

Andrzej Kwolek, Mariusz Druźbicki

Ocena symetrii obciążenia kończyn dolnych i prędkości chodu chorych po udarze mózgu rehabilitowanych szpitalnie z wykorzystaniem platformy dynamometrycznej

Z Instytutu Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego
Z Oddziału Rehabilitacji Szpitala Wojewódzkiego nr 2 w Rzeszowie

Udar mózgu jest jedną z głównych przyczyn umieralności i niepełnosprawności w populacji ludzi dorosłych. Rehabilitacja chorych po udarze stanowi czynny i ciągły proces, którego jednym z celów jest odtworzenie funkcji lokomocyjnych. Celem pracy jest ocena efektów usprawniania chodu w warunkach rehabilitacji szpitalnej oraz określenie przydatności stosowania ćwiczeń równoważnych na platformie dynamometrycznej z wykorzystaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego. U chorych oceniano prędkość chodu i liczbę kroków, wskaźnik symetryczności obciążenia kończyn dolnych, sprawność funkcjonalną wg skali Barthel. Wszyscy chorzy uzyskali poprawę zdolności lokomocyjnych oraz poprawę sprawności w zakresie czynności dnia codziennego.

Słowa kluczowe: udar, rehabilitacja, chód, platforma dynamometryczna

Estimation of walking improvement in patients after stroke rehabilitated in hospital with application of dynamometric platform

Stroke is one of the main death and disability causes at mature population. Rehabilitation of patients after stroke is an active and continuous process and one of its objectives is to reconstruct locomotive functions. The target of the work is to evaluate effects of walk's improvement under conditions of hospitable rehabilitation and to determine usefulness of applying equiponderant exercises on dynamometric platform with use of biological feedback. Subject to assessment at patients were: walk's speed and number of steps, lower limbs' load symmetry rate, and functional efficiency according to Barthel's scale. All patients obtained an improvement of locomotive skills and efficiency as regards everyday activities.

Key words: stroke, rehabilitation, gait, dynamometric platform

WSTĘP

Rehabilitacja chorych, którzy doznali udaru mózgu jest ważną składową w procesie leczenia. Jest to czynny i ciągły proces, który rozpoczyna się w czasie hospitalizacji i trwa również po powrocie chorego do domu [1]. Zaburzenia lokomocji korelują z możliwością uczestnictwa chorego w wykonywaniu zwykłych czynności dnia codziennego, jak np. mycie się, jedzenie, ubieranie się [2]. Poprawa możliwości lokomocyjnych daje lepszą jakość życia

chorym po udarze mózgu i jego opiekunom oraz obniża koszty dalszego leczenia i pielęgnacji. W rehabilitacji jednym z podstawowych kierunków postępowania jest odtwarzanie zdolności chodu, a osiągnięte efekty są jednocześnie miernikiem skuteczności rehabilitacji [3, 4, 5]. Metody terapii z wykorzystaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego stanowią istotny postęp w rehabilitacji i znacznie wzbogacają możliwości stymulowania układu nerwowego w procesie rehabilitacji [6, 7].

Celem pracy jest ocena efektów rehabilitacji chorych w warunkach rehabilitacji szpitalnej oraz określenie przydatności stosowania ćwiczeń równoważnych na platformie dynamometrycznej z wykorzystaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego. Starano się określić czy rehabilitacja może być również skuteczna wśród chorych rehabilitowanych po roku i więcej od wystąpienia udaru.

MATERIAŁ I METODY

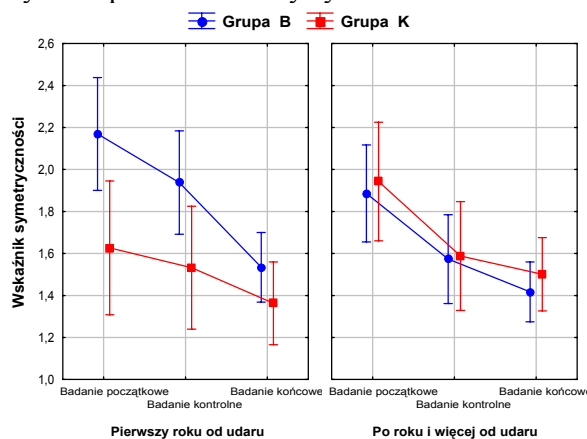
Badania przeprowadzono w okresie od listopada 2001 r. do marca 2002 r. w oddziale rehabilitacji wśród wszystkich chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu, leczonych w oddziale. Chorzy kierowani byli do oddziału bezpośrednio z oddziału neurologii, poradni rehabilitacyjnej i neurologicznej oraz przez lekarzy podstawowej opieki medycznej. Chorzy byli w różnym okresie od udaru, od 3 tygodni do kilku lat. Kryterium kwalifikacji: zdolność utrzymania samodzielnie przez kilka sekund postawy stojącej, nawet bez możliwości samodzielnego kroczenia, zaburzenie symetrii obciążenia kończyn dolnych w staniu ($Ws > 1,15$), świadoma zgoda chorego. Kryterium wykluczenia: ciężka, mieszana afazja i zaburzenia poznawcze, które mogłyby przeszkadzać w rozumieniu instrukcji dotyczących wykonywania ćwiczeń, schorzenia ortopedyczne – głównie utrwalony przykurcz zgięciowy w stawie skokowym (ustawienie końsko-szpotałe) uniemożliwiające wykonanie zadania oraz brak zgody chorego. Do dodatkowych ćwiczeń zakwalifikowano 50 kobiet i 78 mężczyzn. Średni wiek chorych wynosił 59,7 lat. Chorych podzielono na grupy: B1 – chorzy rehabilitowani w pierwszym roku od udaru i ćwiczący na platformie, grupa B2 – chorzy rehabilitowani po roku i więcej od udaru i ćwiczący na platformie, grupa K1 – chorzy rehabilitowani w pierwszym roku od udaru i niećwiczący na platformie oraz grupa K2 – chorzy rehabilitowani po roku i więcej od udaru i niećwiczący na platformie.

METODY OCENY

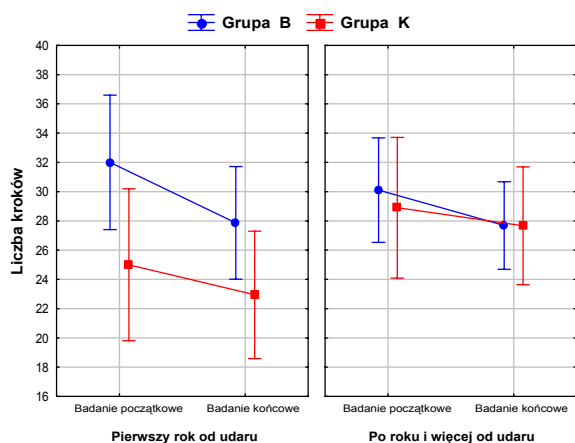
Do oceny chorych wykorzystano: wskaźnik symetryczności obciążenia kończyn dolnych, prędkość chodu i liczbę kroków na dystansie 20 metrów oraz wskaźnik Barthel. Wskaźnik symetryczności obciążenia kończyn dolnych (Ws) obliczano na podstawie danych uzyskanych w teście dwóch wag [8]. Za prawidłową wartość wskaźnika przyjęto wartość od 1,0 do 1,15. Nie u wszystkich chorych można było wykonać test drogi (ocena prędkości i liczby kroków) w dniu przyjęcia do oddziału. Ponieważ w obliczeniach statystycznych

jako miarę efektów rehabilitacji brano pod uwagę różnicę pomiędzy wynikami uzyskanymi w pierwszym i drugim badaniu liczba chorych z wyliczoną różnicą dla prędkości chodu i liczby kroków jest niższa niż wszystkich ocenianych pozostałymi metodami. Wszystkie badania wykonano dwukrotnie: w dniu przyjęcia chorego do oddziału i badanie kontrolne w dniu wypisu. **Metody rehabilitacji:** Program rehabilitacji był indywidualnie dostosowany dla każdego chorego oraz uwzględniał deficyty i możliwości ruchowe, wydolność psychiczną i fizyczną. Prowadzono ćwiczenia indywidualne, grupowe, naukę chodu, terapię zajęciową, ćwiczenia na przyrządach oraz stosowano fizykoterapię. Ćwiczenia indywidualne ukierunkowane były na odtworzenie funkcji kończyny dolnej, reedukację funkcji tułowia, umiejętności zmian pozycji w łóżku, przejścia do pozycji siedzącej i stojącej. Naukę chodu prowadzono indywidualnie począwszy od nauki prawidłowego i samodzielnego wstawania poprzez ćwiczenia ukierunkowane na odtworzenie zdolności podporu na nodze niedowładnej, prawidłowego sposobu przenoszenia, funkcji tułowia i głowy w czasie chodu, aż do nauki chodzenia po schodach, w terenie otwartym, po różnej nawierzchni oraz chodu ze zmianą prędkością. Celem dodatkowych ćwiczeń na platformie było uzyskanie bardziej symetrycznego obciążenia obu kończyn w pozycji stojącej. Ćwiczenia na platformie: pierwszym etapem ćwiczenia było nauczenie chorego stania statycznego z symetrycznym rozłożeniem ciężaru ciała na obie kończyny dolne. Przed rozpoczęciem ćwiczeń na platformie ustalano próg obciążenia dla kończyny dolnej przeciążonej, równy połowie masy ciała osoby ćwiczącej. Jeżeli chory działał na płytę tensometryczną siłą większą od zaprogramowanej, wówczas włączał się sygnał akustyczny i świetlny. Zadanie-polecenie, jakie otrzymywał chory polegało na staniu na dwóch nogach tak, aby sygnały nie włączały się. Kiedy próg wartości połowy ciężaru ciała był za duży i chory nie realizował zadania, to wartość progu zwiększano do wartości (nigdy nie równej i nie większej od wyniku pomiaru), przy której chory mógł wykonać zadanie. Jeżeli w trakcie ćwiczenia lub przed kolejnym ćwiczeniem obserwowano poprawę symetrii stania, wówczas obniżano próg naciśku na platformę kończyną przeciążoną, zmierzając do uzyskania wyniku przeciwnego do wyjściowego. Ćwiczenia równoważne na platformie dynamometrycznej prowadzono 2 razy dziennie po 5–15 minut przez 6 dni w tygodniu przez cały pobyt chorego w oddziale (średnio przez 24 dni).

Wyniki opracowano statystycznie testem t – Stu-



RYC. 1. Wskaźnik symetryczności

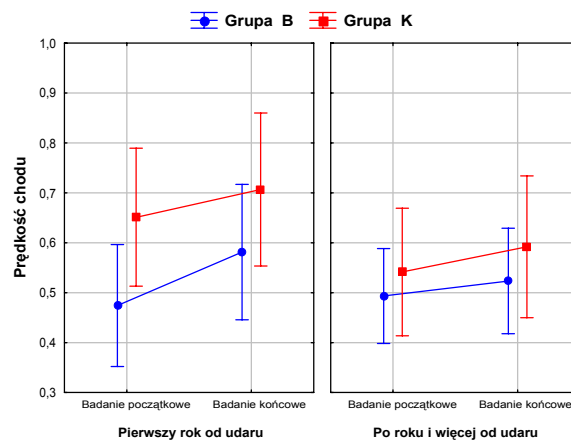


RYC. 3. Liczba kroków

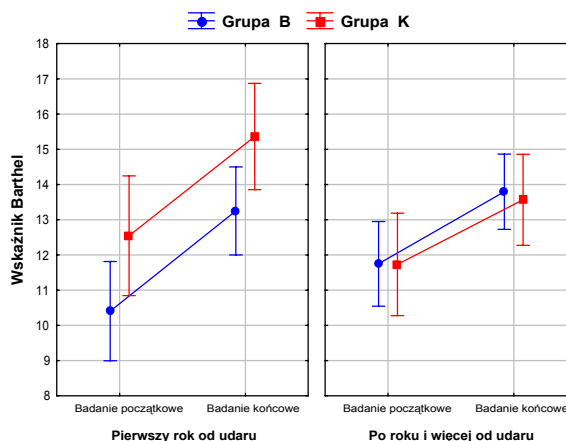
WYNIKI

Chorzy wykonujący dodatkowe ćwiczenia na platformie dynamometrycznej i rehabilitowani w pierwszym roku od udaru i po roku uzyskali poprawę wszystkich badanych parametrów. W grupie B1 średnia wartość wskaźnika symetryczności w badaniu końcowym (ryc.1) wynosiła 1,58 przy średniej wartości 2,35 w badaniu wstępnym ($p<0,001$). Prędkość chodu w tej grupie w badaniu wstępnym wynosiła 0,47 m/s i wzrosła po zakończeniu rehabilitacji w oddziale do 0,56 m/s ($p<0,01$). Jednocześnie zaobserwowano zmniejszenie liczby kroków wykonywanych nogą niedowładną na dystansie 20 metrów z 32 do średnio 28 w badaniu końcowym ($p<0,01$). Sprawność funkcjonalna w zakresie czynności codziennych wg wskaźnika Barthel oceniano na 10,41 w dniu przyjęcia chorego do oddziału i 13,25 w dniu wypisu ($p<0,01$). W grupie B2 średnia wartość wskaźnika symetryczności w badaniu wstępnym

denta oraz testem Manna-Whitneya i Wilcoxon. była zbliżona do średniej wartości uzyskanej przez chorych w grupie B1 i wynosiła 2,2. W badaniu



RYC. 2. Prędkość chodu



RYC. 4. Wskaźnik Barthel

kończącym średnia wartość wskaźnika wyniosła 1,53 ($p<0,001$). Różnica między średnimi prędkościami chodu na dystansie 20 metrów uzyskanymi w badaniu wstępnym i końcowym była niewielka i wynosiła 0,03 (ryc. 2). Wynik testu statystycznego dla pełnego zbioru danych wynosił $p=0,19$, natomiast w analizie testem Wilcoxon $p=0,006$. Średnia liczba kroków (ryc. 3) w teście drogi wynosiła w badaniu wstępnym 30,11 i zmniejszyła się do 28,2 ($p<0,001$). Średnia liczba punktów wg wskaźnika Barthel (ryc. 4) wynosiła w badaniu wstępnym 11,75, a w badaniu końcowym 13,8 ($p<0,001$). W grupie chorych rehabilitowanych bez dodatkowych ćwiczeń na platformie dynamometrycznej także obserwowano poprawę wszystkich badanych parametrów. Chorzy w grupie K1 uzyskali w badaniu wstępnym średnią wartość wskaźnika symetryczności najbardziej zbliżoną do jedności 1,63, a w badaniu kontrolnym

1,36 ($p < 0,05$). Średnia prędkość chodu również najwyższa była w tej grupie chorych. W badaniu wstępnym 0,65 m/s, w badaniu końcowym 0,7 m/s. Różnica średnich prędkości wyniosła 0,06 m/s. Wynik testu statystycznego dla pełnego zbioru danych $p = 0,16$, natomiast w teście Wilcoxon $p = 0,04$. Podobnie w liczbie kroków na dystansie 20 metrów i w ocenie sprawności w zakresie czynności dnia codziennego chorzy z tej grupy uzyskali najlepsze wyniki spośród wszystkich chorych. Różnica średnich wyników była wysoce znamienna ($p < 0,005$). W grupie chorych rehabilitowanych po roku od udaru i niećwiczących na platformie uzyskano poprawę wszystkich parametrów. Różnica średnich wartości wskaźnika symetryczności i prędkości chodu nie była istotna statystycznie dla całego zbioru danych ($p > 0,05$), natomiast w teście Wilcoxon $p = 0,002$ dla wskaźnika symetryczności i $p = 0,02$ dla prędkości chodu. Różnica w liczbie kroków na dystansie 20 metrów wyniosła 1,24 ($p > 0,05$). Chorzy w badaniu wstępnym uzyskali średnio 11,73 punktu wg wskaźnika Barthel i 13,57 w badaniu końcowym ($p < 0,0001$). Porównano wyniki poprawy uzyskanej w grupach chorych ćwiczących i niećwiczących na platformie. W pierwszym roku od udaru większą poprawę wskaźnika symetryczności, prędkości chodu, liczby kroków i wskaźnika Barthel uzyskali chorzy ćwiczący na platformie. Wynik testu statystycznego był istotny tylko dla wskaźnika symetryczności $p = 0,002$. W grupach chorych po roku od udaru także większą poprawę uzyskali chorzy ćwiczący na platformie, ale poprawa nie była istotna ($p > 0,05$).

DYSKUSJA

Z przeprowadzonych badań wynika, że stosowane w oddziale metody usprawniania wpływają na poprawę równowagi statycznej i dynamicznej we wszystkich grupach chorych. Poprawę (normalizację) Ws istotną statystycznie uzyskano we wszystkich podgrupach. Najbardziej dynamiczną poprawę obserwowano w podgrupie chorych ćwiczących na platformie dynamometrycznej, zarówno w pierwszym roku od wystąpienia udaru, jak i rok i więcej od udaru. W podgrupach chorych niećwiczących na platformie poprawa symetrii obciążenia kończyn dolnych także była istotna statystycznie, ale w podgrupie K2 wynik był istotny statystycznie po odrzuceniu wartości odstających. W bezpośrednim porównaniu wielkości poprawy Ws pomiędzy chorymi ćwiczącymi na platformie (grupa B) i chorymi niećwiczącymi

na platformie (grupa K) stwierdzono większą poprawę w grupach B zarówno rehabilitowanych w pierwszym roku, jak i po roku i więcej od udaru. Różnica istotna statystycznie była pomiędzy wynikami uzyskanymi przez chorych rehabilitowanych w pierwszym roku od udaru. Uzyskany wynik należy jednak traktować z dużą ostrożnością ze względu na różnicę pomiędzy początkowymi średnimi wartościami wskaźnika symetryczności. W podgrupach chorych rehabilitowanych rok i więcej od udaru średnie wartości początkowe wskaźnika symetryczności były zbliżone. Większą poprawę uzyskali chorzy ćwiczący na platformie, a porównanie średnich wartości wskaźnika dla całego zbioru danych dało wynik istotny statystycznie. Po przeprowadzeniu analizy statystycznej, stosując testy alternatywne różnica pomiędzy wynikami w obu podgrupach po zakończeniu rehabilitacji nie była istotna statystycznie. Na podstawie uzyskanego wyniku nie można jednoznacznie stwierdzić, jaki wpływ na poprawę równowagi statycznej mają ćwiczenia na platformie dynamometrycznej, ale można przyjąć, że taki wpływ wywierają. W każdej czynności ruchowej, jaką wykonuje człowiek, proces nerwowego sterowania ruchem jest związany z oddziaływaniem różnorodnych zstępujących impulsów odśrodkowych i wstępujących dośrodkowych, tworzących liczne pętle czynnościowych sprzężeń zwrotnych. Tak więc wzbogacenie impulsacji dośrodkowej u chorych ćwiczących na platformie o bodźce słuchowe i wzrokowe generowane przez aparaturę powinno oddziaływać na istniejące i stale powstające dzięki neuroplastyczności pętle sprzężeń zwrotnych. Uzyskany wynik jest zgodny z obserwacjami wielu autorów o korzystnym wpływie wzrokowego i słuchowego sprzężenia zwrotnego na przywracanie sprawności, w tym równowagi u chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu. Wykorzystywane w trakcie ćwiczenia na platformie tensometrycznej mechanizmy zastępczego sprzężenia zwrotnego pozwalają na zwiększenie stymulacji, poprawę kontroli i percepcji w czasie wykonywania zadania. W połączeniu ze zmieniającym się zadaniem ruchowym na podstawie ciągłej kontroli stopnia obciążenia kończyn, a co za tym idzie zwiększaniem intensywności, ćwiczenia są wykonywane zgodnie z zasadami uczenia motorycznego. Daje to podstawę do przypuszczenia, że ćwiczone czynności ruchowe dzięki plastyczności mózgu mogą stać się z czasem nowym wzorcem ruchowym, pozwalającym na realizowanie mechanizmu chodu zbliżonego do prawidłowego.

Równoległe z poprawą równowagi statycznej w stanie wyrażoną normalizacją Ws w badanych grupach chorych obserwowano zwiększenie prędkości chodu oraz zmniejszenie się liczby kroków na wymiernym odcinku drogi. Największa poprawa istotna statystycznie tych parametrów była u chorych rehabilitowanych w pierwszym roku od udaru. Jest to związane z dużą dynamiką zdrowienia w okresie pierwszych miesięcy od udaru. Średnie prędkości chodu po rehabilitacji były prędkościami, które mogą chorym pozwolić na samodzielne poruszanie się w warunkach, domowych. Wszyscy chorzy w ramach programu rehabilitacji umiejętności lokomocyjne doskonalili także w zmiennych warunkach takich jak chodzenie po schodach, chodzenie w terenie otwartym, po zróżnicowanym terenie i różnych nawierzchniach. Doskonalenie tych umiejętności połączone ze zwiększeniem prędkości chodu i jego ekonomiki może pozwolić na osiągnięcie samodzielności lokomocyjnej chorych poza środowiskiem domowym oraz wpłynąć na zmniejszenie powikłań, jakimi są upadki chorych.

Wraz z poprawą w zakresie czynności lokomocyjnych stwierdzono też u wszystkich chorych poprawę sprawności w zakresie czynności życia codziennego, sprawności funkcjonalnej oraz sprawności ruchowej kończyny niedowładnej. Powrót sprawności w czynnościach życia codziennego w pierwszym roku od udaru był większy niż u chorych rehabilitowanych po roku od udaru. Ta przewaga może wynikać z dużej dynamiki zdrowienia w pierwszych miesiącach od udaru spowodowanej spontanicznym powrotem funkcji oraz faktu, że chorzy w późniejszym okresie od zachorowania mają już wyćwiczone wzorce zachowań pozwalające na realizowanie potrzeb z zakresu czynności dnia codziennego. Niemniej jednak rehabilitacja w okresie późniejszym wpłynęła na istotną poprawę badanych parametrów. Samodzielność w życiu codziennym, a przede wszystkim jej odzyskiwanie jest efektem oddziaływania bardzo wielu czynników zarówno wynikających ze sprawności ruchowej, jak i funkcji poznawczych.

Uzyskane wyniki wskazują, że rehabilitacja chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu w okresie późnym, po roku i więcej od wystąpienia udaru przynosi wymierną poprawę. Badanie nie umożliwiło określenia trwałości uzyskanych wyników, jednak można stwierdzić, że rehabilitację warto podejmować w każdym czasie po zachorowaniu. Krótkie 3–4, tygodniowe pobyty w ośrodkach rehabilitacyjnych, w czasie któ-

rych realizowany jest intensywny program usprawniania powodują zwiększanie sprawności chorych po udarze. Jest to zgodne z badaniami wielu autorów dotyczącymi plastyczności mózgu, dzięki której możliwa jest poprawa sprawności funkcjonalnej oraz usamodzielnienie lokomocyjne chorych niezależnie od czasu, jaki upłynął od udaru [9, 10, 11, 12, 13]. Przeprowadzone badania w reprezentatywnej grupie chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu potwierdzają przydatność zastosowanego urządzenia do ćwiczeń z wykorzystaniem zastępczego sprzężenia zarówno do celów diagnostycznych, jak i do obiektywnej kontroli wyników usprawniania chorych z niedowładem po udarze mózgu. Zastosowane w urządzeniu oprogramowanie komputerowe umożliwia obiektywną i powtarzalną ocenę równowagi w staniu. Rejestracja wyników pozwala na ciągłą kontrolę efektów usprawniania poprzez porównywanie gromadzonych wyników badań nawet w trakcie trwania ćwiczenia. Możliwość oceny chorych po udarze mózgu oraz złożoność zagadnień (różnorodność kliniczna, stan psychiczny, objawy ze strony wszystkich układów) utrudniają jednoznaczną analizę i ocenę efektów rehabilitacji. Wydaje się, że tylko dalsze badania i wprowadzanie nowych metod w tej coraz liczniejszej grupie chorych mogą przynieść postęp, a w konsekwencji poprawę stanu tych chorych i wymierne korzyści dla całego społeczeństwa.

WNIOSKI

1. U chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu rehabilitowanych metodą zastępczego sprzężenia zwrotnego z wykorzystaniem platformy dynamometrycznej stwierdzono normalizację wskaźnika symetryczności obciążenia kończyn dolnych w staniu, co świadczy o poprawie równowagi statycznej.
2. Poprawa równowagi statycznej wpływa na poprawę jakości chodu, co wyraża się zwiększeniem prędkości chodu i zmniejszeniem liczby kroków na dystansie 20 metrów.
3. W badanej grupie chorych stwierdzono, iż poprawa funkcji lokomocyjnych jest możliwa niezależnie od czasu, jaki upłynął od udaru.

PIŚMIENNICTWO

1. Kwolek A., *Postępy w leczeniu i rehabilitacji osób po udarze mózgu niedokrwiennym mózgu*, Rehab. Med. 2002, 6, 1, 9

2. Perry J., Garret M., Gronley J. K., Mulroy S. J., *Classification of walking handicap in the stroke population*. Stroke, 1995, 26, 982
3. Gronley J. K., Perry J., *Gait analysis techniques*. Phys. Ther., 1984, 64, 12, 1831
4. De Haan R., Horn J., Limburg M., Van Der Meulen J., Bossuyt P., *A comparison of five stroke scales with measures of disability, handicap, and quality of life*. Stroke, 1993, 24, 1178
5. Perry J., Garret M., Gronley J. K., Mulroy S. J., *Classification of walking handicap in the stroke population*, Stroke, 1995, 26, 982
6. Kinalski R., *Ćwiczenia czynne samokontrolowane – możliwości zastosowania jako terapii opartej o zastępcze sprzężenie zwrotne u pacjentów neurologicznych*, Post. Reh., 1988, 2, 2, 55
7. Kwolek A., Drużbicki M., *Wykorzystanie platformy do ćwiczeń równowagi z zastosowaniem biologicznego sprzężenia zwrotnego u chorych po udarze mózgu*, Fizjoterapia, 1999, 7, 3, 3
8. Kwolek A., Kluz D., *Test dwóch wag w ocenie stopnia zaburzeń i postępu usprawniania u chorych z niedowładem połowicznym po udarze mózgu*, Post. Reh., 1991 5(2), 89
9. Holden K.M., Gill K.M., Magliozzi M.R., *Gait assessment for neurologically impaired patients*, Phys. Ther., 1986, 10, 66, 1530
10. Kriz G., *Feedback-based training of force control in patients with brain damage*, Arh. Phys. Med. Rehabil., 1995, 76, 653
11. Green J., Forster A., Bogle S., Young J., *Physiotherapy for patients with mobility problems more than 1 year after stroke: A randomized controlled trial*. Lancet, 2002, 359, 199
12. Dimitrijevic M.R., *Plastyczność układu nerwowego w procesie przywracania funkcji ruchowych przez ludzi*. Neur. Neurochir. Pol., 1996, 30, Supl. 1, 9-16.
13. Teasell R., *Stroke recovery and rehabilitation*. Stroke, 2003, 34, 365