Obliczeń statystycznych dokonano przy użyciu programu STATISTICA. Obliczono wartości średnie i odchylenia standardowe badanych parametrów. Za istotny statystycznie przyjęto poziom $p < 0,05$. Ze względu na małe liczebności grup zastosowano testy nieparametryczne – test U Manna-Whitney'a, test Wilcoxon'a.

Wyniki

Przeprowadzona analiza statystyczna umożliwiła określenie średnich wartości badanych zmiennych w poszczególnych grupach. Porównanie wartości liczbowych przeprowadzonych testów oceniających sprawność funkcjonalną i równowagę przed i po treningu według określonego modelu fizjoterapii wykazało istotne różnice pomiędzy grupą badaną a kontrolną. W teście Tinetti odnotowano istotnie większy przyrost wartości punktowych w grupie badanej niż w grupie kontrolnej. W modelu B równowaga w pozycji stojącej poprawiła się o 17,7%, równowaga podczas chodu o 27,9% a suma badanych cech o 30,7% (tab. 2). Otrzymane wartości testu „wstań i idź” wskazują na wzrost szybkości wykonania zadania określonego przez metodykę testu zarówno w grupie kontrolnej, jak i badanej. Osoby z modelu B z treningiem chodu do tyłu potrzebowały o 15,7% mniej czasu na wykonanie tego testu (tab. 2).

Ocena wyników Functional Reach Test przed i po treningu w obu grupach wykazała wzrost odległości pomiędzy wyznaczonymi punktami. Znamienny statystycznie wzrost odległości o 11,4% uzyskano w grupie z treningiem chodu do tyłu (model B) – tab. 2.

W badaniach stwierdzono wzrost wartości momentu siły mięśni prostowników stawu kolanowego oraz sumy tych wartości w obu grupach. Przyrost wartości momentu sił był znacznie wyższy w kończynie dolnej prawej o 34,5% i sumie wartości momentu sił obu kończyn o 30,1% w grupie badanej z treningiem chodu do tyłu (tab. 2).

Omówienie wyników i dyskusja

Dla znacznej grupy osób starszych zaburzenia równowagi i związane z nimi upadki są najbardziej niepokojącym objawem starzenia się, wyzwajającym lęk przed urazem utratą samodzielności. W związku ze znacznym wydłużeniem życia ludzkiego oraz stale zwiększającej się liczby starszych osób wzrosła konieczność opracowania i wdroże-

the strength of those muscles plays an important role in diagnostics and evaluation of effort tolerance and general fitness [18, 19].

The measuring test was carried out in a diagnostic-therapeutic chair UPR-01A/2S in both groups before and after the treadmill training. It was performed in sitting position with stabilised trunk and thighs. Every time the measurement was taken three times for the left and right lower limb. The UPR-01A/2S diagnostic-therapeutic chair allows measuring the torque of the quadriceps muscles of thigh in static conditions [20]. During the two-week stay in the Centre a 10-day-long gait training programme was carried out in a form adjusted to each group. In the first week the sessions took place three times a day on the treadmill and in the second week four times a day. Each session lasted 10 minutes and there were 30-minute-long breaks between each walk. During the exercise sessions the patients did not hold the bars, their blood pressure and pulse were under constant control and they were assisted in order to prevent possible falls. The training load increased gradually over the two weeks. Before the programme and after it ended check-up tests were carried out to evaluate balance and the torque of the extensors of the knee joints was measured. A statistical analysis was performed by means of STATISTICA software. Mean values and standard deviations of the examined parameters were calculated. The assumed statistically significant value level was $p < 0.05$. Due to small numbers of subjects in each group non-parametric tests of U Mann-Whitney and Wilcoxon were employed.

Results

The carried out statistical analysis made it possible to determine mean values of the examined variables in particular groups. Comparison of the values obtained by means of the carried out tests evaluating functional efficiency and balance before and after the programme according to the chosen physiotherapeutic model revealed significant differences between the test and control group. The results of the Tinetti test showed a significantly higher increase of point values in the test group than in the control group. In the physiotherapeutic model B body balance improved by 17.7%, balance during gait by 27.9% and the total of the examined parameters by 30.7% (Tab. 2). The obtained results of the Get Up and Go test show an increase of the speed of carrying out the task determined by the methodology of the test in both groups. The patients from model B training group required 15.7% less time to carry out the test (Tab. 2).

The evaluation of the results of the Functional Reach Test before and after the programme in both groups revealed that there was an increase of the distance between the assigned marks. A statistically significant increase of the distance by 11.4% was obtained in the group undergoing backward gait training (model B) – Tab. 2.

The examinations showed an increase of the torque values of the extensors of the knee joint and the total numbers of those values in both groups. The increased values of the torque were significantly higher in the right lower limb by 34.5% and in total values of the torque in both limbs by 30.1% in the group undergoing backward gait training (Tab. 2).

Discussion

For a large group of elderly people balance disorders and falls which result from them are the most disturbing sign of aging, causing fear of injury and losing independence. Because of the elongation of life expectancy and constantly growing number of elderly people, it has become necessary to elaborate and introduce effective rehabilitation pro-

Tabela 2. Porównanie wartości średnich testów funkcjonalnych (Δ , $\Delta\%$) w poszczególnych grupach
Table 2. Comparison of the mean values of the functional tests (Δ , $\Delta\%$) in each of the groups

Rodzaj badania Type of examination	Grupa kontrolna model A Control group model A	Grupa badana model B Research group model B	Grupa kontrolna model A Control group model A	Grupa badana model B Research group model B	Grupa kontrolna model A Control group model A	Grupa badana model B Research group model B	Grupa kontrolna model A Control group model A	Grupa badana model B Research group model B
	przed before	przed before	po after	po after	Δ wartości Δ value	Δ wartości Δ value	Δ wartości % Δ value %	Δ wartości % Δ value %
Test Tinetti CH [liczba punktów] Tinetti G Test [points]	8,8 \pm 1,3	8,0 \pm 1,3	9,7 \pm 1,2*	10,7 \pm 1,1*#	0,9 \pm 0,7	2,7 \pm 1,0#	11,4 \pm 9,5%	9,6 \pm 17,7%#
Test Tinetti R [liczba punktów] Tinetti B Test [points]	11,5 \pm 1,8	11,1 \pm 1,8	12,1 \pm 1,6*	13,9 \pm 1,4*#	0,6 \pm 0,9	2,4 \pm 1,3#	5,9 \pm 8,3%	27,9 \pm 16,4%#
Test Tinetti suma [liczba punktów] Tinetti Test in total [points]	20,3 \pm 2,9	19,1 \pm 2,9	21,7 \pm 2,5*	24,6 \pm 2,4*#	1,5 \pm 1,2	5,5 \pm 2,1#	7,9 \pm 6,9%	30,7 \pm 15,7%#
Functional Reach Test [cm]	26,1 \pm 4,7	26,5 \pm 3,8	26,7 \pm 4,4	29,5 \pm 3,7*	0,6 \pm 1,1	2,9 \pm 1,5#	2,6 \pm 4,2%	11,4 \pm 7,1%#
Test „wstań i idź” [s] “Get up and Go” Test [s]	10,3 \pm 1,9	10,7 \pm 2,1	9,4 \pm 1,7*	9,1 \pm 1,9*	-0,9 \pm 0,4	-1,7 \pm 0,5#	-8,6 \pm 3,4%	-15,7 \pm 4,5%#
Moment siły/KD P [Nm] Torque [Nm]	40,3 \pm 12,1	40,0 \pm 11,7	47,1 \pm 11,5*	52,3 \pm 12,2*	6,7 \pm 4,8	12,3 \pm 7,5#	20,2 \pm 19,8%	34,5 \pm 26,9%
Moment siły/KD L [Nm] Torque [Nm]	41,6 \pm 12,6	43,7 \pm 14,8	48,3 \pm 14,1*	52,8 \pm 13,8*	6,7 \pm 5,0	9,1 \pm 5,4	17,0 \pm 13,7%	26,1 \pm 23,3%
Moment siły suma KDL+KDP [Nm] Torque [Nm]	81,9 \pm 22,1	83,7 \pm 24,9	95,3 \pm 22,3*	105,1 \pm 23,1*	13,4 \pm 8,6	21,4 \pm 10,4#	18,1 \pm 14,6%	30,1 \pm 23,1%

test Tinetti – CH – test oceny chodu

Tinetti Test – G – evaluating gait

test Tinetti – R – test oceny równowagi

Tinetti Test – B – evaluating balance

p < 0,05 przed vs. po

p values before and after

p < 0,05 model A vs. model B

tp < 0.05 model A vs. Model B

nia skutecznych programów rehabilitacji, które przyczyniłyby się do złagodzenia niekorzystnych zmian związanych z wiekiem, a przede wszystkim kształtowałyby równowagę ciała, zwłaszcza u chorych z osteoporozą kości, tym samym wpływając na zmniejszenie ryzyka upadków [3, 4]. Poszukiwanie skutecznych metod kształtowania równowagi osób starszych stało się celem wielu badaczy. Opracowanie optymalnego i skutecznego sposobu rehabilitacji, ukierunkowanej na poprawę tej cechy motorycznej jest dużym wyzwaniem.

W piśmiennictwie badania na temat wpływu chodu do tyłu na równowagę nie są znane. Autorzy Villensky, Thorstensson, Winter i inni analizowali głównie różnice pomiędzy chodem do tyłu a chodem do przodu. Rozpatrywano problematykę chodu do tyłu pod względem kinematycznym, biomechanicznym oraz elektromiograficznym. W niektórych opracowaniach pojawiały się jedynie wzmianki na temat tego, że chód do tyłu może wpływać pozytywnie na równowagę [5, 6, 21]. Przykładem takich badań była ocena wpływu treningu chodu do tyłu na usprawnianie chorych po udarze mózgu. Po treningu marszowym w tej formie odno-

grammes which could alleviate negative aging-related changes, and most of all which would improve body balance especially in patients with osteoporosis and thus would decrease the risk of falls [3, 4]. Searching for effective methods of improving body balance in elderly people has become a goal of many researchers. Elaborating an optimal and effective rehabilitation programme aiming at improving that particular motor characteristic is a significant challenge.

While analysing references one may see that studies concerning the influence of backward gait on body balance have not been carried out. Villensky, Thorstensson, Winter and others analysed mainly the differences between forward and backward gait. Backward gait was examined in terms of kinematics, biomechanics and electromyography. Some papers only mention that backward gait may positively influence body balance [5, 6, 21]. An example of such a research is a study evaluating backward gait training on the condition of people after cerebral stroke. After marching training programme in that form the following was observed: increased gait speed, increased length of steps, improved index of

towano: zwiększenie prędkości chodu, długości kroku, poprawę indeksu symetryczności ruchów kończyn dolnych w porównaniu z konwencjonalnym treningiem chodu do przodu stosowanym w innej grupie osób. Podczas tej czynności ruchowej ze względu na ograniczone pole widzenia do tyłu następuje silna stymulacja czucia proprioceptywnego, zwiększa się stabilizacja mięśniowa głowy, tułowia oraz miednicy. Pobudzone są mięśnie głębokie grzbietu, mięśnie brzucha i pośladków. Ma to wpływ na lepszą neuromotoryczną kontrolę pacjentów ze schorzeniami neurologicznymi [7, 22, 23]. Przeprowadzone badania u osób z obniżonym poziomem sprawności fizycznej i zaburzeniami równowagi w przebiegu osteoporozy miały jednak pewne ograniczenia.

Kompleksowa fizjoterapia, która obejmowała obie grupy, czyli kontrolną i badaną, złożona była z zabiegów z zakresu fizykoterapii i ćwiczeń leczniczych wchodzących w skład kinetyterapii. O ile w fizykoterapii można precyzyjnie ustalić czas zabiegu i odpowiednią dawkę, o tyle w czasie wykonywania ćwiczeń nie można utrzymać jednakowych parametrów czynności ruchowych. Mimo przygotowanego programu ćwiczeń, jednolitego dla wszystkich grup, nie można w pełni kontrolować siły, zakresu ruchów w czasie wykonywania ćwiczeń leczniczych. Wymaga to specjalistycznego sprzętu i warunków laboratoryjnych, co jest nie do spełnienia w normalnej pracy klinicznej. Ta uwaga dotyczy również badań prowadzonych przez innych autorów. Elementem różnicującym obie grupy była forma treningu marszowego prowadzonego na bieżni ruchomej. Trening prowadzony na bieżni zapewnia lepsze warunki kontrolowania stałych dla obu grup składowych treningu i jego progresji, takich jak: czas chodu, prędkość przesuwu taśmy bieżni, czas przerwy. Otrzymane wyniki sugerują, że chód do tyłu na bieżni ruchomej w pozytywny sposób może wpływać na podwyższenie sprawności chodu i równowagi ciała w trakcie trwania tej czynności ruchowej. Poprawę na wysokim poziomie istotności uzyskano we wszystkich testach oceniających równowagę jak również inne cechy motoryczne potrzebne w czasie chodu. Uzyskana większa prędkość chodu w czasie testu Get up and go oraz większe wartości siły mięśniowej mięśni czworogłowych mogą wskazywać na korzystne zmiany jakościowe i ilościowe potrzebne w codziennej, bezpiecznej lokomocji osób starszych. Zwiększona stabilizacja głowy, tułowia oraz miednicy, większa aktywność mięśni czworogłowych i piszczelowych przednich, zwiększona stymulacja czucia proprioceptywnego centralnego układu nerwowego jako wnioski wcześniejszych badań innych autorów wydają się uzasadnieniem otrzymanych wyników przeprowadzonych badań i ich celowości [7, 8, 24, 25].

W związku z tym wydaje się, że model fizjoterapii z treningiem chodu do tyłu na bieżni ruchomej może stać się skuteczną formą kształtowania sprawności i równowagi ciała u osób starszych o zwiększonym ryzyku upadków. Wymaga to jednak przeprowadzenia badań na większej grupie badanych osób starszych.

Wnioski

1. Fizjoterapia rozszerzona o trening chodu do tyłu na bieżni ruchomej w istotny sposób wpływa na poprawę sprawności fizycznej osób starszych.
2. Fizjoterapia z treningiem chodu do tyłu na bieżni ruchomej skuteczniej wpływa na poprawę równowagi osób starszych niż fizjoterapia z treningiem chodu do przodu.
3. Trening chodu do tyłu na bieżni ruchomej może być swoją formą kształtowania równowagi ciała osób starszych zagrożonych upadkiem.

symmetry of lower limbs' motion in comparison with conventional forward gait training used in a different group of patients. During backward gait due to the limited field of vision proprioceptive sensitivity is strongly stimulated, muscular stabilisation of the head, trunk and pelvis improves. The deep dorsal, abdominal and gluteal muscles are stimulated. That in turn improves neuromotor control in patients with neurological diseases [7, 22, 23]. The carried out examinations in people with decreased physical efficiency and balance disorders due to osteoporosis were, however, somewhat limited.

The complex physiotherapeutic programme carried out in both the test and control group consisted of physiotherapeutic treatments and therapeutic exercises included in kinesitherapy. Physical therapy allows establishing precise time of a treatment, proper dose, yet during the carried out exercises maintaining unchanged parameters of motor functions is not possible. Despite the prepared exercise programme which is uniform for all groups, it is not possible to control strength and motion range during the exercises. That requires specialist equipment and laboratory conditions which is impossible to achieve in a standard clinical work. It is also true for the researches carried out by other authors. The element differentiating between the two examined groups was the form of gait training on the treadmill. The carried out exercises provide better control of the programme's elements and its progress, such as: gait speed, treadmill belt speed, break time. The obtained results suggest that backward gait on the moving treadmill may improve gait efficiency and body balance during that motor activity. Significant improvement was obtained in all tests evaluating body balance as well as other motor characteristics necessary during gait. The achieved increased gait speed in the Get Up and Go test and higher values of strength of the quadriceps muscles may indicate positive qualitative and quantitative changes necessary in everyday, safe locomotion of the elderly. Increased stabilisation of the head, trunk and pelvis, increased activity of the anterior quadriceps and tibial muscles, increased proprioceptive sensitivity of the central nervous system as the conclusions of previous studies of other authors seem to confirm the obtained results and the purposefulness of the carried out research [7, 8, 24, 25].

Therefore it seems that the backward gait physiotherapeutic model on a treadmill may become an effective form of improving efficiency and body balance in the elderly at risk of falls. However, it requires further research in a larger group of patients.

Conclusions

1. Physiotherapy including backward gait exercises on a treadmill significantly improves physical fitness in the elderly.
2. Physiotherapy including backward gait exercises on a treadmill more significantly improves body balance in the elderly than forward gait exercises.
3. Backward gait exercises on a treadmill may be a form of improving of body balance in the elderly at risk of falls.

Piśmiennictwo References

- [1] Błaszczyk J. W. *Biomechanika kliniczna*. Wyd. Lekarskie PZWL. Warszawa 2004, 192-232.
- [2] Bompá T. *Teoria i metodyka treningu*. Resortowe centrum metodyczno-szkoleniowe kultury fizycznej i sportu. Warszawa 1990, 11-12.
- [3] Mętel S. i wsp. *Wpływ treningu fizycznego wykonywanego na powierzchniach niestabilnych z wykorzystaniem elastycznych taśm do ćwiczeń oporowych na sprawność funkcjonalną oraz jakość życia osób starszych*. *Rehabilitacja Medyczna*, 2006, 10, 3, 35-46.
- [4] Żak M. i wsp. *Rehabilitacja jako element programu zapobiegania upadkom osób starszych*. *Przegląd Lekarski*, 2002, 59, 4-5.
- [5] Vilensky J. *A kinematic comparison of backward and forward walking in humans*. *J. Hum. Mov. Stud.*, 1984, 13, 29-50.
- [6] Winter D. *Backward walking: a simple reversal of forward walking*. *Journal of Motor Behavior*, 1989, 21, 3, 291-305.
- [7] Nadeau S. *Head and trunk stabilization strategies during forward and backward walking in healthy adults*. *Gait and Posture*, 2003, 18, 3, 134-142.
- [8] Wnuk B. *Zastosowanie chodu do tyłu w fizjoterapii*. *Fizjoterapia*, 2006, 14, 3, 64-67.
- [9] Masumoto K., Takasugi S., Hotta N., Fujishima K., Iwamoto Y. *A comparison of muscle activity and heart rate response during backward and forward walking on an underwater treadmill*. *Gait and Posture* 2006 May.
- [10] De Vita P., Stribling J. *Lower extremity joint kinetics and energetics during backward running*. *Med-Sci-Sports-Exerc.*, 1991, 23, 5, 602-610.
- [11] Tinetti M. E. et al. *Risk factors falls among elderly persons living in the Community*. *The new England Journal of Medicine*, 1988, 319, 1701-1707.
- [12] Tinetti M. E. et al. *Fall risk Index for Elderly Patients Based on Number of Chronic Disabilities*. *Journal of the American Medical*, 1986, 80, 429-434.
- [13] Duncan P. W. et al. *Functional reach: a new clinical measure of balance*. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 1990, 45, 6, M192-M197.
- [14] Mathias N. *Balance in elderly patients: the "get-up and go" test*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1986, 67, 387-389.
- [15] Richardson S. et al. *The timed "Up and Go" Test: a test of basic functional mobility for frail elderly persons*. *Journal of American Geriatric Society*, 1991, 39, 142-148.
- [16] Carter N. D. et al. *Knee extension strength is a significant determinant of static and dynamic balance as well as quality of life in older community-dwelling women with osteoporosis*. *Gerontology*, 2002, 48, 6, 360-368.
- [17] Takata Y. et al. *Physical Fitness and 4-Year Mortality in an 80-Year-Old population*. *Gerontology*, 2007, 8, 851-858.
- [18] Cider A., Tygesson H., Hedberg M. et al. *Peripheral muscle training in patients with clinical signs of heart failure*. *Journal Scandinavian of Rehabilitation Medicines*, 1997, 29, 121-127.
- [19] Harrington D., Anker S. D., Chua T. P. et al. *Skeletal muscle function and its relation to exercise tolerance in chronic heart failure*. *Journal of the American College of Cardiology*.
- [20] Błaszczak E. i wsp. *Pomiar siły mięśni stawu kolanowego metodą tensometryczną*. *Ann. Acad. Med. Siles.*, 2006, 60, 6, 529-533.
- [21] Thorstensson A. *How is the normal locomotor program modified to produce backward walking?* *Experimental Brain Research*, 1986, 61, 3, 664-668.
- [22] Laufer Y. *Age and gender related changes in the temporal-spatial characteristics of forwards and backwards gaits*. *Physiotherapy-Research-International*, 2003, 8, 3, 131-142.
- [23] Yea-Ru Yang *Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial*. *Clinical Rehabilitation*, 2005, 19, 264-273.
- [24] Duysens J. *Backward and forward walking use different patterns of phase-dependent modulation of cutaneous reflexes in humans*. *Journal of Neurophysiology*, 1996, 76, 301-310.
- [25] Eisner W. *Electromyographic timing analysis of forward and backward cycling*. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 1999, 31, 3, 449-455.

Adres do korespondencji: Address for correspondence:

Bartosz Wnuk
Katedra i Klinika Rehabilitacji
ul. Ziołowa 45/47
40-635 Katowice-Ochojec
e-mail: bwnuk@sum.edu.pl

Wpłynęło/Submitted: XII 2009
Zaakceptowano/Accepted: VI 2010