

- 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)

Ocena zależności prędkości chodu osób po udarze mózgu od czasu od udaru, stopnia niedowładów kończyny dolnej, czucia głębokiego, zaburzeń pola widzenia oraz poziomu sprawności funkcjonalnej

Assessment of the correlations between gait speed in post-stroke patients and the time from stroke onset, the level of motor control in the paretic lower limb, proprioception, visual field impairment and functional independence

Mariusz Drużbicki^{1,2 A-F}, Grzegorz Przysada^{1,2 A-C,E,F},
 Justyna Podgórska-Bednarz^{2 B,C,F}, Andrzej Kwolek^{2 A,B,E}, Teresa Pop^{2 D,E,F},
 Justyna Wyszynska^{2 C,D,F}, Justyna Leszczak^{2 C,D,F}

¹ Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego
 Institute of Physiotherapy, University of Rzeszow

² Klinika Rehabilitacji z Pododdziałem Wczesnej Rehabilitacji Neurologicznej
 Klinicznego Szpitala Wojewódzkiego Nr 2 im. Św. Jadwigi Królowej w Rzeszowie
 Rehabilitation Clinic with an Early Neurological Rehabilitation Unit at Saint Jadwiga
 the Queen's Regional Clinical Hospital No. 2 in Rzeszow

Streszczenie

Wstęp: Odtwarzanie funkcji chodu jest jednym z głównych celów rehabilitacji pacjentów po udarze mózgu. Celem pracy jest ocena zależności prędkości chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po udarze mózgu od stopnia niedowładów kończyny dolnej, czasu od udaru mózgu, wieku oraz występowania zaburzeń czucia głębokiego i zaburzeń pola widzenia.

Materiał i metody: Retrospektywne badanie przeprowadzono w Klinicznym Oddziale Rehabilitacji Szpitala Wojewódzkiego Nr 2 w Rzeszowie. Do badania zakwalifikowano 600 pacjentów po pierwszym udarze mózgu, samodzielnie chodzących. Oceniano prędkość chodu w teście drogi na dystansie 10 m, stopień niedowładów kończyny dolnej wg okresów zdrowienia Brunnström, czucie głębokie w obrębie kończyn dolnych, pole widzenia oraz sprawności funkcjonalną wg Barthel.

Wyniki: W badaniu wykazano słabą, ujemną zależność pomiędzy prędkością chodu a wiekiem badanych ($r = -0,25$). Nie wykazano zależności pomiędzy średnią prędkością chodu a czasem od wystąpienia udaru. Wykazano silną zależność pomiędzy prędkością chodu a poziomem kontroli motorycznej kończyny dolnej ($p = 0,0008$) oraz pomiędzy prędkością chodu a zaburzeniami czucia głębokiego. Wykazano również silną istotną statystycznie zależność pomiędzy prędkością chodu pacjentów a poziomem sprawności funkcjonalnej ocenianej w skali Barthel.

Wnioski: Do ważnych czynników wpływających na prędkość chodu i sprawność funkcjonalną należy stopień niedowładów kończyny dolnej i czucie głębokie. Pacjenci z wyższym poziomem sprawności funkcjonalnej charakteryzują się wyższą prędkością chodu.

Słowa kluczowe:

udar mózgu, prędkość chodu, czucie głębokie, pole widzenia, sprawność funkcjonalna

Abstract

Introduction: Gait recovery is one of the main objectives in the rehabilitation of post-stroke patients. The study aim was to assess the correlations between gait speed in post-stroke hemiparetic patients and the level of motor control in the paretic lower limb, the time from stroke onset, the subjects' age as well as the impairment of proprioception and visual field.

Materials and methods: This retrospective study was performed at the Clinical Rehabilitation Ward of the Regional Hospital No. 2 in Rzeszow. The study group consisted of 600 patients after a first stroke who walked independently. The measurements focused on gait speed assessed in a 10-meter walking test, motor control in the lower limb according to Brunnström recovery stages, proprioception in lower limbs, visual field as well as functional independence according to The Barthel Index.

Results: The study revealed a slight negative correlation between gait speed and the subjects' age ($r = -0.25$). No correlation was found between mean gait speed and the time from stroke onset. On the other hand, gait speed strongly correlated both with the level of motor control in the lower limb ($p = 0.0008$) and the incidence of impaired proprioception. Additionally, a strong statistically significant correlation between the patients' gait speed and the level of functional independence was found with the use of The Barthel Index.

Conclusions: The level of motor control in the paretic lower limb and proprioception are vital factors affecting gait speed and functional independence. Patients with a higher level of functional independence demonstrated higher gait speed.

Keywords: stroke, gait speed, proprioception, visual field, functional independence

Wstęp

Jedną z głównych przyczyn trwałej niepełnosprawności u osób starszych są udary mózgu (UM). Powstałe w wyniku UM niedowłady, zaburzenia czucia, zaburzenia kontroli napięcia mięśniowego, zaburzenia pola widzenia powodują różnego stopnia dysfunkcje motoryczne i funkcjonalne, wśród których zaburzenia chodu są jednymi z najważniejszych [1]. Wśród osób które przeżyły ostrą fazę UM 30 % nie odzyskuje zdolności do samodzielnego chodu. Osoby z lekkim i umiarkowanym stopniem niepełnosprawności mogą odzyskać zdolność samodzielnego chodzenia, ale tylko 40 % osób posiadających umiejętność samodzielnego chodu będzie mogło samodzielnie funkcjonować w swoim środowisku [2,3].

Głównym celem rehabilitacji określanym przez pacjentów po udarze UM i realizowanym w programach terapeutycznych jest odzyskanie samodzielnego, funkcjonalnego i bezpiecznego chodu [4]. Odzyskanie przez pacjentów zdolności chodu jest wykładnikiem skuteczności rehabilitacji, a prędkość chodu czułym narzędziem oceny postępu w odzyskiwaniu niezależności funkcjonalnej [5,6]. Prędkość chodu dobrze obrazuje stan deficytu neurologicznego pacjenta oraz jego zmiany. Ocena prędkości chodu jest prostą i powtarzalną metodą badawczą, jest silnie skorelowana z parametrami czasowo-przestrzennymi i kinematycznymi chodu. Ponadto prędkość chodu silnie jest związana z równowagą ciała, stosowaniem pomocy orto-

Introduction

Stroke is one of the main causes of residual disability in elderly persons. Stroke-related pareses, proprioception impairments, spasticity and visual field impairments may lead to various motor and functional dysfunctions, where gait impairment is one of the most significant ones [1]. Thirty percent of acute stroke patients are not able to walk independently. Individuals with a mild or moderate level of disability may regain the ability to walk independently; however, only 40% of patients walking independently will be able to function independently in the community [2,3].

The main objective of the rehabilitation mentioned by post-stroke patients and realised in the therapeutic programmes is to regain independent, functional and safe gait [4]. Gait recovery proves the efficiency of rehabilitation, while assessing gait speed is a sensitive way of measuring progress in regaining functional independence [5,6]. Gait speed reflects the level of neurological deficit in a patient and its changes. Measuring gait speed is a simple and reproducible research method which strongly correlates with spatio-temporal as well as kinematic parameters. Moreover, gait speed is strongly related to body balance, the use of assistive devices and the quality of life [7]. Measuring gait speed is a reliable and objective way of assessing gait recovery as well as a sensitive and objective means of assessing rehabilitation effects [8-10]. Therefore, it was agreed that measuring gait speed is the most

pedycznych oraz poziomem jakości życia [7]. Prędkość chodu jest wiarygodnym i obiektywnym narzędziem oceny odzyskiwania zdolności samodzielnego chodu oraz czułym i obiektywnym miernikiem oceny efektów rehabilitacji [8-10]. Dlatego ocena prędkości chodu została uznana za najbardziej czuły i obiektywny miernik w ocenie postępu rehabilitacji poudarowej. Poprawa szybkości chodzenia odzwierciedla faktyczną poprawę sprawności ruchowej, nawet jeśli inne środki oceny jednoznacznie jej nie wskazują. Prędkość chodu jest również ważnym czynnikiem prognostycznym w przewidywaniu samodzielności funkcjonalnej i uczestnictwa w środowisku. Osoby z niedowładem połowicznym po UM dysponujące dowolną prędkością chodu poniżej 0,4 m/s są zdolni do poruszania się tylko w obrębie domu, osoby z prędkością chodu 0,4 do 0,8 m/s posiadają ograniczoną zdolność do poruszania się w środowisku natomiast nieograniczone możliwości poruszania się w środowisku jest możliwe dla osób poruszających się z średnią prędkością chodu powyżej 0,8 m/s [11]. Prędkość chodu może służyć klasyfikowaniu chorych do odpowiedniego poziomu sprawności funkcjonalnej a zmiana prędkości chodu może wiązać się z zmianą poziomu sprawności funkcjonalnej i jakości życia [12,13].

Za powszechny przyjmuje się fakt, że najbardziej dynamiczna poprawa funkcjonalna w tym poprawa chodu następuje w okresie od 3 do 6 miesięcy od udaru a następnie wraz z adaptacją następuje stabilizacja sprawności. Równocześnie obserwuje się chorych w późnym okresie od UM którzy mimo znacznego niedowładu potrafią chodzić z szybkością umożliwiającą im niezależność [14].

Celem pracy jest ocena zależności dowolnej prędkości chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po UM od czasu jaki upłynął od udaru oraz od stopnia niedowładu kończyny dolnej. W pracy postawiono pytanie czy sprawność funkcjonalna pacjentów jest związana z prędkością chodu. Celem pracy było również określenie zależności prędkości chodu od innych czynników takich jak zaburzenie czucia głębokiego, zaburzenie pola widzenia oraz wieku badanych.

Material i metody

Badanie przeprowadzono w Klinice Rehabilitacji Klinicznego Szpitala Wojewódzkiego Nr 2 w Rzeszowie. Do badania kwalifikowano kolejno przyjmowanych i leczonych w oddziale pacjentów z niedowładem połowicznym po pierwszym UM, samodzielnie chodzących, bez zaburzeń funkcji poznawczych. Nie kwalifikowano pacjentów z udarem w obrębie mózgu, pacjentów z współistniejącymi innymi chorobami zaburzającymi chód oraz pacjentów z niewydolnością układu krążenia. Łącznie do analizy zakwalifikowano 600 pacjentów po UM. Średni wiek badanych wynosił 60,2 lata (mediana wieku 62 lata). Rozpiętość wie-

sensitive and objective method of assessing progress in rehabilitation of post-stroke patients. Gait speed improvement reflects actual development of motor skills, even if other assessment tools do not indicate it. Speed gait is also a significant prognostic factor in predicting functional independence and participation in community life. Post-stroke hemiparetic patients with gait speed below 0.4 m/s are able to move only at home, individuals with gait speed between 0.4 and 0.8 m/s have a limited ability to move in their surroundings, while only those with average gait speed over 0.8 m/s have an unlimited ability to move in their surroundings [11]. Gait speed may be used for classifying patients to particular levels of functional independence, while a change in gait speed may be related to a change in the level of functional independence and quality of life [12,13].

It is commonly recognised that the most dynamic functional recovery, including gait improvement, can be noted in the period from 3 to 6 months after a stroke, and it is followed by adaptation and stabilisation of performance. Moreover, it was noted that post-stroke patients after a long period from stroke onset could walk at a speed giving them independence despite significant paresis [14].

The aim of the study was to assess the correlation between gait speed in hemiparetic post-stroke patients and the time from stroke onset, and between gait speed and the level of motor control in the paretic lower limb. The research sought to answer the question of whether the patients' functional independence was related to gait speed. Additionally, the work was aimed at determining the correlations between gait speed and other factors such as proprioception impairment, visual field impairment and patients' age.

Material and methods

The research was carried out at the Clinical Rehabilitation Ward of the Clinical Regional Hospital No 2 in Rzeszow. Individual hemiparetic patients after a first stroke who were admitted to and treated in this hospital, and who were able to walk independently and did not have any cognitive disorders, were included in the study. Patients after cerebellar stroke, patients with coexisting other disorders affecting gait as well as patients with circulatory failure were not qualified for the study. In total, 600 post-stroke patients were accepted for the analysis. Patients were 16 to 88 years old, while mean age of the subjects was 60.2 years (median – 62 years). Patients after ischemic stroke constituted 72% of the subjects (432 individuals) and those after hemorrhagic stroke – 28% (168 individuals). Left-sided paresis was noted in 293 patients, while right-sided paresis in 307 individuals (Table 1).

A group of 284 subjects suffered a stroke less than 6 months prior to the study. This group included 178

Tab. 1. Charakterystyka badanej grupy

Tab. 1. Description of the research group

	n=600
Wiek w latach, średnia/Mean age in years (s)	60,2 (12,9)
Płeć K/M/Gender W/M (n)	338/262
Strona niedowład p/l/ Paretic side r/l (n)	307/293
Mechanizm udaru N/Kr/ Stroke type I/H (n)	432/168
Czas od udaru; do 3 miesięcy/od 3 do 6 miesięcy/ ponad 6 miesięcy (n) /Time from stroke: up to 3/from 3 to 6/over 6 months (n)	255/29/316
Brunnström / Brunnström approach	
Duży ≤ 3 wg Brunnström n (%) / ≤ 3 rd stage according to Brunnström n (%)	252 (42%)
Umiarkowany $> 3, < 5$ wg Brunnström n (%) / > 3 rd stage, < 5 th stage according to Brunnström n (%)	247 (41%)
Mały ≥ 5 wg Brunnström n (%) / ≥ 5 th stage according to Brunnström n (%)	101 (17%)

n – liczba badanych, s – odchylenie standardowe, p – prawa, l – lewa, N – niedokrwienny, Kr – krwotoczny

n – number of subjects, s – standard deviation, r – right, l – left, I – ischemic, H – hemorrhagic

ku od 16 do 88 lat. Pacjenci z niedokrwiennym udarem stanowili 72 % badanych (432 osoby) a z udarem krwotocznym 28% (168 osób). Niedowład lewostronny wystąpił u 293 pacjentów a prawostronny u 307 (Tabela. 1).

W badanej grupie w okresie wczesnym do sześciu miesięcy od wystąpienia UM było 284 badanych, w tym w okresie do pierwszego miesiąca było 178 osób (29,7%) bezpośrednio przyjętych do oddziału rehabilitacji z oddziałów udarowych, 77 pacjentów (12,8%) było w okresie od pierwszego do trzeciego miesiąca a 29 pacjentów (4,8%) było w okresie pomiędzy 3 a 6 miesiącem od udaru. Pacjenci w okresie późnym, powyżej sześciu miesięcy od udaru stanowili 52,6 % grupy (316 osób) w tym 269 pacjentów (44,8%) było w okresie powyżej jednego roku od udaru. Pacjentów ze względu na poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej oceniony według okresów zdrowienia Brunnström zakwalifikowano do trzech grup: dużych zaburzeń 2 i 3 okres wg Brunnström (252 pacjentów), grupy umiarkowanych zaburzeń 4 okresie Brunström (247 pacjentów), grupy małych zaburzeń 5 i 6 okresie Brunnström (101 pacjentów). Najliczniejszą grupę stanowili pacjenci w 3 okresie wg Brunnström (139 pacjentów, 23,2%).

Pacjentów przejmowanych bezpośrednio z oddziałów udarowych badano na końcu pobytu w oddziale a pacjentów przyjmowanych w późniejszym okresie badano bezpośrednio po przyjęciu do oddziału. Dowloną prędkość chodu oceniono na dystansie 10 metrów oraz liczbę kroków wykonywanych w teście drogi [15]. Prędkość chodu oceniono na wolnym od przeszkód dystansie 10 metrów. Pacjenci chodzili z dowolną (komfortową) prędkością. Podczas testu mogli używać własnego zaopatrzenia ortopedycznego. Poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej niedowładnej oceniono według okresów zdrowienia Brunnström [16].

Czucie głębokie oceniano na podstawie oceny ułożenia dystalnej części kończyny dolnej niedowładnej

patients (29.7%) who had a stroke less than one month earlier and were admitted to the rehabilitation ward straight from the stroke unit, 77 patients (12.8%) 1 to 3 months after a stroke and 29 patients (4.8%) 3 to 6 months following a stroke. Post-stroke patients who suffered a stroke more than 6 months earlier constituted 52.6% of the group (316 individuals). This group included 269 patients (44.8%) who had a stroke more than one year before. The patients' level of motor control in a lower limb was assessed according to Brunnström recovery stages. On the basis of this assessment, patients were divided into three groups. The first group included patients experiencing the 2nd and 3rd recovery stages (n=252), the second group included patients in the 4th stage (n=247), while the third group consisted of individuals in the 5th and 6th recovery stages (n=101). The 3rd recovery stage was experienced by the highest number of patients (139 subjects, 23.2%).

Patients admitted directly from stroke units were examined at the end of their treatment at the unit, while those admitted after a longer period were examined immediately following their admittance to the ward. Free gait speed and the number of steps were assessed in a 10-metre walking test [15]. Gait speed was measured in a 10-metre walking test without any obstacles. Patients were walking at a speed comfortable to them. During the test they were allowed to use their assisting devices. The level of motor control in a paretic lower limb was assessed using Brunnström recovery stages approach [16].

Proprioception was assessed on the basis of the distal paretic lower limb position without visual control. Additionally, approximate assessment of visual field impairments was made by checking the patient's ability to divide the section indicated to them. The level of functional independence concerning self-care behaviours was assessed with the use of The Barthel Index (20-point scale) [17].

bez kontroli wzrokowej. Wykonano również orientacyjną ocenę zaburzeń pola widzenia na podstawie oceny dzielenia przez badanego wskazanego odcinka. Poziom sprawności funkcjonalnej badanych w zakresie czynności samoobsługowych oceniono za pomocą wskaźnika Barthel (wersja 20 punktowa) [17].

Metody statystyczne

Analizy statystyczne wykonano z wykorzystaniem programu STATISTICA wer. 10.0 (StatSoft, Polska). Parametryczność rozkładu zmiennych oceniono za pomocą testu Shapiro-Wilka. Ze względu na występujące aberracje w postaci rozkładu obu wiodących zmiennych (szczególnie wskaźnika symetryczności) posłużono się nieparametrycznymi metodami badania zależności i wnioskowania statystycznego. W analizie istotności różnic pomiędzy średnimi wartościami badanych cech wykorzystano nieparametryczny test

Statistical methods

Statistical analyses were performed with the use of STATISTICA 10.0 (StatSoft, Poland). The variables distribution was assessed with the use of Shapiro-Wilk test. Due to aberrations occurring in the distribution of the two main variables (especially symmetry index), non-parametric methods were used in assessing correlations and drawing statistical conclusions. In the analysis of the significance of differences between mean values of the examined features, a non-parametric Mann-Whitney test and Kruskal-Wallis test were applied. However, the significance of differences between the results of the three groups was assessed with the use of one-way analysis of variance.

Statistical significance of differences between the results of the compared groups was assessed with the use of ANOVA. Statistical significance was set at the level of $p < 0.05$. The correlation between the examined

Tab. 2. Prędkość chodu badanych pacjentów w przedziałach czasu od udaru

Tab. 2. Gait speed of the subjects according to the periods following a stroke

Czas od wystąpienia udaru Time from stroke onset	\bar{x}	S	Min	Max	Q25	Me	Q75
Do 3 miesięcy (n=225)/Up to 3 months (n=225)	0,59	0,32	0,11	1,66	0,33	0,51	0,80
Do 6 miesięcy (n=29)/Up to 6 months (n=29)	0,56	0,24	0,26	1,00	0,40	0,45	0,80
Do roku (n=77)/Up to a year (n=77)	0,54	0,34	0,11	1,53	0,33	0,44	0,71
Ponad rok (n=269)/Over a year (n=269)	0,54	0,29	0,15	1,50	0,29	0,50	0,71

\bar{x} – średnia arytmetyczna, s – odchylenie standardowe, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, Q25 – kwartył dolny, Q75 – kwartył górny, Me – mediana

\bar{x} – arithmetic mean, s – standard deviation, min – minimum, max – maximum, Q25 – lower quartile, Q75 – higher quartile, Me – median

Manna-Whitneya oraz test Kruskala-Wallisa. Ocenę istotności różnic pomiędzy wynikami trzech porównywanych grup przeprowadzono za pomocą testu jednoczynnikowej analizy wariancji.

Ocenę istotności statystycznej różnic w uzyskiwanych wynikach pomiędzy porównywanymi grupami przeprowadzono za pomocą analizy wariancji (ANOVA). Jako istotny statystycznie przyjęto wynik testu na poziomie $p < 0,05$. Zależność pomiędzy badanymi cechami zbadano za pomocą współczynnika korelacji rang Spearmana.

Wyniki

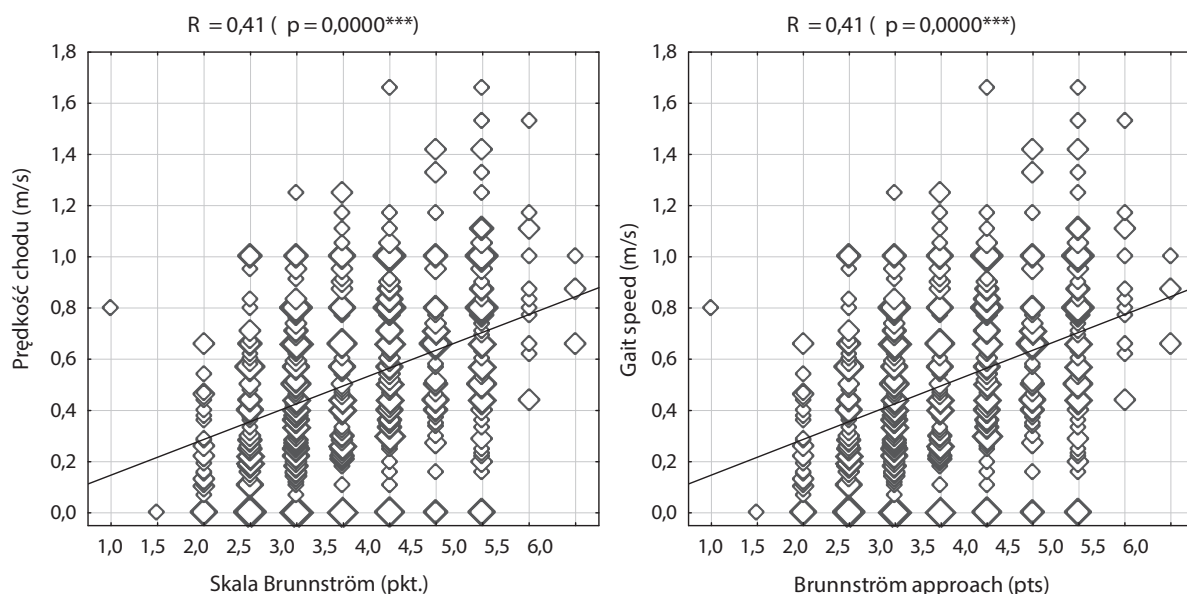
Prędkość chodu badanych we wczesnym okresie od udaru wynosiła średnio 0,59 m/s przy rozpiętości od 0,11 m/s do 1,66 m/s. Średnia prędkość chodu pacjentów leczonych w oddziale rehabilitacji w okresie od 3 do 6 miesięcy od udaru wynosiła 0,56 m/s Pacjenci

features was evaluated with Spearman's rank correlation coefficient.

Results

Gait speed of the patients in an early recovery period after a stroke was 0.59 m/s on average and ranged from 0.11 m/s to 1.66 m/s. Mean gait speed of patients treated at the rehabilitation ward in the period from 3 to 6 months following a stroke was 0.56 m/s. Patients in a later recovery period (more than 12 months after a stroke) walked at the speed of 0.54 m/s (from 0.15 to 1.50 m/s) (Table 2). A weak negative correlation between age and gait speed was revealed (Spearman's rank correlation coefficient $r = -0.25$). The level of the correlation is slight since gait speed decreases by 0.007 per year.

In order to assess the correlations between gait speed and the level of motor control in the paretic

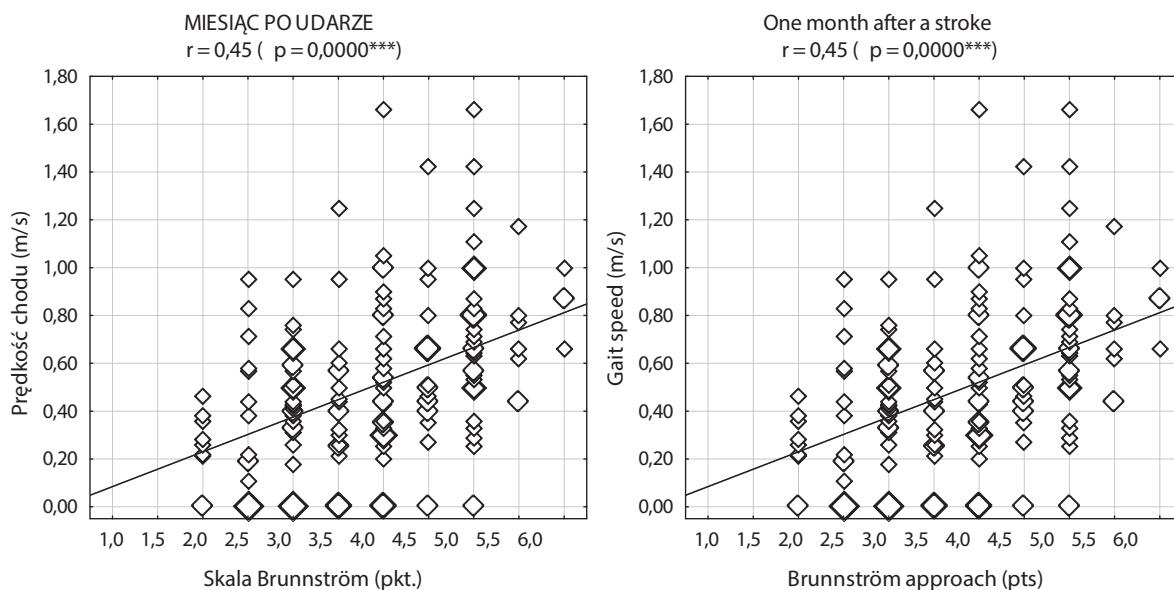


Ryc. 1. Zależność prędkości chodu badanych pacjentów od stopnia niedowładu kończyny dolnej (wg Brunström)
Fig. 1. Correlation between gait speed and the level of motor control in a paretic lower leg (according to Brunström)

w późnym okresie, ponad 12 miesięcy od udaru chodzili z średnią prędkością 0,54 m/s przy rozpiętości od 0,15 m/s do 1,50 m/s (Tabela. 2). Wykazano bardzo słabą, ujemną korelację pomiędzy wiekiem a prędkością chodu (współczynnik korelacji rang Spearmana: $r = -0,25$). Siła korelacji jest bardzo nieznaczna. Przewidywany spadek prędkości chodu wynosi zaledwie 0,007 z każdym rokiem.

W celu oceny zależności pomiędzy prędkością chodu a poziomem niedowładu kończyny dolnej posłużono się dwiema metodami. Dla całej grupy bada-

lower limb, two methods were applied. A slight positive correlation between gait speed and the level of motor control in a lower limb was revealed for the whole research group ($r=0.41$). The correlation was statistically significant (Figure 1). Gait speed differed significantly depending on the level of motor control in a lower limb. In the group where the level of motor control was notably lower, mean gait speed was 0.93 m/s, in the group where the level of motor control was moderately lower it was 0.56 m/s, while in the group with a minor loss of motor control it was 0.72 m/s.



Ryc. 2. Poziom zależności prędkości chodu od stopnia niedowładu w pierwszym miesiącu po udarze
Fig. 2. Correlation between gait speed and the level of motor control within the first month following a stroke

Tab. 3. Statystyki opisowe prędkości chodu w zależności od stopnia niedowładności i czasu, jaki upłynął od udaru
Tab. 3. Descriptive statistics of gait speed with regard to the level of paresis and the time from stroke

Czas od udaru Time from stroke	Stopień niedowładności/Level of paresis								
	Mały/Low			Średni/Medium			Duży/High		
	\bar{x}	Me	s	\bar{x}	Me	S	\bar{x}	Me	S
Do 3 miesięcy/Up to 3 months	0,71	0,68	0,33	0,50	0,44	0,34	0,35	0,37	0,27
Do roku/ Up to 1 year	0,81	0,77	0,39	0,57	0,47	0,34	0,36	0,26	0,26
Więcej niż rok/ More than 1 year	0,66	0,66	0,33	0,60	0,60	0,28	0,41	0,37	0,26

\bar{x} – średnia arytmetyczna, Me – mediana, s – odchylenie standardowe / \bar{x} – arithmetic mean, Me – median, s – standard deviation

nych nie uwzględniając podziału na grupy wykazano słabą, dodatnią zależność pomiędzy prędkością chodu a stopniem niedowładności kończyny dolnej ($r = 0,41$). Zależność była istotna statystycznie (Rycina. 1). Prędkość chodu istotnie statystycznie różniła się w zależności od poziomu kontroli motorycznej kończyny dolnej. W grupie z dużym obniżeniem poziomu kontroli motorycznej wynosiła średnio 0,39 m/s, w grupie z umiarkowanym stopniem 0,56 m/s a w grupie z niskim ubytkiem kontroli motorycznej 0,72 m/s.

Ocenę istotności statystycznej różnic w uzyskiwanych wynikach pomiędzy trzema porównywanymi grupami przeprowadzono za pomocą testu jednozmiennikowej analizy wariancji. Średnia prędkość chodu w grupie z dużym poziomem niedowładności wyniosła 0,39 m/s i była istotnie niższa w porównaniu do średniej prędkości chodu w grupie z małym stopniem niedowładności. Różnice pomiędzy porównywanymi grupami są wysoce istotne statystycznie.

Statistical significance of differences between the results obtained in the three groups was assessed by means of one-way ANOVA. Mean gait speed in the group with a notably lower level of motor control was 0.93m/s and was significantly lower than mean gait speed in the group with a high level of motor control. Differences between these groups were statistically significant.

Spearman's rank correlation coefficient was used in order to analyse correlations. The strongest correlations ($r=0.60$) were found between gait speed and the time from stroke onset in the group of rehabilitation patients who had a stroke 6 to 12 months prior to the study. In the group of patients 12 months after a stroke, the correlation was at the level of $r=0.38$ (Figure 2), while in the group of patients who underwent rehabilitation within the first month following a stroke, it was $r=0.47$. The weakest correlation was noted in the group undergoing treatment in the 3rd to 6th month

Tab. 4. Prędkość chodu badanych w zależności od poziomu sprawności funkcjonalnej ocenianej w skali Barthel
Tab. 4. Correlation between gait speed and the level of functional disability assessed with The Barthel Index

Poziom niepełnosprawności funkcjonalnej Level of functional disability (wg skali Barthel/ The Barthel Index)	Prędkość chodu/Gait speed (m/s)				
	\bar{x}	Me	S	min	Max
Duży stopień/High level	0,36	0,32	0,31	0,00	0,91
Umiarkowany stopień/Moderate level	0,44	0,40	0,26	0,00	1,33
Mały stopień/Low level	0,75	0,71	0,24	0,25	1,17
pANOVA	0,0000***				

\bar{x} – średnia arytmetyczna, Me – mediana, s – odchylenie standardowe, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna
 \bar{x} – arithmetic mean, Me – median, s – standard deviation, min – minimum, max – maximum

W celu określenia zależności zastosowano analizę korelacji rang Spearmana. Najwyższy poziom korelacji ($r = 0,60$) wykazano pomiędzy prędkością chodu a czasem od udaru w grupie leczonej w oddziale rehabilitacji pomiędzy 6 a 12 miesiącem od udaru. W grupie będącej w okresie ponad 12 miesięcy od udaru korelacja wyniosła $r = 0,38$ (Rycina 2), natomiast w grupie leczonej w pierwszym miesiącu od udaru poziom korelacji wynosił $r = 0,45$ (Rycina 3). W grupie do 3 miesięcy od udaru poziom korelacji wynosił $r = 0,47$. Najniższy poziom korelacji wykazano w grupie leczo-

from a stroke. With the exception of this correlation, all the correlations were statistically significant.

In order to define the concurrent influence of the time from stroke onset and the level of motor control on gait speed, a two-way analysis with a descriptive scale of motor control assessment was applied. Table 3 includes descriptive statistics regarding the correlation between gait speed and the level of motor control as well as the time from stroke onset.

The significance of the influence of the time from stroke onset and the level of motor control on gait

Tab. 5. Prędkość chodu badanych pacjentów w zależności od występowania zaburzeń czucia głębokiego i zaburzeń pola widzenia
Tab. 5. Correlation between gait speed and impairments of proprioception and visual field

Zaburzenia czuciowe/ Impairments		Prędkość chodu/Gait speed (m/s)							P
		\bar{x}	S	Min	Max	Q25	Me	Q75	
Zaburzenia pola widzenia/ Visual field impairments	Tak/Yes	0,58	0,31	0,10	1,66	0,52	0,80	0,33	0,0445
	Nie/No	0,50	0,28	0,10	1,50	0,46	0,70	0,27	
Zaburzenia czucia głębokiego/ Proprioception impairments	Tak/Yes	0,60	0,32	0,11	1,66	0,55	0,80	0,35	
	Nie/No	0,49	0,27	0,10	1,33	0,44	0,66	0,27	

\bar{x} – średnia arytmetyczna, Me – mediana, s – odchylenie standardowe, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna
 \bar{x} – arithmetic mean, Me – median, s – standard deviation, min – minimum, max – maximum

nej pomiędzy 3 a 6 miesiącem od udaru. Wszystkie korelacje oprócz grupy leczonej pomiędzy 3 a 6 miesiącem od udaru były istotne statystycznie.

W celu określenia jednoczesnego wpływu czasu od udaru i stopnia niedowładu na prędkość chodu, zastosowano analizę dwuczynnikową, w której posłużono się przymiotnikową skalą oceny stopnia niedowładu. W tabeli 3 zestawiono informacje o statystykach opisowych prędkości chodu w zależności od stopnia niedowładu i czasu, jaki upłynął od udaru.

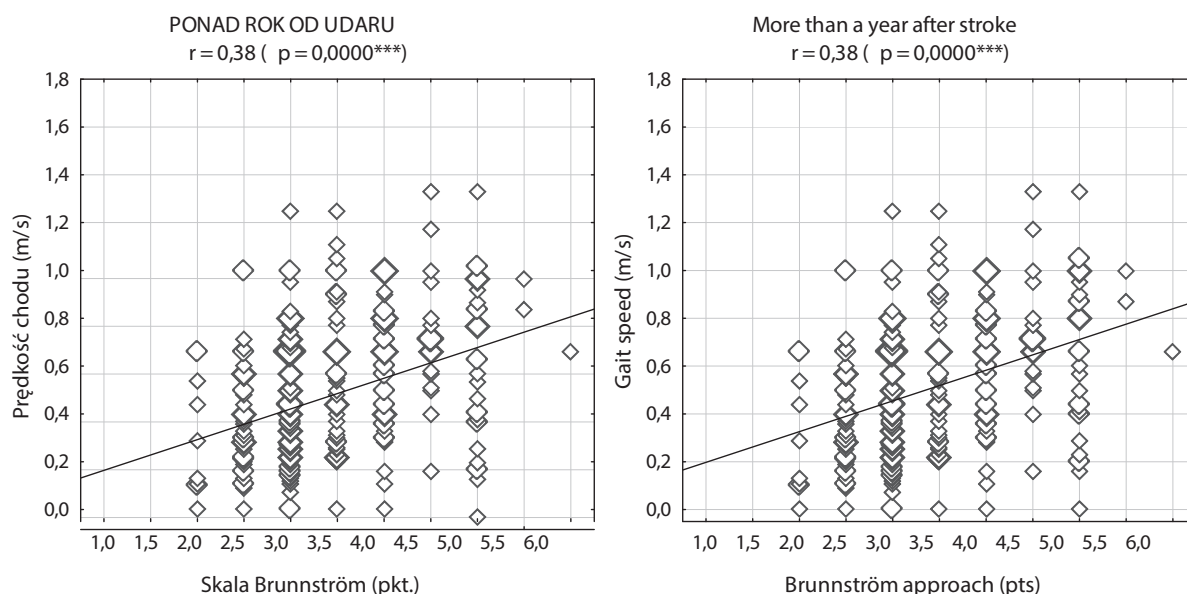
Istotność wpływu czasu od udaru, stopnia niedowładu na prędkość chodu przeprowadzono wykorzystując dwuczynnikową analizę wariancji (Tabela 3). Uzyskano następujące wartości prawdopodobieństwa testowego p: wpływ czasu od udaru na prędkość chodu $p = 0,2085$; wpływ stopnia niedowładu na prędkość chodu: $p = 0,0000^{***}$.

Zestawienie statystyk opisowych dotyczących prędkości chodu w zależności od poziomu niepełno-

speed was assessed with the use of two-way analysis of variance (Table 3). The influence of the time from stroke onset on gait speed was at the level of $p = 0.2085$, while the influence of the level of motor control on gait speed – $p = 0.0000^{***}$.

Descriptive statistics regarding gait speed depending on the level of functional disability defined according to The Barthel Index is presented in Table 4. Patients with a high level of functional disability walked at a speed of 0.36 m/s, patients with a moderate level of disability walked at a speed of 0.44 m/s, while those with a low level of disability – at a speed of 0.75 m/s. The analysis revealed a positive correlation between gait speed and functional independence ($r=0.60$). The correlation was statistically significant.

Additionally, a statistically significant correlation between gait speed and proprioception impairments in a lower limb was revealed. Also, individuals with visual field impairments had lower gait speed (Table 5).



Ryc. 3. Poziom zależności prędkości chodu od stopnia niedowładu w okresie późnym rok po udarze
Fig. 3. Correlation between gait speed and the level of motor control a year after a stroke

sprawności funkcjonalnej ocenionej w skali Barthel przedstawiono w tabeli 4. Pacjenci z dużym stopniem niepełnosprawności funkcjonalnej chodzili z prędkością dowolną 0,36 m/s, pacjenci z umiarkowanym stopniem niepełnosprawności chodzili z prędkością 0,44 m/s natomiast średnia prędkość chodu pacjentów z małym stopniem niepełnosprawności funkcjonalnej wynosiła 0,75 m/s. W analizie korelacji wykazano dobrą dodatnią zależność pomiędzy prędkością chodu a niezależnością funkcjonalną ($r = 0,60$). Zależność była wysoce istotna statystycznie.

Istotną statystycznie zależność wykazano pomiędzy dowolną prędkością chodu a występowaniem zaburzeń czucia głębokiego w obrębie kończyny dolnej. Również osoby z zaburzeniami pola widzenia charakteryzowały się niższą prędkością chodu (Tabela. 5).

Dyskusja

Celem pracy była ocena prędkości chodu osób z niedowładem połowicznym po udarze mózgu oraz ocena zależności prędkości chodu od czasu od udaru a także od stopnia niedowładów kończyny dolnej. Oceniano również zależność sprawności funkcjonalnej od prędkości chodu oraz zależność pomiędzy wiekiem badanych a prędkością chodu.

W odniesieniu do całej grupy badanych prędkość chodu była na podobnym poziomie zarówno we wczesnym (0,59 m/s) jak i w okresie późnym rok i więcej od udaru (0,54 m/s). Brak zróżnicowania z nieznaczną ale widoczną tendencją obniżania się prędkości chodu wraz z upływem czasu od udaru może wynikać z faktu że pacjenci korzystający z rehabilitacji w okresie późnym są często osobami które charakteryzują się mniejszym poziomem sprawności lub obserwowanej w badaniach stagnacji i adaptacji pacjentów do obniżonej aktywności. Prędkość chodu najbardziej dynamicznie zmienia się we wczesnym okresie od UM, po czym następuje stabilizacja możliwości a nawet jej zmniejszenie [18]. Przyczyną zmniejszenia prędkości chodu może być obniżona motywacja, występująca depresja oraz adaptacja do funkcjonowania we własnym środowisku z ograniczeniem aktywności i uczestnictwa. Kwakkel i wsp. wykazali, że pacjenci po UM w okresie od 6 do 12 miesięcy od UM utrzymują uzyskaną poprawę funkcjonalną. Jednak około jedna trzecia wszystkich pacjentów uzyskuje znaczącą funkcjonalną poprawę lub pogorszenie w zakresie samodzielności i średniej prędkości chodu. Autorzy zauważają że brak zmiany średniej prędkości chodu dla całej badanej grupy pacjentów po UM nie odzwierciedla indywidualnej poprawy lub pogorszenia sprawności [19]. Kollen, oceniając czynniki mogące prognozować przyszłe możliwości chodu wskazał, że w pierwszych 10 tygodniach od udaru UM właśnie wiek i poziom sprawności funkcjonalnej w zakresie samoobsługi oceniany wskaźnikiem Barthel najlepiej korelo-

Discussion

The aim of the work was to assess gait speed of hemiparetic post-stroke patients and to determine correlations between gait speed and the time from stroke onset as well as the level of motor control in a paretic lower limb. Additionally, correlations between gait speed and functional independence as well as the subjects' age were assessed.

In the whole group, gait speed was at a similar level both in patients in an early stage from stroke (0.59 m/s) and in those who had a stroke at least one year before (0.54 m/s). The lack of considerable differences, with a slight tendency of gait speed to lower the longer the time from stroke was, may result from the fact that patients undergoing rehabilitation in a late period after a stroke often had a lower level of fitness or they adapted to a smaller amount of physical activity. Gait speed changes most dynamically early after a stroke, and then it stabilises or even lowers [18]. Reduced gait speed may be caused by lower motivation, depression and adaptation to the surroundings, thus leading to limited activity and participation. Kwakkel et al. revealed that post-stroke patients who had a stroke 6-12 months earlier sustained the achieved level of functional independence. However, in approximately one-third of all the patients, a significant improvement or decrease in independence and mean gait speed was noted. The authors concluded that the fact that mean gait speed did not change in the whole group of post-stroke patients did not represent individual improvement or decrease in their independence [19]. When assessing factors which may forecast future potential concerning gait speed, Kollen revealed that within the first 10 weeks from a stroke it was age and functional independence defined with The Barthel Index that correlated best with an ability to walk independently after six months from stroke onset [20].

In our research we did not reveal any significant differences between mean gait speed of patients who underwent rehabilitation in different periods from stroke onset. It was noted that 42.3% of patients in an early stage after a stroke had mean gait speed at the level of 0.4 m/s or lower, which, according to an out-patient gait classification, should enable them to walk independently in a house. Mean gait speed of 0.8 m/s or lower was noted in 40.1% of the patients. In 19.7% of the patients mean gait speed typical of post-stroke patients walking independently in their environment was noted. Patients who had a stroke over six months earlier and walked at a speed of 0.4 m/s and lower, constituted 42.1% of the group, which was similar to the results of the group of patients in an early stage after a stroke. A group of patients who walked at a speed of 0.8 m/s was slightly bigger (41.6%). However, compared to a group in an early stage from stroke onset,

wały z możliwością samodzielnego chodu badanych w okresie sześciu miesięcy od UM [20].

W przeprowadzonym badaniu nie wykazano istotnej różnicy pomiędzy średnią prędkością chodu pacjentów leczonych w oddziale rehabilitacji w różnych okresach od UM. W okresie wczesnym wykazano że 42,3 % badanych uzyskało średnią prędkość chodu nie większą niż 0,4 m/s co według ambulatoryjnej klasyfikacji chodu powinno umożliwić samodzielne chodzenie w obrębie domu, 40,1 % pacjentów chodziło z prędkością nie większą niż 0,8 m/s zaś 19,7 % pacjentów dysponowało średnią prędkością charakteryzującą osoby po udarze mózgu samodzielnie chodzące w swoim środowisku. W okresie późnym, powyżej sześciu miesięcy od udaru liczba pacjentów chodzących z średnią prędkością nie większą niż 0,4 m/s było 42,1% a więc podobnie jak w grupie we wczesnym okresie. Nieznacznie zwiększyła się grupa pacjentów chodzących z średnią prędkością do 0,8 m/s (41,6 %) natomiast również nieznacznie w porównaniu do grupy w okresie wczesnym zmniejszyła się grupa pacjentów niezależnie poruszających się w środowisku.

Porównanie wartości średnich prędkości chodu w zależności od poziomu kontroli motorycznej kończyny dolnej prowadzi do wniosku, iż niezależnie od czasu, jaki upłynął od udaru, pacjenci z gorszym poziomem kontroli motorycznej kończyny dolnej uzyskują niższe wartości prędkości chodu. Czas od wystąpienia UM nie jest więc czynnikiem, który w istotny sposób determinuje prędkość chodu. Analiza wykazała również że nie zachodzi żadna bardziej złożona zależność wskazująca, że czas od udaru wpływa na prędkość chodu osób o dobrym poziomie kontroli motorycznej kończyny dolnej (ocena 5 lub 6 wg Brunström). Można zatem przypuszczać że uzyskanie maksymalnej kontroli motorycznej kończyny dolnej we wczesnym okresie od udaru może pozwolić na uzyskanie większej prędkości chodu i wpływać na wyższy poziom niezależności funkcjonalnej i uczestnictwa.

Wśród czynników determinujących chód chorych po udarze mózgu wskazuje się oprócz niedowładu na siłę mięśniową kończyny dolnej, zaburzenia pola widzenia, zaburzenia równowagi, zaburzenia czucia, obniżoną wydolność fizyczną, zaburzenia wyższych czynności psychicznych, lęk przed upadkiem i depresję [21-25]. Wykazano natomiast istotną zależność między prędkością chodu a zaburzeniami czucia głębokiego. Prędkość chodu jest silnie powiązana z możliwością funkcjonowania chorego w środowisku ale nie jest jedynym czynnikiem warunkującym uczestnictwo [24]. Wykazano że osoby z niedowładem połowicznym po udarze potrafiące szybciej chodzić i posiadające wyższy poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej uzyskiwały wyższy poziom samodzielności w zakresie czynności samoobsługowych.

a group of patients walking independently was slightly smaller.

The analysis of mean values of gait speed with regard to the level of motor control in a paretic lower limb led to a conclusion that regardless of the time from stroke onset, patients with a lower level of motor control had lower gait speed. Therefore, the time from stroke onset was not a factor that determined gait speed. The analysis also revealed no complex correlation between the time from stroke onset and gait speed of patients with a good level of motor control in a paretic lower limb (5th or 6th stage according to Brunström). Hence, it may be presumed that gaining maximal motor control in a paretic lower limb in an early stage after a stroke may lead to higher gait speed and a higher level of functional independence and participation.

Apart from paresis, factors determining gait in post-stroke patients include muscle strength in a lower limb, visual field impairments, balance impairments, proprioception impairments, lower physical fitness, mental activity disorders, fear of falling and depression [21-24]. A significant correlation between gait speed and proprioception impairments was noted. Gait speed is strongly correlated with the patients' ability to function in the environment; however, it is not the only factor affecting it [24]. It was revealed that patients with post-stroke hemiparesis who regained an ability to walk more quickly and who had a higher level of motor control in a paretic lower limb, achieved a higher level of functional independence.

Our research indicated that mean gait speed of hemiparetic post-stroke patients did not change in time. Gait speed achieved in an early stage after a stroke remained unchanged in later periods or it decreased slightly, especially more than two years after a stroke. Of all the analysed variables, proprioception impairments and the level of motor control in a paretic lower limb exerted significant influence on gait speed. This observation may confirm the thesis that patients do not develop compensatory mechanisms enabling them to walk faster with time, even with a lower level of motor control in a lower limb.

The study does not show individual patients' improvement in physical performance, functional independence and gait speed which undoubtedly increases in an early stage after a stroke and then stabilises at the level depending on physical and cognitive abilities as well as environmental factors. Another limitation was the fact that it was a cross-sectional study. Further research should be longitudinal, which will make it possible to describe long-term changes in gait function abilities.

Przeprowadzone badanie wskazuje, że średnia prędkość chodu pacjentów z niedowładem połowicznym po UM nie zmienia się istotnie w czasie. Prędkość uzyskana w wczesnym okresie od udaru jest prędkością jaką pacjenci dysponują w późniejszych okresach a nawet można zaobserwować tendencję do obniżania się prędkości, szczególnie w okresie ponad dwóch lat od udaru. Z pośród analizowanych zmiennych istotny wpływ na prędkość chodu miały zaburzenia czucia głębokiego oraz poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej niedowładnej. Może ta obserwacja potwierdzać tezę, że pacjenci nie wykształcają z upływem czasu od udaru mechanizmów kompensacyjnych pozwalających na szybszy chód nawet przy niższym poziomie kontroli motorycznej kończyny dolnej.

Przeprowadzone badanie nie przedstawia obrazu indywidualnej poprawy sprawności ruchowej, funkcjonalnej i prędkości chodu chorych która niewątpliwie zwiększa się w wczesnym okresie po UM a później stabilizuje na poziomie zależnym od możliwości ruchowych, poznawczych i czynników środowiskowych. Niedoskonałością badania jest również to że jest to obserwacja przekrojowa. Kolejne badania powinny mieć charakter podłużny co pozwoli dokładnie opisywać zmiany sprawności w zakresie funkcji chodu wraz z upływem czasu od udaru.

Wnioski

Ważnymi czynnikami wpływającymi na prędkość chodu i sprawność funkcjonalną jest poziom kontroli motorycznej kończyny dolnej niedowładnej i czucie głębokie. Szybszy chód charakteryzuje pacjentów z wyższym poziomem sprawności funkcjonalnej ale nie jest jedynym czynnikiem od którego ona zależy.

Piśmiennictwo/References

1. Olney SJ, Richards CL. Hemiplegic gait following stroke: Part I. Characteristics. *Gait Posture* 1996;4(2):136-48.
2. Van de Port IG, Kwakkel G, Van Wijk I, Lindeman E. Susceptibility to deterioration of mobility long-term after stroke: a prospective cohort study. *Stroke* 2006;37(1):167-71.
3. Kollen B, van de Port I, Lindeman E et al. Predicting improvement in gait after stroke: a longitudinal prospective study. *Stroke* 2005;36(12):2676-80.
4. Harris JE, Eng JJ. Goal priorities identified by individuals with chronic stroke: implications for rehabilitation professionals. *Physiother Can* 2004;56(3):171-6.
5. Schmid A, Duncan PW, Studenski S, et al. Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke* 2007;38(7):2096-100.
6. Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88(1):115-9.
7. Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: redundant measures for clinical trials? *Neurology* 2006;66(4):584-6.
8. Olney SJ, Nymark J, Brouwer B et al. A randomized controlled trial of supervised versus unsupervised exercise programs for ambulatory stroke survivors. *Stroke* 2006;37(2):476-81.
9. Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Hemiplegic gait after stroke: Is measurement of maximum speed required? *Arch Phys Med Rehabil* 2006;87(3):358-63.
10. Van Bloemendaal M, Van de Water ATM, Van de Port JGL. Walking tests for stroke survivors: a systematic review of their measurement properties. *Disabil Rehabil* 2012;34(26):2207-21.
11. Perry J, Garrett M, Gronley JK et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke* 1995;26(6):982-9.

Conclusions

The level of motor control in a paretic lower limb and proprioception are significant factors affecting gait speed and functional independence. Patients with a higher level of functional independence walk faster; however, it is not the only factor affecting it.

12. Schmid A, Duncan PW, Studenski S, et al. Improvements in speed-based gait classifications are meaningful. *Stroke* 2007;38(7):2096-100.
13. Hsu A-L, Tang P-F, Jan M-H. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(8):1185-93.
14. Nadeau S, Arsenaault AB, Gravel D, Bourbonnais D. Analysis of the clinical factors determining natural and maximal gait speeds in adults with a stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 1999;78(2):123-30.
15. Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *IntDisabil Stud* 1990;12(1):6-9.
16. Brunnström S. *Movement Therapy in Hemiplegia: A Neurophysiological Approach*. Hagerstown, Md: HarpeRow; 1970.
17. Mahoney FI, The Barthel DW. Functional evaluation: the The Barthel Index. *Md State Med J* 1965;14:61-5.
18. Kwakkel G, Kollen B J, R C Wagenaar R C. Long term effects of intensity of upper and lower limb training after stroke: a randomised trial. *J NeurolNeurosurg Psychiatry* 2002;72(4):473-9.
19. Taylor-Piliae RE, Latt LD, Hepworth JT, Coull BM. Predictors of gait velocity among community-dwelling stroke survivors. *Gait Posture* 2012;35(3):395-9.
20. Kollen B, Kwakkel G, Lindeman E. Longitudinal robustness of variables predicting independent gait following severe middle cerebral artery stroke: a prospective cohort study. *ClinRehabil* 2006;20(3):262-8.
21. Bohannon RW, Walsh S. Nature, reliability, and predictive value of muscle performance measures in patients with hemiparesis following stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73(8):721-5.
22. Dettmann MA, Linder MT, Sepic SB. Relationship among gait performance, postural stability, and function assessments of the hemiplegic patient. *Am J Phys Med* 1987;66(2):77-90.
23. Michael KM, Allen JK, Macko RF. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Arch Phys Med Rehabil* 2005;86(8):1552-6.
24. Van de Port IG, Kwakkel G, Lindeman E. Community ambulation in patients with chronic stroke: how is it related to gait speed? *J Rehabil Med* 2008;40(1):23-7.