

## Ocena powtarzalności i zgodności wewnętrznej Wisconsin Gait Scale u pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu

### Assessment of test-retest reliability and internal consistency of the Wisconsin Gait Scale in hemiparetic post-stroke patients

- A – opracowanie koncepcji i założeń (preparing concepts)
- B – opracowanie metod (formulating methods)
- C – przeprowadzenie badań (conducting research)
- D – opracowanie wyników (processing results)
- E – interpretacja i wnioski (interpretation and conclusions)
- F – redakcja ostatecznej wersji (editing the final version)

**Agnieszka Guzik<sup>1 A-F</sup>, Mariusz Drużbicki<sup>1,2 A-C,F</sup>, Grzegorz Przysada<sup>1,2 A,B,F</sup>,  
Andrzej Kwolek<sup>1 A,E,F</sup>, Agnieszka Brzozowska-Magoń<sup>1 A,F</sup>,  
Justyna Wszyńska<sup>1 A,C</sup>, Justyna Podgórska-Bednarz<sup>1 A,C</sup>**

<sup>1</sup> Instytut Fizjoterapii Wydział Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego  
Institute of Physiotherapy, University of Rzeszow, Poland

<sup>2</sup>Kliniczny Oddział Rehabilitacji z Pododdziałem Wczesnej Rehabilitacji  
Neurologicznej Szpitala Wojewódzkiego nr 2 w Rzeszowie  
Clinical Rehabilitation Ward, Province Hospital No. 2 in Rzeszow, Poland

#### Streszczenie

*Wstęp:* Ważnym aspektem w planowaniu procesu reedukacji chodu u pacjentów po udarze mózgu jest przeprowadzenie prawidłowej oceny chodu. Narzędziem obserwacyjnej analizy chodu osób po udarze mózgu jest Wisconsin Gait Scale (WGS). Ocena powtarzalności i zgodności wewnętrznej WGS oraz zbadanie zależności pomiędzy oceną dokonaną za pomocą WGS a prędkością chodu, skalą Brunström, Ashworth oraz wskaźnikiem Barthel.

*Materiał i metody:* Do badania zakwalifikowano 36 pacjentów po udarze mózgu. Oceniono chód pacjentów z wykorzystaniem WGS, prędkość chodu za pomocą testu drogi, poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej niedowładnej według Brunström, napięcie mięśniowe kończyny dolnej niedowładnej według zmodyfikowanej skali Ashworth oraz sprawność funkcjonalną za pomocą wskaźnika Barthel. Ocena chodu przy użyciu WGS została dokonana dwukrotnie, w odstępie 7 dni, przez trzech doświadczonych fizjoterapeutów.

*Wyniki:* Analizując zgodność wewnętrzną skali WGS wykazano, że poziom współczynnika  $\alpha$  Cronbacha jest wysoki dla wyników każdego z trzech ocenających i waha się w przedziale 0,85-0,88. Wykazano, że współczynnik zmienności dla wszystkich przeprowadzonych porównań był poniżej 10%. Oceniając powtarzalności uzyskanych wyników wykazano, iż korelacje pomiędzy obydwojoma pomiarami dokonanymi przez poszczególnych ocenających są bardzo silne i wysoce istotne statystycznie. Wyniki WGS istotnie korelują z wynikami skali Brunström, Ashworth oraz prędkością chodu.

*Wnioski:* Wykazano, że WGS cechuje się wysoką zgodnością wewnętrzną i powtarzalnością. Wykazano również istotne zależności pomiędzy oceną chodu, wykonaną przy użyciu WGS a prędkością chodu, poziomem kontroli motorycznej oraz napięciem mięśniowym kończyny dolnej niedowładnej. WGS stanowi obiecujące narzędzie jakościowej, obserwacyjnej analizy chodu pacjentów po udarze mózgu, jednocześnie umożliwiając prawidłowe planowanie, monitorowanie i ocenę wyników rehabilitacji.

#### Słowa kluczowe:

chód, udar mózgu, Wisconsin Gait Scale, zgodność wewnętrzna, powtarzalność

## Abstract

*Introduction:* A proper assessment of gait pattern is a significant aspect in planning the process of teaching gait in hemiparetic post-stroke patients. The Wisconsin Gait Scale (WGS) is an observational tool for assessing post-stroke patients' gait. The aim of the study was to assess test-retest reliability and internal consistency of the WGS and examine correlations between gait assessment made with the WGS and gait speed, Brunnström scale, Ashworth's scale and the Barthel Index.

*Material and methods:* The research included 36 post-stroke patients. The patients' gait was assessed with the use of the Wisconsin Gait Scale, gait speed with the use of walk test, the level of motor control in a paretic lower limb – according to Brunnström recovery stages, muscle tone in a paretic lower limb – according to modified Ashworth's scale and functional independence was assessed using the Barthel Index. Gait was assessed with the use of the WGS twice, with a 7-day interval, by three experienced physiotherapists.

*Results:* The analysis of internal consistency of the WGS revealed that the Cronbach's  $\alpha$  coefficient was high in the case of all the three raters and ranged from 0.85 to 0.88. It was noted that the coefficient of variation for all the comparisons was below 10%. When assessing the repeatability of the results, it was revealed that correlations between both measurements made by particular raters were very strong and highly significant. The WGS results significantly correlated with Brunnström scale, Ashworth's scale and gait speed.

*Conclusions:* It was concluded that the WGS has a high internal consistency and test-retest reliability. Also, significant correlations were found between gait assessment made with the use of the WGS and gait speed, level of motor control and muscle tone of a paretic lower limb. The WGS constitutes a promising tool for a qualitative, observational analysis of gait in post-stroke patients and allows for proper planning, monitoring and assessing rehabilitation results.

## Keywords:

**gait, stroke, Wisconsin Gait Scale, internal consistency, test-retest reliability**

## Wstęp

Udar mózgu stanowi narastający problem społeczny i ekonomiczny. Powyżej 50% pacjentów, którzy przeżyli udar mózgu jest niezdolna do samodzielnego chodu, dlatego ogromną rolę w rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu odgrywa nauka bezpiecznego i funkcjonalnego chodu, prowadząc do poprawy codziennego funkcjonowania i większego udziału w życiu społecznym [1,2].

Pierwszym, ważnym aspektem w planowaniu procesu reedukacji chodu u pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu jest przeprowadzenie prawidłowej oceny wzorca chodu, co jest zadaniem dość trudnym, ponieważ deficyty neuromotoryczne u pacjentów po udarze mózgu różnią się znacznie pod względem nasilenia i występowania objawów towarzyszących, co dodatkowo skutkuje zróżnicowaniem obrazu klinicznego. Chód pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu cechuje się zmniejszoną prędkością, asymetrią faz chodu, asymetrią długości kroku i obciążenia kończyn, zaburzeniem równowagi [3,4]. Charakterystyczne dla chodu osób z niedowładem połowicznym jest obwodzenie kończyny dolnej w fazie przenoszenia z ustawieniem stopy w zgięciu podszwowy i odwróceniu oraz brakiem lub zbyt

## Introduction

Strokes are a growing socio-economic problem. Over 50% of post-stroke patients are unable to walk independently and thus, learning a safe and functional gait plays a significant role in the rehabilitation of post-stroke patients, leading to an improvement in everyday functioning and better participation in everyday life [1,2].

A proper assessment of gait pattern is the first significant aspect in planning the process of teaching gait in hemiparetic post-stroke patients. However, it is a difficult task, since neuromotor deficits in post-stroke patients vary significantly in terms of their intensity and accompanying symptoms, which also results in a differentiation of a clinical image. Gait in hemiparetic post-stroke patients is characterized by lower speed, asymmetric gait phases, asymmetric step length and uneven load on limbs as well as impairments of balance [3,4]. Abducting a lower limb with plantar flexion and inversion of the foot in a swing phase, and too small or no range of flexion in a knee joint are features typical of hemiparetic post-stroke patients' gait. However, in a stance phase it is frequently noted that the paretic limb does not have an initial contact with the ground through heel strike, there is no eccen-

małym zakresem zgięcia w stawie kolanowym. W fazie podporowej często obserwuje się brak pierwszego kontaktu z podłożem kończyny niedowładnej poprzez piętę, brak ekscentrycznego hamowania stopy podczas jej obciążania, przeprost w stawie kolanowym w okresie pełnego obciążenia z jednoczesnym zgięciem w stawie biodrowym oraz brak przeniesienia ciężaru ciała na kończynę podporową. Wypadkową wszystkich zaburzeń jest obniżenie efektywności chodu, wzrost wydatku energetycznego i ograniczenie aktywności w życiu codziennym. W związku z tym program nauki chodu powinien koncentrować się na poprawie symetrii, prędkości chodu oraz równowagi, ponieważ to właśnie te parametry szczególnie zwiększają możliwość powrotu pacjenta do samodzielnego funkcjonowania we własnym środowisku [5-7].

Głównym problem w analizie chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu jest brak standardowych narzędzi badawczych służących do oceny wyników procesu rehabilitacji poudarowej. Opracowanych zostało wiele metod oceny jakości ruchu, wzorców ruchowych czy zmian napięcia mięśniowego. Wśród metod oceny chodu wyróżnia się metody kliniczne, obserwacyjne polegające na opisie chodu w odniesieniu do wzorca prawidłowego oraz metody ilościowe, obiektywne polegające na pomiarze, opisie i analizie wybranych parametrów charakteryzujących chód człowieka. Ilościowe metody analizy chodu bazują na rozwiniętych systemach aparaturowych, komputerowych umożliwiających dokładną, złożoną analizę parametrów czasowo-przestrzennych, kinematycznych, kinetycznych jak również aktywności mięśni w czasie chodu. Powyższe wskaźniki mogą ulegać pomiarowi niezależnie od siebie przy użyciu rozmaitych rozwiązań technologicznych. Jednakże dane te są często zbyt skomplikowane dla klinicystów do interpretacji i do powiązania z deficytami neurologicznymi u pacjentów po udarze mózgu, dostarczając więcej informacji niż zwykle jest potrzebne do oceny wyników leczenia. Ponadto ilościowe zaawansowane systemy oceny chodu są bardzo kosztowne i wymagające pod względem wiedzy technicznej, czasu i wymagań sprzętowych [8-10].

Rutynowo wykorzystywana w praktyce klinicznej jest analiza chodu w oparciu o metody obserwacyjne. Wynika to z niskich kosztów, dużej dostępności i łatwości użycia tej metody, która jest subiektywną, a więc obarczoną pewnym marginesem błędu. Co więcej, ze względu na brak zgodnych standardów w obserwacyjnej analizie chodu, konfrontacja wyników uzyskanych przez różnych badaczy jest problemowa. Dostępnych jest wiele skal i testów oceniających chód pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu należą do nich: test prędkości chodu, próba marszowa (2,6,12-minutowa), test „Get Up&Go”, Dynamic Gait Index, Rivermead Visual Gait Assessment czy Functional Gait Assessment. W celu dokładnej

tronic contraction while placing the foot on the ground, there occurs a knee hyperextension in a mid-stance with a simultaneous flexion in a hip joint and there is no transfer of load on a supporting limb. All these dysfunctions lead to lower gait effectiveness, higher energy expenditure and limitations in everyday activity. Therefore, the programme of gait teaching should focus on the improvement in symmetry, gait speed and balance, since these parameters in particular increase the patients' chance to regain independent functioning in their own communities [5-7].

The major problem in gait analysis in hemiparetic post-stroke patients is constituted by the lack of standard research tools used for assessing the results of post-stroke rehabilitation process. There are numerous methods of assessing the quality of movement, movement patterns or changes in muscle tone. Gait assessment methods include clinical methods, observations focusing on the description of gait with regard to the proper pattern and objective qualitative methods in which selected parameters characterizing human gait are measured, described and analysed. Quantitative methods of gait analysis are based on well-developed computer systems which make it possible to analyse spatio-temporal, kinematic and kinetic parameters as well as muscle activity during gait. The above indices may be measured independently from one another with the use of various technological solutions. However, these data are often too complicated for clinicians to interpret and relate to neurological deficits in post-stroke patients, since they provide more information than is usually needed for evaluating treatment results. Moreover, advanced quantitative systems of gait assessment are very costly and require technological knowledge, time and proper equipment [8-10].

In clinical practice, gait analysis based on observation methods is frequently used. It results from the fact that it is a low-cost, easily accessible and easy-to-use method. However, it is also subjective, and hence there is a certain margin of error. Moreover, due to the lack of consistent standards in an observational gait analysis, the confrontation of results obtained by various researchers seems problematic. There are numerous scales and tests available which assess hemiparetic post-stroke patients' gait, e.g. gait speed test, marching test (2, 6, 12), Get Up and Go test, Dynamic Gait Index, Rivermead Visual Gait Assessment or Functional Gait Assessment. In order to perform a detailed assessment of the observed motor changes and to monitor rehabilitation effects, it is necessary to access scales which are highly specific and detailed. A scale which is reliable, comprehensible, easy to use and sensitive to changes of a patient's physical condition may serve as a proper research tool used for assessing and optimising rehabilitation results. A visual tool for assessing hemiparetic post-stroke patients' gait is the Wisconsin Gait Scale (WGS), designed by

oceny obserwowanych zmian motorycznych i monitorowania efektów rehabilitacji istnieje potrzeba dostępu do skali o dużej specyficzności i szczegółowości. Rzetelna, zrozumiała, prosta w użyciu a zarazem wrażliwa na zmiany stanu fizycznego pacjenta skala, może stanowić odpowiednie narzędzie badawcze do oceny i optymalizacji wyników rehabilitacji. Wizualnym narzędziem do oceny chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu jest Wisconsin Gait Scale (WGS), zaprojektowana przez Rodriguez i współautorów, w celu zobiektywizowania oceny ogładowej chodu. Skala ocenia czternaście obserwowalnych parametrów chodu i niektóre wzorce ruchowe ciała, jak również uwzględnia korzystanie z pomocy ortopedycznych podczas chodu i parametry kinematyczne stawu biodrowego, kolanowego, skokowego i miednicy [7,11-16].

Celem pracy jest ocena powtarzalności i zgodności wewnętrznej WGS podstawie analizy zapisu wideo u pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu oraz przedstawienie możliwości wykorzystania tej skali w codziennej praktyce u pacjentów po udarze mózgu. Celem pracy jest również zbadanie zależności pomiędzy oceną chodu dokonaną za pomocą WGS a prędkością chodu, poziomem kontroli motorycznej kończyny dolnej niedowładnej według okresu zdrowienia Brunström, napięciem mięśniowym kończyny dolnej niedowładnej według zmodyfikowanej skali Ashworth oraz sprawnością funkcjonalną według wskaźnika Barthel.

## **Materiał i metody**

Do badania zakwalifikowano 36 pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu (20 mężczyzn, 16 kobiet), leczonych w Klinicznym Oddziale Rehabilitacji Szpitala Wojewódzkiego Nr 2 w Rzeszowie. Średni wiek pacjentów wynosił  $62,2 \pm 13,7$  roku. 15 pacjentów było w okresie od 3 do 6 miesięcy od wystąpienia udaru mózgu, a 21 w okresie powyżej 6 miesięcy. 17 pacjentów miało niedowład prawostronny, 19 niedowład lewostronny. 10 pacjentów miało udar krwotoczny, natomiast 26 pacjentów udar niedokrwienny. Do badania kwalifikowano osoby: po jednokrotnym udarze mózgu (rozpoznanie na podstawie tomografii komputerowej lub rezonansu magnetycznego) samodzielnie chodzące. Nie kwalifikowano osób: z niestabilnym stanem medycznym, zaburzeniami funkcji poznawczych utrudniających rozumienie i postępowanie zgodne z instrukcjami (Mini Mental Scale powyżej 24), przykurczami oraz z chorobami ortopedycznymi kończyn dolnych. Wszyscy uczestnicy badania zostali przed rozpoczęciem dokładnie poinformowani o celu i przebiegu badania oraz wyrazili pisemną zgodę na udział. Projekt został zatwierdzony przez Komisję Bioetyczną Wydziału Medycznego Uniwersytetu Rzeszowskiego.

Rodriguez et al. to make observation assessment more objective. The scale assesses fourteen visible gait parameters and certain body movement patterns also taking into account the use of orthopaedic devices while walking and kinematic parameters of hip, knee, ankle and pelvis joints [7,11-16].

The aim of the work was to assess test-retest reliability and internal consistency of the Wisconsin Gait Scale (WGS) in post-stroke hemiparetic patients on the basis of a video analysis and to present the possibility of using this scale in everyday practice in the case of post-stroke patients. The work also sought to examine correlations between gait assessment made with the WGS and gait speed, the level of motor control in a paretic lower limb according to Brunström recovery stages, muscle tone in a paretic lower limb according to modified Ashworth's scale and functional independence according to The Barthel Index.

## **Material and methods**

The research included 36 hemiparetic post-stroke patients (20 males, 16 females), treated at the Clinical Rehabilitation Ward of Province Hospital No. 2 in Rzeszow. Mean age of the patients was  $62.2 \pm 13.7$  years. In this group, 15 patients had a stroke 3 to 6 months prior to the study, while in the case of 21 patients stroke occurred more than 6 months before. Seventeen patients had right-sided hemiparesis, while 19 subjects had left-sided hemiparesis. Ten subjects experienced hemorrhagic stroke, while 26 patients had ischemic stroke. The inclusion criteria included: a single stroke (diagnosis based on computed tomography or magnetic resonance examination) and an ability to walk unassisted. Individuals in an unstable medical condition, with cognitive impairments making it difficult for them to understand and follow instructions (Mini Mental Scale over 24), with contractures and with orthopaedic disorders were not qualified for the study. Prior to the study all the subjects received detailed information about its purpose and procedure, and they provided a written informed consent. The project was approved by the Bioethics Commission of the Medical Faculty at the University of Rzeszow.

The patients' gait was assessed with the use of the Wisconsin Gait Scale, gait speed with the use of 10-metre walk test [17], the level of motor control in a paretic lower limb – according to Brunström recovery stages [18], muscle tone in a paretic lower limb – according to modified Ashworth's scale [19] and functional independence in everyday life was assessed using the Barthel Index [20]. The subjects' gait was recorded with two synchronised digital cameras which captured an image in a coronal and sagittal plane. The camera registering an image in a coronal plane was positioned halfway of the set distance, 2 metres from the patient's line of walking. The camera registering an image in a sagittal plane was positioned on a pa-



Badano chód pacjentów z wykorzystaniem Wisconsin Gait Scale, prędkość chodu za pomocą testu drogi na dystansie 10 metrów [17], poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej zajętej wg skali Brunström [18], napięcie mięśniowe kończyny dolnej zajętej według zmodyfikowanej skali Ashworth [19], oraz sprawność funkcjonalną w zakresie aktywności życia codziennego za pomocą wskaźnika Barthel [20]. Chód badanych nagrywano przy użyciu dwóch zsynchronizowanych kamer cyfrowych ustawionych tak aby rejestrować obraz w płaszczyźnie czołowej i płaszczyźnie strzałkowej. Kamera wideo rejestrująca obraz w płaszczyźnie czołowej umieszczona została w połowie wyznaczonego dystansu w odległości 2 metrów od drogi przejścia badanego. Kamera rejestrująca obraz w płaszczyźnie strzałkowej umieszczono w linii wyznaczającej drogę przejścia. Rejestrowano dwa przejścia, tak aby uzyskać zapis z widokiem prawej i lewej strony badanego oraz zapis chodu z przodu i tyłu. Pacjenci podczas rejestracji chodu poruszali się po powierzchni o długości 10 metrów. Badani zostali poinstruowani aby przejść wyznaczony dystans z własną (komfortową) prędkością, przy użyciu stosowanego na co dzień zaopatrzenia ortopedycznego. Nagrania chodu badanych dokonano dwukrotnie: pomiar 2. – 7 dni po pomiarze 1. Badanie 1 i 2 wykonywano o tej samej porze dnia, w tym samym pomieszczeniu, z zastosowaniem tych samych wytycznych. Interpretacja nagrania i ocena chodu przy użyciu WGS została dokonana niezależnie przez trzech doświadczonych fizjoterapeutów, przeszkolonych w zakresie zaburzeń chodu u pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu i zapoznanych z kryteriami oceny WGS. Każdy z fizjoterapeutów do analizy otrzymał nagranie z 1 i 2 badania z zapisem video 2 przejść każdego badanego.

Przygotowano dwa niezależne od siebie tłumaczenia skali WGS z języka angielskiego na język polski. Przed rozpoczęciem tłumaczeń uzyskano zgodę Autora na użycie i tłumaczenie skali. Następnie dokonano porównania obu wersji tłumaczenia i oryginału, w celu opracowania wersji syntetycznej, na podstawie której, sporządzono dwa tłumaczenia wsteczne na język oryginału. Następnie zespół (lekarz specjalista rehabilitacji medycznej, specjalista fizjoterapii, tłumacze) recenzował tłumaczenie aby sprawdzić adaptację językową i kulturową skali. Zaproponowano zmiany i zaplanowano spotkanie w celu ustalenia konsensusu. Na podstawie wszystkich komentarzy sporządzono wersję ostateczną skali. Skala WGS umożliwia wieloczynnikową ocenę chodu. Obejmuje łącznie czternaście elementów podzielonych na cztery podskale, dotyczące poszczególnych faz chodu: fazy podporu, fazy odbicia, fazy przenoszenia oraz kontaktu pięty z podłożem kończyny zajętej. Pierwszych pięć elementów skali dotyczy fazy podporu kończyny zajętej: 1-użycie ręcznych pomocy podczas chodu, 2-faza podpo-

tient's walking line. Two walks were registered in order to obtain the recording with a left- and right-side view of the patient and with an anterior and posterior view of the gait. During the recording, patients moved along the 10-metre-long area. They were instructed to pass the set distance at their own (comfortable) speed, with the use of their orthopaedic devices used by them every day. The patients' gait was recorded twice with a 7-day interval. The 1st and the 2nd test was performed at the same time of the day, in the same room, with the same instructions. The recorded gait was assessed with the use of the WGS independently by three experienced physiotherapists, trained in the field of gait disorders in hemiparetic post-stroke patients and informed of the criteria of the WGS assessment. Each of the physiotherapists received a recording from the 1st and the 2nd test including 2 trials of each patient.

The WGS was translated from English into Polish by two independent translators. Prior to commencing the translations, the author's acceptance of the use and translation of the scale was obtained. Next, both versions of translation were compared with the original in order to prepare a synthetic version which was later translated back into English by two independent translators. Then, the team (medical rehabilitation specialist, physiotherapist, translators) reviewed the translated version in order to check language and cultural adaptation of the scale. The team suggested changes and the next meeting aimed at reaching a compromise was arranged. On the basis of all the remarks, the final version of the scale was created. The WGS allows for a multifactorial gait analysis. It includes the total of fourteen elements divided into four sub-scales referring to particular phases of gait, i.e. stance phase, toe off, swing phase, and heel strike. The first five elements are included in the stance phase of the affected leg: 1- use of hand-held gait aid, 2- stance time on the impaired side, 3- step length of the unaffected side, 4- weight shift to the affected side with or without gait aid, 5- stance width. The second part of the scale is the toe-off phase of the affected leg and includes two sub-categories: 6-guardedness (pause prior to advancing the affected leg), 7- hip extension of the affected leg (observe gluteal crease). The third subscale is the swing phase of the affected leg including six sub-categories: 8- external rotation during initial swing, 9- circumduction at mid-swing (observe path of the affected foot), 10- hip hiking at mid-swing, 11- knee flexion from toe off to mid-swing, 12- toe clearance, 13- pelvic rotation at terminal swing. The last part of the scale is the heel strike of the affected leg and includes only one sub-category: 14- initial foot contact of the affected leg. All the fourteen elements of the scale may be assessed with 1 to 3 points, except for the first element which is assessed with 1 to 5 points and the eleventh element which may be given 1 to 4 points. The range of points starts from 13.35 and goes

ru po stronie zajętej, 3-długość kroku strony niezajętej, 4-przenoszenie ciężaru na stronę zajęta, 5-szerokość podstawy. Drugą częścią skali jest faza odbicia kończyny zajętej, obejmując dwie podkategorie: 6-ostrożność/wahanie (przed odbiciem kończyny niedowładnej), 7-wyprost stawu biodrowego w kończynie zajętej (obserwacja fałdów pośladowych). Trzecią podskala jest faza przeniesienia kończyny zajętej obejmująca sześć podkategorii. Są to: 8-rotacja zewnętrzna podczas przyspieszenia, 9-obwodzenia podczas przenoszenia właściwego (obserwacja drogi pięty stopy zajętej), 10-wędrowka biodra podczas przenoszenia właściwego, 11-zgięcie stawu kolanowego od odbicia do przenoszenia właściwego, 12-zachowanie palucha, 13-rotacja miednicy podczas hamowania. Ostatnia część skali to kontakt pięty z podłożem i zawiera tylko jedną podkategorię: 14-kontakt pięty kończyny zajętej z podłożem. Wszystkich czternaście elementów skali punktowanych jest w zakresie od 1 do 3, z wyjątkiem pierwszego elementu ocenianego od 1 do 5 oraz jedenastego elementu punktowanego w zakresie od 1 do 4. Zakres punktacji zawiera się w przedziale od 13,35 do 42 punktów. Wyższej punktacji odpowiada znacznie zaburzony chód [16,21].

Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica 10.0 (StatSoft, Polska). Parametryczność rozkładu badanych cech oceniono za pomocą testu Shapiro-Wilka. W celu oceny istotności różnic zastosowano nieparametryczny test Wilcoxon oraz test Manna-Whitneya. Jako istotny statystycznie przyjęto wynik testu statystycznego  $p < 0,05$ . Poziom zależności oceniono za pomocą współczynnika korelacji rang Spearmana. Ocena chodu przy użyciu WGS została dokonana niezależnie przez trzech fizjoterapeutów, analizę zgodności i powtarzalności uzyskanych przez nich wyników przeprowadzono wg koncepcji Blanda i Altmana, wyznaczając wartości współczynnika powtarzalności (WP) oraz współczynnika zmienności (WW) [22]. Stosując współczynnik  $\alpha$  Cronbacha zbadano zgodność wewnętrzną skali WSG. Przyjmuje się, iż skala jest zgodna wewnętrznie, gdy miara ta jest nie mniejsza niż 0,70 [23]. Zbadano również związek oceny dokonanej za pomocą WSG i prędkości chodu, kontroli motorycznej i napięcia mięśniowego kończyny dolnej niedowładnej oraz sprawności funkcjonalnej za pomocą współczynnika korelacji rang Spearmana.

## Wyniki

Analizując zgodność oceny wyników uzyskanych przez poszczególnych oceniających wykazano, że wartości statystyk opisowych dotyczących rozkładu WSG są bardzo zbliżone (Tab.1.). Wykazano, iż różnice pomiędzy ocenami jakości chodu dokonanymi na podstawie skali WSG są znamienne statystycznie, natomiast przeciętny poziom różnicy w wartościach WSG określonych przez oceniających jest mniej-

up to 42 points. Higher point values refer to a more significantly disturbed gait [16,21].

Statistical analyses were computed with the use of Statistica 10.0 (StatSoft, Poland). Parameters of the relevant characteristics distribution were assessed with Shapiro-Wilk test. In order to assess the significance of differences, a non-parametric Wilcoxon test and Mann-Whitney test were applied. Statistical significance was assumed at  $p < 0.05$ . The level of correlation was assessed with the use of Spearman's rank correlation coefficient. Gait was assessed using the WGS by three independent physiotherapists and the test-retest reliability and internal consistency of their results were analysed according to Bland-Altman method by providing the values of repeatability coefficient (RC) and coefficient of variation (CV) [22]. Internal consistency of the WGS was examined using Cronbach's  $\alpha$  coefficient. It is assumed that the scale is internally consistent if this coefficient is not lower than 0.70 [23]. Moreover, a correlation between the assessment made with the WGS and gait speed, motor control and muscle tone of a paretic lower limb as well as functional independence was examined with the use of Spearman's rank correlation coefficient.

## Results

The analysis of the consistency of results obtained by three independent physiotherapists revealed that the values of descriptive statistics regarding the WGS distribution were very similar (tab.1). It was revealed that the differences between gait assessments made on the basis of the WGS are statistically significant, while a mean difference in the WGS values defined by the therapist was lower than 1 point. For many patients, measurements made by two therapists were nearly identical. A particularly high number of identical assessments was noted when the scores of the 1st and the 2nd therapist were compared (tab.2). The level of correlation between the results obtained by particular therapist presented in table 3. It was revealed that correlations between the results were very high (nearly ideal). The analysis of the consistency of results given by particular physiotherapist according to Bland-Altman concept revealed that the coefficient of variation (CV) was below 10% for all the comparisons. The biggest inconsistencies occurred in the comparisons between the 2nd and the 3rd therapist; however, also in this case the approximation error was not higher than 10% for the majority of patients (tab.4).

The analysis of internal consistency of the WGS was performed for each of the three therapists separately. The Cronbach's  $\alpha$  coefficient had high values in the case of the results of each of the therapist and ranged from 0.85 to 0.88. Table 5 illustrates detailed results for each element of the scale, showing its correlations with the total result and  $\alpha$  coefficient when the question is excluded from the analysis. It can be

**Tab. 1.** Średnia wartość oceny chodu badanych wykonana przez trzech niezależnych oceniających  
**Tab. 1.** Mean assessment of gait in patients performed by three independent physiotherapist

WSG	$\bar{x}$	Me	sd	Min	max
oceniający 1/ Therapist 1	20,4	20,5	5,4	13,4	32,1
oceniający 2/ Therapist 2	20,1	19,5	5,4	13,4	32,1
oceniający 3/ Therapist 3	21,0	20,2	5,7	13,4	34,3

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, sd – odchylenie standardowe, min – wartość minimalna, max – wartość minimalna  
 $\bar{x}$  – mean, Me – median, sd – standard deviation, min – minimal value, max – maximal value

szy niż 1 pkt. Dla wielu pacjentów pomiary dokonane przez dwóch oceniających były niemal identyczne. Szczególnie duża liczba idealnie zgodnych ocen, cechowała oceniającego 1. i 2. (Tab.2.). Poziom korelacji pomiędzy uzyskanymi przez poszczególnych oceniających wynikami przedstawiono w tabeli 3. Wykazano że, korelacje pomiędzy wynikami są bardzo wysokie, niemal zbliżone do idealnych. Analiza zgodności wyników uzyskanych przez poszczególnych oceniających wg koncepcji Blanda i Altmana wykazała, że współczynnik zmienności (WW) jest dla wszystkich przeprowadzonych porównań poniżej 10% – najbardziej niezgodne okazały się wyniki uzyskiwane przez oceniającego 2. i 3., ale i tu dla zdecydowanej większości pacjentów błąd względny nie przekraczał 10% (Tab.4.).

Analizę zgodności wewnętrznej skali WGS przeprowadzono dla każdego z trzech oceniających oddzielnie. Poziom współczynnika  $\alpha$  Cronbacha jest wysoki dla wyników każdego z trzech oceniających i waha się w przedziale 0,85-0,88. W tabeli 5 przedstawiono szczegółowe wyniki dla każdej składowej skali, pokazując jej korelację z wynikiem sumarycznym i poziom współczynnika  $\alpha$ , gdyby dane pytanie składowe wykluczyć z analizy. Jak widać, wykluczenie jakiegokolwiek pytania nie wpływa znacząco na obniżenie czy podwyższenie rzetelności skali.

Ocena test-retest powtarzalności została wykonana przez trzech oceniających z których każdy dokonywał badania dwukrotnie (pomiar 2. – 7 dni po pomiarze 1.). Analizując powtarzalności uzyskanych wy-

noted that excluding any question does not significantly decrease or increase the reliability of the scale.

The test-retest reliability was assessed for three physiotherapists each of whom conducted the test twice (the 2nd measurement – 7 days after the 1st one). The analysis of the repeatability of the results, separately for each of the therapist revealed that the correlation between both measurements made by the 1st therapist was very strong and highly significant, while the Spearman’s rank correlation coefficient was  $r = 0.90$ . No significant differences were noted between mean values of both measurements made by the 1st therapist (Wilcoxon test –  $p = 0.5372$ ). In the repeatability analysis according to Bland-Altman concept, differences between both measurements were revealed. For approximately 10 patients the relative difference between the measurements was higher than 10%. The correlation between both measurements performed by the 2nd therapist appeared to be nearly ideal and highly significant ( $r = 0.99$ ). A significant difference between mean values of both measurements was found ( $p = 0.0011^{**}$ ) – in the second test the 2nd therapist marked the level of gait disorders higher. However, the analysis of minimal value (-0.1), maximal value (2.0) and standard deviation (0.6) revealed that this effect was really slight. It was also noted that both a graphic analysis of differences between both tests regarding their mean values as well as the value of coefficient of variation (relative difference between the measurements constitutes only 3.2% of the “real” value) proved high repeatability of the results of the

**Tab. 2.** Średnie wartości różnicy pomiędzy oceną chodu w skali WGS wykonanej przez oceniających oraz wynik testu statystycznego  
**Tab. 2.** Mean differences between gait assessments with the WGS performed by the physiotherapist and the result of the statistical test

WSG (różnica)/ (difference)	$\bar{x}$	Me	s	min	max	N0	p
oceniający 1 vs. oceniający 2 <sup>a)</sup>	-0,4	0,0	1,3	-2,4	5,0	20 (55%)	0,0494*
oceniający 1 vs. oceniający 3 Therapist 1 vs. 3rd	0,6	0,9	1,1	-3,0	2,2	9 (25%)	0,0057**
oceniający 2 vs. oceniający 3 Therapist 2 vs. 3rd	0,9	1,0	1,7	-3,0	4,2	8 (22%)	0,0041**

$\bar{x}$  – średnia arytmetyczna, Me – mediana, sd – odchylenie standardowe, min – wartość minimalna, max – wartość minimalna, a) oceniający 1 vs. oceniający 2 – różnica pomiędzy średnią wartością wyniku WGS uzyskanego przez oceniającego 2. i oceniającego 1., N – liczba badanych dla których wynik obu oceniających był identyczny, p – wynik testu Wilcozona  
 $\bar{x}$  – mean, Me – median, sd – standard deviation, min – minimal value, max – maximal value, a) therapist 1 vs. 2nd– difference between mean the WGS result given by the 2nd and the 1st therapist, N –number of subjects for whom the result was identical, p: Wilcoxon test result

**Tab. 3.** Korelacje pomiędzy ocenami chodu w skali WGS uzyskanymi przez poszczególnych oceniających  
**Tab. 3.** Correlations between gait assessments (WGS) given by particular physiotherapist

WGS	oceniający 1/ Therapist 1	oceniający 2/ Therapist 2	oceniający 3/ Therapist 3
oceniający 1/ Therapist 1	1	0,97***	0,97***
oceniający 2/ Therapist 2	0,97***	1	0,95***
oceniający 3/ Therapist 3	0,97***	0,95***	1

\*  $p \leq 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$

**Tab. 4.** Zgodność wyników uzyskanych przez poszczególnych oceniających wg koncepcji Blanda i Altmana

**Tab. 4.** Consistency of results given by particular therapists according to Bland-Altman method

WSG	Średnia arytmetyczna z dwóch pomiarów/ Arithmetic mean from two measurements	sd	WP <sup>a)</sup> RC <sup>a)</sup>	WW <sup>b)</sup> CV <sup>b)</sup>
oceniający 1 vs. oceniający 2 Therapist 1 vs. 2nd	20,2	1,3	2,6	6,5%
oceniający 1 vs. oceniający 3 Therapist 1 vs. 3rd	20,7	1,1	2,3	5,6%
oceniający 2 vs. oceniający 3 Therapist 2 vs. 3rd	20,5	1,7	3,4	8,3%

<sup>a)</sup>WP – współczynnik powtarzalności, jest definiowany jako podwojone odchylenie standardowe różnic pomiędzy dwoma pomiarami, <sup>b)</sup>WW – współczynnik zmienności, jest to stosunek odchylenia standardowego różnic do średniej z dwóch porównywanych pomiarów, sd – odchylenie standardowe różnic

<sup>a)</sup>RC – repeatability coefficient is defined as double standard deviation of differences between two measurements, <sup>b)</sup>CV – coefficient of variation is a ratio of standard deviation to the mean of two compared measurements, sd – standard deviation

**Tab. 5.** Zgodność wewnątrzna skali WGS dla poszczególnych oceniających przy użyciu współczynnika  $\alpha$  Cronbacha

**Tab. 5.** Internal consistency of the WGS for particular physiotherapists using Cronbach's  $\alpha$  coefficient

Składowe skali WSG/ WSG elements	oceniający 1 Therapist 1		oceniający 2 Therapist 2		oceniający 3 Therapist 3	
	ri	$\alpha$ i	ri	$\alpha$ i	ri	$\alpha$ i
1	0,57	0,84	0,57	0,86	0,65	0,87
2	0,64	0,83	0,72	0,85	0,52	0,87
3	0,44	0,84	0,57	0,86	0,66	0,87
4	0,48	0,84	0,63	0,86	0,54	0,87
5	0,07	0,86	0,14	0,88	0,05	0,89
6	0,40	0,85	0,41	0,87	0,39	0,88
7	0,49	0,84	0,54	0,86	0,58	0,87
8	0,32	0,85	0,37	0,87	0,30	0,88
9	0,55	0,84	0,50	0,86	0,60	0,87
10	0,57	0,84	0,62	0,86	0,62	0,87
11	0,68	0,83	0,70	0,85	0,68	0,87
12	0,42	0,84	0,59	0,86	0,67	0,87
13	0,62	0,83	0,62	0,85	0,72	0,86
14	0,63	0,83	0,45	0,87	0,67	0,87

ri – korelacja pomiędzy daną pozycją (jednym z pytań) skali WGS a wynikiem sumarycznym,  $\alpha$  i – poziom zgodności wewnętrznej ( $\alpha$  Cronbacha), gdy ze skali wykluczy się daną pozycję (pytanie)

ri – correlation between a given element (one of the questions) in the WGS and the sum,  $\alpha$  i – the level of internal consistency (Cronbach's  $\alpha$ ) when a particular element (question) is excluded from the scale



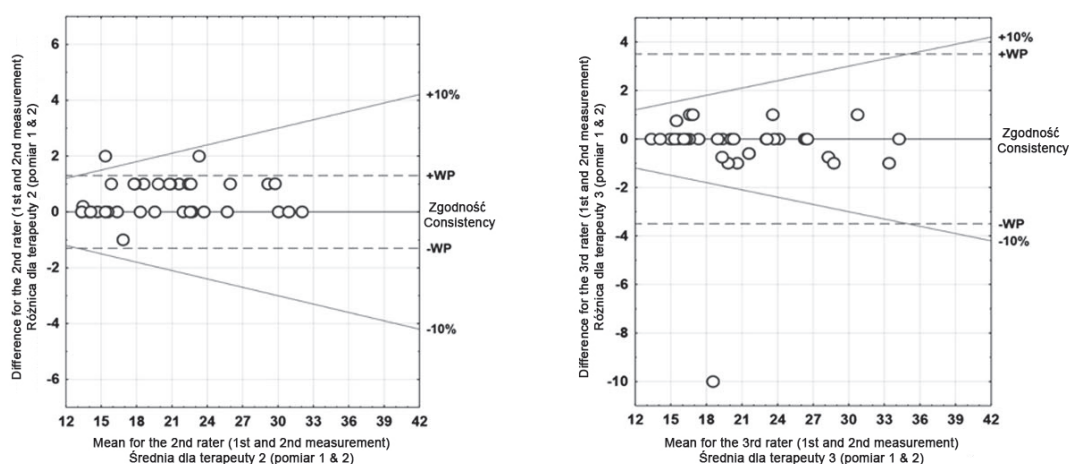
ników – oddzielnie dla każdego oceniającego wykazano, iż korelacja pomiędzy obydwooma pomiarami dokonanymi przez oceniającego 1. jest bardzo silna i wysoce istotna statystycznie, współczynnik korelacji rang Spearmana wyniósł:  $r = 0,90$ . Nie wykazano znamiennej różnicy porównując przeciętny poziom obu pomiarów dokonanych przez oceniającego 1 - wynik testu Wilcoxona  $p = 0,5372$ . Analizując powtarzalności wg koncepcji Blanda Altmana wykazano, różnice w obu pomiarach. Dla około 10 pacjentów względna różnica pomiędzy pomiarami przekraczała 10%. Korelacja pomiędzy obydwooma pomiarami dokonanymi przez oceniającego 2. okazała się niemal idealna i wysoce istotna statystycznie ( $r = 0,99$ ). Wykazano statystycznie istotną różnicę w przeciętnym poziomie obu pomiarów ( $p = 0,0011^{**}$ ) – w drugim pomiarze oceniający 2 wyżej oceniał poziom zaburzeń chodu. Jednakże analiza wartości minimalnej (-0,1), maksimum (2,0) i poziom odchylenia standardowego (0,6) wskazuje, iż efekt ten był bardzo niewielki. Wykazano, że zarówno analiza graficzna różnic w obu pomiarach względem ich średniej, jak i wartość współczynnika zmienności (względna różnica pomiędzy pomiarami stanowi zaledwie średnio 3,2% wartości „prawdziwej”) świadczy o dużej powtarzalności wyników dla oceniającego 2. (Ryc.1). Analizując korelację pomiędzy obydwooma pomiarami dokonanymi przez oceniającego 3. wykazano, iż jest bardzo silna i wysoce istotna statystycznie, ( $r = 0,92$ ). Nie wykazano znamiennej różnicy porównując przeciętny poziom obu pomiarów dokonanych przez oceniającego 3 - wynik testu Wilcoxona  $p = 0,5525$ . Wykazano, że analiza graficzna różnic w obu pomiarach względem ich średniej, jak i wartość współczynnika zmienności (względna róż-

2nd physiotherapist (fig.1). The analysis of the correlation between both measurements performed by the 3rd therapist revealed that it was very strong and highly significant ( $r = 0.92$ ). No significant difference was found between mean values for both measurements made by the 3rd therapist (Wilcoxon test result  $p = 0.5525$ ). The graphic analysis of differences between the two tests regarding their mean values as well as the value of the coefficient of variation (relative difference between the measurements constitutes only 8.4% of the “real” value) proved high repeatability of the results of the 3rd therapist (fig.1).

The analysis of correlations between the WGS values and Brunnström scale results revealed a statistically significant, strong negative correlation (1<sup>st</sup> therapist  $r = - 0.75$ , 2<sup>nd</sup> therapist  $r = - 0.67$ , 3<sup>rd</sup> therapist  $r = - 0.78$ ). Slightly weaker but also negative correlations were found between gait speed and the WGS (1<sup>st</sup> therapist  $r = - 0.58$ , 2<sup>nd</sup> therapist  $r = - 0.61$ , 3<sup>rd</sup> therapist  $r = - 0.53$ ). In the analysis of differences between the WGS and Ashworth’s scale, statistically significant correlations (1st therapist  $r = 0.55$ , 2nd therapist  $r = 0.49$ , 3rd therapist  $r = 0.54$ ) were also noted. The results of the last measurement, i.e. the Barthel Index did not correlate significantly with the WGS values.

### Discussion

The WGS has been used in numerous studies analysing hemiparetic post-stroke patients’ gait [7,13,15,16,24]. For the first time the WGS was presented as a research tool used for assessing the efficiency of home gait training programme in patients with chronic stroke. The research included 18 patients whose gait before and after the rehabilitation pro-



Ryc.1. Różnica w obu pomiarach (pomiar 1&2) względem ich średniej w przypadku ocen dokonywanych przez oceniającego 2 i 3  
 Fig. 1. Differences between both measurements (test 1 and 2) with regard to their mean values for the 2<sup>nd</sup> and the 3<sup>rd</sup> physiotherapist

nica pomiędzy pomiarami stanowi średnio 8,4% wartości „prawdziwej”), świadczy o dużej powtarzalności wyników dla oceniającego 3. (Ryc.1).

Analizując zależności pomiędzy wartością WGS a wynikami skali Brunnström wykazano istotną statystycznie, silną korelację o niezgodnym kierunku (oceniający 1  $r = -0,75$ , oceniający 2  $r = -0,67$ , oceniający 3  $r = -0,78$ ). Nieco słabsze korelacje, również o niezgodnym kierunku wykazano pomiędzy prędkość chodu i WSG (oceniający 1  $r = -0,58$ , oceniający 2  $r = -0,61$ , oceniający 3  $r = -0,53$ ). Analizując zależności pomiędzy wartością WGS a wynikami skali Ashworth również wykazano, istotne statystycznie korelacje (oceniający 1  $r = 0,55$ , oceniający 2  $r = 0,49$ , oceniający 3  $r = 0,54$ ). Pozostała miara sprawności tj. wskaźnik Barthel nie wykazał statystycznie istotnej zależności z wartościami WSG.

## Dyskusja

WGS została wykorzystana w wielu badaniach analizujących chód pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu [7,13,15,16,24]. Po raz pierwszy skala WGS została przedstawiona jako narzędzie badawcze oceny skuteczności domowego programu treningu chodu u pacjentów w okresie przewlekłym po udarze mózgu. Do badania zakwalifikowano 18 pacjentów, a oceny chodu z wykorzystaniem WGS, przed i po zakończeniu programu rehabilitacji dokonywało niezależnie 2 oceniających korzystających z nagrań wideo. Wykazano, że po zakończeniu treningu średni wynik WGS uległ znacznej poprawie ( $p < 0,05$ ). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy ocenami chodu wykonanymi przez dwóch niezależnych terapeutów, zarówno przed jak i po treningu, wykazując jednocześnie bardzo wysoką zgodność wewnętrzną dla całkowitego wyniku WGS [16].

Analizując zgodność oceny wyników uzyskanych przez poszczególnych oceniających w badaniach własnych wykazano dużą zgodności ocen całej badanej zbiorowości. Wykazano także, iż różnice pomiędzy ocenami jakości chodu dokonanymi na podstawie WSG są znamienne. Znamienność statystyczna nie musi jednak oznaczać istnienia różnicy, znaczącej z praktycznego punktu widzenia. Jak bowiem wykazano przeciętny poziom różnicy w wartościach WSG określonych przez oceniających był mniejszy niż 1 pkt., a dla wielu pacjentów pomiary dokonane przez dwóch oceniających były niemal identyczne. Poza kwestią oceny poziomu jakości chodu, istotne było także zbadanie korelacji pomiędzy uzyskanymi przez poszczególnych oceniających wynikami. Wykazano że, korelacje pomiędzy wynikami są bardzo wysokie, niemal zbliżone do idealnych. Jednakże analiza korelacji zastosowana do oceny zgodności wyników dwóch pomiarów nie daje 100% pewności, że uzyskane wyniki są identyczne. To samo można odnieść do oceny istotności statystycznej różnic za pomocą

gramme was assessed with the WGS by 2 independent physiotherapists using video recordings. It was revealed that after the training, a mean result of the WGS improved significantly ( $p < 0.05$ ). No significant differences between gait assessments made by two independent therapists both before and after the training were found, revealing a very high internal consistency for the total the WGS result [16].

In the analysis of consistency of the results obtained by particular therapist in our own research, it was revealed that the results of all the examined subjects were highly consistent. What is more, it was concluded that differences between gait assessments made with the WGS were significant. However, statistical significance does not necessarily imply that there is a difference which is significant in practice. It was noted that a mean difference in the WGS values obtained by the therapist was lower than 1 point, while for many patients the measurements made by two therapists were nearly identical. Apart from the issue of gait quality assessment, it was also significant to examine correlations between the scores given by particular therapist. It was revealed that these correlations were very high (close to ideal). However, the analysis of the repeatability of two measurements did not give 100% of certainty that the obtained results were identical. The same conclusion may be drawn with regard to the assessment of the statistical significance of results obtained in the Wilcoxon test. Therefore, in our own research we carried out an analysis of consistency of results obtained by particular therapist according to Bland-Altman concept. It was revealed that the coefficient of variation for all the comparisons was below 10%. The analysis of internal consistency of the WGS revealed that the Cronbach's  $\alpha$  coefficient was high in the case of all the three physiotherapists and ranged from 0.85 to 0.88. When assessing the repeatability of the results, it was revealed that correlations between both measurements made by particular therapist were very strong and highly significant, proving the repeatability of the WGS. Also, the value of the coefficient of variation proved high repeatability of results in the case of the 2nd and 3rd therapist.

In their research, Yaliman et al. also assessed internal consistency and test-retest reliability of the WGS in hemiparetic post-stroke patients. Their research included 19 hemiparetic patients 3-9 months after a stroke. Two doctors and two physiotherapists assessed video recordings twice with a 2-day interval. It was revealed that internal consistency of the WGS was excellent, as the values of Cronbach  $\alpha$  coefficient were 0.91 and 0.94 for the first and second measurement, respectively. The repeatability coefficient for observational assessment of the WGS ranged from 4.23 to 5.76. The authors concluded that the WGS has excellent repeatability and may serve as a tool for documenting results of observational gait analy-

testu Wilcoxon. Dlatego też w badaniach własnych przeprowadzono analizę zgodności wyników uzyskanych przez poszczególnych oceniających wg koncepcji Blanda i Altmana. Wykazano, że współczynnik zmienności dla wszystkich przeprowadzonych porównań był poniżej 10%. Analiza zgodności wewnątrznej skali WGS wykazała, że poziom współczynnika  $\alpha$  Cronbacha był wysoki dla wyników każdego z trzech oceniających i waha się w przedziale 0,85-0,88. Oceniając powtarzalności uzyskanych wyników wykazano, iż korelacje pomiędzy obydwoma pomiarami dokonany przez poszczególnych oceniających są bardzo silne i wysoce istotne statystycznie, więc nie ma podstaw, by negować powtarzalność wskaźnika WSG. Również wartość współczynnika zmienności świadczy o dużej powtarzalności wyników dla oceniającego 2 i 3.

Podobnie Yaliman i współautorzy w swoich badaniach, podjęli się oceny zgodności wewnętrznej oraz powtarzalności WGS u pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu. Do badania zakwalifikowano 19 pacjentów z hemiplegią, z 3-9 miesięczną historią udarową. Dwóch lekarzy i dwóch fizjoterapeutów oceniało nagrania wideo, dwukrotnie, w odstępie 2 dni. Wykazano, że zgodność wewnętrzna WGS była znakomita, wyniki współczynnika  $\alpha$  Cronbacha wynosiły 0,91 i 0,94 dla pierwszego i trzeciego dnia pomiaru. Współczynnik powtarzalności dla oceny obserwacyjnej WGS wahała się między 4.23-5.76. Autorzy podają, że WGS cechuje się doskonałą powtarzalnością i może stanowić narzędzie do dokumentowania wyników z obserwacyjnej analizy chodu [7]. Również Lu i współautorzy ocenili w swoich badaniach rzetelność WGS. Do badania zakwalifikowano 20 pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu. Dwóch fizjoterapeutów oceniło chód badanych, z wykorzystaniem nagrań wideo. Obliczono współczynnik korelacji wewnątrzklasowej dla oceny powtarzalności, który wyniósł 0.961. Istotne statystycznie okazały się także korelacje WGS z innymi miarami sprawności, w tym z prędkością chodu. Autorzy potwierdzili, że WGS jest rzetelnym i wiarygodnym protokołem oceny chodu pacjentów po udarze mózgu [24].

Dalszą kwestią podjętą w badaniach własnych była analiza korelacji wyników uzyskanych przy pomocy WGS z wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu innych skal i testów. Stwierdzono istotne statystycznie korelacje pomiędzy wartością WGS a wynikami skali Brunnström, Ashworth oraz prędkością chodu. Pozostała miara sprawności tj. wskaźnik Barthel nie wykazał statystycznie istotnej zależności z wartościami WSG.

Analiza korelacji wyników WGS z wynikami uzyskanymi przy zastosowaniu innych miar sprawności była również tematem badań Turani i współautorów. Badacze wykorzystali WSG jako narzędzie do oceny wzorca chodu po programie treningowym u 35 pacjen-

sis [7]. Also, Lu et al. examined the reliability of the WGS in their research which included 20 hemiparetic post-stroke patients. Two physiotherapists assessed the patients' gait with the use of video recordings. In order to assess repeatability, the intra-class correlation coefficient was calculated, which amounted to 0.961. Additionally, correlations of the WGS with other tests, including gait speed, appeared to be statistically significant. The authors confirmed that the WGS is a reliable protocol of assessing post-stroke patients' gait [24].

Another issue analysed in our research was the correlation of the WGS results with the scores obtained using of other scales and tests. Statistically significant correlations between the WGS value and Brunnström scale result, Ashworth's scale and gait speed were noted. The last test, i.e. Barthel Index did not reveal statistically significant correlation with the WGS values.

Turani et al. also analysed the correlation between the WGS results and results obtained by means of other measurement scales. They used the WGS results as a tool of assessing gait pattern after a training programme in 35 patients with acute, subacute and chronic stroke. They noted significant correlations between the WGS values and gait speed both before ( $r=0.45$ ) and after ( $r=0.40$ ) the training as well as a good correlation with Brunnström scale ( $r=0.59$ ). However, no correlations were found with FIM scale [15]. The research on similar issues was conducted by Pizzi et al., who used the WGS to assess gait in patients with a chronic stroke. Again, it was concluded that the final WGS result improved after the training ( $P<0.003$ ). A similar improvement was observed in the case of every element of the WGS, except for stance width. In addition, a good correlation was revealed between the WGS and the level of functional independence assessed with the use of Barthel Index ( $P=0.005$ ). Taking into account the obtained results, it was concluded that the WGS has the capacity to be used for observational gait analysis and assessing treatment progress [13]. These observations are not in line with the conclusions of Gor-Garcia-Fogeda et al. The researchers reviewed the literature of the subject in order to define the accessibility of observational scales which assess changes in coordinated movement gait components and analyse clinical and psychometric features of these scales in individuals with neurological diseases. They concluded that it is not possible to assess the range of gait deficits with the use of the WGS. The fact that it is not uniform in assessing gait parameters and compensation strategies is another drawback of this scale [12].

Undeniably, it may be concluded that modern, computerised systems of gait assessment make it possible to analyse gait in a thorough and multidimensional way. However, they require costly unique equipment, which renders them unaffordable for many rehabilitation centres. Thus, it is clinical, observational meth-

tów w ostrej, podostrej i przewlekłej fazie udaru mózgu. Wykazali istotne korelacje pomiędzy wartościami WGS a prędkością chodu zarówno przed ( $r=.45$ ) jak i po ( $r=.40$ ) treningu oraz dobrą korelację ze skalą Brunnström ( $r=0.59$ ). Nie stwierdzono natomiast istotnej korelacji ze skalą FIM [15]. Zbliżone tematyką badania, przeprowadzili również Pizzi i współautorzy, używając WGS do oceny chodu pacjentów w okresie przewlekłym po udarze mózgu. Po raz kolejny wykazano, że całkowity wynik WGS uległ znacznej poprawie po zastosowanym treningu ( $P < .003$ ). Podobna poprawa dotyczyła każdej składowej skali WGS, z wyjątkiem szerokości podstawy. Wykazano również dobrą korelację WGS z poziomem sprawności funkcjonalnej ocenionym za pomocą wskaźnika Barthel ( $P=.005$ ). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że WGS jest wartościową skalą do obserwacyjnej analizy chodu umożliwiającą ocenę postępów leczenia. [13]. Obserwacje te nie są zgodne z doniesieniami Gor-Garcia-Foged i współautorów. Badacze dokonali przeglądu piśmiennictwa w celu określenia dostępności obserwacyjnych skal oceny zmian zachodzących w skoordynowanych, ruchowych komponentach chodu oraz analizy klinicznych i psychometrycznych właściwości tych skal u osób z zaburzeniami neurologicznymi. Sugerują, że WGS nie pozwala na pełną ocenę zakresu deficytów chodu, a wadą tej skali jest niejednorodność, dotycząca oceny zarówno parametrów chodu jak i strategii kompensacyjnych [12].

Bezspornie można przyjąć, że nowoczesne, skomputeryzowane systemy oceny chodu pozwalają na wnikliwą i wielopłaszczyznową analizę chodu. Niemniej jednak wymagają kosztownego, niestandardowego oprzyrządowania, co sprawia, że często stają się nieosiągalne dla wielu ośrodków rehabilitacyjnych. Dlatego też, najczęściej stosowane w środowisku terapeutycznym są metody kliniczne, obserwacyjne, proste i szybkie w użyciu, niewymagające dużych nakładów finansowych. Badania potwierdzają, że WGS jako narzędzie obserwacyjnej analizy chodu charakteryzuje się rzetelnością, wiarygodnością wyników, łatwością użycia, a tym samym dostępnością dla wszystkich członków zespołu rehabilitacyjnego.

## Wnioski

Wykazano, że WGS cechuje się wysoką zgodnością wewnętrzną i powtarzalnością. Wykazano również istotne zależności pomiędzy oceną chodu, wykonaną przy użyciu WGS a prędkością chodu, stopniem niedowładów i napięciem mięśniowym kończyny dolnej niedowładnej. Stwierdzony fakt ma duże znaczenie dla zastosowania klinicznej skali, która uzupełniona pomiarem prędkości chodu, poziomu kontroli motorycznej oraz napięcia mięśniowego kończyny dolnej niedowładnej dostarcza ważnych informacji o zaburzeniach wzorca chodu u osób z niedowładem połowicznym po udarze mózgu. Nie wykaza-

ods that are most commonly used among therapists, since they are easy to use, fast and do not require big financial resources. The research also confirmed that the WGS as a tool for observational gait analysis is reliable. It provides credible results, it is easy to use and it is easily affordable for all the members of the rehabilitation team.

## Conclusions

It was revealed that the WGS has a high internal consistency and test-retest reliability. Also, significant correlations were revealed between gait assessment made with the use of the WGS and gait speed, level of paresis and muscle tone of a paretic lower limb (the WGS results significantly correlate with Brunnström scale, Ashworth's scale and gait speed). The conclusion is really significant for the clinical application of the scale which, supplemented with the measurement of gait speed, the level of motor control and muscle tone of a paretic lower limb, provides significant information concerning gait pattern disorders in hemiparetic post-stroke patients. No significant correlations between the WGS values and Barthel Index were found. The WGS constitutes a promising tool for a qualitative, observational analysis of gait in post-stroke patients and allows for proper planning, monitoring and assessing rehabilitation results.



no istotnych zależności pomiędzy wartościami WSG a wskaźnikiem Barthel. WGS stanowi obiecujące narzędzie jakościowej, obserwacyjnej analizy chodu pacjentów po udarze mózgu, jednocześnie umożliwiając prawidłowe planowanie, monitorowanie i ocenę wyników rehabilitacji.

## Piśmiennictwo/References

1. Mun BM, Kim TH, Lee JH, Lim JY, Seo DK, Lee DJ. Comparison of Gait Aspects According to FES Stimulation Position Applied to Stroke Patients. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(4):563-6.
2. Sakuma K, Ohata K, Izumi K, Shiotsuka Y, Yasui T, Ibuki S, et al. Relation between abnormal synergy and gait in patients after stroke. *J Neuroeng* 2014; 25(11):141.
3. Belda-Lois JM, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down. *J Neuroeng Rehabil* 2011;13(8):66.
4. Qi Y, Soh CB, Gunawan E, Low KS, Thomas R. Estimation of spatial-temporal gait parameters using a low-cost ultrasonic motion analysis system. *Sensors (Basel)* 2014;14(8):15434-57.
5. Perry J, Garret M, Gronley JK, Mulroy SJ. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke* 1995;26:982-989.
6. Patterson KK, Nadkarni, NK, Black SE, McIlroy WE. Temporal gait symmetry and velocity differ in their relationship to age. *Gait Posture* 2012;35(4):590-94.
7. Yaliman A, Kesiktas N, Ozkaya M, Eskiurt N, Erkan O, Yilmaz E. Evaluation of intrarater and interrater reliability of the Wisconsin Gait Scale with using the video taped stroke patients in a Turkish sample. *NeuroRehabilitation* 2014;34(2):253-8.
8. Mudge S, Stott N. Outcome measures to assess walking ability following stroke: a systematic review of the literature. *Physiotherapy* 2007;93:189-200.
9. Tenore N, Fortugno F, Viola F, Galli M, Giaquinto S. Gait Analysis as a Reliable Tool for Rehabilitation of Chronic Hemiplegic Patients. *Clin Exp Hypertens* 2006;28(3-4):349-55.
10. Geroin C, Mazzoleni S, Smania N, Gandolfi M, Bonaiuti D, Gasperini G, et al; Italian Robotic Neurorehabilitation Research Group. Systematic review of outcome measures of walking training using electromechanical and robotic devices in patients with stroke. *J Rehabil Med* 2013;45:987-96.
11. Drużbicki M, Szymczyk D, Snela S, Dudek J, Chuchla M. Obiektywne, ilościowe metody analizy chodu w praktyce klinicznej. *Prz Med Uniw Rzesz* 2009;4:356-62.
12. Gor-García-Fogeda MD, Cano de la Cuerda R, Carratalá Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F. Observational Gait Assessments in People With Neurological Disorders: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil* 2016;97(1):131-40.
13. 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;39(2):170-74.
14. Wren TA, Gorton GE, Ounpuu S, Tucker CA. Efficacy of clinical gait analysis: A systematic review. *Gait & Posture* 2011;34(2):149-53.
15. Turani N, Kemiksizog A, Karatas M. Assessment of hemiplegic gait using the Wisconsin Gait Scale. *Scand J Caring Sci* 2004;18:103-08.
16. Rodriguez AA, Black PO, Kile KA, Sherman J, Stellberg B, McCormick J, et al. Gait training efficacy using a home-based practice model in chronic hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77:801-05.
17. Bohannon RW. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing* 1997;26(1):15-19.
18. Brunnström S. Motor testing procedures in hemiplegia. *J Am Phys Ther Assoc* 1966;46,4:357-375.
19. Bohannon R, Smith M. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity *Physical Therapy* 1987;67(2):206.
20. Barthel DW, Mahoney FJ. Functional evaluation: the Barthel index. *Maryland State Med J* 1965;14:61-65.
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. *Prz Med Uniw Rzesz* 2010;2:152-59.
22. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1(8476):307-10.
23. Cronbach LJ. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 1951;16:297-334.
24. Lu X, Hu N, Deng S, Li J, Qi S, Bi S. The reliability, validity and correlation of two observational gait scales assessed by video tape for Chinese subjects with hemiplegia. *J Phys Ther Sci* 2015;27(12):3717-21.