

Równowaga ciała osób po udarze mózgu w pozycji stojącej na podstawie badań posturograficznych

Body balance in standing position in people after cerebral stroke on the basis of posturographic examinations

Nr DOI: 10.1515/physio-2015-0021

Kamila Jasińska

Wydział Fizjoterapii, Akademia Wychowania Fizycznego, Wrocław
Department of Physiotherapy, Academy of Physical Education in Wrocław

Streszczenie

Wprowadzenie: Udar mózgu niesie za sobą szereg następstw bezpośrednio wpływających na równowagę ciała. Mimo rozwoju medycyny jest jedną z głównych przyczyn niepełności u osób dorosłych. **Cel pracy:** Celem pracy była ocena równowagi ciała u osób po udarze mózgu w zależności od strony niedowładów połowiczego ciała. **Materiał i metody:** Badaniem objęto 30 pacjentów z niedowładem połowicznym lewo- i prawostronnym. Średni wiek badanych wynosił 66 lat. Próby przeprowadzone zostały za pomocą platformy balansowej R50300 firmy Cosmogamma w pozycji stojącej. U każdego pacjenta powtórzono badanie dwukrotnie: z kontrolą wzroku i bez kontroli w pozycji stojącej. Do analizy statystycznej użyto programu STATISTICA. **Wyniki:** W wynikach zauważono różnice statystyczne w odniesieniu do maksymalnych wychwiał punktu COP (Center of Pressure) w kierunku bocznym z oczami otwartymi i w kierunku przednio-tylnym z oczami zamkniętymi, a także średnich punktu obciążenia w płaszczyźnie czołowej z kontrolą i bez kontroli wzroku u osób z niedowładem połowicznym prawo- i lewostronnym. Stwierdzono, że u osób z niedowładem połowicznym ciała lewostronnym i prawostronnym występuje niedociążenie stronne niedowładnej, zarówno z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi. Zaobserwowano również, że badane z kontrolą wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym mają większe problemy z utrzymywaniem równowagi ciała w płaszczyźnie czołowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym oraz że badane bez kontroli wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym wykazują większe trudności z utrzymywaniem równowagi w płaszczyźnie strzałkowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym. **Wnioski:** Podczas badania posturograficznego u osób z niedowładem połowicznym ciała lewostronnym i prawostronnym obserwuje się niedociążenie stronne niedowładnej, zarówno z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi. Z kontrolą wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym mają większe problemy z utrzymywaniem równowagi ciała w płaszczyźnie czołowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym. Bez kontroli wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym wykazują większe trudności z utrzymywaniem równowagi w płaszczyźnie strzałkowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym.

Słowa kluczowe: udar mózgu, postawa ciała, posturografia

Abstract

Introduction: A stroke has a number of direct effects on body balance. Despite the progress in medical science, it continues to be one of the major causes of disability in adults. **Objective of the study:** The objective of the study was to evaluate the body balance in people after stroke depending on the side of hemiparesis. **Material and methods:** The study included 30 patients with left and right-sided hemiparesis. The mean age of the patients was 66 years. The tests were conducted on the R50300 Cosmogamma balance platform, in a standing position. Each patient was examined twice: with and without vision, in a standing position. The statistical analysis was carried out using the STATISTICA software. **Results:** The results revealed statistical differences in the maximum lateral sways of the Centre of Pressure (COP) with the eyes open, the maximum front-back sways of the Centre of Pressure with the eyes closed, and the mean COP values in the frontal plane with and without vision in individuals with right and left-sided hemiparesis. Patients with left and right-sided hemiparesis were found to underload the affected side, regardless of whether they were tested with or without vision. Moreover, patients with right-sided hemiparesis who were tested with their eyes open had greater difficulty maintaining body balance in the frontal plane than those with left-sided hemiparesis, and patients with right-sided hemiparesis who were examined with their eyes closed had greater difficulty maintaining body balance in the sagittal plane than those with left-sided hemiparesis. **Conclusions:** During the posturographic examination, individuals with left and right-sided hemiparesis displayed underloading of the affected side, both when tested with their eyes open and closed. When tested with vision, patients with right-sided hemiparesis had greater difficulty maintaining body balance in the frontal plane than those with left-sided hemiparesis. When tested without vision, patients with right-sided hemiparesis had greater difficulty maintaining body balance in the sagittal plane than those with left-sided hemiparesis.

Keywords: stroke, body posture, posturography

Wprowadzenie

Na przestrzeni lat definicja udaru mózgu zmieniała swoją postać. Sacco i wsp. [1] z American Heart Association i American Stroke Association zaktualizowali tę definicję ze względu na postęp, jaki nastąpił w XXI w. zarówno w możliwościach badania, jak i w samym leczeniu. Udar jest klasycznie określany jako deficyt neurologiczny związany z ostrym ogniskowym uszkodzeniem centralnego systemu nerwowego, spowodowanym zaburzeniami naczyniopochodnymi, łącznie z niedokrwieniem mózgu, krwotokiem śródmózgowym i krwotokiem podpajęczynówkowym. Uszkodzenie centralnego układu nerwowego następuje wskutek obumarcia komórek mózgowych, rdzenia kręgowego lub siatkówki. To jednostka chorobowa, która z pewnością jest jedną z głównych przyczyn długotrwałej niesprawności oraz zgonów w populacji osób dorosłych na całym świecie.

Podobnie jak choroby nowotworowe i choroby serca udar ma wysoki wskaźnik śmiertelności. Niestety procent zgonów spowodowanych przez tę właśnie chorobę jest wyższy w Polsce niż w innych krajach. Statystyki wskazują na stale rosnącą liczbę osób starszych w społeczeństwie. Stanowi to poważny problem, ponieważ wzrośnie liczba zapadalności na choroby, które są zależne od wieku, a jedną z nich jest bez wątpienia udar mózgu [2]. Ponadto z biegiem lat następuje proces degradacji układu równowagi, a jego skutki widoczne są u ludzi w podeszłym wieku. Można zaobserwować u tych osób trudności z utrzymaniem prawidłowej postawy ciała, które w dużej mierze warunkuje sprawność wzroku. Degeneracji także ulega czucie proprioceptyjne, a siła mięśniowa jest znacznie zmniejszona. Jej pogorszenie może również być wynikiem występowania różnych chorób neurologicznych [3].

Udar mózgu to zespół objawów, które pojawiają się zazwyczaj nagle. Do najczęstszych należą między innymi: jednostronne opadanie kącika ust, mrowienie na twarzy, afazja ruchowa i czuciowa oraz drętwienie kończyn [4]. U wielu chorych występuje ponadto niedowład połowiczy przeciwległy do miejsca uszkodzenia, który prowadzi do wielu problemów. Brak odpowiedniego napięcia mięśniowego po jednej ze stron ciała powoduje nierównomierny nacisk kończyn dolnych na podłoże, a tym samym nieprawidłowe, asymetryczne ułożenie postawy ciała. W związku z tym zmniejsza się zdolność do utrzymywania środka ciężkości ciała, a to ma negatywny wpływ na reakcje równoważne i co za tym idzie – poważnie utrudnia kontrolowanie postawy. Konsekwencją tego wszystkiego jest zwiększone ryzyko upadków i występowanie urazów w tej grupie osób [5-8].

Do oceny kontroli posturalnej i równowagi ciała można stosować różnego rodzaju testy, takie jak na przykład Berg Balance Scale, Functional Reach Test, Timed Up and Go i inne. Są to proste testy, które nie wymagają specjalistycznego sprzętu i nakładów finansowych, jednak ich czułość, obiektywizm oraz dokładność są stanowczo mniejsze niż badania na platformach sił [9].

W celu dokładnej analizy równowagi ciała przeprowadza się badania, w trakcie których rejestrowane są poziome wychwiania posturalne w określonym czasie. To pomiary przemieszczania punktu wypadkowej sił reakcji podłoża (Center of Pressure – COP). Obecnie ta metoda pomiarowa jest najczęściej wykorzystywana do badania równowagi ciała. Na podstawie analizy sygnału COP można w prosty sposób obliczyć różne parametry stabilograficzne. Wyniki badań widoczne są na ekranie monitora w postaci stabilogramu. W ten sposób można łatwo zauważyć nieprawidłowości w strategii posturalnej w trakcie wykonywania określonego zadania [10, 11].

Introduction

The definition of stroke has changed over the years. In light of the progress in research and treatment methods made in the 21st century, the definition was updated by Sacco et al. [1] from the American Heart Association and American Stroke Association. A stroke is classically defined as a neurological deficit attributed to acute focal injury of the central nervous system caused by vascular disorders, including cerebral ischaemia, intracerebral haemorrhage, and subarachnoid haemorrhage. The injury to the central nervous system occurs as a result of cell death in the brain, spinal cord or retina. The disease is definitely one of the major causes of long-term disability and death among the world's adult population.

Like cancer and heart diseases, stroke has a high mortality rate. Sadly, death rate due to stroke in Poland is higher than in other countries. Statistics show that there is a continual rise in the number of elderly people in the society. This is a serious problem, since it will translate into a growing incidence of age-related diseases, stroke being one of them [2]. Moreover, the human balance system deteriorates with age, and the results of that process can be seen in the elderly. The elderly tend to have difficulty maintaining the correct body posture, which is to a large extent due to their visual ability. They also experience a worsening of proprioception, and a considerable reduction in muscle strength. The deterioration of body balance may also be the result of various neurological diseases [3].

A stroke involves a group of symptoms which usually appear suddenly. The most common symptoms include: one-sided facial drooping, facial tingling, motor and sensory aphasia, and limb numbness [4]. Many patients additionally suffer from hemiparesis which affects the opposite side of the area injured, and leads to a number of problems. The poor muscle tone on one side of the body results in non-uniform pressure being exerted on the ground by the lower extremities, and consequently, in an incorrect, asymmetrical body posture. As a result, the ability maintain the body's centre of gravity is reduced, which has an adverse impact on balance reactions, and makes posture control extremely difficult. All those factors contribute to an increased risk of falling and injuries in that group of people [5-8].

Various tests can be applied to evaluate the postural control and body balance, e.g.: Berg Balance Scale, Functional Reach Test, Timed Up and Go, and others. The tests are simple and do not require specialised equipment, or additional financial resources. However, their sensitivity, objectivity and accuracy are considerably lower than those achieved during tests on force platforms [9].

To assess body balance in an accurate manner, an examination is performed which involves recording horizontal postural sways at specific times. The procedure measures the displacement of the resultant ground reaction forces (Centre of Pressure - COP). This is currently the most widely used method of body balance assessment. An analysis of the COP signal enables easy calculation of various stabilography parameters. The test results are displayed on the screen in the form of a stabilogram. This allows easy detection of abnormalities in the postural strategy used when performing a particular task [10,11].

Undoubtedly, stroke and the associated complications are, and will remain an important issue. Of great importance here is a holistic approach to the patient and his or her rehabilitation. A rapid diagnosis, suitable treatment and com-

Nie ma wątpliwości, że temat udaru mózgu i komplikacji, jakie niesie za sobą, jest i będzie istotny. Ważne znaczenie ma podejście całościowe do pacjenta i jego rehabilitacji. Szybka diagnoza, właściwe leczenie, a następnie kompleksowa rehabilitacja dostosowana indywidualnie do pacjenta są kluczowe w postępowaniu leczniczym.

Celem pracy była ocena równowagi osób po udarze mózgu w zależności od strony niedowładów połowicznego ciała.

Material i metody

Badanie przeprowadzono u 32 pacjentów (15 kobiet i 17 mężczyzn) przebywających na oddziale neurologicznym w trzech placówkach: we Wrocławskim Centrum Rehabilitacji i Medycyny Sportowej sp. z o.o. przy ul. Chopina, Dolnośląskim Szpitalu Specjalistycznym im. prof. Tadeusza Marciniaka przy ul. Traugutta oraz w Szpitalu św. Rocha w Ozimku przy ul. Częstochowskiej. Wszystkie osoby były objęte programem usprawniającym zgodnym z przyjętymi standardami w wymienionych placówkach. Wykorzystywano wiele metod specjalistycznych, między innymi takich jak PNF i NDT Bobath, oraz zabiegi fizykalne. Rehabilitacja była dostosowana do stanu zdrowia i aktualnych możliwości każdego pacjenta.

Warunkiem włączającym do badania było wystąpienie pierwszego w życiu udaru mózgu. Kryterium, na podstawie którego wykluczano osoby z badania, to brak możliwości utrzymywania samodzielnie pozycji stojącej przez 2 minuty. W grupie 30-osobowej z powodu udaru niedokrwiennego zaobserwowano niedowład połowiczny prawostronny u 18 osób (8 kobiet i 10 mężczyzn, 60%) i lewostronny u 12 osób (5 kobiet i 7 mężczyzn, 40%).

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę wieku badanych osób oraz wskaźników antropometrycznych, a także czasu od wystąpienia udaru mózgu.

prehensive rehabilitation adapted to the patient's needs are crucial for the management of that medical condition.

The objective of the study was to evaluate the body balance in people after stroke depending on the side of hemiparesis.

Material and methods:

The testing was carried out in 32 patients (15 women and 17 men) hospitalised in the Neurology Units of three health-care facilities: the Wrocław Centre of Rehabilitation and Sports Medicine at Chopina Street in Wrocław, the Tadeusz Marciniak Lower Silesian Specialist Hospital at Traugutta Street in Wrocław and St. Roch's Hospital in Ozimek at Częstochowska Street. All patients participated in a rehabilitation programme in accordance with the standards adopted in each of the facilities listed above. A number of specialised methods were used, including PNF, NDT Bobath and physical therapy modalities. The rehabilitation programme was adjusted to each patient's state of health and current abilities.

The inclusion criterion for the study was the occurrence of first-ever stroke. The exclusion criterion was the patient's inability to maintain a standing position for 2 minutes when unassisted. Among the 30 patients after ischaemic stroke, 18 were found to suffer from right-sided hemiparesis (8 women and 10 men, 60%), and 12 from left-sided hemiparesis (5 women and 7 men, 40%).

Table 1 shows the patients' age characteristics, anthropometric indices, and time elapsed since the stroke.

Tabela 1. Charakterystyka grupy badanej ze względu na wiek, masę ciała, wysokość oraz czas, jaki upłynął od zachorowania
Table 1 Characteristics of the study group, including age, body mass, and time elapsed since the stroke

Zmienna Variable	Max	Min.	Średnia Mean	SD
Wiek (lata) Age (year)	84	39	66	10,28
Masa ciała [kg] Body mass [kg]	111	55	77	2,61
Wysokość ciała [cm] Body height [cm]	185	150	169	8,90
Czas od zachorowania (dni) Time elapsed since the stroke	906	14	211,93	238,62

Badanie posturograficzne wykonano, stosując platformę balansową R50300 firmy Cosmogamma oraz kompatybilny komputer PC z odpowiednim oprogramowaniem. Jest to system używany do oceny postawy pacjenta oraz położenia punktu wypadkowej reakcji sił wywieranych na podłoże (COP). Badanie wykonywano po 5-minutowym odpoczynku w pozycji siedzącej na krześle, w tym czasie przeprowadzano krótki wywiad z pacjentem. Pytania dotyczyły wieku, masy ciała, rodzaju przebytego udaru oraz daty wystąpienia incydentu. Wszyscy badani wyrazili pisemną zgodę na wzięcie udziału w badaniach. Następnie proszono pacjenta o przyjęcie swobodnej pozycji na platformie ze wzrokiem skierowanym w jeden punkt (wcześniej umiejscowiony na odpowiedniej wysokości dla

The posturographic examination was performed using the R50300 Cosmogamma balance platform, and a compatible computer with suitable software. This system is used to assess the patient's posture and measure the location of the resultant ground reaction forces (COP). The examination was preceded by 5 minutes of seated rest during which a short interview was conducted with the patient. The questions concerned the age, body mass, the type of stroke suffered, and date of the incident. All patients gave their written consent for participation in the study. Next, the patient was asked to adopt a relaxed position on the platform with the eyes fixed on one point (which had earlier been placed at a height adjusted to the patient's height). The upper extremities were placed along the body, and the

każdego badanego). Kończyny górne były ułożone wzdłuż ciała, a stopy (bez obuwia) ustawione zgodnie z wytycznymi na platformie. U każdego pacjenta wykonano pomiar z oczami otwartymi i bezpośrednio po tym wykonano następny – z oczami zamkniętymi, bez zmiany ułożenia stóp. Każdy z pomiarów trwał 1 minutę.

Zebrany materiał poddano analizie statystycznej dla cech mierzalnych (ilościowych) oraz analizie statystycznej dla cech niemierzalnych. Dla wszystkich parametrów ilościowych wyznaczono podstawowe statystyki opisowe (średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum) oraz sprawdzono zgodność ich rozkładu z rozkładem normalnym. Oceny zgodności dokonano za pomocą testu Shapiro–Wilka na poziomie istotności $p = 0,05$. Istotność różnic wartości średnich w obydwu próbach dla parametrów o rozkładzie normalnym i o jednorodnych wariancjach sprawdzono na podstawie testu t-Studenta. W przypadku porównywania dwóch cech, z których przynajmniej jedna miała rozkład istotnie różny od rozkładu normalnego, korzystano z nieparametrycznego testu U Manna–Whitneya. Analizę statystyczną przeprowadzono przy pomocy pakietu programów statystycznych STATISTICA oraz arkusza kalkulacyjnego Excel.

Wyniki

W celu zweryfikowania rozkładów zmiennych przeprowadzono test Shapiro–Wilka. Wyniki wykazały, że nie mają rozkładu zbliżonego do normalnego zmienne punktu COP takie jak: boczna prędkość z oczami otwartymi, częstotliwość oscylacji na osi Y z oczami otwartymi i zamkniętymi, częstotliwość oscylacji na osi X z oczami zamkniętymi, maksymalne wychwiania na osi X i Y z oczami otwartymi i zamkniętymi, obszar prędkości z oczami otwartymi i zamkniętymi, punkt obciążenia na osi Y z oczami zamkniętymi, prędkość AP z oczami otwartymi, powierzchnia wyznaczona na ścieżce z oczami otwartymi i zamkniętymi oraz wiek. Reszta zmiennych miała rozkład zbliżony do normalnego.

Nie zauważono istotnych różnic między niedowładem ciała połowicznym lewostronnym i prawostronnym w odniesieniu do wieku, masy ciała i wysokości ciała.

Rezultaty analizy z użyciem testu U Manna–Whitneya maksymalnych wychwiania COP z oczami otwartymi i zamkniętymi między osobami z lewo- i prawostronnym połowicznym niedowładem ciała na osi X i Y wykazały statystycznie istotne różnice. Wyniki testu U Manna–Whitneya dla dwóch prób niezależnych przedstawiono w tabeli 2.

Po dokonaniu analizy statystycznej zauważono istotne różnice w maksymalnych wychwianiach na osi X z oczami otwartymi i maksymalnych wychwianiach na osi Y z oczami zamkniętymi między osobami z lewostronnym i prawostronnym niedowładem ciała.

Średnia maksymalnych wychwiania na osi X z oczami otwartymi ($M = 139,82$; $SD = 241,36$; $Min. = 4,32$; $Max = 825,56$) u osób z lewostronnym połowicznym niedowładem ciała była niższa niż średnia maksymalnych wychwiania na osi X z oczami otwartymi ($M = 494,89$; $SD = 682,11$; $Min. = 12,92$; $Max = 2876,51$) u osób z prawostronnym połowicznym niedowładem ciała. W wyniku analizy z użyciem testu U Manna–Whitneya wykazano, że różnica ta jest statystycznie istotna ($U = 44$; $p < 0,007$).

Rezultaty przedstawione na rycinie 1 wskazują, że osoby z prawostronnym połowicznym niedowładem ciała osiągnęły wyższe wartości wychwiania COP na osi X, co świadczy o tym, że mają one większe problemy z utrzymaniem równowagi z otwartymi oczami w płaszczyźnie czołowej niż osoby z połowicznym niedowładem lewostronnym.

feet (without shoes) were arranged according to the guidelines on the platform. In each patient, the first measurement was performed with the eyes open and the second, directly after the first, with the eyes closed, without changing the arrangement of the feet. Each of the measurements lasted one minute.

The material collected was subjected to statistical analysis for the measurable (quantitative) traits, and to statistical analysis for non-measurable traits. For all quantitative parameters, the basic descriptive statistics were computed (the mean, standard deviation, maximum and minimum), and their distribution was checked for conformity with the normal distribution. The conformity assessment was performed using the Shapiro-Wilk test at a significance level of $p = 0.05$. The Student t-test was applied to calculate the significance of the differences between mean values in both samples for parameters with normal distribution and uniform variance. The nonparametric Mann-Whitney U test was used to compare two traits of which at least one had a distribution that significantly differed from the normal distribution. The statistical analysis was performed using the STATISTICA software package and the Excel spreadsheet.

Results

The distribution of variables was verified using the Shapiro-Wilk test. The results revealed that the following COP variables did not conform with the normal distribution: lateral velocity with the eyes open, frequency of oscillation on the Y axis with the eyes open and closed, frequency of oscillation on the X axis with the eyes closed, maximum sway on the X and Y axis with the eyes open and closed, sway velocity with the eyes open and closed, COP location on the Y axis with the eyes closed, AP velocity with the eyes open, surface area covered by the path with the eyes open and closed, and age. The remaining variables had a distribution approximating the normal distribution.

No significant differences were found between the left- and right-sided hemiparesis with respect to age, body mass and height.

The Mann-Whitney U test for maximum COP sways on the Y and X axes with the eyes open and closed revealed statistically significant differences between the patients with left and right-sided hemiparesis. The Mann-Whitney U results for two independent samples are shown in Table 2.

A statistical analysis demonstrated significant differences between the patients with left and right-sided hemiparesis with respect to maximum sways on the X axis with the eyes open, and maximum sways on the Y axis with the eyes closed.

The mean maximum sway on the X axis with the eyes open ($M = 139.82$; $SD = 241.36$; $Min = 4.32$; $Max = 825.56$) in people with left-sided hemiparesis was lower than the mean maximum sway on the X axis with the eyes open ($M = 494.9$; $SD = 682.11$; $Min. = 2.92$; $Max = 2876.51$) in people with right-sided hemiparesis. The Mann-Whitney U test demonstrated that the difference was statistically significant ($U = 44$; $p < 0.007$).

The results shown in Fig. 1 indicate that patients with right-sided hemiparesis achieved higher values of COP sways on the X axis, which means that they have greater difficulties maintaining balance in the frontal plane with their eyes open than patients with left-sided hemiparesis.

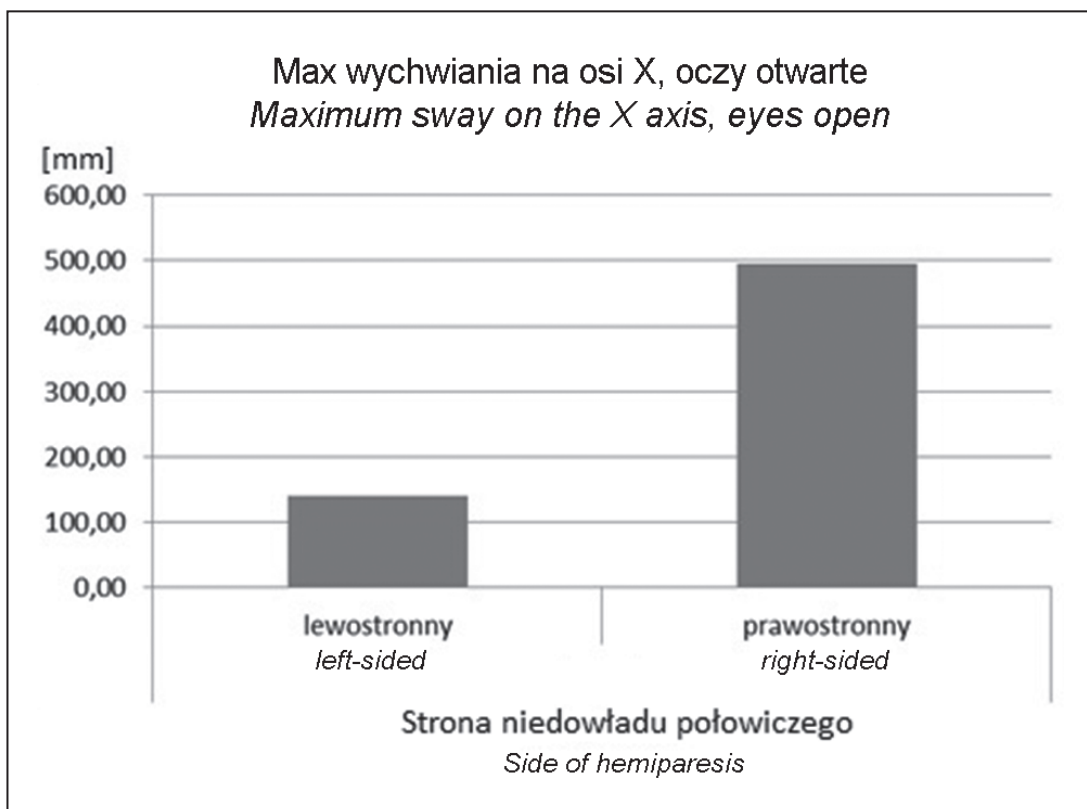
The mean maximum sway on the Y axis with the eyes closed ($M = 28.33$; $SD = 7.85$; $Min = 20$; $Max = 49.63$) in patients with left-sided hemiparesis was lower than the

Tabela 2. Maksymalne wychwiania na osi X i Y z oczami otwartymi i zamkniętymi między osobami z niedowładem połowicznym lewo- i prawostronnym ciała

Table 2 Maximum sways on the Y and X axes with the eyes open and closed in people with left and right-sided hemiparesis.

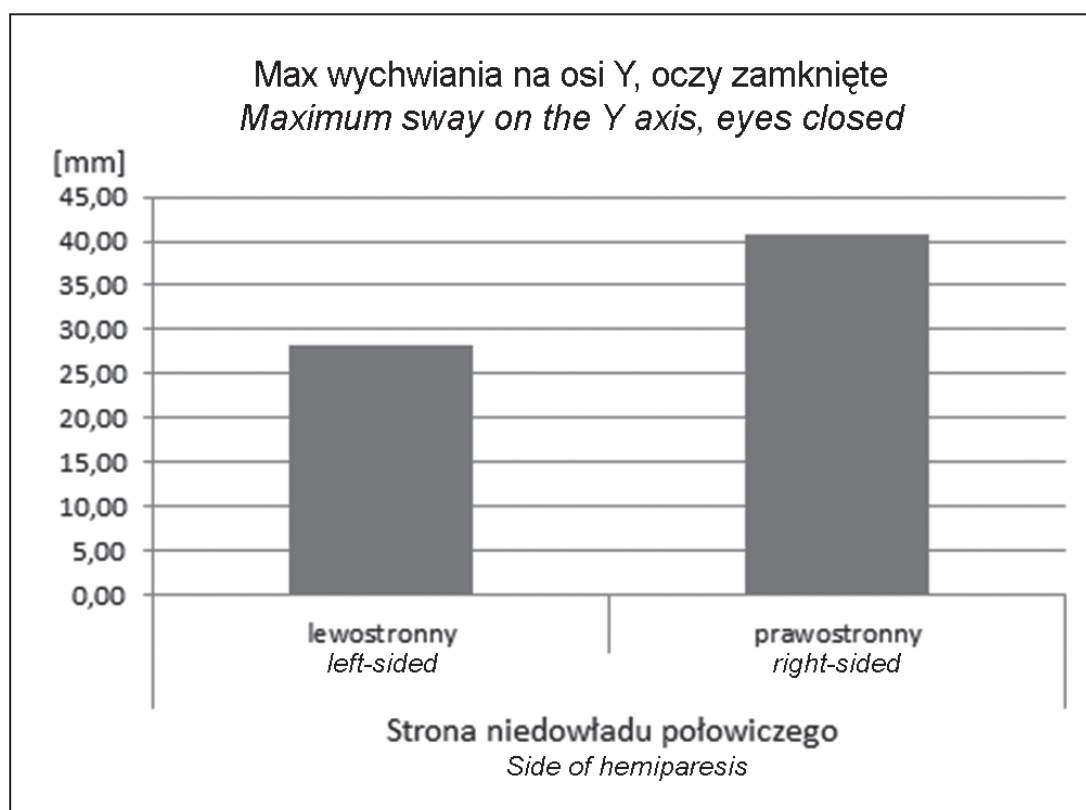
Parametr Parameter	Strona połowicznego niedowładu Side of hemiparesis	M	SD	Min.	Max	N	U	P
Max wychwiania na osi X, oczy otwarte Maximum sway on the X axis, eyes open	lewostronny left-sided	139,82	241,36	4,32	825,56	12	44	0,007*
	prawostronny right-sided	494,89	682,11	12,92	2876,51	18		
Max wychwiania na osi X, oczy zamknięte Maximum sway on the X axis, eyes closed	lewostronny left-sided	107,35	208,04	10,47	748,70	12	62	0,054
	prawostronny right-sided	343,80	346,05	5,57	1052,59	18		
Max wychwiania na osi Y, oczy otwarte Maximum sway on the Y axis, eyes open	lewostronny left-sided	31,83	17,96	10,02	64,51	12	96	0,626
	prawostronny right-sided	43,01	35,45	16,09	143,73	18		
Max wychwiania na osi Y, oczy zamknięte Maximum sway on the Y axis, eyes closed	lewostronny left-sided	28,33	7,85	20,00	49,63	12	61	0,048*
	prawostronny right-sided	40,67	18,77	18,42	84,26	18		

* p ≤ 0.05



Ryc. 1. Różnice w średnich maksymalnych wychwianach na osi X z oczami otwartymi (MAX.WX.OT) u osób z lewostronnym i prawostronnym niedowładem połowicznym ciała

Fig. 1. Differences in the mean maximum sway on the X axis with the eyes open (MAX.WX.OT) between patients with left and right-sided hemiparesis.



Ryc. 2. Różnice w średnich maksymalnych wychwianach na osi Y z oczami zamkniętymi (MAX.WY.OZ) u osób z lewostronnym i prawostronnym połowicznym niedowładem ciała
Fig. 2. Differences in the mean maximum sway on the Y axis with the eyes closed (MAX.WX.OZ) between patients with left and right-sided hemiparesis

Tabela 3. Punkt obciążenia na osi X i Y u osób z lewo- i prawostronnym niedowładem połowiczego ciała z oczami otwartymi i zamkniętymi
Table 3 COP location on the X and Y axis in people with left and right-sided hemiparesis with the eyes open and closed

Parametr Parameter	Strona połowiczego niedowładów Side of hemiparesis	M	SD	Min.	Max	N	t/U	df	p
Punkt obciążenia na osi X, oczy otwarte COP on X axis, eyes open	lewostronny left-sided	13,50	21,31	-18,80	72,49	12	-2,877	28	0,007*
	prawostronny right-sided	-9,40	21,42	-47,80	33,44	18			
Punkt obciążenia na osi X, oczy zamknięte COP on X axis, eyes closed	lewostronny left-sided	12,25	23,51	-22,03	74,52	12	-2,611	28	0,014*
	prawostronny right-sided	-10,01	21,86	-48,95	27,30	18			
Punkt obciążenia na osi Y, oczy otwarte COP on Y axis, eyes open	lewostronny left-sided	74,43	21,24	30,28	112,60	12	0,858	28	0,397
	prawostronny right-sided	80,92	18,64	55,54	112,47	18			
Punkt obciążenia na osi Y, oczy zamknięte COP on Y axis, eyes closed	lewostronny left-sided	80,61	16,68	56,44	111,58	12	1,098	28	0,281
	prawostronny right-sided	105,42	94,42	55,95	400,37	18			

* $p \leq 0,05$

Średnia maksymalnych wychwiał na osi Y z oczami zamkniętymi ($M = 28,33$; $SD = 7,85$; $Min. = 20$; $Max = 49,63$) u osób z lewostronnym niedowładem ciała była niższa niż średnia maksymalnych wychwiał na osi Y z oczami zamkniętymi ($M = 40,67$; $SD = 18,77$; $Min. = 18,42$; $Max = 84,26$) u osób z prawostronnym niedowładem ciała. Po dokonaniu analizy za pomocą testu U Manna–Whitneya wykazano, że różnica ta jest statystycznie istotna ($U = 61$; $p < 0,05$).

Przedstawione na rycinie 2 różnice w średnich maksymalnych wychwiał COP w płaszczyźnie strzałkowej na osi Y wskazują na to, że osobom z prawostronnym połowicznym niedowładem ciała trudniej jest utrzymać równowagę z zamkniętymi oczami, ponieważ uzyskiwały one statystycznie istotnie wyższe wartości wychwiania niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym.

W wyniku analizy z użyciem testu t-Studenta dla dwóch prób niezależnych zauważono istotne różnice w odniesieniu do punktu obciążenia COP na osi X z oczami otwartymi oraz na osi Y z oczami zamkniętymi między lewostronnym i prawostronnym niedowładem połowicznym ciała. Rezultaty testu t-Studenta i U Manna–Whitneya dla dwóch prób niezależnych zamieszczone są w tabeli 3.

Średnia punktu obciążenia na osi X z oczami otwartymi ($M = -9,4$; $SD = 21,42$; $Min. = -47,80$; $Max = 33,44$) u osób z prawostronnym niedowładem połowicznym ciała była niższa niż u osób z lewostronnym niedowładem połowicznym ($M = 13,5$; $SD = 21,31$; $Min. = -18,35$; $Max = 72,49$). Stosując test t-Studenta, wykazano, że różnica ta jest statystycznie istotna ($t = -2,8773$; $p < 0,007$).

Wyniki przedstawione na rycinie 3 pokazują, że osoby z prawostronnym połowicznym niedowładem uzyskały na osi X wartości mniejsze od zera, co oznacza, że bardziej obciążały one lewą stronę ciała. Badani z lewostronnym niedowładem połowicznym uzyskali większe wartości od zera, a to świadczy o tym, że bardziej obciążali prawą stronę ciała.

Średnia punktu obciążenia na osi X z oczami zamkniętymi ($M = -10,01$; $SD = 21,86$; $Min. = -48,95$; $Max = 27,30$)

mean maximum sway on the Y axis with the eyes open ($M = 40,67$; $SD = 18,77$; $Min. = 18,42$; $Max = 84,26$) in people with right-sided hemiparesis. The Mann-Whitney U test demonstrated that the difference was statistically significant ($U = 61$; $p < 0,05$).

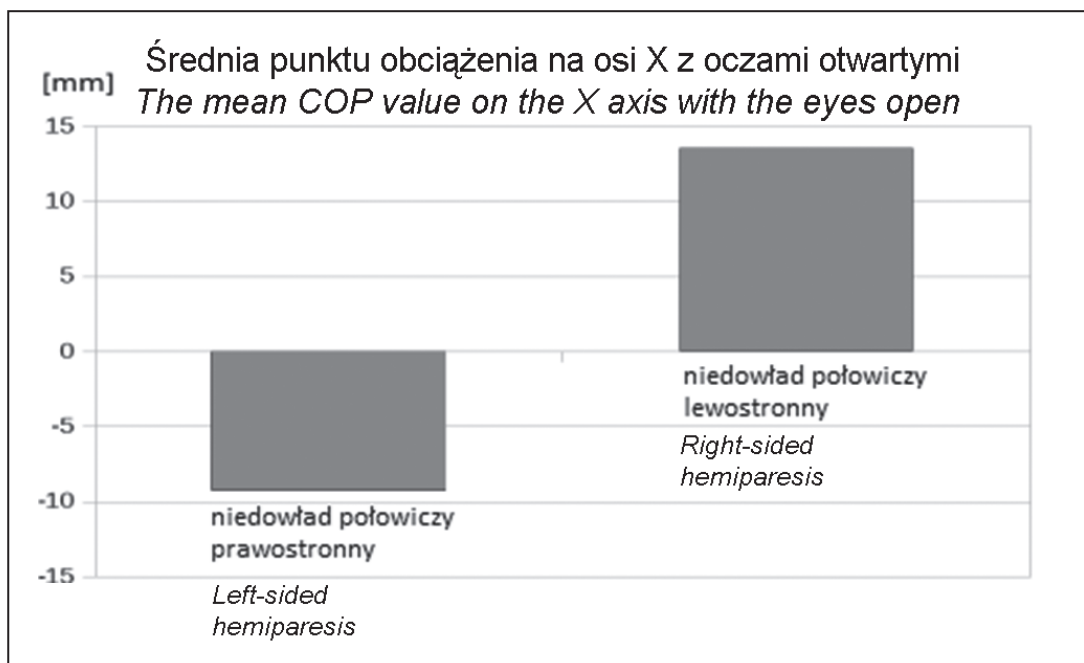
The differences in the mean maximum COP sways in the sagittal plane on the Y axis shown in Fig. 2 indicate that people with right-sided hemiparesis find it harder to maintain balance with their eyes closed, since their sway values were statistically significantly higher than those in patients with left-sided hemiparesis.

The Student t-test for two independent samples revealed significant differences in the COP location on the X axis with the eyes open and the COP location on the Y axis with the eyes closed between patients with left and right-sided hemiparesis. The results of the Mann-Whitney U test and Student t-test for two independent samples are shown in Table 3.

The mean COP value on the X axis with the eyes open ($M = -9,4$; $SD = 21,42$; $Min = -47,80$; $Max = 33,44$) in people with right-sided hemiparesis was lower than that in people with left-sided hemiparesis ($M = 13,5$; $SD = 21,31$; $Min. = -18,35$; $Max = 72,49$). The Student t-test demonstrated that the difference was statistically significant ($t = -2,8773$; $p < 0,007$).

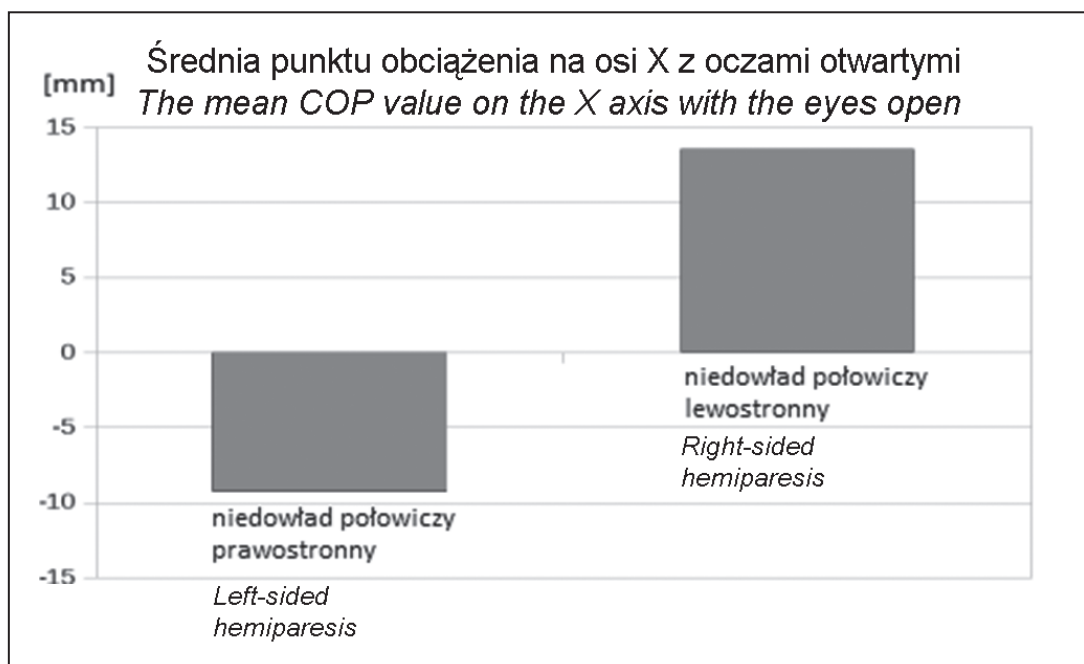
The results in Fig. 3 indicate that patients with right-sided hemiparesis achieved values below zero on the X axis, which means that they placed greater load on the left side of the body. Patients with left-sided hemiparesis achieved values above zero which means that they placed greater load on the right side of the body.

The mean COP value on the X axis with the eyes closed ($M = -10,01$; $SD = 21,86$; $= -48,95$; $Max = 27,30$) in people with right-sided hemiparesis was lower than the mean COP value ($M = 12,25$; $SD = 23,51$; $Min. = -22,03$; $Max = 74,52$) in people with left-sided hemiparesis. The Student t-test dem-



Ryc. 3. Różnice w średnich punktu obciążenia na osi X z oczami otwartymi (POX.OT) u osób z lewostronnym i prawostronnym połowicznym niedowładem ciała

Fig. 3. Differences in the mean COP values on the X axis with the eyes open (MAX.WX.OT) between patients with left and right-sided hemiparesis.



Ryc. 4. Różnice w średnich punktu obciążenia na osi X z oczami zamkniętymi (POX.OZ) u osób z lewostronnym i prawostronnym połowicznym niedowładem ciała

Fig. 4. Differences in mean COP value on the X axis with the eyes closed (MAX.WX.OZ) between patients with left and right-sided hemiparesis

u osób z prawostronnym połowicznym niedowładem ciała była niższa niż średnia ($M = 12,25$; $SD = 23,51$; $Min. = -22,03$; $Max = 74,52$) u osób z lewostronnym niedowładem połowicznym ciała. Na podstawie testu t-Studenta wykazano, że różnica ta jest statystycznie istotna ($t = -2,61191$; $p < 0,001$).

Wyniki punktu obciążenia na osi X bez kontroli wzroku, które przedstawiono na rycinie 4, wskazują, że osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym uzyskiwały wartości mniejsze od zera, co oznacza, że ich punkt obciążenia znajdował się po lewej stronie ciała. Badani z lewostronnym niedowładem połowicznym otrzymali wyższe wartości od zera, więc punkt ich obciążenia znajdował się po prawej stronie.

Dyskusja

Udar mózgu często powoduje utratę wielu ważnych funkcji u pacjentów [12]. Problem z utrzymywaniem równowagi ciała niekorzystnie wpływa na jakość chodu i jest ściśle związany z podwyższonym ryzykiem upadków [13]. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono negatywne oddziaływanie udaru na równowagę ciała. Wykorzystując platformę posturograficzną, zaobserwowano istotne różnice w przemieszczaniu się punktu COP u osób po udarze mózgu. Mimo że pacjenci zostali poddani rehabilitacji ukierunkowanej na przywrócenie utraconych funkcji, poprawę równowagi w czasie stania i chodu, u badanej grupy odnotowano pewne nieprawidłowości. Osoby z połowicznym prawostronnym niedowładem miały większe trudności z utrzymaniem równowagi z kontrolą wzroku i bez kontroli w płaszczyźnie przednio-tylnej i bocznej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym. Zauważono zależność, że u osób z połowicznym prawostronnym niedowładem punkt wypadkowej reakcji sił wywieranej na podłoże miał tendencję do przemieszczania się w lewą stronę, co świadczy o tym, że obciążały one lewą stronę ciała – niezajątą. Analogiczna obserwacja dotyczyła

onstrated that the difference was statistically significant ($t = -2.61191$; $p < 0.001$).

The COP results on the X axis with the eyes closed shown in Fig. 4 indicate that patients with right-sided hemiparesis achieved values below zero, which means that their COP was located on the left side of the body. Patients with left-sided hemiparesis achieved values above zero which means that their COP was located on the right side of the body.

Discussion

A stroke frequently causes the loss of many important body functions [12]. Balance problems adversely affect the quality of gait and are closely related to an increased risk of falling [13]. The studies have demonstrated a negative impact of stroke on body balance. Tests on a posturographic platform revealed significant differences in the COP displacement in people after stroke. Despite being subjected to rehabilitation to restore the lost functions and improve their walking and standing balance, the patients in the group under study displayed certain abnormalities. Individuals with right-sided hemiparesis had greater difficulty maintaining body balance with their eyes open and closed in the front-back and lateral planes than people with left-sided hemiparesis. It was found that in people with right-sided hemiparesis, the location of the resultant ground reaction forces tended to shift to the left, which meant that the people placed greater load on the left side of the body, i.e. on the unaffected side. An analogous observation was made with respect to patients with left-sided hemiparesis i.e. their COP tended to shift to the right, which means that they placed more load on the right side of the

badanych z połowicznym lewostronnym niedowładem, to znaczy punkt COP wykazywał tendencję do przebywania po prawej stronie, co oznacza, że obciążali oni prawą stronę ciała. Ze względu na zaburzenie prawidłowego napięcia mięśniowego po jednej ze stron ciała na skutek udaru mózgu badane osoby w większym stopniu obciążały kończynę dolną po stronie niezajętej, aby uchronić się przed możliwością upadku.

Osoby po udarze mózgu z niedowładem połowicznym ciała charakteryzują się asymetrycznym obciążaniem kończyn dolnych, a punkt COP ma tendencję do przesuwania się w kierunku strony niezajętej. Obserwuje się również wzrost wychwiań ciała w porównaniu z wychwianiami u zdrowych osób w tym samym wieku [14-16]. Podobne spostrzeżenia na temat problemów z utrzymaniem równowagi ciała wśród osób po udarze mózgu zamieścili w swojej pracy Krekora i Czernicki [17]. Stwierdzili oni, że siła nacisku kończyny po stronie niedowładu jest mniejsza, co pozostaje w zgodzie z uzyskanymi przeze mnie wynikami. Potwierdzili również przydatność platformy balansowej do oceny równowagi ciała u osób po udarze mózgu [17]. Mraz i wsp. [18] wykazali, że osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym nie dociążają strony niedowładnej, natomiast u osób z niedowładem połowicznym prawostronnym występuje przeciążenie strony zajętej. Badacze również zaobserwowali pozytywny wpływ kontroli wzroku na utrzymywanie równowagi ciała, szczególnie u osób z niedowładem lewostronnym.

Krukowska [19] na podstawie swoich badań stwierdziła, że ćwiczenia z wykorzystaniem wzrokowego sprzężenia zwrotnego na platformie poprawiają symetryczne obciążanie kończyn dolnych u pacjentów, a to ułatwia utrzymywanie równowagi ciała i zmniejsza trudności podczas chodu [19]. Kolejnym dowodem są badania przeprowadzone przez Bugajskiego i Czernickiego [20]. Po zastosowaniu 3-tygodniowego programu fizjoterapeutycznego u osób po udarze mózgu na platformie balansowej z wykorzystaniem sprzężenia zwrotnego odnotowali oni wysoką różnicę statystycznie istotną w wartościach dotyczących równomiernego obciążania kończyn dolnych między grupą kontrolną oraz badaną. Kalisz i wsp. [5] zaobserwowali także, że zarówno przed, jak i po 3-tygodniowej zastosowanej rehabilitacji osoby po udarze mózgu z połowicznym niedowładem ciała w mniejszym stopniu obciążały kończynę dolną po stronie zajętej. Wyniki ich badań jednak nie okazały się statystycznie istotne [5], co może być spowodowane tym, że autorzy oceniali badanych, stosując testy kliniczne, które – jak powszechnie wiadomo – nie są tak dokładne jak platformy posturograficzne.

Wnioski

1. Podczas badania posturograficznego u osób z niedowładem połowicznym ciała lewostronnym i prawostronnym obserwuje się niedociążenie stron niedowładnej, zarówno z oczami otwartymi, jak i zamkniętymi.
2. Z kontrolą wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym mają większe problemy z utrzymywaniem równowagi ciała w płaszczyźnie czołowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym.
3. Bez kontroli wzroku osoby z niedowładem połowicznym prawostronnym wykazują większe trudności z utrzymywaniem równowagi w płaszczyźnie strzałkowej niż osoby z niedowładem połowicznym lewostronnym.

body. Due to the lateral impairment of muscle tone as a result of stroke, the patients placed more load on the lower extremity on the unaffected side to protect themselves from possible falls.

Stroke patients with hemiparesis are characterised by asymmetrical loading of the lower extremities, and their COP tends to shift towards the unaffected side. Also, stroke patients display greater body sways than healthy individuals of the same age [14-16]. Similar observations concerning balance problems among stroke patients were made by Krekora and Czernicki [17]. They found that the amount of pressure exerted by the paretic extremity was lower than that of the non-paretic extremity, which coincides with the findings of my study. Moreover, they confirmed the usefulness of the balance platform for evaluating body balance in people after stroke [17]. Mraz et al. [18] demonstrated that the paretic side was underloaded in patients with left-sided hemiparesis, and overloaded in patients with right-sided hemiparesis. The researchers also noted the positive effect of vision on maintaining body balance, especially in patients with left-sided hemiparesis.

Based on her studies, Kurowska [19] concluded that exercises on platform using visual feedback improved the symmetry of loading in lower extremities, which, in turn, helped the patients to maintain body balance and reduced the walking difficulties [19]. Another piece of evidence was provided by Bugajski and Czernicki in their studies [20]. After subjecting stroke patients to a 3-week physiotherapeutic programme using a balance platform with feedback, they noted a high statistically significant difference in values relating to the symmetry of lower extremity loading between the control group and the group examined. Kalisz et al. [5] also observed that hemiparetic patients underloaded the lower extremity on the affected side both before and after the 3-week rehabilitation. However, the findings of their study were not statistically significant [5] which may be due to the fact that the authors used clinical tests which are less precise than posturographic platforms.

Conclusions

1. During the posturographic examination, patients with left and right-sided hemiparesis displayed underloading of the affected side, both when tested with their eyes open and closed.
2. When tested with vision, patients with right-sided hemiparesis had greater difficulty maintaining body balance in the frontal plane than those with left-sided hemiparesis.
3. When tested without vision, patients with right-sided hemiparesis had greater difficulty maintaining body balance in the sagittal plane than those with left-sided hemiparesis.

Piśmiennictwo

References

- [1] Sacco R.L., Kasner S.E., Broderick J.P., Caplan L.R., Connors J.J., Culebras A. et al., An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for health-care professionals from the American Heart Association/ American Stroke Association. *Stroke*, 2013, 44 (7), 2064-2089.
- [2] Mazurek J., Błaszowska A., Rymaszewska J., Rehabilitacja po udarze mózgu – aktualne wytyczne. *Now. Lek.*, 2013, 82 (1), 83-88.
- [3] Błaszczak J., Czerwosz L., Stabilność posturalna w procesie starzenia. *Gerontol. Pol.*, 2005, 13 (1), 25-36.
- [4] Mikołajewska E., Udar mózgu. *Prakt. Fizjoter. Rehabil.*, 2013, 9 (42), 54-58.
- [5] Kalisz K., Kalisz Z., Hagner-Derengowska M., Zukow W., Trela E., Ocena równowagi u pacjentów po przebytych udarze mózgu na podstawie wybranych skal i testów. *J. Health Sci.*, 2012, 2 (4), 141-177.
- [6] Seo K.C., Kim J.M., Wi G., The effects of stair gait exercise on static balance ability of stroke patients. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2014, 26 (11), 1835-1838.
- [7] Czernuszenko A., Upadki chorych w oddziale rehabilitacji neurologicznej. *Post. Psychiatr. Neurol.*, 2006, 15 (4), 241-244.
- [8] Broła W., Fudala M., Czernicki J., Berg Balance Test i jego znaczenie w prognozowaniu ryzyka upadków po udarze mózgu. *Fizjoter. Pol.*, 2009, 9, 1 (4), 31-38.
- [9] Drużbicki M., Przysada G., Rykała J., Podgórska J., Guzik A., Kołodziej K., Ocena przydatności wybranych skal i metod stosowanych w ocenie chodu i równowagi osób po udarze mózgu. *Prz. Med. Uniw. Rzesz.. Inst. Leków*, 2013, 1, 21-31.
- [10] Kuczyński M., Podbielska M., Bieć D., Paluszak A., Kręcisz K., Podstawy oceny równowagi ciała: czyli co, w jaki sposób i dlaczego powinniśmy mierzyć?. *Acta Bio-Opt. Inf. Med. Bomed. Eng.*, 2012, 4 (18), 243-249.
- [11] Gray V.L., Ivanova T.D., Garland S.J., Reliability of center of pressure measures within and between sessions in individuals post-stroke and healthy controls. *Gait Posture*, 2014, 40 (1), 198-203.
- [12] Gałęcki S., Walasik M., Rokicki R., Sikorska K., Dudkiewicz Z., Efektywność rehabilitacji i ćwiczeń na statyczno-dynamicznym parapodium z biofeedbackiem w odniesieniu do równowagi ciała u pacjentów po udarze niedokrwiennym mózgu. *Kwart. Ortop.*, 2013, 3, 314-325.
- [13] Gasq D., Labrunée M., Amarantini D., Dupui P., Montoya R., Marque P., Between-day reliability of centre of pressure measures for balance assessment in hemiplegic stroke patients. *J. Neuroeng. Rehabil.*, 2014, 11 (39), 1-10.
- [14] Yanohara R., Teranishi T., Tomita Y., Tanino G., Ueno Y., Sonoda S., Recovery process of standing postural control in hemiplegia after stroke. *J. Phys. Ther. Sci.*, 2014, 26 (11), 1761-1765.
- [15] Nardone A., Godi M., Grasso M., Guglielmetti S., Schieppati M., Stabilometry is a predictor of gait performance in chronic hemiparetic stroke patients. *Gait Posture*, 2009, 30 (1), 5-10.
- [16] Genthon N., Rougier P., Gissot A.S., Froger J., Péli-sier J., Pérennou D., Contribution of each lower limb to upright standing in stroke patients. *Stroke*, 2008, 39 (6), 1793-1799.
- [17] Krekora K., Czernicki J., Ocena rozkładu sił nacisku na podłoże u chorych po udarze niedokrwiennym mózgu. *Rehabil. Med.*, 2005, 9 (1), 16-20.
- [18] Mraz M., Mraz M., Skolimowska B., Szymańska J., Przemieszczenia środka ciężkości ciała w pozycji stojącej u osób po udarze mózgu na podstawie badań posturograficznych. *Fizjoterapia*, 2003, 11 (2), 32-38.
- [19] Krukowska J., Wpływ obciążania kończyn dolnych na równowagę ciała i sprawność chodu osób po niedokrwiennym udarze mózgu. *Balneol. Pol.*, 2009, 1 (1), 25-33.
- [20] Bugajski M., Czernicki J., Ocena wpływu ćwiczeń na platformie balansowej z wykorzystaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego na reedukację chodu osób po udarze mózgu. *Prz. Med. Uniw. Rzesz. Inst. Leków*, 2013, 4, 439-447.

Adres do korespondencji:

Address for correspondence:

Kamila Jasińska
Wydział Fizjoterapii AWF
Al. Paderewskiego 35
51-612 Wrocław
e-mail: kamila.m.jasinska@gmail.com

Wpłynęło/Submitted: II 2015
Zatwierdzono/Accepted: IX 2015