

# Analiza chodu pacjentów po udarze mózgu — rozwiązanie własne

Gait analysis in the therapy of patients after stroke — own solution

**Emilia Mikołajewska**

Klinika Rehabilitacji 10. Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką SP ZOZ w Bydgoszczy

## Streszczenie

**Wstęp.** Udary należą do najczęściej spotykanych zespołów wpływających na aparat ruchu. Niezbędne jest prowadzenie wiarygodnej i porównywalnej biomechanicznej analizy zaburzeń lokomocji pacjenta we wszystkich fazach terapii po udarze mózgu. Jak dotąd nie udało się wypracować jednej uniwersalnej metody analizy chodu pacjentów po udarze mózgu spełniającej wszystkie oczekiwane wymagania. Celem pracy była ocena autorskiej metody analizy chodu.

**Materiał i metody.** Grupę badaną stanowiło 60 pacjentów dorosłych po przebytych udarze niedokrwiennym mózgu poddanych rehabilitacji metodą NDT-Bobath. Do badań wykorzystano opracowaną przez autorkę, praktyczną i prostą metodę polegającą na rejestracji wzorca chodu oraz pomiarze czasowo-przestrzennych parametrów chodu wraz z ich znormalizowanymi odpowiednikami. Pomiar dla każdego pacjenta był dokonywany 2-krotnie — przed rozpoczęciem terapii oraz po jej zakończeniu.

**Wyniki.** Zaobserwowane istotne statystycznie zmiany odzwierciedlają poprawę w zakresie wszystkich badanych zmiennych czasowo-dystansowych chodu: prędkości chodu, tempa chodu, długości dwukroku, znormalizowanej prędkości chodu, znormalizowanego tempa chodu i znormalizowanej długości dwukroku.

**Wnioski.** Proponowana metodologia analizy chodu sprawdziła się w praktyce klinicznej i może się stać inspiracją do dalszych badań w tym kierunku. Wykorzystanie jej pozwoliło potwierdzić efektywność metody NDT-Bobath w rehabilitacji chodu pacjentów dorosłych po udarze niedokrwiennym mózgu.

*Udar Mózgu 2010; 12 (1–2): 20–26*

**Słowa kluczowe:** udar, udar niedokrwienny, rehabilitacja, analiza chodu

## Abstract

**Background.** Stroke is one of most frequent syndromes with great influence to human motor abilities. There is necessary to provide reliable and repeatable methods of biomechanical analysis of motion disorders in all stages of the post-stroke therapy. There hasn't been approved the one universal method meeting all requirements so far. The aim of this paper was to assess a new own method of gait analysis.

**Material and methods.** The study included 60 adult patients after diagnosed ischaemic stroke involved into the NDT-Bobath rehabilitation programme. To assess the effectivity of the rehabilitation was used developed by the author practical and simple method of recording gait pattern and determine spatio-temporal gait parameters: speed, cadence and stride length with their normalized values. The assessment was made twice: at the admission to the therapy and at the end.

**Results.** Observed statistically significant changes in the gait analysis outcomes reflect recovery in all measured spatio-temporal gait parameters: gait velocity, cadence, stride length, normalized gait velocity, normalized cadence and normalized stride length.

**Conclusion.** Proposed method proved useful in the clinical practice and can be inspiration to further studies in the area. Use if the method allowed for confirmation of effectivity of NDT-Bobath method in the gait rehabilitation of adult patients after ischaemic stroke.

*Interdisciplinary Problems of Stroke 2010; 12 (1–2): 20–26*

**Key words:** stroke, ischaemic stroke, rehabilitation, gait analysis

## Wstęp

Udar mózgu (ang. *stroke* [CVA, *cerebrovascular accident*]; łac. *apoplexia cerebri, insultus cere-*

*bri*) to, według definicji Światowej Organizacji Zdrowia (WHO, *World Health Organization*), zespół kliniczny charakteryzujący się nagłym wystąpieniem ogniskowych lub uogólnionych zaburzeń funkcji mózgu, które utrzymują się dłużej niż 24 godziny i nie mają innej przyczyny niż naczyniowa [1–4]. Roczna zapadalność na udar mózgu jest określana w zależności od kraju na: 127 000 przypadków w Niemczech, 112 000 przypadków we Włoszech, 101 000 przypadków w Wielkiej Bryta-

### Adres do korespondencji:

dr n. biol. Emilia Mikołajewska  
Klinika Rehabilitacji, 10. Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką SP ZOZ  
ul. Powstańców Warszawy 5, 85–681 Bydgoszcz  
e-mail: e.mikolajewska@wp.pl  
Praca wpłynęła do Redakcji: 14 października 2010 r.  
Zaakceptowano do druku: 3 marca 2011 r.

nii, 89 000 przypadków w Hiszpanii oraz 78 000 przypadków we Francji, przy czym 75% stanowią pierwsze w życiu udary mózgu. Polska, niestety, nie pozostaje w tyle pod względem zapadalności na udary mózgu; rocznie jest ich 126/100 000 osób [5]. Prawdopodobnie liczby te wzrosną wraz ze starzeniem się populacji [6, 7]. Udar mózgu to trzecia pod względem częstości, po chorobach układu sercowo-naczyniowego oraz chorobach nowotworowych, przyczyna umieralności w większości krajów wysoko uprzemysłowionych. Około 25% pacjentów umiera z powodu udaru lub jego komplikacji, a prawie 50% — z powodu długoterminowych powikłań. Tylko około 26% wraca do zdrowia i normalnie funkcjonuje [8]. W Europie umieralność waha się od 63,5/100 000 (mężczyźni; Szwajcaria, 1992 r.) do 273,4/100 000 (kobiety; Rosja, 1991 r.). W Polsce śmiertelność jest zbliżona do średniego europejskiego poziomu i wynosi 73/100 000 osób [5]. W krajach uprzemysłowionych udar mózgu jest najczęstszą przyczyną długotrwałej niepełnosprawności, co wiąże się z dużymi nakładami finansowymi na opiekę zdrowotną. W kilku krajach europejskich wykazano, że leczenie udaru mózgu pochłania, w porównaniu z innymi chorobami, najwięcej nakładów finansowych związanych z hospitalizacją [8]. Wciąż poszukuje się metod i technik mogących sprostać wysokim wymaganiom, jakie stawia hemiplegia, tak by przywrócić osobę po przebytych udarze mózgu do samodzielnego życia w społeczeństwie.

Udary należą do najczęściej spotykanych chorób wpływających na aparat ruchu. Trudności w chodzeniu stwierdza się u 70% osób przeżywających udar, przy czym u 30% utrzymuje się upośledzenie ruchowe wymagające stałej opieki [9]. Dlatego niezbędne jest prowadzenie wiarygodnej i porównywalnej biomechanicznej analizy zaburzeń lokomocji pacjenta we wszystkich fazach terapii po udarze mózgu.

Obraz zaburzeń, jaki prezentują osoby po udarze mózgu, jest wielopłaszczyznowy. W związku z tym rehabilitację powinien prowadzić interdyscyplinarny zespół rehabilitacyjny, do którego powinni należeć między innymi: neurolog, ortopeda, psychiatra, urolog, kardiolog, internista [10]. W Deklaracji HelsiŃgorskiej założono, że wszyscy chorzy w początkowej fazie udaru powinni zostać poddani rehabilitacji, najlepiej na oddziale udarowym. Po okresie fazy ostrej powinno nastąpić zakwalifikowanie chorego do dalszego postępowania usprawniającego [10]. Usprawnianie jako element działań zmierzających do powrotu do zdrowia jest niezwykle ważnym ogniwem tego procesu. Zabezpiecza przed pojawieniem się zmian

wtórnych, które znacząco mogłyby opóźnić, utrudnić lub uniemożliwić osiągnięcie celu. Kwalifikując pacjenta do dalszej rehabilitacji, lekarz ma do dyspozycji następujące możliwości:

- rehabilitację w warunkach stacjonarnych (oddział neurologiczny, oddział rehabilitacji neurologicznej, oddział rehabilitacji medycznej, szpital sanatoryjny);
- rehabilitację w warunkach ambulatoryjnych;
- usprawnianie w warunkach domowych;
- pobyt w zakładzie opiekuńczo-leczniczym (ZOL).

Kwalifikowanie pacjenta do danego typu rehabilitacji musi być ponawiane, jeśli jego stan ulega zmianie. Niezwykle ważnym okresem dla usprawniania pacjenta po udarze mózgu są pierwsze 3 miesiące od momentu zachorowania, ale późniejszy okres również w sposób nie mniej znaczący wpływa na poprawę jakości życia osób z hemiplegią. Proces rehabilitacji powinien trwać tak długo, jak długo obserwuje się poprawę. Jeżeli nie ma dalszej poprawy, to należy zmienić cel lub sposób usprawniania [10]. W Polsce wśród metod stosowanych do usprawniania osób po udarze mózgu najczęściej wykorzystuje się: metodę torowania nerwowo-mięśniowego (PNF, *proprioceptive neuromuscular facilitation*), metodę NDT-Bobath (*neurodevelopmental treatment*) dla dorosłych oraz — mówiąc umownie — „klasyczny” sposób rehabilitacji. Niezwykle ważna, w świetle paradygmatu medycyny opartej na faktach (EBM, *evidence-based medicine*), jest możliwość wiarygodnej i powtarzalnej oceny wyników rehabilitacji. W zakresie rehabilitacji chodu taką rolę odgrywa analiza chodu.

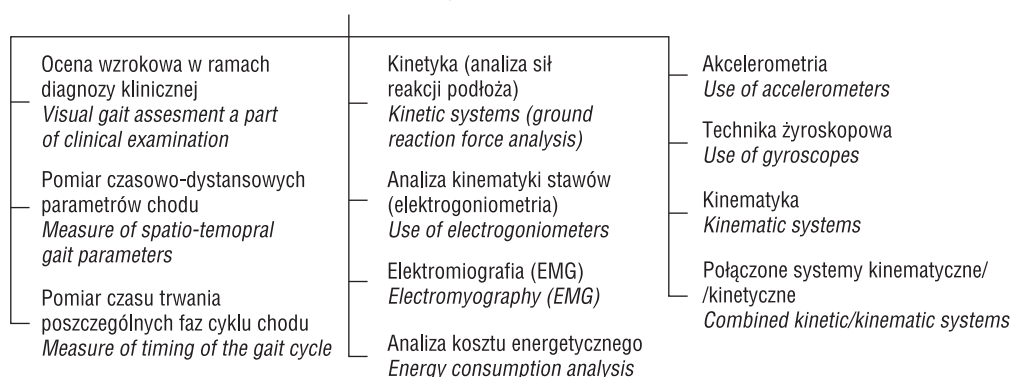
Zasadnicze cele stosowania analizy chodu (ang. *gait analysis*) obejmują:

- bezpośrednią pomoc w diagnostyce i terapii konkretnych pacjentów:
  - dostarczenie podstaw do podjęcia decyzji klinicznej,
  - pomoc w diagnostyce anomalii chodu,
  - dokumentację stanu pacjenta;
- poprawę zrozumienia chodu człowieka poprzez:
  - podstawowe badania chodu,
  - badania kliniczne [11].

Wymagania dotyczące strategii klinicznej oceny chodu są następujące:

- niska cena;
- prostota badania, krótki czas jego wykonywania (aż po włączenie go do terapii), szybka analiza i wyniki;
- wiarygodność i powtarzalność;
- możliwość badania pacjentów z różnymi schorzeniami i z różną sprawnością aparatu ruchu;

**Podstawowe metody analizy chodu**  
*Basic methods of gait analysis*



**Rycina 1.** Podstawowe metody wykorzystywane do analizy chodu

**Figure 1.** Basic methods of gait analysis

- możliwość porównywania pacjentów (np. poprzez stosowanie parametrów znormalizowanych do długości ciała, masy ciała czy długości kończyny dolnej [11]).

Dodatkowo na obiektywizm wyniku pomiaru mogą wpływać między innymi: szybkość chodu (naturalna lub nienaturalna dla danego pacjenta), różnice w budowie i deformacje, wiek, płeć itp.

Jak dotąd nie udało się wypracować jednej uniwersalnej metody spełniającej wszystkie powyższe kryteria. Metody proste i szybkie nie są zbyt dokładne, natomiast metody o wysokiej wiarygodności wymagają drogiego sprzętu, dużo przestrzeni, a czasem wręcz warunków laboratorium chodu, dlatego ich przydatność w praktyce klinicznej jest ograniczona. Proponowana przez autorkę metoda, polegająca na pomiarze czasowo-przestrzennych parametrów chodu, sprawdza się w praktyce klinicznej i może się stać inspiracją do dalszych badań w tym kierunku. Jako metoda ilościowej analizy chodu pozwala ona na wyznaczenie parametrów czasowo-przestrzennych: prędkości chodu, długości kroku/dwukroku i częstości kroków (tempa) (ryc. 1).

### **Materiał i metody**

Badaną grupę tworzyły osoby dorosłe, które poddano analizie w okresie od 6 tygodni do 3 lat po incydencie udarowym. Skoncentrowano się na określeniu zmian zachodzących w wyniku usprawniania w zakresie zmiennych czasowo-dystansowych chodu. Grupę badawczą stanowiło 60 pacjentów po przebytych udarze niedokrwiennym mózgu, w tym:

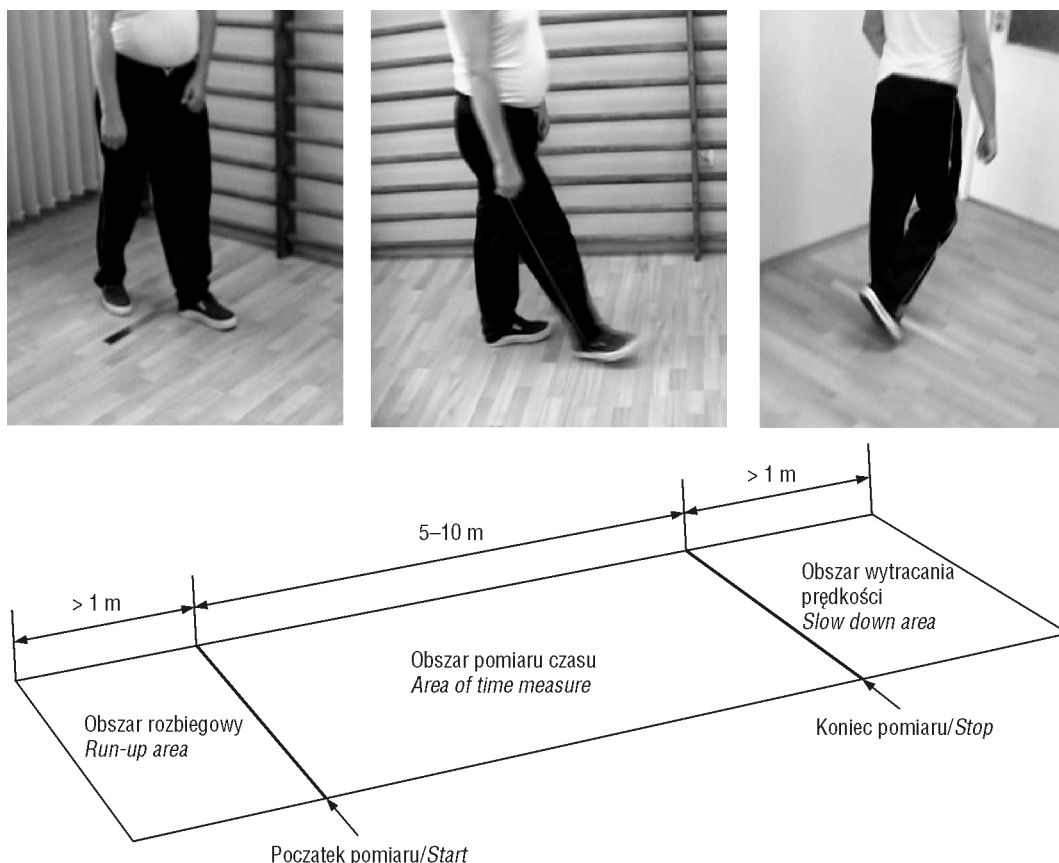
- 30 kobiet i 30 mężczyzn;
- 30 osób z niedowładem lewostronnym i 30 osób z niedowładem prawostronnym.

Kryteria włączenia sformułowano następująco: wiek powyżej 18 lat, czas po incydencie udarowym w przedziale od 6 tygodni do 3 lat oraz rozpoznanie potwierdzające przebycie udaru niedokrwiennego. Wiek pacjentów z badanej grupy był następujący: najstarszy chory miał 86 lat, najmłodszy — 42 lata, a średnia wieku wynosiła 65,7 roku.

Proponowana metodologia badań obejmuje analizę filmową z zastosowaniem programu obliczeń parametrów czasowo-dystansowych chodu dr. Chrisa Kirtleya (wg [11]): prędkość, tempo, długość dwukroku (z wartościami znormalizowanymi) [12]. Pomiar ten jest powszechnie wykorzystywany i uznawany za wiarygodny w praktyce klinicznej [13].

Metodą dokumentacji było filmowanie kroków pacjenta techniką cyfrowej mini DV z możliwością wykorzystania pojedynczych klatek filmu jako zdjęcia. Pacjent miał do przejścia odmierzony i zaznaczony widocznym paskiem dystans (5 m). Przejście to filmowano. Następnie badacz liczył liczbę kroków wykonanych w trakcie pokonywania tego dystansu przez pacjenta. Dane te, czyli liczba kroków, dystans 5 metrów oraz czas przejścia i długość kończyny, mierzona od kolca biodrowego przedniego górnego do kostki przyśrodkowej, były wprowadzane do programu *Clinical Gait Analyser*, autorstwa dr. Chrisa Kirtleya udostępnionego przez autora na stronie internetowej [14] (ryc. 2).

Program ten wyliczał prędkość, tempo, długość dwukroku i wartości znormalizowane prędkości, tempa oraz długości dwukroku. Tempo to iloraz liczby kroków i czasu, jaki zajęło ich postawienie, mierzona w krokach na minutę. Prędkość natomiast to iloraz przebytego dystansu i czasu, jaki zajęło jego pokonanie, mierzona w metrach na



**Rycina 2.** Metodyka pomiaru parametrów czasowo-dystansowych chodu (źródła: [1, 14, 15])

**Figure 2.** Methodology of measuring of spatio-temporal gait parameters (sources: [1, 14, 15])

sekundę. Długość dwukroku z kolei to odległość między kolejnymi kontaktami pięty tej samej stopy [16]. W celu ułatwienia porównań między pacjentami użyteczne jest stosowanie wartości znormalizowanych. Wartości te uzyskuje się, uwzględniając wymiar określonej części ciała pacjenta. W opisywanym przypadku wartością była długość kończyny dolnej pacjenta, mierzona od kolca biodrowego przedniego górnego do kostki przyśrodkowej [11]. Metodykę pomiaru przedstawiono na rycinie 1. Wybór pomiaru zmiennych czasowo-dystansowych był podyktowany faktem, że chód i jego parametry ilościowe i jakościowe są bezpośrednio wyznacznikiem zmian zachodzących w zakresie powrotu funkcji kończyny dolnej dotkniętej niedowładem.

Program *Clinical Gait Analyser* może również, w przypadku przekroczenia przez wprowadzone parametry określonych przez autora wartości progowych, wyświetlać wskazówki diagnostyczne w oknie „Diagnosis”.

Przebieg pomiarów parametrów czasowo-dystansowych rejestrowano na płycie DVD+R z zapisem w formacie MPEG, co umożliwia:

- sprawdzenie poprawności realizacji założonej metodologii pomiaru;
- kilkukrotny pomiar czasu;
- ocenę zmian w jakości chodu.

W celu poprawienia widoczności linie oznaczające początek i koniec pomiaru oznakowano samoprzylepną folią aluminiową (ryc. 3, 4).

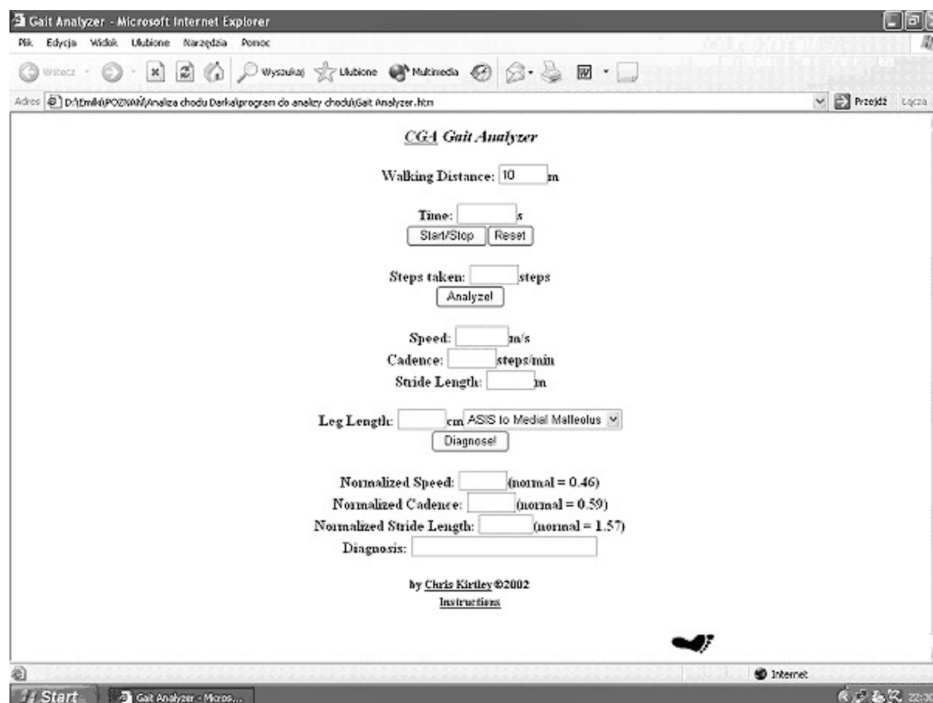
Chorych przebadano 2-krotnie, zgodnie z przyjętą metodologią:

- pierwsze badanie odbyło się przed rozpoczęciem terapii metodą NDT-Bobath;
- drugie badanie przeprowadzono po jej zakończeniu.

W każdym przypadku terapia trwała 2 tygodnie (10 dni roboczych).

## Wyniki

Przystępując do oceny wyników usprawniania, autorka założyła, że wiek pacjenta, czas, który upłynął od incydentu udarowego, płeć oraz strona porażona wpłyną na wyniki badań. Dlatego dokonała grupowania statystycznego poprzez podział:



Rycina 3. Widok ekranu programu komputerowego CGA — Clinical Gait Analyser (źródła: [14, 15])

Figure 3. Print screen of CGA — Clinical Gait Analyser software (sources: [14, 15])

- na grupy wiekowe;
- według czasu, który upłynął od incydentu udarowego;
- według płci;
- według strony porażonej.

Uzyskane wyniki autorka poddała analizie statystycznej obejmującej:

- określenie cech ilościowych poprzez analizę:
  - tendencji centralnej:
    - a) średnia,
    - b) mediana,
  - rozproszenia:
    - a) wartość minimalna,
    - b) wartość maksymalna,
    - c) odchylenie standardowe (dyspersja);
- zależności między cechami ilościowymi:
  - różnica między badaniami wykonanymi z użyciem testu Wilcozona oraz testu Manna-Whitneya; są to testy nieparametryczne niewymagające spełnienia warunku normalności rozkładu analizowanych zmiennych;
  - korelacja między cechami ilościowymi — współczynnik korelacji rang Spearmana; weryfikacja istotności statystycznej współczynnika korelacji rang Spearmana nie wymaga spełniania warunków normalności rozkładu analizowanych zmiennych.

W wyniku usprawniania metodą NDT-Bobath wystąpiły istotne statystycznie zmiany odzwierciedlające poprawę: u kobiet i mężczyzn, w grupie niedowładów prawostronnych i lewostronnych oraz w każdym z badanych przedziałów czasowych i wiekowych. Zaobserwowane zmiany odzwierciedlają największą poprawę w zakresie zmiennych czasowo-dystansowych chodu (tab. I):

- prędkości chodu;
- tempa chodu;
- długości dwukroku;
- znormalizowanej prędkości chodu;
- znormalizowanego tempa chodu;
- znormalizowanej długości dwukroku [17].

## Dyskusja

Wiarygodna i porównywalna biomechaniczna analiza zaburzeń lokomocji pacjenta we wszystkich fazach terapii po udarze mózgu to konieczność, ponieważ udary należą do najczęściej spotykanych zespołów wpływających na aparat ruchu. Dotychczas nie wypracowano jednolitego sposobu postępowania w przypadku pomiarów parametrów czasowo-przestrzennych chodu u pacjentów po udarze, umożliwiających analizę i porównywanie wyników. Prezentowana metodologia stanowi skuteczne, proste i mało kosztow-

**FORMULARZ POMIARU PARAMETRÓW DYSTANSOWO-CZASOWYCH CHODU**  
**MEASURE OF SPATIO-TEMPORAL GAIT PARAMETERS SHEET**

Pacjent nr   
*Subject No*

PP   
*First*

DP   
*Second*

Pomiar parametrów dystansowo-czasowych chodu  
*Measure of spatio-temporal gait parameters*

**Dane wprowadzane do programu/Data entered to the CGA Gait Analyser**

Dystans/Walking distance: 5 m  
 Czas przejścia/Time: ..... s  
 Liczba kroków/Steps taken: .....  
 Długość nogi/Leg length: ..... cm  
 (od kolca biodrowego przedniego górnego do kostki przyśrodkowej/ASIS to medial malleolus)

**Wyniki analizy programem CGA/Gait Analyser/Outcomes of CGA Gait Analyser analysis**

Prędkość/Speed: ..... m/s  
 Tempo/Cadence: ..... kroków/min/steps/min  
 Długość dwukroku/Stride length: ..... m  
 Znormalizowana prędkość/Normalized speed: ..... normalna/normal: 0,46  
 Znormalizowane tempo/Normalized cadence: ..... normalna/normal: 0,59  
 Znormalizowana długość dwukroku/Normalized stride length: ..... normalna/normal: 1,57  
 Załączniki: film  
 Attached: movie

**Analiza wyników i diagnoza**  
**Outcomes analysis and diagnosis**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Rycina 4.** Formularz badania

**Figure 4.** Examination sheet

ne rozwiązanie w tym zakresie. Niezwykle istotna jest również możliwość zapisu przebiegu badania i włączenia go do historii choroby pacjenta. Zwiększa to wiarygodność badań, umożliwia wykrycie błędów metodologicznych oraz ocenę jakości chodu pacjenta. U części z nich zauważono bowiem poprawę jakości chodu kosztem pogorszenia niektórych parametrów czasowo-prze-

strzennych. Można zaproponować do dalszego zbadania służyącego przeanalizowaniu problemu, czy poprawa jakości chodu, przy czasie trwania terapii dłuższym niż prezentowany, przekładałaby się na poprawę również tych parametrów. Nie bez znaczenia jest również wartość dydaktyczna metody, która dostarcza doskonałego materiału do badań i porównań.

Tabela I. Skupienie największej liczby zmian odzwierciedlających poprawę parametrów chodu (oznaczone znakiem ×)

Table I. Concentration of the highest amount of changes reflecting gait recovery (marked with ×)

Parametr Parameter	Czas od udaru Time after CVA		Przedział wieku (lata) Age bracket (years)					Płeć Sex		Strona niedowład Side of paresis	
	6 tyg.–6 mies. 6 weeks–6 months	6 mies.–rok 6 months–1 year	38–47	48–57	58–67	68–77	78–87	K F	M M	Lewa Left	Prawa Right
Prędkość chodu Speed			×					×			×
Tempo Cadence			×					×			×
Długość dwukroku Stride length			×					×			×
Znormalizowana prędkość chodu Normalized speed			×					×			×
Znormalizowane tempo Normalized cadence			×					×			×
Znormalizowana długość dwukroku Normalized stride length			×					×			×

### Wnioski

1. Proponowana metoda analizy chodu pozwoliła stwierdzić, że w wyniku usprawniania metodą NDT-Bobath wystąpiły istotne statystycznie zmiany, odzwierciedlające poprawę parametrów chodu: u kobiet i mężczyzn, w grupie niedowładów prawostronnych i lewostronnych oraz w każdym z badanych przedziałów czasowych i wiekowych.
2. Proponowana metodologia analizy chodu sprawdziła się w praktyce klinicznej i może się stać inspiracją do dalszych badań w tym kierunku, również w innych obszarach, np. w rehabilitacji geriatrycznej.

### Piśmiennictwo

1. Prusiński A.: Neurologia praktyczna. PZWL, Warszawa 1998.
2. Prusiński A.: Wprowadzenie: udary mózgu — jeden z czołowych problemów współczesnej medycyny. W: Prusiński A., Domżał T., Kozubski W., Szczudlik A.: Niedokrwienne udary mózgu. Alpha-medica Press, Bielsko-Biała 1999, 9–24.
3. Warlow C., Sudlow C., Dennis M., Wardlaw J., Sandercock P. Stroke. Lancet 2003, 362, 1211–1224.
4. Dega W., Milanowska K.: Rehabilitacja medyczna. Wyd. IV. PZWL, Warszawa 2003, 438–446.
5. Polaszek J., Stryła W.: Wartość leczenia usprawniającego u osób po niedokrwiennym udarze mózgu. Nowiny Lekarskie 2000, 5, 446–451.
6. Bonita R.: Epidemiology of stroke. Lancet 1992, 339, 342–344.
7. European Stroke Initiative (EUSI): Recommendations for stroke management: update 2003. Cerebrovasc. Dis. 2004, 17 (supl. 2), 1–46.
8. Mikołajewska E.: Pacjent po udarze mózgu. Magazyn Pielęgniarki i Położnej 2005, 9, 36.
9. Dębiec-Bąk A., Mraz M., Skrzek A. i wsp.: Jakościowa i ilościowa ocena chodu osób po udarze mózgu. Acta Bio-Optica et Informatica Medica 2007, 2, 97–100.
10. Prusiński A., Kulczycki J., Członkowska A. i wsp.: Postępowanie rehabilitacyjne po udarze mózgu: Raport Zespołu Ekspertów Narodowego Programu Profilaktyki i Leczenia Udaru Mózgu. Neurol. Neurochir. Pol. 2001, 35 (supl. 6), 1–32.
11. Whittle M.W.: Gait analysis: an introduction. Wyd. III. Butterworth Heinemann, Oxford 2002.
12. Matyja M., Domagalska M.: Podstawy usprawniania neurorozwojowego według Berty i Karela Bobathów. Śląska Akademia Medyczna, Katowice 1998.
13. Lennon S.: Gait re-education based on the Bobath concept in two patients with hemiplegia following stroke. Phys. Ther. 2001, 3, 924–935.
14. CGA Gait Analyzer — pobrano 20 kwietnia 2010 r. ze strony: <http://guardian.curtin.edu.au/cga/analyzer.html>
15. Clinical Gait Analysis — pobrano 20 kwietnia 2010 r. ze strony: <http://guardian.curtin.edu.au/cga>
16. Wall J.C., Kirtley C.: Strategies for clinical gait assessment. Orthop. Phys. Ther. Clin. North Am. 2001, 3, 35–54.
17. Mikołajewska E. Zastosowanie metody NDT-Bobath w usprawnianiu osób po przebytych udarach niedokrwiennym mózgu. Rozprawa doktorska. Uniwersytet Medyczny im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu 2007.