

Mariusz Drużbicki<sup>1,2(A,B,D,E)</sup>, Grzegorz Przysada<sup>1,2(A,B,D)</sup>, Justyna Rykała<sup>1(B,D,E,F)</sup>,  
Justyna Podgórska<sup>1(B,D,E,F)</sup>, Agnieszka Guzik<sup>1(B,D,E,F)</sup>, Krzysztof Kołodziej<sup>1,2(A,D)</sup>

## Ocena przydatności wybranych skal i metod stosowanych w ocenie chodu i równowagi osób po udarze mózgu

### Evaluation of the effectiveness of selected scales and methods used in the assessment of gait and balance after a cerebral stroke

<sup>1</sup> Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego

<sup>2</sup> Kliniczny Oddział Rehabilitacji Szpitala Wojewódzkiego nr 2 w Rzeszowie

#### STRESZCZENIE

**Celem pracy** jest ocena równowagi i chodu chorych po udarze mózgu leczonych ambulatoryjnie w okresie późnym od udaru. Celem pracy jest również ocena zależności pomiędzy chodem i równowagą badanych ocenianą testami klinicznymi a równowagą statyczną ocenianą stabilometrycznie.

**Materiał i metoda.** Badano chorych z niedowładem połowicznym w późnym okresie po udarze mózgu korzystających z fizjoterapii ambulatoryjnej. Oceniano chód badanych za pomocą Wisconsin Gait Scale (WGS), Dynamic Gait Index (DGI) i Functional Gait Assessment (FGA) oraz oceniano równowagę badanych za pomocą Skali Równowagi Berga (BBS), testu „Get Up&Go” oraz równowagę statyczną w badaniu stabilometrycznym. Badanie wykonano dwukrotnie przed i po serii zabiegów fizjoterapeutycznych.

**Wyniki.** W badanej grupie chorych po zakończeniu serii zabiegów stwierdzono istotną statystycznie poprawę w zakresie prędkości i jakości chodu oraz poprawę funkcjonalną chodu ocenianą według DGI ( $p=0,0001$ ) i skali FGA ( $p=0,0002$ ). Badani również uzyskali istotną poprawę równowagi ocenianej w skali BBS i w teście Get Up&Go. W badaniu stabilometrycznym równowagi nie wykazano istotnej poprawy w próbie stania z zamkniętymi oczami (obszar pola COP). Wykazano słabą i przeciętną zależność pomiędzy klinicznymi metodami oceny chodu i równowagi badanych a parametrami oceny stabilometrycznej równowagi.

#### ABSTRACT

**The aim** of this study is to assess the balance and gait of outpatients undergoing late stroke treatment and the relationship between the assessment of gait and balance using clinical tests and the assessment of static balance using stabilometric tests.

**Materials and methods.** Post-stroke patients with hemiparesis undergoing ambulatory physiotherapy were examined. The Wisconsin Gait Scale (WGS), the Dynamic Gait Index (DGI) and the Functional Gait Assessment (FGA) were used to assess gait, the Berg Balance Scale (BBS) and the Get Up and Go test were used to assess balance, and stabilometric tests were used to assess static balance. Examination was conducted twice before and after physiotherapy.

**Results.** A statistically significant improvement of gait speed and quality and gait functions, assessed with the DGI ( $p=0,0001$ ) and the FGA ( $p=0,0002$ ), was observed after treatment. An improvement of balance assessed with the BBS and the Get Up and Go test was also recorded. Static balance using stabilometric tests did not change in the standing position with the eyes closed (the surface of COP). Poor and average relationship between clinical methods of gait and balance assessment and parameters of stabilometric balance assessment was shown.

**Wnioski.** Rehabilitacja w późnym okresie od udaru w istotny sposób wpływa na poprawę równowagi i funkcji chodu osób z niedowładem połowicznym.

**Słowa kluczowe:** udar mózgu, chód, równowaga, stabilometria

## Wstęp

Udary mózgu, będące powikłaniem chorób układu naczyniowego, stanowią duży problem zdrowotny we współczesnym społeczeństwie [1]. Są najczęstszą przyczyną długotrwałej niepełnosprawności zwłaszcza w krajach uprzemysłowionych, co wiąże się z rosnącym obciążeniem finansowym spowodowanym dużymi nakładami finansowymi na opiekę zdrowotną [2].

U ponad połowy chorych z udarem mózgu w ostrej fazie obserwujemy ciężkie upośledzenie ruchowe, przy czym zaburzenia chodu u 30% pacjentów są nadal obecne po 3 miesiącach od wystąpienia udaru [3-5]. Znaczna część chorych odzyskuje umiejętność samodzielnego chodu, jednak często jest on mało efektywny, cechuje się szeregiem zaburzeń, co w praktyce powoduje ograniczenie lub utratę niezależności funkcjonalnej [6].

Rehabilitacja w przewlekłym okresie po udarze powinna być ukierunkowana na odzyskanie utraconych zdolności ruchowych, w tym na poprawę równowagi i mechanizmu chodu [7]. Celem nauki chodu powinna być poprawa funkcjonalności chodu poprzez poprawę symetrii, prędkości chodu oraz równowagi. Chód funkcjonalny zwiększa możliwość powrotu pacjenta do życia społecznego [8, 9].

W procesie planowania rehabilitacji istotna jest wyjściowa ocena parametrów charakteryzujących chód chorego [10, 11]. Jedną z metod oceny chodu jest metoda kliniczna opierająca się na obserwacji badanego i opisie chodu w odniesieniu do wzorca prawidłowego [10]. Innym sposobem oceny są skale chodu. Wśród skal i testów oceniających chód należy wymienić test drogi (na dystansie 10 lub 20 metrów), próbę marszową (2-, 6-, 12- minutową), test Tinetti (Performance-Oriented Mobility Assessment - POMA), Dynamic Gait Index, czy Functional Gait Assessment [12-19]. Innym przykładem jest Wisconsin Gait Scale stworzona do oceny zaburzeń chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu, jak również w monitorowanie efektów rehabilitacji [11, 20]. Natomiast metodami pozwalającymi na dokładną analizę wskaźników czasowo-przestrzennych czy trójplaszczynową rejestrację ruchu są skomputeryzowane systemy analizy ruchu, platformy dynamometryczne, bieżnie ruchome, zapisy wideo [11, 21, 22].

Odtworzenie i poprawa funkcji chodu jest jednym z głównych celów poudarowej neurorehabilitacji [23]. Usamodzielnienie chorych jest możliwe pod warunkiem odzyskania sprawności w zakresie równowagi, której deficyt jest powszechny w pozycji stojącej u osób po udarze mózgu [24]. Ćwiczenia przywracające równowagę

**Conclusions.** Rehabilitation of patients with hemiparesis undergoing late stroke treatment has a significant influence on the improvement of balance and gait functions.

**Key words:** cerebral stroke, gait, balance, stabilometry

## Introduction

A cerebral stroke, which is a complication of cardiovascular diseases, is a significant health problem of the modern society [1]. It is the most common cause of long-term disability, especially in the developed countries, which relates to increasing financial burden caused by high costs of medical care [2].

Severe motor disability can be observed in over half of patients with stroke in hyperacute phase, though gait disorders can still be observed in 30 percent of patients three months after stroke [3-5]. Most patients regain the ability to walk independently, though their gait is ineffective and has many disorders, limiting or leading to the loss of independence [6].

The goal of rehabilitation of patients undergoing late stroke treatment should be to make them regain the motor abilities and to improve the balance and gait [7]. Learning to walk should improve gait symmetry, speed, balance and gait functions, which increases patients' chances of recovery and return to public life [8, 9].

Initial assessment of patients' gait parameters is crucial for rehabilitation [10, 11]. Gait can be assessed using a clinical method which involves observations and gait analysis based on standard gait model [10]. It can also be assessed using gait scales. The most important gait scales and tests are walk tests (10-20 meters distance), walk tests (two-, six-, twelve-minute walking distance), the Tinetti test (Performance Oriented Mobility Assessment (POMA)), the Dynamic Gait Index, or the FGA [12-19]. The WGS is yet another test used for assessing gait disorders in post-stroke patients with hemiparesis and for monitoring rehabilitation results [11, 20]. Methods which allow for a careful analysis of time-space parameters and three dimensional motion recordings include computerized motion analysis systems, dynamometric platforms, treadmills and video recordings [11, 21, 22].

One of the main goals of neurorehabilitation of patients with stroke is to regain and improve gait functions [23]. Helping patients to regain the ability to walk independently is possible only if they regain balance, whose loss in the standing position is common [24]. Exercises restoring balance are very important in rehabilitation. Research showed that balance improvement means function improvement. Balance assessment can help a doctor to give a diagnosis, choose an optimal therapy, and assess treatment results. There are many methods used for balance assessment. A *posturographic platform* connected to a computer system and a specialist accelerometer provide objective balance assessment.

są ważnym elementem rehabilitacji. W kilku badaniach stwierdzono, że poprawa równowagi koreluje znacząco z poprawą funkcjonalności pacjenta. Ocena równowagi może pomóc lekarzowi w diagnostyce, wyborze najbardziej odpowiedniej terapii, a także ocenić wyniki leczenia. Istnieje wiele różnych metod służących do oceny równowagi. Obiektywną ocenę równowagi można uzyskać przy zastosowaniu platform posturograficznych ze wspomaganiami systemu komputerowego, również w badaniu za pomocą specjalistycznego akcelerometru. Badania takie są bez wątplenia najbardziej dokładnymi testami do oceny zaburzeń równowagi ciała. Jednakże koszt aparatury pomiarowej ogranicza dostępność i powszechność tego badania. Mimo trudnej i zazwyczaj niedostępnej diagnostyki ilościowej można wykorzystać proste testy oceniające równowagę pacjentów [25]. Do tej pory zostało opracowanych ponad 15 różnych skal funkcjonalnych do pomiaru równowagi. Często stosowanymi i powszechnie znanymi testami funkcjonalnymi oceniającymi równowagę są: próba Romberga oceniająca równowagę statyczną osoby badanej, test Up & Go oceniający równowagę dynamiczną, test Tinetti, Step test, Functional Reach test (FR), test Berga – oceniający równowagę statyczną i dynamiczną po wykonaniu przez osobę badaną określonych 14 rodzajów ruchu w pozycji stojącej oraz siedzącej, Timed Balance Test [12, 25]. Jednak tylko nieliczne są ściśle przeznaczone do oceny pacjentów po przebytym udarze. Podskala równowagi: test Fugla - Meyer'a (FM-B) i skala równowagi Berga (BBS) są najczęściej używane. Niedawno Benaim i wsp. dostosowali elementy z FM-B i stworzyli nową skalę - the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) służącą do oceny funkcji równowagi u pacjentów z udarem [26, 27].

**Celem pracy** jest ocena równowagi i chodu chorych po udarze mózgu leczonych ambulatoryjnie w okresie późnym od udaru. Celem pracy jest również ocena zależności pomiędzy chodem i równowagą badanych ocenianą testami klinicznymi a równowagą statyczną ocenianą stabilometrycznie.

### **Materiał metoda**

Badanie przeprowadzono wśród chorych korzystających z fizjoterapii ambulatoryjnej. Kwalifikowano chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu w okresie późnym, powyżej sześciu miesięcy od udaru, samodzielnie chodzących. Nie kwalifikowano chorych po udarach w obrębie mózdzku, z utrwalonymi przykurczami w obrębie kończyny dolnej niedowładnej, spastycznym napięciem mięśniowym w kończynie dolnej wyższym niż 2 w zmodyfikowanej skali Ashworth, zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi w stawach kończyn dolnych, chorych z zaburzeniami pola widzenia oraz chorych z zaburzeniami wyższych czynności psychicznych. Łącznie do badania zakwalifikowano 30 chorych. W badanej grupie było 17 mężczyzn i 13 kobiet. Średni

These examinations assess balance disorders most precisely. Regrettably, the costs of measuring devices limit the availability and universality of the examinations. If quantitative diagnostics is difficult and unavailable, simple balance assessment tests can be used [25]. Up to 15 functional balance scales have been drawn up so far. Among the most common and known functional balance tests there are: the Romberg test which assesses static balance, the Up and Go test which assesses dynamic balance, the Tinetti test, the Step test, the Functional Reach test (FR), the Berg test which assesses static and dynamic balance after a patient has performed 14 different kinds of motions in the standing and sitting positions, the Timed Balance Test [12, 25]. Only some of the tests assess post-stroke patients. The balance subscale: the *Fugl-Meyer* (FM-B) test and the BBS are the most common. Benaim, et al. have recently adapted elements of the FM-B and created a new scale – the Postural Assessment Scale for Stroke Patients (PASS) used for assessing balance functions in patients with stroke [26, 27].

**The aim** of this study is to assess the balance and gait of outpatients undergoing late stroke treatment and the relationship between the assessment of gait and balance using clinical tests and the assessment of static balance using stabilometric tests.

### **Materials and methods**

Patients undergoing ambulatory physiotherapy were examined. Patients with hemiparesis undergoing late treatment, six months after stroke, who walked independently, were qualified. Patients with cerebellum strokes, with lower limb contracture, paresis, and spasticity higher than two on a modified Ashworth Scale, with advanced degenerative changes in the joints of lower limbs, with distorted field of vision, and with disorders of higher psychic activities were not qualified. 30 patients were qualified, including 17 men and 13 women. The average age was 69. 16 patients had left-sided paresis and 14 patients had right-sided paresis. 23 patients had an ischemic stroke and seven patients had a hemorrhagic stroke.

Gait was assessed with the WGS, the FGA test and the DGI test, gait speed was assessed with the ten-meter walk test, balance was assessed with the BBS, the Up and Go test, and the stabilometric test on a dynamometric platform.

The WGS consists of 14 subscales assessing selected elements of gait. The parameters of the affected side are compared with the parameters of the unaffected one or with the parameters of a healthy person. Values range from 13,35 to 42. Higher values reflect greater gait disorder [28]. The FGA and the DGA assess gait functions. A patient performs eight (DGI) or ten (FGA) activities while walking. The task performance is assessed on a one to three point

wiek badanych wynosił 69 lat. Niedowład lewostronny miało 16 chorych, a prawostronny 14. Udar niedokrwienny wystąpił u 23 chorych, a krwotoczny u 7.

Oceniano chód za pomocą Wisconsin Gait Scale, testu Functional Gait Assessment oraz testu Dynamic Gait Index, prędkość chodu podczas próby marszowej na dystansie 10 metrów, równowagę za pomocą skali równowagi Berga, w teście „Get Up&Go” oraz w badaniu stabilometrycznym na platformie dynamometrycznej.

Wisconsin Gait Scale (WSG) jest ogólną skalą składającą się z 14 podskal oceniających wybrane elementy chodu. Wszystkie parametry oceniane są w porównaniu do strony niezajętej bądź parametrów chodu osoby zdrowej. Zakres punktacji mieści się w granicy od 13,35 do 42 pkt. Wyższym wartościom punktowym odpowiadają większe zaburzenia chodu [28]. Functional Gait Assessment (FGA) oraz Dynamic Gait Index (DGI) są skalami oceniającymi funkcjonalność chodu. Badany wykonuje osiem (DGI) lub dziesięć (FGA) czynności podczas chodu. Badający w skali od 1 do 3 ocenia sposób wykonania zadania. Wyższa ocena świadczy o lepszym funkcjonalnie chodzie. Oceniany jest chód ze zmienną prędkością, chód z obrotem, przejście przez przeszkodę, omijanie przeszkód, chód ze spoglądaniem w górę i na boki oraz chód po schodach. Dodatkowo w FGA autorzy wprowadzili ocenę równowagi podczas chodu na podstawie zachowania przez badanego ścieżki oznaczonej liniami [16,29]. W próbie marszowej na dystansie 10 metrów chorzy chodzili z dowolną prędkością, mogąc podczas jednokrotnej próby używać zaopatrzenia ortopedycznego (laska, kula łokciowa lub trójnóg). Ocena równowagi w skali Berga polega na ocenie sposobu wykonania 14 zadań, takich jak siadanie, wstawanie, stanie, stanie z zamkniętymi oczami, stanie na wąskiej podstawie, skręty tułowia, obrót ciała, sięganie po przedmioty, stanie równoważne, stanie na jednej nodze. Suma 56 punktów świadczy o prawidłowej równowadze [30]. W teście „Get Up&Go” chorzy na polecenie badającego samodzielnie mieli wstać z krzesła, przejść 3 metry, obrócić się, wrócić do krzesła i usiąść. Oceniano czas potrzebny do wykonania zadania [31]. Stabilometryczna ocena równowagi wykonana na platformie dynamometrycznej marki TecnoBody. Badanie wykonano w pozycji stojącej, w próbach z otwartymi, a także z zamkniętymi oczami. Każda próba trwała 30 sekund. Analizowano długość ścieżki przemieszczającego się środka pola podparcia oraz pole elipsy wyznaczone przez przemieszczający się środek pola podparcia.

Badanie wykonano dwukrotnie, przed i po zakończonym programie ćwiczeń. Wszystkie badania przeprowadzono w takich samych warunkach.

Chorzy realizowali program fizjoterapii ukierunkowany na poprawę funkcji chodu i równowagi. Ćwiczenia prowadzone w formie indywidualnej obejmowały ćwiczenia czynne tułowia i kończyn, naukę wstawania i siadania, ćwiczenia równoważne w pozycji siedzącej i stojącej i naukę

scale. Higher point indicates better gait functions. Gait with changeable speed and with a turn, a walk over an obstacle, sidestepping, walking and looking upward and on the sides and climbing up the stairs were assessed. Additionally, gait balance assessment in the FGA was dependent on the patient's ability to stay within indicated lines [16, 29]. Patients doing the ten-meter walk test walked at their own speed and could use orthopedic equipment (a walking stick, a crutch or a tripod). Balance assessment on the BBS means the assessment of performance of 14 tasks such as sitting, standing up, standing with the eyes closed, standing on a narrow platform, trunk turning, body turning, reaching for objects, balanced standing, standing on one foot. 56 points indicate correct balance [30]. In the Get Up and Go test, patients were asked to get up, walk three meters, turn, walk back and sit down. Time needed to perform the task was assessed [31]. Stabilometric balance assessment was made on a TecnoBody dynamometric platform. The examination was conducted in the standing position with the eyes open and closed. Each attempt lasted 30 seconds. The trajectory of the centre of pressure and the surface of the ellipse were analysed.

The examination was conducted twice before and after exercises. All examinations were conducted in the same conditions.

Patients participated in physiotherapy which meant to improve gait and balance functions. Exercises were performed individually and included active exercises of trunk and limbs, learning to stand up and sit down, balanced exercises in the sitting and standing positions, learning to walk. All patients took part in treadmill training. The parameters, time and speed of each exercise were adapted to individual patients, considering their individual abilities. Total time amounted between 45 and 60 minutes every day for two weeks.

Statistica program was used for statistical analysis. The Wilcoxon test was used to determine difference significance. The significance level was  $p \leq 0,05$ . Spearman's rank correlation coefficient determined the relationship between evaluated characteristics.

## Results

The average point value of the DGI was 15,2 points in the initial examination. It increased approximately one and a half points after rehabilitation. The lowest value of six points was observed before rehabilitation and eight points after rehabilitation. Gait assessed on the GDI scale improved approximately one and a half points after rehabilitation. On the basis of the median value, it can be stated that the improvement of at least one point occurred in over half of patients. The optimal improvement was seven points. Gait deterioration of minus one point was also observed (Table 1).

It was observed that gait assessed on the WSG scale, improved after physiotherapy. The average point value



**Tabela 1. Statystyki opisowe i wynik testu statystycznego oceny chodu badanych z zastosowaniem skal DGI i FGA w badaniu początkowym i końcowym oraz różnica między wynikami**

**Table 1. Descriptive statistics and statistical gait test result on the DGI and the FGA scales in initial and final examinations as well as the difference between the obtained results**

	Badanie początkowe Initial examination			Badanie końcowe Final examination			Różnica Difference			
	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	$p$
FGA	16,7	15,5	6,4	18,8	17,0	5,9	2,0	1,5	2,3	0,0002***
DGI	15,2	14,0	4,8	16,7	15,5	4,7	1,5	1,0	1,8	0,0001***

$\bar{x}$  - średnia arytmetyczna, Me - mediana, Sd - odchylenie standardowe, p - wynik testu statystycznego

$\bar{x}$  - arithmetic mean, Me - Median, Sd - Standard deviation, p - statistical test result

chodu. Wszyscy chorzy uczestniczyli w ćwiczeniach chodu na bieżni ruchomej. Parametry ćwiczenia, czas trwania i prędkość dobierano indywidualnie, uwzględniając indywidualne możliwości chorych. Łączny czas ćwiczeń wyniósł od 45 do 60 minut codziennie przez 2 tygodnie.

Analizę statystyczną uzyskanych wyników wykonano za pomocą programu Statistica. Istotność różnic obliczono testem Wilcozona. Jako poziom istotności przyjęto wynik testu na poziomie  $p \leq 0,05$ . Zależność pomiędzy ocenianymi cechami określona została za pomocą współczynnika korelacji rang Spearmana.

## Wyniki

Wartość punktowa DGI w badaniu początkowym wynosiła średnio 15,2 pkt, zaś po rehabilitacji wzrosła o ok. 1,5 pkt. Najniższy wynik zaobserwowany przed rehabilitacją wynosił 6 pkt, zaś po rehabilitacji 8 pkt. Chód chorych oceniany w skali GDI uległ poprawie po zakończonej rehabilitacji średnio o 1,5 punktu. Na podstawie wartości mediany stwierdzić możemy, iż u połowy chorych nastąpiła poprawa o co najmniej 1 pkt. Maksymalna poprawa wynosiła 7 pkt. W grupie zanotowano także pogorszenie sprawności chodu o -1 pkt (tab. 1).

Po zakończeniu cyklu zabiegów zaobserwowano poprawę jakości chodu badanych, ocenionego za pomocą skali WSG. W badaniu początkowym średnia wartość punktów w skali WSG wynosiła 22,4 i zmniejszyła się średnio o 0,7 punktu. Różnica między średnimi ocenami była istotna statystycznie ( $p=0,0116$ ).

Ocena równowagi przeprowadzona za pomocą skali Berga oraz testu „Get Up&Go” pozwala wnioskować o bardzo wyraźnych, znamienych statystycznie efektach rehabilitacji. Równowaga oceniana według skali Berga średnio poprawiała się o 2,7 pkt, choć w jednostkowych przypadkach była znacznie wyższa, sięgając nawet 9 pkt (tab. 2). Podobnie poprawę równowagi wyrażoną skróceniem czasu zadania wykazano w teście „Get Up&Go”. Jedynie u jednego pacjenta zanotowano dłuższy czas wykonania testu w badaniu końcowym. Średnio badani pacjenci wykonywali czynności wchodzące w skład testu Up&Go krócej o ok. 4,4 s, choć zdarzały się efekty rehabilitacji na poziomie kilkunastu sekund.

on the WSG scale was 22,4 in the initial examination. It decreased approximately by point seven. The difference between the average values was statistically significant ( $p=0,0116$ ).

Balance assessment on the Berg scale and the Get Up and Go test showed very clear and statistically significant rehabilitation results. Balance assessed on the Berg scale improved by two point seven points on the average, though it was higher, by up to nine points, in individual cases (Table 2). The Get Up and Go test, which shortened the time for task completion, also showed balance improvement. Longer time for the test completion in the final examination was reported in only one case. On the average, patients needed four point four seconds less to perform the activities of the Up and Go test, though some rehabilitation results were between ten and twenty seconds.

Gait speed significantly improved after rehabilitation. The average result of the group was over 25 percent (the average speed was point sixty four m/s before rehabilitation, and point eighty one m/s after rehabilitation). It should be noted that the improvement was reported in all cases. Certainly, such concrete results cannot be considered to be accidental. It is also proved by Wilcoxon test result ( $p = 0,0000***$ ).

Stabilometric balance assessment showed the improvement of the examined parameters. The length of trajectory of COP (with the eyes open) was shorter in most cases. A worse result in the final examination was reported in three cases, which did not affect the statistically significant improvement (Table 3). A similar result was achieved in the examination with the eyes closed. The scope of the surface (with the eyes open) improved in the final examination. It should be noted that there was a significant difference between results of individual patients (insignificant and significant changes were reported – for the better and for the worse). Nevertheless, the average result decreased. What is more, rehabilitation result was statistically significant (the Wilcoxon test result:  $p = 0,0117^*$ ). The difference in the surface of COP is less significant in the examination with the eyes closed. The Wilcoxon test result was slightly above the level of

Tabela 2. Statystyki opisowe i wynik testu statystycznego oceny chodu badanych z zastosowaniem skali Berga oraz testu „Get Up&Go” w badaniu początkowym i końcowym oraz różnica między wynikami

Table 2. Descriptive statistics and statistical gait test result on the Berg scale and Up and Go test in initial and final examinations as well as the difference between the obtained results

	Badanie początkowe Initial examination			Badanie końcowe Final examination			Różnica Difference			
	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	<i>p</i>
Skala Berga Berg Scale	45,4	46,0	8,2	48,1	50,0	6,8	2,7	2,0	2,7	0,0001***
Test „Get Up&Go” Get Up and Go Test	18,3	15,6	9,6	13,9	10,9	7,3	-4,4	-3,7	4,1	0,0000***

Prędkość chodu uległa znaczącej poprawie po rehabilitacji. Średni wynik w całej grupie wzrósł o ponad 25% (przed rehabilitacją średnia prędkość wynosiła 0,64 m/s, zaś po 0,81 m/s). Co ważne, u żadnego chorego nie zanotowano pogorszenia wyniku. Oczywiście tak wyraźne i jednoznaczne wyniki obserwacji muszą być uznane za nieprzypadkowe, o czym świadczy wynik testu Wilcoxon (p = 0,0000\*\*\*).

W ocenie stabilometrycznej równowagi wykazano poprawę badanych parametrów. Długość ścieżki przemieszczania się COP (badanie z oczami otwartymi) uległa skróceniu u większości badanych pacjentów. W trzech przypadkach zanotowano wynik gorszy w badaniu końcowym, co jednak nie wpływa na końcowy wniosek o znamiennej statystycznie poprawie (tab. 3). Podobny wynik wykazano w próbie z zamkniętymi oczami. Wielkość pola (pomiar z oczami otwartymi) uległa pewnej poprawie w badaniu końcowym. Warto jednak zwrócić uwagę, iż rozrzut wyników dla poszczególnych pacjentów był bardzo duży (notowano zarówno niewielkie zmiany, jak i bardzo duże – zarówno *in plus*, jak i *in minus*). Niemniej, średni wynik uległ obniżeniu, co więcej efekt rehabilitacji okazał się istotny statystycznie (wynik testu Wilcoxon: p = 0,0117\*). Mniej wyraziste są różnice w ocenie powierzchni pola COP w próbie z oczami zamkniętymi. Wynik testu Wilcoxon sytuuje się nieco powyżej poziomu istotności statystycznej (p nieznacznie przekracza 0,05). Należy podkreślić, że u większości badanych wynik po rehabilitacji był korzystniejszy niż przed.

Analiza zależności pomiędzy badanymi cechami została przeprowadzona niezależnie dla wyników uzyskiwanych przed rehabilitacją (badanie początkowe) i po rehabilitacji (badanie końcowe).

## Dyskusja

Objawy udaru mózgu, takie jak niedowład połowiczny, zaburzenia czucia, w tym czucia głębokiego, zaburzenia schematu ciała, niedowidzenie połowiczne i zaburzenia poznawcze wpływają na ograniczenie możliwości motorycznych pacjenta, w tym równowagi i chodu. Z punktu widzenia rehabilitacji poudarowej bardzo istotne jest funkcjonowanie w społeczeństwie, a więc rozumienie

statystycznej (p slightly exceeded point one five). It should be stressed that the result after rehabilitation was more favourable than before it in most cases.

The analysis of relationships between examined characteristics was conducted regardless of the results received before rehabilitation (initial examination) and after rehabilitation (final examination).

## Discussion

The symptoms of a cerebral stroke such as hemiparesis, disturbed sensation, including deep sensation, disturbed body schema, hemianopsia, and cognitive impairment limit motor possibilities, including balance and gait. Functioning in a society, i.e. communicating and moving – posture, balance, gait – is very important for post-stroke rehabilitation. Motor disability and balance disturbance lower patients' chance of joining the society and limit complex rehabilitation. As a result, restoration of gait and balance functions is crucial for patients with stroke who wish to regain their functional independence. Clinimetric attempts to assess the disturbances listed above using scales and tests have been made for several dozen years. The Berg scale, gait speed test and the Up and Go test have become more and more popular. Yet, little is known about other scales. There is no universal scale in Poland, which could help to trace the dynamics of improvement of the disturbances listed above in post-stroke patients [1, 28, 32-37].

In this study, the DGI, the FGA, the WGS, the BBS, the gait speed test, the Up and Go test and the stabilometric platform assessment were used to assess the balance and gait of outpatients undergoing ambulatory treatment.

The DGI is used to assess and substantiate the chances of adapting a patient's gait to different situations and tasks. It was shown that the point value of the DGI was 15,2 points in the initial examination and that it increased approximately one and a half points after rehabilitation. It was proved that the effect of rehabilitation was not accidental (statistically significant p=0,0001\*\*\*), so the conclusions about ambulatory rehabilitation could be generalized. Many studies showed that the DGI was very reliable. Jonsdottir and Cattaneo proved that the test was

**Tabela 3. Statystyki opisowe i wynik testu statystycznego stabilometrycznej oceny równowagi (pole przemieszczania się COP i długość ścieżki COP) w badaniu początkowym i końcowym oraz różnica między wynikami**

**Table 3. Descriptive statistics and statistical test result of stabilometric balance assessment (surface of COP and trajectory length of COP) in initial and final examinations as well as the difference between the obtained results**

	Badanie początkowe Initial examination			Badanie końcowe Final examination			Różnica Difference			
	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	$\bar{x}$	Me	Sd	$p$
Długość ścieżki OO (mm) Trajectory length OO (mm)	387,0	390,5	63,7	367,4	359,5	69,9	-19,6	-22,5	27,5	0,0006***
Długość ścieżki OZ (mm) Trajectory length OZ (mm)	503,9	488,5	118,4	469,1	452,5	128,3	-34,8	-36,0	95,3	0,0010***
Obszar pola OO (mm <sup>2</sup> ) Surface OO (mm <sup>2</sup> )	234,9	201,5	111,6	225,0	206,0	106,7	-9,9	-20,5	83,6	0,0117*
Obszar pola OZ (mm <sup>2</sup> ) Surface OZ (mm <sup>2</sup> )	305,9	329,0	125,2	295,4	271,0	171,8	-10,5	-25,0	104,0	0,0645

OO – próba z oczami otwartymi, OZ – próba z oczami zamkniętymi

OO – an attempt with the eyes open, OZ – an attempt with the eyes closed

i możliwości porozumiewania się, ale głównie umiejętności ruchowe – postawa, równowaga, chód. Upośledzenie zdolności lokomocji i zaburzenia równowagi w dużej mierze zmniejszają możliwość włączenia chorego do normalnego życia w społeczeństwie oraz ograniczają kompleksową rehabilitację. W związku z tym warunkiem koniecznym pozwalającym na niezależność i samodzielność pacjentów po udarze mózgu jest odtworzenie funkcji chodu i równowagi. Od kilkudziesięciu lat podejmowane są próby klinimetrycznej oceny wymienionych zaburzeń za pomocą skal i testów. Stopniowo upowszechnia się wiedza na temat skali Berga, testu prędkości chodu czy też testu „Get Up&Go”. Brak jednak nadal szerokiej wiedzy co do innych skal i jak dotąd nie ma w Polsce ogólnie przyjętej jednej skali, której stosowanie pozwoliłoby śledzić dynamikę poprawy wymienionych zaburzeń w tej grupie chorych [1, 28, 32–37].

W badaniach własnych do oceny równowagi i chodu chorych po udarze mózgu rehabilitowanych ambulatoryjnie wykorzystano następujące skale i testy: Dynamic Gait Index, Functional Gait Assessment, Wisconsin Gait Scale, Berg Balance Scale, test prędkości chodu, test „Get Up&Go” oraz ocenę na platformie stabilometrycznej.

Zastosowany Dynamic Gait Index służy do oceny i dokumentacji możliwości dopasowania przez pacjenta chodu do różnych sytuacji i zadań. Został opracowany do oceny prawdopodobnego ryzyka upadku. W badaniach własnych wykazano, że wartość punktowa Dynamic Gait Index w badaniu początkowym wynosiła średnio 15,2 pkt, zaś po rehabilitacji wzrosła o około 1,5 pkt. Wykazano, iż zaobserwowany efekt rehabilitacji jest nieprzypadkowy (znamienny statystycznie  $p=0,0001$ \*\*\*), czyli wnioski o skuteczności rehabilitacji ambulatoryjnej mogą być uogólniane na całą populację. Liczne badania dowodzą, że Dynamic Gait Index ma bardzo wysoki stopień wiarygodności. Jonsdottir i Cattaneo wykazali, że test ten jest użytecznym narzędziem do oceny klinicznej równowagi

a useful tool for assessing clinical dynamic balance in outpatients undergoing late stroke treatment [13,18, 38-43].

Similar conclusions can be drawn from the results of research analysis concerning the FGA scale. Gait improvement was observed in most patients – approximately two points (statistically significant result  $p=0,0002$ \*\*\*). Wrisley and Kumar confirm that the FGA scale is a reliable instrument for assessing gait activities and categorizing fall risks in the elderly. Jau-Hong, et al. obtained similar research results. They compared the reliability and accuracy of the DGI and the FGA scales used for gait assessment in patients with stroke. Patients were examined in the first week and after a two-and-a-half-month therapy. It was shown that the FGA was the best tool for assessing gait functions [14, 44-47].

The WGS, whose index is of a different character, was also used in the study. Lower values indicate patients' higher abilities. It was proved that most patients had favourable WGS values after rehabilitation (statistically significant result  $p=0,0116$ \*), with the exception of a few cases in which the situation was just the opposite. Pizzi, et al. achieved similar results. 55 outpatients with hemiparesis undergoing late stroke treatment were qualified. The assessment on the WGS was conducted before and after rehabilitation and showed significant gait improvement on the WGS – statistically significant result  $p=0,003$ . Researchers concluded that the WGS was a useful instrument for the assessment of quality of movement changes occurring as a result of rehabilitation [20,48].

Balance assessment on the Berg scale showed very clear and statistically significant rehabilitation results  $p=0,0001$ \*\*\*. The Berg scale seems to be the most common clinical test for assessing balance in post-stroke patients. Examining fitness and balance in patients with stroke, Geiger, et al. proved that the results of the BBS and the Up and Go test improved after rehabilitation. Blum and

dynamicznej u pacjentów po udarze mózgu w okresie przewlekłym leczonych ambulatoryjnie [13, 18, 38–43].

Podobne wnioski pozwalają wysnuć wyniki analizy badań własnych dotyczące skali Functional Gait Assessment. U zdecydowanej większości chorych zanotowano poprawę sprawności chodu - średnio o 2 pkt (wynik istotny statystycznie  $p=0,0002^{***}$ ). Wrisley i Kumar potwierdzają, że skala Functional Gait Assessment jest wiarygodnym narzędziem służącym do oceny aktywności związanych z chodem, jak również jest bardzo skuteczna w klasyfikacji ryzyka upadków u osób starszych. Podobne efekty w swoich badaniach uzyskali Jau-Hong i współautorzy. Porównali rzetelność i trafność skal Dynamic Gait Index i Functional Gait Assessment w ocenie chodu pacjentów po udarze mózgu w okresie późnym. Pacjenci oceniani byli w pierwszym tygodniu, następnie po 2 i 5 miesiącach terapii. Wykazano, że najlepszą zdolność do oceny funkcji chodu posiada skala Functional Gait Assessment [14, 44–47].

Kolejną zastosowaną w badaniach własnych skalą była Wisconsin Gait Scale. Wskaźnik ten ma odmienny charakter niż poprzednio rozważane skale, bowiem o większej sprawności chorych świadczą jego niższe wartości. Wykazano, że większość pacjentów uzyskała korzystniejsze wartości WGS po rehabilitacji (wynik istotny statystycznie  $p=0,0116^*$ ), choć w kilku przypadkach wystąpiła też sytuacja odwrotna. Podobne rezultaty w swoich badaniach wykazali Pizzi i współautorzy. Do badania zakwalifikowali 55 pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu w okresie przewlekłym leczonych ambulatoryjnie. Ocenę w skali WGS przeprowadzono przed i po zakończeniu procesu rehabilitacji. Wykazano istotną poprawę chodu w WGS - wynik istotny statystycznie  $p=0,003$ . Badacze stwierdzili, że WGS jest przydatnym narzędziem do jakościowej oceny zmian w lokomocji, zachodzących w wyniku procesu rehabilitacji [20, 48].

Ocena równowagi przeprowadzona za pomocą skali Berga w badaniach własnych pozwala wnioskować o bardzo wyraźnych, znamiennych statystycznie efektach rehabilitacji -  $p=0,0001^{***}$ . Skala Berga wydaje się najbardziej rozpowszechnionym klinicznym testem do oceny równowagi u pacjentów po udarze mózgu. Geiger i współautorzy, badając sprawność i równowagę u pacjentów po udarze mózgu wykazali poprawę wyników Berg Balance Scale i testu „Get Up&Go” po zakończonym programie rehabilitacji. Blum i Korner-Bitensky przeprowadzili systematyczny przegląd właściwości skali Berga oraz określili mocne i słabe strony, w tym przydatność do oceny efektów rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu. Wykazali, że skala ta jest doskonałym narzędziem do oceny równowagi pacjentów po udarze mózgu oraz jej wysoką korelację, między innymi z testem prędkości chodu. Z kolei Barclay-Goddard i współautorzy nie wykazali poprawy parametrów równowagi w Berg Balance Skale

Korner-Bitensky conducted a systematic review of the Berg scale properties and determined the strong and weak points of its usefulness in assessing rehabilitation results in post-stroke patients. They showed that the scale was a perfect tool for assessing balance in patients with stroke and revealed a high correlation between the BBS and the gait speed test. Barclay-Goddard, et al. did not prove that the parameters of balance improved on the BBS or the Up and Go test in post-stroke patients after rehabilitation was completed [24, 49, 50].

In this study, correlation between balance assessment on the Berg scale, the Up and Go test, the FGA scale and the results of the stabilometric platform was analysed. In the final examination the strongest relationship was found between the results of the Up and Go test and the measurements taken on the stabilometric platform with the eyes open. In the initial examination no strong relationships between fitness measures and the results of the stabilometric platform were observed. In their studies, Srivastava, et al. showed a relationship between balance assessment on the Berg scale and gait speed and the results of the platform. 45 patients undergoing late stroke treatment were examined and the program of physiotherapy was performed in 20 sessions for 20 minutes every day [51, 52].

Fitness and gait improvement is possible late after stroke. An intensive and adopted to a patient's possibilities training is necessary. Treadmill training with partial body weight support or without it is often used in learning to walk. Treadmill training increases gait speed and function. A statistically significant balance and gait improvement in examined patients was reported after the program of **physiotherapy, which also included treadmill training, had been completed.**

## Conclusions

1. Rehabilitation of patients with hemiparesis undergoing late stroke treatment has a significant influence on the improvement of balance and gait functions.
2. There is an average and poor relationship between clinical methods of balance and gait assessment in post-stroke patients and the results of stabilometric balance assessment.



i teście „Get Up&Go”, u pacjentów po udarze mózgu po zakończonym programie rehabilitacji [24, 49, 50].

W badaniach własnych dokonano również korelacji pomiędzy ocenami równowagi dokonywanymi za pomocą skali Berga, testu Up&Go oraz skali Functional Gait Assessment a wynikami uzyskanymi na platformie stabilometrycznej. Wykazano, że najsilniejszy związek w badaniu końcowym dotyczył wyników testu „Get Up&Go” oraz pomiaru pola na platformie stabilometrycznej z otwartymi oczami. W badaniu początkowym nie stwierdzono silniejszych zależności pomiędzy rozpatrywanymi miarami sprawności a wynikami uzyskanymi na platformie stabilometrycznej. Srivastava i współautorzy wykazali w swoich badaniach korelację pomiędzy oceną równowagi w skali Berga i prędkością chodu a wynikami uzyskanymi na platformie. Autorzy badaniem objęli 45 pacjentów w okresie późnym po udarze mózgu, a program fizjoterapii realizowany był w 20 sesjach po 20 minut dziennie [51, 52].

Poprawa sprawności oraz poprawa chodu jest możliwa nawet w okresie późnym od wystąpienia udaru. Warunkiem koniecznym jest odpowiednio intensywny i dostosowany do możliwości chorego trening. W nauce chodu często stosuje się trening na bieżni ruchomej z częściowym odciążeniem masy ciała lub w późniejszym okresie bez odciążenia. Ćwiczenia na bieżni wpływają na zwiększenie prędkości i wydolności chodu. W badanej grupie po zakończeniu programu ćwiczeń, w tym ćwiczeń na bieżni ruchomej wykazano istotną statystycznie poprawę równowagi i chodu.

## Wnioski

1. Rehabilitacja w późnym okresie od udaru w istotny sposób wpływa na poprawę równowagi i funkcji chodu osób z niedowładem połowicznym.
2. Kliniczne metody oceny równowagi i chodu osób po udarze mózgu pozostają w przeciętnej i słabej zależności z wynikami stabilometrycznej oceny równowagi.

---

## Piśmiennictwo / References

1. Dębiec-Bąk A, Mraz M, Mraz M, Skrzek A. Jakościowa i ilościowa ocena chodu osób po udarze mózgu. *Acta Bio-Optica et Informatica Medica. Inżynieria Biomedyczna* 2007;13(2):97–100.
2. Mikołajewska E: Analiza chodu pacjentów po udarze mózgu — rozwiązanie własne. *Udar Mózgu* 2010;12(1–2):20–26.
3. De Laat K, Van Norden A, Gons R, van Oudheusden L, van Uden I, Bloem B, Zwiers M, de Leeuw F. Gait in elderly with cerebral small vessel disease. *Stroke* 2010;41:1652-1658.
4. Ng M, Tong R, Li L. A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation six-month follow-up. *Stroke* 2008;39:154-160.
5. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo N. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 1998;29:1122-1128.
6. Alexander L, Black S, Patterson K, Gao F, Danells C, McIlroy W. Association between gait asymmetry and brain lesion location in stroke patients. *Stroke* 2009;40:537-544.
7. States R, Pappas E, Salem Y. Overground physical therapy gait training for chronic stroke patients with mobility deficits. *Stroke* 2009;40:e627-e628.
8. Das S, Tibarewala D. Stabilometric postural steadiness analysis of poststroke hemiplegic patients. *International Journal of Engineering Science and Technology* 2011;3(6): 4626- 4637.

9. Mirelman A, Patrilli B, Bonato P, Deutsch J. Effects of virtual reality training on gait biomechanics of individuals poststroke. *Gait & Posture* 2010;31,4:433–437.
10. Drużbicki D, Szymczyk D, Snela S, Dudek J, Chuchla M. Obiektywne, ilościowe metody analizy chodu w praktyce klinicznej. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego* 2009; 4:356–362.
11. Turani N, Kemiksizog A, Karatas M. Assessment of hemiplegic gait using the Wisconsin Gait Scale. *Scand J Caring Sci* 2004;18:103–108.
12. Szot P, Golec J, Szczygieł E. Przegląd wybranych testów funkcjonalnych, stosowanych w ocenie ryzyka upadków u osób starszych. *Gerontol. Pol.* 2008;16: 12–17.
13. Whitney S, Marchetti G, Schade A, Wrisley D. The sensitivity and specificity of the Timed “Up & Go” and the dynamic gait index for self-reported falls in persons with vestibular disorders. *Journal of Vestibular Research* 2004;14:397–409.
14. Wrisley D, Kumar N. Functional gait assessment: concurrent discriminative, and predictive validity in community dwelling older adults. *Phys Ther.* 2010;90:761-773.
15. Walker M, Austin A, Banke G, Foxx S, Gaetano L, Gardner L, McElhiney J, Morris K, Penn L. Reference Group Data for the Functional Gait Assessment. *Phys Ther.* 2007;87:1468–1477.
16. Wrisley D, Marchetti G, Kuharsky D, Whitney S. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the functional gait assessment. *Phys Ther.* 2004;84:906–918.
17. Chiu YP, Fritz SL, Light KPL, Vellozo CA. Use of item response analysis to investigate measurement properties and clinical validity of data for the Dynamic Gait Index. *Phys Ther.* 2006;86:778-78.
18. Marchetti GF, Whitney SL. Construction and validation of the 4-item Dynamic Gait Index. *Phys Ther.* 2006; 86:1651:1660.
19. Herman T, Inbar-Borovsky N, Brozgol M, Giladi N, Hausdorff J. The Dynamic Gait Index in healthy older adults: The role of stair climbing, fear of falling and gender. *Gait & Posture* 2009;29:237–241.
20. Pizzi A, Carlucci G, Falsini C, Lunghi F, Verdesca S, Grippo A. Gait in hemiplegia: evaluation of clinical features with the Wisconsin Gait Scale, *J Rehabil Med* 2007; 9:170–174.
21. Drużbicki M, Przysada G, Kołodziej K, Rykała J, Podgórska J. Ocena chodu chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu z wykorzystaniem Wisconsin Gait Scale – doniesienie wstępne. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego* 2010;2:152–159.
22. Campanini I, Merlo A. Reliability, smallest real difference and concurrent validity of indices computed from GRF components in gait of stroke patients, *Gait & Posture* 2009; 30: 127–131.
23. Drużbicki M, Kwolek A, Przysada G, Pop T, Depa A. Ocena funkcji chodu chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu w okresie przewlekłym. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego* 2010;2:145–151.
24. Barclay-Goddard R, Stevenson T, Poluha W, Moffatt E, Taback S. Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Stroke* 2005;36:412–413.
25. Kostiukow A, Rostkowska E, Samborski W. Badanie zdolności zachowania równowagi ciała. *Roczniki Pomorskiej Akademii Medycznej w Szczecinie* 2009;55(3):102–109.
26. Mao H, Hsueh I, Tang P, Sheu Ch, Hsieh Ch. Analysis and Comparison of the Psychometric Properties of Three Balance Measures for Stroke Patients. *Stroke* 2002;33:1022-1027.
27. Nardone A, Godi M, Grasso M, Guglielmetti S, Schieppati M. Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients. *Gait & Posture* 2009;30:5–10.
28. Rodriguez AA, Black PO, Kile KA, Sherman J, Stellberg B, McCormnick J, Roszkowski J, Swiggum E. Gait training efficacy using a home-based practice model in chronic hemiplegia, *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77: 801–805
29. Shumway-Cook A, Woollacott M. *Motor control: theory and applications.* Baltimore (MD): Wilkins & Wilkins; 1995;
30. Wrisley DM, Marchetti GF, Kuharsky DK, Whitney SL. Reliability, internal consistency, and validity of data obtained with the Functional Gait Assessment. *Phys Ther.* 2004;84:906–918.
31. Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, Maki B. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health.* 1992;83(Suppl. 2):S7–11
32. Podsiadlo D, Richardson S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39:142–148
33. Dunskey A, Dickstein R, Marocovitz E, Levy S, Deutsch J. Home-based motor imagery training for gait rehabilitation of people with chronic poststroke hemiparesis. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2008;89:1580-1588.
34. Kwolek A. Postępy w leczeniu i rehabilitacji osób po udarze niedokrwiennym mózgu. *Rehabil. Med.* 2002;6,1:9-22.
35. Kwolek A. Zasady rehabilitacji chorych po udarze mózgu. *Neurol. Neurochir. Pol.* 2005;39,4:739-741.
36. Opara J. *Klinimetria w udarach mózgu.* Katowice: Wyd. AWF Katowice; 2010.
37. Opara J. Co to jest nowoczesna rehabilitacja poudarowa?. *Logopeda.* 2006;2(3):7-18.
38. Lord SE, Rochester L. Measurement of community ambulation after stroke. *Stroke.* 2005;36:1457-1461.
39. Meirelles De Castro S, Rodrigues Perracini M, Freitas Ganança F. Dynamic Gait Index-Brazilian version. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology.* 2006;72,6,:817-825.
40. Hall CD, Schubert MC, Herdman SJ. Prediction of fall risk reduction as measured by dynamic gait index in individuals with unilateral vestibular hypofunction. *Otology & Neurotology.* 2004;25:746-751.
41. Legters K, Whitney SL, Porter R, Buczek F. The relationship between the Activities-specific Balance Confidence Scale and the Dynamic Gait Index in peripheral vestibular dysfunction. *Physiother Res Int.* 2005; 10: 10-22.

42. Whitney S, Wrisley D, Furman J. Concurrent validity of the Berg Balance Scale and the Dynamic Gait Index in people with vestibular dysfunction. *Physiother Res Int*. 2003;8:178-186.
43. Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: validity of data for the Five-Times-Sit-to-Stand Test. *Phys Ther*. 2005;85:1034-1045.
44. Jonsdottir J, Cattaneo D. Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88,11:1410-5.
45. Jau-Hong L, Miao-Ju H, Hsin-Wen H, et al. Psychometric Comparisons of 3 Functional Ambulation Measures for Patients With Stroke. *Stroke*. 2010;41:2021-2025.
46. Lu WS, Wang CH, Lin JH, Sheu CF, Hsieh CL. The minimal detectable change of the simplified stroke rehabilitation assessment of movement measure. *J Rehabil Med*. 2008; 40: 615-619.
47. Thieme H, Ritschel C, Zange C. Reliability and validity of the Functional Gait Assessment (German version) in subacute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009;90:1565-1570.
48. Marchetti GF, Whitney SL, Blatt PJ, Morris LO, Vance JM. Temporal and spatial characteristics of gait during performance of the Dynamic Gait Index in people with and people without balance or vestibular disorders. *Phys Ther*. 2008;88:640-651.
49. Daly J.J., Nethery J., McCabe J. P., Brenner I., Rogers J., Gansen J., Butler K., Burdsall R., Roenigk K., Holcombo J.: Development and testing of the Gait Assessment and Intervention Tool: a measure of coordinated gait components, *Journal of Neuroscience Methods* 2009;178:334-339.
50. Geiger RA, Allen J, O'Keefe J, Hicks R. Balance and Mobility Following Stroke: Effects of Physical Therapy Interventions With and Without Biofeedback/Forceplate Training. *Physical Therapy*2001;81,4:995-1005.
51. Blum L, Korner-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation: A Systematic Review. *Physical Therapy* 2008;88,5: 559-566.
52. Srivastava A, Taly A, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique. *Journal of the Neurological Science* 2009;287,1-2,15:89-93

**Adres do korespondencji / Mailing address:**

Mariusz Drużbicki  
Instytut Fizjoterapii UR  
ul. Warszawska 26A, 35-205 Rzeszów  
mdruzb@univ.rzeszow.pl