

Propozycja metody oceny kontroli motorycznej ręki u pacjentów z niedowładem spastycznym po udarze mózgu

A method of hand motor control assessment in patients with post-stroke spasticity

Jolanta Zwolińska^{1,2 A-F}, Mariusz Druźbicki^{1,2 A,B,E}, Lidia Perenc^{1,2 D,E,F},
Andrzej Kwolek^{2 A,B}

¹ Kliniczny Regionalny Ośrodek Rehabilitacyjno-Edukacyjny dla Dzieci i Młodzieży im. Św. Jana Pawła II w Rzeszowie, St. John Paul II Clinical Regional Centre of Rehabilitation and Education for Children and Youth in Rzeszow

² Instytut Fizjoterapii Uniwersytetu Rzeszowskiego, Institute of Physiotherapy of the University of Rzeszow

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)

Streszczenie

Wstęp: Do oceny stanu ręki niedowładnej u pacjentów po udarze mózgu niezbędna jest obiektywna i czuła metoda umożliwiająca charakterystykę kontroli motorycznej. Jest to istotne ze względu na konieczność monitorowania efektów procesu terapeutycznego zgodnie z wymogami *Evidence Based Medicine* (EBM). Celem badania była ocena przydatności pomiarów ciśnień generowanych w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego oraz jego zwalniania do oceny poziomu kontroli motorycznej ręki u pacjentów po udarze mózgu na tle skal subiektywnych.

Material i metody: Do charakterystyki kontroli motorycznej zaproponowano wskaźnik liczbowy wyliczony w oparciu o pomiary ciśnień generowanych podczas chwytu cylindrycznego ręki oraz jego zwolnienia. W celu przeprowadzenia pomiarów do badania włączono 12 osób z niedowładem połowicznym po przebytym udarze mózgu.

Badanie obejmowało ocenę stopnia niedowładności ręki w skali Brunnström, ocenę stopnia nasilenia spastyczności w zmodyfikowanej skali Ashworth oraz ocenę sprawności ruchowej ręki według skali Fugl-Meyer (FMA). Dokonywano pomiaru ciśnień generowanych w czasie chwytu cylindrycznego, a następnie jego zwolnienia oraz pomiaru powierzchni ręki metodą fotometryczną. Badanie przeprowadzono dwukrotnie: w dniu przyjęcia do oddziału rehabilitacji stacjonarnej oraz po zakończeniu trzytygodniowej hospitalizacji.

Wyniki: W badaniu drugim odnotowano nieznaczne zmniejszenie nasilenia niedowładności wyrażonego w skali Brunnström oraz obniżenie nasilenia spastyczności w skali Ashworth. Odnotowano wyższą punktację w skali FMA. Uzyskano zmianę wartości zaproponowanego wskaźnika, ale w żadnym przypadku zmiana nie była istotna statystycznie.

Wnioski: 1. W odniesieniu do innych skal subiektywnych nie potwierdzono przydatności pomiarów ciśnień generowanych w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego oraz jego zwolnienia do oceny poziomu kontroli motorycznej ręki u pacjentów po udarze mózgu. 2. Dalsza weryfikacja przydatności proponowanej metody oceny kontroli motorycznej ręki z niedowładem spastycznym wymaga kontynuacji badań realizowanych zgodnie z wymogami EBM.

Słowa kluczowe:

spastyczność, ręka, chwyt cylindryczny, udar mózgu

email: jolantazwolinska@op.pl

Abstract

Introduction: In order to assess hand spasticity in post-stroke patients, it is necessary to apply an objective and sensitive method which allows for characterising motor control. It is significant due to the necessity to monitor the effects of the therapeutic process according to the requirements of *Evidence-Based Medicine* (EBM). The aim of the study was to assess the usefulness of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release for evaluating the level of hand motor control in post-stroke patients compared to subjective scales.

Material and methods: In order to characterise motor control, a numerical indicator calculated on the basis of the measurements of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release was suggested. To perform the measurements, 12 post-stroke patients with hemiparesis were included in the study.

In the research, the level of hand paresis was assessed with Brunnström Approach, the intensity of spasticity was graded with Modified Ashworth Scale, while hand motor function was classified with Fugl-Meyer Assessment (FMA). Pressure generated during a palmar grasp and after its release as well as palm area were measured with the use of a photometric method. The assessment was made twice, i.e. on the day of admission to the in-patient rehabilitation ward and after a three-week hospital treatment.

Results: In the second measurement, a slight decrease in paresis intensity according to Brunnström Approach and lower intensity of spasticity according to Ashworth Scale were noted. A higher number of points in the FMA scale was observed. The values of the suggested indicator changed; however, in no case were these changes statistically significant.

Conclusions: 1. Compared to other subjective scales, the usefulness of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release for assessing the level of hand motor control in post-stroke patients was not confirmed. 2. The usefulness of the recommended method of spastic hand motor control assessment needs to be verified in further research carried out according to EBM requirements.

Key words: spasticity, hand, palmar grasp, stroke

Wstęp

Nabyte uszkodzenie górnego neuronu ruchowego ma negatywny wpływ na funkcję manipulacyjną jak i podporową ręki poprzez ograniczenie kontroli motorycznej, osłabienie siły mięśniowej, zmniejszenie zakresu ruchomości w stawach i rozwój spastyczności [1]. Ponadto u osób po udarze mózgu zaburzone są też podwójne zadania ruchowe oraz koordynacja [2].

U pacjentów po udarze mózgu istotna jest obiektywna ocena stanu ręki niedowładnej w tym nasilenia spastyczności i poziomu kontroli motorycznej. Czynniki te prowadzą do pogorszenia funkcji ręki i niepełnosprawności [3-5]. W badaniu Keng i wsp. wykazano, że 3 miesiące po udarze spastyczność występuje u 33% pacjentów [6]. Do oceny poziomu spastyczności najczęściej wykorzystuje się zmodyfikowaną skalę Ashworth i skalę Tardieu [7-15]. Zmodyfikowana skala Ashworth (Modified Ashworth Scale, MAS) stanowi subiektywną

Introduction

An upper motor neuron lesion negatively affects manipulative function and weight-bearing function of the hand by limiting motor control, decreasing muscle strength, decreasing ranges of joint mobility and the development of spasticity [1]. Moreover, post-stroke patients have a diminished ability to perform tasks in dual-task training and their coordination is affected [2].

In the case of post-stroke patients, it is significant to carry out objective assessment of the state of a paretic hand, including the intensity of spasticity and the level of motor control. These factors lead to the deterioration of limb function and disability [3-5]. In their research, Keng et al. revealed that 3 months post stroke, spasticity occurred in 33% of the patients [6]. The level of spasticity is usually assessed with Modified Ashworth Scale (MAS) and Modified Tardieu Scale (MTS) [7-15]. MAS is a subjective evaluation method [16], while

metodę oceny [16]. Do częściowo zobiektywizowanych narzędzi zaliczana jest skala Tardieu [4,17]. Do obiektywnych metod oceny zaburzeń napięcia mięśniowego, w tym spastyczności, należą testy elektrofizjologiczne, jakkolwiek nie ma aktualnie jednej uniwersalnej metody [17-20]. Do oceny spastyczności ręki wykorzystuje się też badania USG metodą elastografii [21].

Wykazano też, że oceny poziomu spastyczności mięśnia można dokonać przy wykorzystaniu parametrów struktury mięśniowej (*Muscle Architecture Parameters MAP*) oznaczanych podczas badania ultrasonograficznego. Wyniki badań wskazują, że pomiar takich parametrów jak: grubość mięśnia (*muscle thickness*), długość włókna mięśniowego (*fascicle length*) czy kąt pierzastości (*pennation angle*) mogą stanowić cenne uzupełnienie oceny w skali MAS, a połączenie obu metod poprawia czułość i obiektywizm oceny [22].

Do oceny kontroli motorycznej, a tym samym poziomu funkcji ręki przydatne są skale Fugl - Meyer (Fugl - Meyer Assessment, FMA) i Brunnström [3,11,14,15,17,23,24]. Skale te mają charakter skal subiektywnych. Do obiektywnej oceny stanu funkcjonalnego ręki wykorzystuje się także pomiar siły chwytu pęsetowego, bocznego oraz cylindrycznego z użyciem dynamometru [1,24]. Powyższe metody uznawane są za rzetelne czyli powtarzalne i przydatne w monitorowaniu efektów terapii [1].

Wymogi EBM rodzą potrzebę opracowywania, walidacji i standaryzacji narzędzi umożliwiających ocenę stanu pacjentów i efektów wdrożonego postępowania terapeutycznego. Nowe metody oceny powinny cechować się rzetelnością (*reliability*) i trafnością (*validity*). Rzetelność oznacza spójność, niezawodność i powtarzalność pomiaru. Trafność oznacza, że specyfika narzędzia w pełni odpowiada założonym przez badacza celom i obszarom badawczym. Metoda pomiaru powinna być jednocześnie na tyle uniwersalna, aby znajdowała zastosowanie w rozmaitych analizowanych przypadkach. Opracowywanie takich metod to jeden z najważniejszych kierunków rozwoju współczesnej rehabilitacji w Polsce i na świecie.

Autorzy pracy podjęli próbę opracowania prostej w zastosowaniu i czulej metody oceny poziomu kontroli motorycznej ręki z wykorzystaniem pomiaru ciśnienia generowanego w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego oraz jego zwolnienia, a także pomiaru powierzchni dłoniowej ręki metodą fotometryczną. Celem pracy była ocena przydatności

Tardieu Scale belongs to a group of partly objective tools [4,17]. In turn, objective methods of assessing muscle tension disorders (e.g. spasticity) include electrophysiological tests; however, there does not exist one universal method [17-20]. Hand spasticity is also assessed with USG-based sonoelastography method [21].

It was also revealed that the level of spasticity may be evaluated with the use of muscle architecture parameters (MAP) marked during an ultrasonography examination. The research results indicated that the measurement of such parameters as muscle thickness, fascicle length or pennation angle may constitute a valuable addition to MAS assessment, and the combination of both methods improves the sensitivity and objectivity of the assessment [22].

Fugl-Meyer Assessment and Brunnström Approach are useful scales in assessing hand motor control and function [3,11,14,15,17,23,24]. These scales are of subjective character. An objective assessment of hand function also includes the measurement of pincer, lateral and palmar grasp with the use of a dynamometer [1,24]. The above-mentioned methods are recognised as reliable and useful in monitoring therapy effects [1].

The requirements of EBM bring about the need for elaborating, validating and standardising tools which help to assess patients' state and the effects of the applied therapy. New methods of assessment should meet the requirements of reliability and validity. Reliability means integrity, infallibility and repeatability of the measurements. Validity means that the specificity of the tool fully realises research areas and aims selected by a scientist. A measurement method should be so universal that it may be applied in various cases under analysis. Elaborating such methods is one of the major directions of development of contemporary rehabilitation in Poland and abroad.

In our study we made an attempt at developing a simple and sensitive method of assessing the level of hand motor control with the use of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release and using the measurement of palm area with a photometric method. The aim of the study was to assess the usefulness of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release for evaluating the level of motor control in post-stroke patients compared to subjective scales.

pomiaru ciśnienia generowanego w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego oraz jego zwolnienia do charakterystyki ilościowej kontroli motorycznej u pacjentów po udarze mózgu na tle oceny subiektywnej.

Material i metody

W badaniu wzięło udział 12 osób (6 mężczyzn i 6 kobiet) z niedowładem połowicznym po przebytym udarze mózgu hospitalizowanych w oddziale rehabilitacji. Średni wiek w badanej grupie wynosił 65 lat (przy odchyleniu standardowym 14 lat), zaś mediana dla wieku wyniosła 64 lata. W badanej grupie

Material and methods

The research included 12 post-stroke patients (6 males and 6 females) with hemiparesis who were tested at the hospital rehabilitation ward. Mean age was 65 years (standard deviation – 14 years), and a median was 64 years. The majority of patients from the examined group were aged 60 to 80. One patient was much younger (29 years old). Mean time from stroke onset was 55 months (standard deviation – 22 months). The majority of patients from the examined group suffered a stroke a minimum of 5 years before. One person had a stroke 12 months before the research. Median time from stroke onset was 59.5 (tab. 1).

Tab. 1. Wiek i czas od udaru w badanej grupie

Tab. 1. Age and time from stroke onset in the examined group

Analizowane zmienne / Analysed variables	Średnia / Mean	Mediana / Median	Minimum / Minimum	Maksimum / Maximum	Odch. Std. / Standard Deviation
Wiek [lat] / Age [years]	65,3	64,5	29	84	14
Czas od udaru [m-c] / Time from stroke onset [months]	55	59,5	12	81	22

Tab. 2. Charakterystyka badanych

Tab. 2. Characteristics of the participants

Zmienna / Variable	Liczność / No. of patients	Procent / Percent
Płeć / Sex		
Kobieta / Female	6	50
Mężczyzna / Male	6	50
Strona porażona / Paretic side		
Prawa / Right	6	50
Lewa / Left	6	50
Lateralizacja / Lateralisation		
Prawostronna / Right-sided	12	100
Lewostronna / Left-sided	0	0
Wdrożona terapia / Implemented therapy		
Fizykoterapia / Physiotherapy	5	42
Masaż / Massage	7	58
Kinezyterapia indywidualna / Individual kinesiotherapy	10	83
Kinezyterapia zespołowa / Group kinesiotherapy	8	67
Odruchy ścięgnowe / Tendon reflexes		
Prawidłowe / Proper	7	58
Wzmożone / Increased	3	25
Zniesione / Absent	2	17
Klonusy / Clonuses		
Obecne / Present	1	8
Nieobecne / Absent	11	92
Skala Brunnstrom (bad. 1) / Brunnström Approach (1st examination)		
2	8	67
3	4	33
Skala Ashwortha (bad. 1) / Ashworth Scale (1st examination)		
1	2	17
+1	3	25
2	5	41
3	2	17

większość pacjentów była w wieku od 60 do 80 lat. Jedna osoba była znacznie młodsza i liczyła 29 lat.

Średni czas od udaru w badanej grupie wyniósł 55 miesięcy (przy odchyleniu standardowym 22 miesięcy). W badanej grupie przeważały osoby, które przeżyły udar 5 lat wcześniej lub więcej. U jednej osoby czas, jaki upłynął od wystąpienia od udaru wyniósł 12 miesięcy. Mediana dla czasu od udaru wynosiła 59,5 (tab. 1).

Przebadano 12 kończyn niedowładnych (6 prawych i 6 lewych). U siedmiu pacjentów występowały prawidłowe odruchy ścięgniste z mięśnia ramienno-promieniowego, w dwóch przypadkach odruchy te były zniesione, w trzech wzmożone, a w jednym przypadku uzyskano odpowiedź kloniczną. Dwie osoby przyjmowały leki o działaniu miorelaksacyjnym. Do badania włączono osoby z wynikiem od 2 do 3 w skali Brunnström (tab. 2).

Uczestnicy badania podczas pobytu realizowali program rehabilitacji określony na początku pobytu przez zespół terapeutyczny. Średni czas pobytu w oddziale wyniósł 3 tygodnie. Program rehabilitacji obejmował kinezyterapię indywidualną opartą głównie na zastosowaniu metod neurofizjologicznych, a ukierunkowaną na poprawę zakresu ruchomości oraz odtworzenie kontroli motorycznej kończyny górnej. Zabiegi wykonywali licencjonowani fizjoterapeuci, doświadczeni w zakresie rehabilitacji neurologicznej. Program obejmował również kinezyterapię grupową oraz zabiegi fizykoterapeutyczne w tym elektrostymulację mięśni prostowników i mięśni zginaczy ręki niedowładnej metodą Hufschmidta, masaż wirowy kończyny górnej niedowładnej oraz zabiegi kriostymulacji parami azotu przedramienia i ręki kończyny niedowładnej. Łączny czas terapii w ciągu dnia wyniósł 150 minut i był jednakowy dla każdego pacjenta.

Badanie ręki niedowładnej przeprowadzane było w pierwszej i w ostatniej dobie trzytygodniowej rehabilitacji szpitalnej przy wykorzystaniu skal subiektywnych oraz pomiarów obiektywnych i obejmowało:

- ocenę stopnia nasilenia spastyczności – zmodyfikowana skala Ashworth (MAS)
- ocenę funkcji ręki – skala Fugl-Meyer (FMA)
- fotometryczny pomiar powierzchni ręki
- pomiar ciśnienia generowanego w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego – maximum pressure (p max)
- pomiar ciśnienia generowanego w czasie zwolnienia chwytu cylindrycznego – minimum pressure (p min)

Twelve paretic limbs (6 right and 6 left ones) were examined. Proper tendon reflexes in brachioradialis were noted in 7 patients, in two patients these reflexes did not occur, in three cases they were increased, and in one case a clonal response was observed. Two patients were taking myorelaxant medications. Patients with a score of 2-3 according to Brunnström Approach were included in the study (tab. 2).

During their hospital stay, the participants of the study realised a rehabilitation programme put forward at the beginning of their stay by a team of therapists. A mean length of stay at the ward was 3 weeks. The rehabilitation programme included individual physiotherapy based mainly on neurophysiological methods and was aimed at improving the range of motion and recovering motor control in an upper limb. Therapeutic procedures were performed by licensed physiotherapists who were experienced in neurological rehabilitation. The programme also included group kinesiotherapy and physical modalities such as Hufschmidt electrical stimulation of flexors and extensors of a paretic hand, whirlpool massage of a paretic upper limb or cryostimulation with nitrogen vapours of a forearm and hand of a paretic upper limb. Total time of therapy per day was 150 minutes and was the same for every patient.

The paretic hand was examined on the first and last day of three-week in-patient rehabilitation with the use of the following subjective scales and objective measurements:

- intensity of spasticity – Modified Ashworth Scale (MAS)
- hand function – Fugl-Meyer Assessment (FMA)
- photometric palm area measurement
- the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp – maximum pressure (p max)
- the measurement of pressure generated after a release of a palmar grasp – minimum pressure (p min)

While measuring hand function, a part of Fugl-Meyer Assessment regarding a hand was used in which flexion and extension of fingers and the quality of five grasps was evaluated. In total, seven motor tasks were taken into account and 0-2 points were given for each task.

In order to measure palm area and pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release, a measuring set with a measurement cylinder equipped with pressure sensor was used (fig. 1).



Ryc.1. Stanowisko do badania ręki
Fig. 1. Stand for hand examination

Ze skali Fugl-Meyer wykorzystano część dotyczącą ręki; oceniano zgięcie i wyprost palców oraz jakość zaproponowanych pięciu chwytów. Łącznie uwzględniono siedem zadań ruchowych ocenianych w zakresie od 0 do 2 za jedno zadanie.

Do pomiaru powierzchni ręki i ciśnienia generowanego maksymalnym chwytem cylindrycznym oraz ciśnienia generowanego w czasie jego zwolnienia wykorzystano zestaw pomiarowy z cylindrem pomiarowym wyposażonym w czujnik ciśnienia (ryc. 1).

Pomiaru powierzchni ręki dokonywano za pomocą ogniw fotoelektrycznych po umieszczeniu ręki w kasecie pomiarowej, której podstawę stanowi wycinek walca o średnicy 160 mm. Na oświetlonej podstawie zamontowane są ogniwa światłoczułe, na których spoczywa swobodnie badana ręka oświetlona rozproszonym z góry światłem. Otrzymaną wielkość powierzchni ręki wyrażono w mm^2 .

Do pomiaru ciśnienia generowanego maksymalnym chwytem cylindrycznym i ciśnienia generowanego po zwolnieniu tego chwytu wykorzystany został monolityczny czujnik półprzewodnikowy, a wartość ciśnienia wyrażona została w kilopaskalach (maksymalnie do 120 kPa). W trakcie pomiaru ciśnienia pacjent najpierw otrzymywał komendę: „ściśnij cylinder najmocniej jak potrafisz” (p_{max}), a po upływie pięciu sekund komendę: „zwolnij uścisk cylindra” (p_{min}). Obliczono wskaźnik p_{max}/p_{min} (WWS). Słuszność skojarzenia takich metod oceny została potwierdzona wynikami badań innych autorów [22,25].

The measurement of palm area was made with the use of photovoltaic cells after placing a hand in a measuring case whose base is made of a fragment of a cylinder with a diameter of 160 mm. On a floodlit base, photosensitive cells were fixed. The examined hand was placed freely on these cells and was lit from above with dispersed light. The measured palm area was expressed in mm^2 .

In order to measure the pressure generated during a maximal palmar grasp and pressure generated after its release, a monolithic semiconductor detector was applied, and the value of the pressure was expressed in kilopascals (a maximum of 120 kPa). During the measurement of the pressure, the patient was first instructed to “press the cylinder as hard as you can” (p_{max}), and after five seconds to “release the grasp” (p_{min}). The value of p_{max}/p_{min} was calculated. The usefulness of combining such methods of assessment was confirmed by the results of research conducted by other authors [22,25].

The analysis of the obtained results included the values of order statistics and the results of Wilcoxon test. A non-parametric Wilcoxon test was applied due to the fact that the values of the majority of the analysed measurements of function in both examinations and changes occurring between the examinations did not have a normal distribution (normal distribution was assessed both on the basis of distribution graphs and the results of Shapiro-Wilk Test). According to the commonly applied rules, the probability value ($p < 0.05$) was treated as statistically significant. The calculations were made with Statistica v. 12 software.

W analizie uzyskanych wyników uwzględniono wartości statystyk pozycyjnych i wyniki testu Wilcoxon. Nieparametryczny test Wilcoxon zastosowano z uwagi na fakt, iż wartości większości analizowanych miar sprawności w obu badaniach oraz zmiany pomiędzy badaniami nie miały rozkładu normalnego (normalność rozkładu oceniano zarówno na podstawie wykresów normalności jak i wyników testu Shapiro-Wilka). Za wyniki istotne statystycznie uznawano, zgodnie z powszechnie stosowanymi zasadami, wartość prawdopodobieństwa testowego $p < 0,05$. Obliczenia wykonano za pomocą programu Statistica v. 12.

Wyniki

Średni wynik skali Brunnström wynosił w badaniu pierwszym 2,75 a w badaniu drugim 2,83. Różnica pomiędzy badaniami nie była znamienna statystycznie. Dla 11 z 14 pacjentów uzyskano identyczne wyniki w obu badaniach. Wartość prawdopodobieństwa testowego $p = 0,5930$ uzyskana za pomocą testu Wilcoxon znacznie przekraczała wartość 0,05.

W tabeli 3 przedstawiono wyniki punktacji w skali Ashworth oraz przyjętą punktację wykorzystaną do analizy statystycznej.

Tab. 3. Poziom spastyczności ręki według skali Ashworth i przyjętej punktacji
Tab. 3. The level of hand spasticity according to Ashworth Scale and adopted scoring

Liczba porządkowa badanych / Patient number	I badanie / 1 st examination		II badanie / 2 nd examination	
	Skala Ashworth / Ashworth Scale	Przyjęta punktacja / Adopted scoring	Skala Ashworth / Ashworth Scale	Przyjęta punktacja / Adopted scoring
1	3	5	4	6
2	1	2	1	2
3	3	5	2	4
4	1+	3	1+	3
5	1+	3	1+	3
6	2	4	1+	3
7	1+	3	1+	3
8	2	4	2	4
9	2	4	1+	3
10	2	4	2	4
11	1	2	1	2
12	2	4	1+	3

U 7 chorych nie zaobserwowano żadnych zmian po zakończeniu terapii. Średni poziom spastyczności według przyjętej punktacji wynosił w badaniu pierwszym 3,58, a w badaniu drugim 3,33 (tab. 4). Wynik testu Wilcoxon dla porównania poziomu spastyczności w obu badaniach

Results

Mean result in Brunnström Approach was 2.75 in the first examination and 2.83 in the second examination. The difference between the two examinations was not statistically significant. For 11 out of 14 patients, the results were identical in both examinations. The probability value ($p = 0.5930$) obtained with the use of Wilcoxon test significantly exceeded the value of 0.05.

Table 3 presents the results of Ashworth Scale and scores used in the statistical analysis.

In the case of 7 patients, no changes after the therapy were noted. A mean level of spasticity according to the adopted scoring was 3.58 in the first examination and 3.33 in the second examination (tab. 4). The result of Wilcoxon test used to compare the level of spasticity in both examinations

Tab. 4. Rozkład wyników skali Ashworth w badaniu pierwszym i drugim (według przyjętej punktacji)**Tab. 4.** Ashworth Scale distribution of results in the first and second examination

Poziom spastyczności / Level of spasticity	Skala Ashworth / Ashworth Scale			
	Badanie 1 / 1 st examination		Badanie 2 / 2 nd examination	
	<i>N</i>	%	<i>N</i>	%
1	0	0%	0	0%
2	2	17%	2	17%
3	3	25%	6	50%
4	5	42%	3	25%
5	2	17%	0	0%
6	0	0%	1	8%
	3,58		3,33	

Tab. 5. Wartości statystyk opisowych dla wyników skali Fugl-Meyer (FMA)**Tab. 5.** The values of descriptive statistics for the results of Fugl-Meyer Assessment (FMA)

Skala funkcjonalna / Functional scale	<i>N</i>		Me	<i>s</i>	min	max
Badanie 1 / 1 st examination	12	6,8	6,5	4,1	0	14
Badanie 2 / 2 nd examination	12	7,9	8,5	3,8	1	14
Badanie 1 vs. Badanie 2 / 1 st examination vs. 2 nd examination (<i>p</i> = 0,0587)	12	1,1	1,0	1,7	-2	4
<i>p</i> – wartość prawdopodobieństwa testowego obliczona za pomocą testu Wilcoxona / probability value calculated with Wilcoxon test						

wskazała na brak znamiennej statystycznie różnicy ($p = 0,2249$).

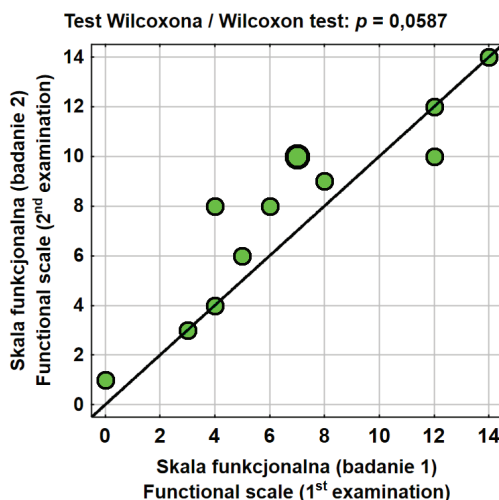
W badaniu drugim uzyskano wyższe oceny stanu ręki w skali Fugl-Meyer; średnio o około 1,1 pkt. (tab. 5). Wartość prawdopodobieństwa testowego p była zbliżona do przyjętego poziomu istotności 0,05 ($p = 0,0587$).

Jak widać z zamieszczonej poniżej prezentacji graficznej u większości badanych zaobserwowano poprawę funkcji ręki niedowładnej (ryc. 2).

revealed no statistically significant differences ($p = 0.2249$).

In the second examination, higher values of the limb function according to Fugl-Meyer Assessment were obtained (mean increase by 1.1 points) (tab. 5). The probability value ($p = 0.0587$) was close to the assumed level of significance (0.05).

As the figure below shows, an improvement in the paretic hand function was noted in the majority of patients (fig. 2).

**Ryc. 2.** Zmiany stanu funkcjonalnego rąk ocenionych w skali Fugl-Meyera**Fig. 2.** Changes in hand function evaluated with Fugl-Meyer Assessment

Nie stwierdzono istotnej różnicy w powierzchni ręki niedowładnej pomiędzy badaniem pierwszym i drugim ($p = 0,7221$) (tab. 6).

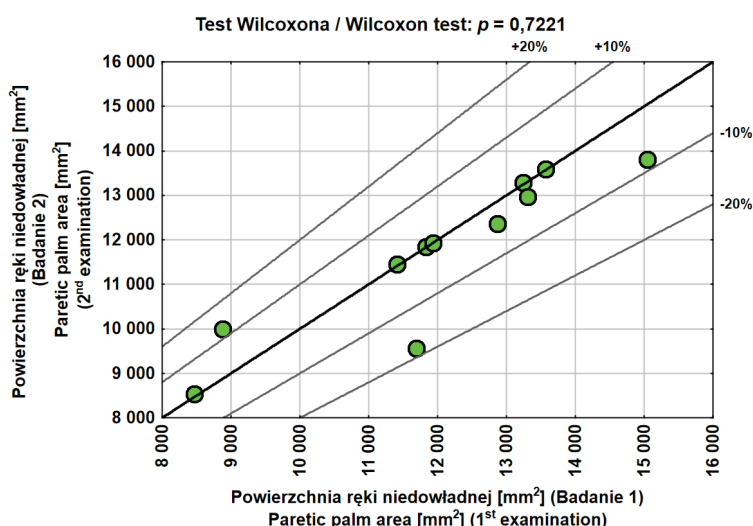
No significant difference regarding the paretic palm area between the first and second examination was found ($p = 0.7221$) (tab. 6).

Tab. 6. Wartości statystyk opisowych dla wyników pomiaru powierzchni dłoniowej ręki niedowładnej
Tab. 6. Values of descriptive statistics for the measurement of paretic palm area

Powierzchnia ręki niedowładnej [mm] / Palm area of a paretic limb [mm]	N		Me	s	min	max
Badanie 1 / 1 st examination	11	12 023	11 932	1 960	8 470	15 046
Badanie 2 / 2 nd examination	11	11 757	11 931	1 737	8 541	13 806
Badanie 1 vs. Badanie 2 / 1 st examination vs. 2 nd examination ($p = 0,7221$)	11	-266	14	834	-2138	1 110
<i>p</i> – wartość prawdopodobieństwa testowego obliczona za pomocą testu Wilcoxona / probability value calculated with Wilcoxon test						

U połowy pacjentów nastąpiło zmniejszenie, a u połowy zwiększenie powierzchni ręki niedowładnej (ryc. 3).

Palm area decreased in half of the patients, while in the other half it increased (fig. 3).



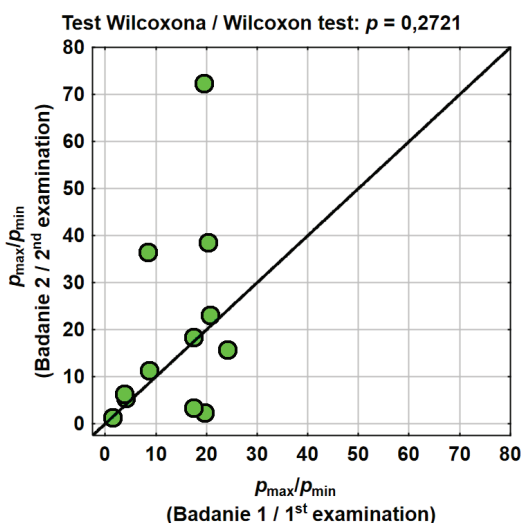
Ryc. 3. Zmiany powierzchni rąk badanych pacjentów
Fig. 3. Changes in palm area of the examined patients

Nie stwierdzono systematycznie ukierunkowanych zmian wskaźnika $p \max/p \min$ pomiędzy badaniem 1 i 2. U większości osób wartość wskaźnika w badaniu drugim wzrosła (mediana zmian wynosiła 1,9), jednak odnotowane zmiany nie były istotne statystycznie ($p = 0,2721$) (ryc. 4, tab. 7).

No regular changes in the value of $p \max/p \min$ between the first and second examination were noted. In the majority of patients, the value of this indicator increased in the second examination (median of changes was 1.9); however, these changes were not statistically significant ($p = 0.2721$) (fig. 4, tab. 7).

Tab. 7. Wartości statystyk opisowych dla wskaźnika $p \max/p \min$
tab. 7. Values of descriptive statistics for $p \max / p \min$

$p \max/p \min$	N		Me	s	min	max
Badanie 1 / 1 st examination	12	13,8	17,4	7,9	1,5	24,1
Badanie 2 / 2 nd examination	12	19,6	13,5	20,9	1,4	72,4
Badanie 1 vs. Badanie 2 / 1 st examination vs. 2 nd examination ($p = 0,2721$)	12	5,8	1,9	19,3	-17,3	53,0
<i>p</i> – wartość prawdopodobieństwa testowego obliczona za pomocą testu Wilcoxona / probability value calculated with Wilcoxon test						



Ryc. 4. Zmiany wartości wskaźnika $p \max/p \min$

Fig. 4. Changes in the value of $p \max/p \min$

Tab. 8. Zestawienie zmian wyników wskaźnika $p \max/p \min$ na tle skal subiektywnych: skali Fugl-Meyer i Ashworth

Tab. 8. Changes in the values of $p \max/p \min$ against Fugl-Meyer Assessment and Ashworth Scale

Liczba porządkowa badanych / Patient number	Zmiana stanu ręki pomiędzy badaniem 1 a 2 / Changes in hand function between the 1 st and 2 nd examination		
	Skala Ashworth / Ashworth Scale	Skala Fugl-Meyer / Fugl-Meyer Assessment	Wskaźnik / Value $p \max/p \min$
1	(3/4) nasilenie spastyczności / increased spasticity	0/1 poprawa / improvement	19,69/2,36 pogorszenie / deterioration
2	(1/1) brak zmian / no changes	14/14 brak zmian / no changes	19,45/72,43 poprawa / improvement
3	(3/2) obniżenie spastyczności / decreased spasticity	3/3 brak zmian / no changes	1,5/1,39 pogorszenie / deterioration
4	(1+/1+) brak zmian / no changes	4/4 brak zmian / no changes	20,7/23,14 poprawa / improvement
5	(1+/1+) brak zmian / no changes	5/6 poprawa / improvement	8,65/11,38 poprawa / improvement
6	(2/1+) obniżenie spastyczności / decreased spasticity	4/8 poprawa / improvement	8,48/36,46 poprawa / improvement
7	(1+/1+) brak zmian / no changes	7/10 poprawa / improvement	17,38/3,36 pogorszenie / deterioration
8	(2/2) brak zmian / no changes	12/10 pogorszenie / deterioration	20,25/38,6 poprawa / improvement
9	(2/1+) obniżenie spastyczności / decreased spasticity	8/9 poprawa / improvement	4,04/5,44 poprawa / improvement
10	(2/2) brak zmian / no changes	6/8 poprawa / improvement	17,4/18,37 poprawa / improvement
11	(1/1) brak zmian / no changes	12/12 brak zmian / no changes	24,13/15,71 pogorszenie / deterioration
12	(2/1+) obniżenie spastyczności / decreased spasticity	7/10 poprawa / improvement	3,84/6,42 poprawa / improvement

Przeprowadzono empiryczną analizę poszczególnych przypadków. Zastosowanie wskaźnika $p \max/p \min$ pozwoliło wykazać zmiany uzyskane po terapii w każdym badanym przypadku (tab. 8) lecz zmiany te nie były znamienne statystycznie

An empirical analysis of particular cases was carried out. The application of $p \max/p \min$ indicator allowed us to reveal changes which occurred after the therapy in each of the examined cases (tab. 8) but these changes were not statistically significant

(tab. 7). Zmiana wyników wyrażona w skali Fugl-Meyer również nie była istotna statystycznie jakkolwiek wartość prawdopodobieństwa testowego była zbliżona do przyjętego poziomu istotności (tab. 5). W siedmiu rękach, w których nie wykazano zmian w skali Ashworth odnotowano zmiany wartości wskaźnika $p_{max/p_{min}}$. W czterech rękach, w których nie wykazano zmian w skali Fugl-Meyer również odnotowano zmiany wartości wskaźnika $p_{max/p_{min}}$. Kierunek zmian wskaźnika wskazywał na poprawę kontroli motorycznej (7 rąk) i na jej pogorszenie (4 ręce).

Dyskusja

W badaniach klinicznych dotyczących skuteczności terapii istotna jest ocena aktywnego ruchu i funkcji ręki z niedowładem spastycznym [8]. Zaleca się dokonywanie oceny stanu ręki w co najmniej kilku momentach czasowych [4]. Precyzyjne pomiary siły mięśniowej, zakresu ruchu i obwodów kończyn mogą stanowić wiarygodny dowód na skuteczność realizowanego procesu terapeutyczno-rehabilitacyjnego [26].

W badaniu własnym dokonano oceny ręki z niedowładem spastycznym przy wykorzystaniu metod obiektywnych (pomiar powierzchni ręki, pomiar ciśnień generowanych podczas chwytu cylindrycznego i jego zwolnienia) oraz subiektywnych skal (Ashworth i Fugl-Meyer). Szczególną uwagę zwrócono na wskaźnik $p_{min/p_{max}}$. Spośród uwzględnionych narzędzi jedynie skala funkcjonalna Fugl-Meyer pozwoliła na wykazanie zmian zachodzących pomiędzy pierwszą i ostatnią dobą trzytygodniowej rehabilitacji szpitalnej. Poziom tych zmian był zbliżony do istotnego statystycznie (tab. 3).

W terapii osób po udarze mózgu z zaburzeniami czuciowo-ruchowymi stosuje się różne metody fizjoterapeutyczne. Skuteczność tych metod wymaga oceny zgodnej z wymogami *Evidence Based Medicine* (EBM). Poniżej przedstawione zostały przykłady metod terapeutycznych stosowanych u osób po udarze mózgu w celu redukcji zaburzeń kontroli motorycznej ręki. Leczenie toksyną botulinową typu A ogniskowej spastyczności mięśni kończyny górnej po udarze mózgu zapobiega wystąpieniu deformacji neurogennej. Powinno być ono uzupełnione o kinezyterapię i terapię zajęciową [27]. Przykładem metody kinezyterapeutycznej wykorzystywanej u tych pacjentów jest

(tab. 7). Changes in the results expressed according to Fugl-Meyer Assessment were not statistically significant, either. However, the probability value was close to the assumed level of significance (tab. 5). In seven cases, in which no changes according to Ashworth Scale were revealed, changes in the values of $p_{max/p_{min}}$ were noted. In four cases, in which no changes according to Fugl-Meyer Assessment were revealed, changes in the values of $p_{max/p_{min}}$ were also noted. The direction of changes in these values indicated an improvement in motor control (7 cases) or its deterioration (4 cases).

Discussion

In the clinical studies regarding the effectiveness of the therapy, it is significant to assess active movement and function of a spastic hand [8]. It is recommended to assess hand function in at least a few points of time [4]. Precise measurements of muscle strength, range of motion and limb circumferences may constitute reliable evidence for the effectiveness of the realised therapeutic and rehabilitation process [26].

In our research we assessed a spastic hand with the use of objective methods (palm area measurement, measurement of pressure generated during a palmar grasp and after its release) and subjective scales (Ashworth Scale and Fugl-Meyer Assessment). Particular attention was paid to $p_{min/p_{max}}$ indicator. From among the tools applied in this research, only Fugl-Meyer Assessment revealed changes which occurred between the first and the last day of three-week in-patient rehabilitation. The level of these changes was close to statistical significance (tab. 3).

In the therapy of post-stroke patients with sensorimotor disorders, various therapeutic methods are applied. The effectiveness of these methods needs to be assessed in accordance with the requirements of *Evidence-Based Medicine* (EBM). Examples of therapeutic methods applied in post-stroke patients used to reduce the disorders of hand motor control are presented below. Treating upper limb focal spasticity post stroke with the use of botulinum toxin type A prevents neurogenic deformity. It should be completed with kinesiotherapy and occupational therapy [27]. Kinesiotherapy methods used in these patients include, for instance, the NDT-Bobath Approach [28], a method of continuous passive motion

metoda NDT Bobath [28], metoda ciągłego ruchu biernego w stawie promieniowo-nadgarstkowym i stawach rąk prowadzonego przez urządzenie mechaniczne (stretching device) [15] oraz kinezyterapia z elementami robotyki (robot Gloreha) [29]. Przykładem metody fizykoterapeutycznej jest stymulacja elektryczna somatosensoryczna (SES), polegająca na stosowaniu obwodowej stymulacji elektrycznej poniżej lub na poziomie progu pobudliwości czuciowej [30]. Stosuje się też funkcjonalną elektryczną stymulację (FES) połączoną z biofeedbackiem opartym o wizualizację zapisu EMG [31]. Metody elektroterapeutyczne uważane są za skuteczne w leczeniu spastyczności i nie dające efektów ubocznych [20]. Ponadto wykorzystuje się podciśnieniowy masaż wibracyjny [12] oraz falę uderzeniową [14]. W kolejnych badaniach u osób po udarze mózgu w programie terapeutycznym zastosowano przezskórną magnetyczną stymulację kory ruchowej (transcranial magnetic stimulation, rTMS) [32]. Stosowano również powtarzającą się ogniskową wibrację mięśni repetitive focal muscle vibration (rMV) [33]. W innych badaniach uzupełniono kinezyterapię zabiegami tonolizy oraz krioterapii [24]. Uznaną metodą leczenia jest także stosowanie ortez [34,35].

W badaniu własnym u pacjentów po udarze mózgu wdrożono kompleksową rehabilitację obejmującą kinezyterapię oraz wybrane zabiegi termoterapii, elektroterapii i fototerapii. Celem badania nie była ocena skuteczności zastosowanej u pacjentów terapii, lecz ocena przydatności pomiaru ciśnienia generowanego w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego i jego zwolnienia oraz pomiaru powierzchni ręki metodą fotometryczną.

Do oceny efektów leczenia autorzy przytoczonych powyżej badań stosowali różne narzędzia. W niektórych przypadkach dzięki ich zastosowaniu wykazano zmiany istotne statystycznie zachodzące pod wpływem wdrożonych terapii. W badaniach dotyczących efektywności zastosowania biernego rozciągania mięśni ręki i przedramienia przy pomocy urządzenia mechanicznego (stretching device) wykorzystano skale MAS i FMA, pomiar zakresu ruchu czynnego (active range of motion, AROM) w stawie promieniowo-nadgarstkowym i stawach ręki. Uzyskano jedynie wzrost zakresu ruchu czynnego w stawach nadgarstkowo-śródręcznych, natomiast nie potwierdzono przydatności innych zastosowanych narzędzi [15]. W badaniu Tsung-Ying Li i wsp. zastosowano skale MAS i FMA do oceny skuteczności fali uderzeniowej i wykazano, że trzy zabiegi fali

in radiocarpal joint and hand joints conducted by a stretching device [15] and kinesiotherapy with elements of robotics (Gloreha robot) [29]. Somatosensory electrical stimulation (SES) during which peripheral electrical stimulation below or at the level of sensory threshold is applied is an example of a physical therapy method [30]. Also, functional electrical stimulation (FES) combined with biofeedback based on EMG image visualisation is applied [31]. Electrotherapeutic methods are thought to be effective in treating spasticity and do not have any side effects [20]. Moreover, vibration massage [12] and radial shock wave therapy [14] are used. In other studies on post-stroke patients, transcranial magnetic stimulation (rTMS) was used [32]. Also, repetitive focal muscle vibration (rMV) was applied [33]. In other cases, kinesiotherapy was completed with tonolysis and cryotherapy [24]. The application of orthoses is another acknowledged treatment method [34,35].

In our research, complex rehabilitation including kinesiotherapy and selected thermotherapy, electrotherapy and phototherapy regimes was implemented. The aim of the study was not to assess the effectiveness of the applied therapy, but to assess the usefulness of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release and the usefulness of photometric palm area measurement.

In order to assess the effects of treatment, the authors of the above-mentioned studies applied various tools. In several cases, statistically significant changes occurring after the implemented therapies were revealed owing to the application of these tools. In the research regarding the effectiveness of passive stretching of hand and forearm muscles with the use of a stretching device, MAS and FMA scales as well as active range of motion (AROM) in the radiocarpal joint and hand joints were used. Only an increase in active range of motion in carpometacarpal joints was noted, while the usefulness of other tools was not confirmed [15]. In their research, Tsung-Ying Li et al. applied MAS and FMA scales to assess the effectiveness of shock wave therapy and revealed that three shock wave regimes produced better outcomes than one regime [14]. The application of MAS and FMA scales made it possible to reveal an improvement after rTMS therapy [32]. In turn, assessment with the use of MAS and Wolf Motor Function Test (WMFT) allowed for revealing an improvement after rMV [33]. In their research,

uderzeniowej dają lepsze efekty w porównaniu do jednego zabiegu [14]. Zastosowanie skal MAS oraz FMA pozwoliło wykazać poprawę po zastosowaniu rTMS [32]. Ocena przy pomocy skal MAS oraz Wolf Motor Function Test (WMFT) pozwoliła na wykazanie poprawy po rMV [33]. W badaniu przeprowadzonym przez Mładzka-Pasternak i wsp. do monitorowania zmian funkcjonalnych ręki wykorzystano skalę Ashworth, Brunnström, pomiar siły chwytu cylindrycznego oraz test opozycji kciuka i test zamkniętej pięści. Po okresie 15-dniowej rehabilitacji u wszystkich badanych odnotowano poprawę funkcji ręki ocenianą skalą Brunnström oraz poprawę siły chwytu ręki i wyników przeprowadzonych testów. Po aktywnej kinezyterapii i zabiegach tonolizy zaobserwowano poprawę stanu funkcjonalnego ręki wyrażoną zmianą w skali Brunnström i zmianą siły chwytu. Zmiana wyników skali Ashworth była bardziej zaznaczona w grupie leczonej krioterapią [24]. W badaniu Opheim i wsp. do monitorowania zmian spastyczności oraz funkcji czuciowo-ruchowej kończyny górnej w naturalnym przebiegu procesu chorobowego po udarze mózgu zastosowano skale: MAS i FMA. Oceny dokonywano w 3 i 10 dniu oraz 4 tygodnie i 12 miesięcy po udarze. Wykazano, że wysoki poziom zaburzeń czuciowo-ruchowych kończyny górnej mierzony w 10. dniu oraz po 4 tygodniach jest predyktorem utrzymywania się spastyczności do 12 miesięcy po udarze [36]. W badaniach Yang i wsp. do oceny zmian napięcia mięśniowego u osób po udarze mózgu wykorzystano jednocześnie skalę MAS i pomiary strukturalne mięśnia przeprowadzone metodą usg. Zdaniem autorów takie skojarzenie obu metod kompensuje niedoskonałości MAS w zakresie rzetelności oraz trafności i może stanowić cenne uzupełnienie diagnostyki klinicznej [22].

Celem badania Ansari i wsp. była ocena zgodności zewnątrz i wewnątrzgrupowej skali MAS w ocenie pacjentów ze spastycznością. Porównywano otrzymane wyniki w zależności od kończyny (górna bądź dolna), grupy mięśniowej (proksymalna bądź dystalna) jak i osoby badającej. Autorzy wykazali ograniczoną zgodność wyników skali w ocenie pacjentów ze spastycznością i podkreślają potrzebę krytycznej oceny tego narzędzia [9].

Metodologia stosowana w powyższych badaniach jest częściowo zgodna z metodologią przyjętą w badaniu własnym, w którym ilościowa ocena funkcji ręki obejmowała m.in. pomiar siły chwytu cylindrycznego. Dobór narzędzi badawczych wynikał z

Mładzka-Pasternak et al. applied Ashworth Scale, Brunnström Approach, the measurement of grip strength test, thumb opposition test and closed fist test to monitor hand function changes. After 15 days of rehabilitation, an improvement in hand function assessed with Brunnström Approach and an improvement in grip strength and in the results of the tests were noted. After active kinesiotherapy and tonolysis, an improvement in hand function according to Brunnström Approach and a change in grip strength were observed. The change in the results of Ashworth Scale was more notable in the group treated with cryotherapy [24]. In the study by Opheim et al., changes in spasticity and upper limb sensorimotor function in the natural post-stroke process were monitored with the use of MAS and FMA. Assessment was made on the 3rd and 10th day as well as 4 weeks and 12 months after stroke onset. It was revealed that a high level of sensorimotor disorders in an upper limb measured on the 10th day and after 4 weeks is a predictor of the presence of spasticity 12 months after stroke [36]. In their research, Yang et al. assessed changes in muscle tension in post-stroke patients with the use of MAS and structural measurements of a muscle with USG. According to the authors, such a combination of both methods compensates for the imperfections of MAS in terms of reliability and validity and may constitute a valuable addition to clinical diagnostics [22].

The aim of the research by Ansari et al. was to assess the intragroup and intergroup reliability of MAS in assessing patients with spasticity. The obtained results were compared depending on a limb (upper or lower), muscle group (proximal or distal) or an examiner. The authors revealed a limited agreement of the results of this scale in assessing patients with spasticity and highlighted the need for a critical approach to this tool [9].

The methodology applied in the aforementioned studies is partly in line with the methodology used in our research, in which a quantitative assessment of hand function included, inter alia, the measurement of palmar grasp strength. The selection of research tools resulted from the aim of the study, i.e. recommending an easy-to-use, yet objective and sensitive method of assessment. The application of Fugl-Meyer Assessment made it possible to reveal changes occurring after rehabilitation and close to the level of significance, while the use of *p max/p min* indicator revealed changes in each of the analysed cases (tab. 6). The fact that there were

celu badania, czyli zaproponowania prostej wzastoso-
sowaniu a jednocześnie obiektywnej i czułej metody
oceny. Zastosowanie skali funkcjonalnej Fugl-Mey-
er pozwoliło na wykazanie zachodzących po reha-
bilitacji zmian zbliżonych do poziomu istotności,
a zastosowanie wskaźnika $p \max/p \min$ pozwoliło
na uwidocznienie zmian w każdym analizowanym
przypadku [tab. 6]. Brak istotności odnotowanych
zmian wskaźnika $p \max/p \min$ jak też dwukierunko-
wość tych zmian nie pozwala na uznanie przydatno-
ści wskaźnika w ocenie poziomu kontroli motorycz-
nej ręki z niedowładem spastycznym. Za częściowe
ograniczenie przedstawionego badania można przy-
jąć brak weryfikacji powtarzalności przeprowadzo-
nych pomiarów. Ponadto włączeni do oceny pacjen-
ci stanowili mało liczną i mało jednorodną grupę
(wiek i czas od udaru), ale cechowali się utrwaloną
spastycznością ręki po przebytych udarze mózgu.
Pomimo, że wyniki nie potwierdziły przydatności
opracowanego wskaźnika $p \max/p \min$ opisana w
pracy propozycja oceny kontroli motorycznej ręki
może być przydatna w planowaniu innych projektów
badawczych mających na celu opracowanie czułych
i obiektywnych narzędzi badawczych spełniających
wymogi *Evidence Based Medicine*.

Zaplanowany przez autorów pracy kolejny pro-
jekt badawczy zakłada włączenie do badania bar-
dziej licznej grupy dzieci w wieku od 6-ciu do 12 lat
z hemiparetyczną postacią mózgowego porażenia
dziecięcego, które poddawane są trzytygodniowe-
mu procesowi usprawniania w szpitalnym oddziale
rehabilitacji neurologicznej. Projekt zakłada przede
wszystkim ocenę czułości i powtarzalności metody
służącej do oceny kontroli motorycznej ręki, zaś
jego realizacja przy udziale licznych grup ze ściśle
określonymi przedziałami wiekowymi umożliwiła-
by walidację i standaryzację proponowanej metody.

Wnioski

1. W odniesieniu do innych skal subiektywnych nie potwierdzono przydatności pomiarów ciśnień generowanych w czasie maksymalnego chwytu cylindrycznego oraz jego zwalniania do oceny poziomu kontroli motorycznej ręki u pacjentów po udarze mózgu.
2. Dalsza weryfikacja przydatności proponowanej metody oceny kontroli motorycznej ręki z niedowładem spastycznym wymaga kontynuacji badań realizowanych zgodnie z wymogami EBM

no significant changes in $p \max/p \min$ indicator as well as the duality of these changes did not allow for confirming the usefulness of this indicator in assessing the level of motor control in a spastic hand. The lack of verification of the repeatability of the measurements may be a study limitation. Moreover, patients included in the assessment constituted a small and not a uniform group (age and time from stroke onset) but they all had hand spasticity after stroke. Despite the fact that the results did not confirm the usefulness of $p \max/p \min$ indicator, a suggested form of assessing hand motor control may be useful in planning other research projects aimed at developing sensitive and objective research tools that would meet the requirements of *Evidence-Based Medicine*.

The next research project planned by the authors assumes the inclusion of a bigger group of children aged 6-12 years with hemiparetic cerebral palsy undergoing three-week rehabilitation at a neurological rehabilitation ward. The project mainly aims at evaluating the sensitivity and reliability of a method used for assessing hand motor control, while its realisation with a larger number of participants from particular age groups would make it possible to validate and standardise the recommended method.

Conclusions

1. Compared to other subjective scales, the usefulness of the measurement of pressure generated during a maximal palmar grasp and after its release for assessing the level of hand motor control in post-stroke patients was not confirmed.
2. The usefulness of the recommended method of spastic hand motor control assessment needs to be verified in further research carried out according to EBM requirements.

Piśmiennictwo/References:

1. Barden HLH, Baguley IJ, Nott MT, Heard R, Chapparo Ch. Computerised pinch dynamometry in the assessment of adult hand spasticity. *Aust Occup Ther J* 2014;61(6):415–23.
2. Pohl PS, Kemper S, Siengsukon CF, Boyd L, Vidoni ED, Herman RE. Dual-Task Demands of Hand Movements for Adults with Stroke: A Pilot Study. *Top Stroke Rehabil* 2011;18(3):238-47.
3. Ansari NN, Naghdi S, Fakhari Z, Radinmehr H, Hasson S. Dry needling for the treatment of poststroke muscle spasticity: a prospective case report. *NeuroRehabilitation* 2015;36(1):61–5.
4. Nott MT, Barden HL, Baquley IJ. Goal attainment following upper-limb Botulinum Toxin-A injections: are we facilitating achievement of client-centred goals? *J Rehabil Med* 2014;46(9):864–8.
5. Ashford S, Jackson D, Turner -Stokes L. Goal setting, using goal attainment scaling, as a method to identify patient selected items for measuring arm function. *Physiotherapy* 2015;101(1):88-94.
6. Kong KH, Lee J, Chua KS. Occurrence and Temporal Evolution of Upper Limb Spasticity in Stroke Patients Admitted to a Rehabilitation Unit. *Arch Phys Med Rehabil*, January 2012;93(1):143-8.
7. Nam HS, Park YG, Paik NJ, Oh BM, Chun MH, Yang HE, et al. Efficacy and safety of NABOTA in post-stroke upper limb spasticity: A phase 3 multicenter, double-blinded, randomized controlled trial. *J Neurol Sci* 2015;357(1-2):192-7.
8. Gracies JM, Brashear A, Jech R, McAllister P, Banach M, Valkovic P, et al. Safety and efficacy of abobotulinumtoxin A for hemiparesis in adults with upper limb spasticity after stroke or traumatic brain injury: a double-blind randomised controlled trial. *Lancet Neurol* 2015;14(10):992-1001.
9. Ansari NN, Naghdi S, Mashayekhi M, Hasson S, Fakhari Z, Jalaje S. Intra-rater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) in the assessment of upper - limb muscle spasticity. *NeuroRehabilitation* 2012;31(2):215 - 22.
10. Nowak I, Mraz M, Mraz M. Thermovision evaluation of spastic upper limb of the post – stroke patient treated with botulinum toxin – a case report. *Acta Bio-Opt Inf Med Biomed Eng* 2013;19(4):187-95.
11. Ophem A, Danielsson A, Alt Murphy M, et al. Early prediction of long - term upper limb spasticity after stroke. *Neurology* 2015;85(10):873-80.
12. Casale R, Damiani C, Maestri R, Fundaro C, Chimento P, Foti C. Localized 100 Hz vibration improves function and reduces upper limb spasticity: a double - blind controlled study. *Eur J Phys Rehab Med* 2014;50(5):495-504.
13. Veverka T, Hluštík P, Hok P, Otruba P, Zapletalova J, Tüdös Z, et al. Sensorimotor modulation by botulinum toxin A in post -stroke arm spasticity: Passive hand movement. *J Neurol Sci* 2016;362(3):14-20.
14. Li TY, Chang CY, Chou YC, Chen LC, Chu HY, Chiang SL, et al. Effect of Radial Shock Wave Therapy on Spasticity of the Upper Limb in Patients with Chronic Stroke. A Prospective, Randomized, Single Blind, Controlled Trial. *Medicine* 2016;95(18): 1-8.
15. Jo HM, Song JC, Jang SH. Improvements in spasticity and motor function using a static stretching device for people with chronic hemiparesis following stroke. *NeuroRehabilitation* 2013;32(2):369–75.
16. Thibaut A, Chatelle C, Ziegler E, Bruno MA, Steven L, Gosseries O. Spasticity after stroke: Physiology, assessment and treatment. *Brain Inj* 2013; 27(10):1093–1105.
17. Opara J. Klinimetria w spastyeczności. *Post Psychiatr i Neurol* 2004;18(2):13-16.
18. Drozdowski W. Elektrofizjologiczne metody oceny spastyeczności. *Post Psychiatr Neurol* 2004;18(2):7-11.
19. Barroso FO, Torricelli D, Bravo-Esteban E, Taylor J, Gómez-Soriano J, Santos C. et al. Muscle Synergies in Cycling after Incomplete Spinal Cord Injury: Correlation with Clinical Measures of Motor Function and Spasticity. *Frontiers in Human Neuroscience* 2016;9:1-16.
20. Gürcan A, Selçuk B, Önder B, Akyüz M, Yavuz AA, et al. Evaluation of Clinical and Electrophysiological Effects of Electrical Stimulation on Spasticity of Plantar Flexor Muscles in Patients with Stroke. *Turk J Phys Med Rehab* 2015;61:307-13.
21. Kesikburun S, Yasar E, Adıgüzel E, Güzelküçük Ü, Alaca R, Tan AK. Assessment of Spasticity With Sonoelastography Following Stroke: A Feasibility Study. *PM&R* 2015;7(12):1254-60.
22. Yang Y.B., Zhang J., Leng Z.P., Chen X., Song W.Q. Evaluation of spasticity after stroke by ultrasound to measure the muscle architecture parameters: a clinical study. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7(9): 2712-2717
23. Kwolek A, Myjkowska E, Pop T. New methods in the treatment of upper limb spasticity in post - stroke patients. *Post Psychiatr Neurol* 2004;18(2):53-57.
24. Pasternak-Mładzka I, Dobaczewska R, Otręba D, Mładzki Z. Selection of physiotherapeutic methods and their effectiveness in rehabilitation of spastic hand in post - stroke patients. *Med Rehabil* 2006;10(3):15-28.
25. Ansari N.N., Naghdi S., Arab T.K., Jalaie S., The interrater and intrarater reliability of the Modified Ashworth Scale in the assessment of muscle spasticity: Limb and muscle group effect. *NeuroRehabilitation* 2008; 23: 231-237.
26. Zwolińska J, Kwolek A, Bieniasz W, Wolińska O. Przydatność niektórych metod służących do diagnostyki i oceny efektów rehabilitacji pacjentów z zespołami neurologicznymi. *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego* 2009;7(2):154-61.

27. Patel AT. Successful Treatment of Long-Term, Poststroke, Upper-Limb Spasticity With Onabotulinumtoxin A. *Phys Ther* 2011;91(11):1636–41.
28. Bilińska M, Biliński G, Ciesielski T, Fuchs M, Merta M, Pótorak M, et.al. Wykorzystanie koncepcji Bobath w zwalczaniu spastyczności. *Rehabil Prakt* 2013;2:14-18.
29. Bissolotti L, Villafañe JH, Gaffurini P, Orizio C, Valdes K, Negrini S. Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand. *J Phys Ther Sci* 2016;28(3):769-73.
30. Garcia MA, Catunda JM, de Souza MN, Fontana AP, Sperandei S, Vargas CD. Is the Frequency in Somatosensory Electrical Stimulation the Key Parameter in Modulating the Corticospinal Excitability of Healthy Volunteers and Stroke Patients with Spasticity? *Neural Plast* 2016 Article ID 3034963,0-11.
31. Tsuchiya M, Morita A, Hara Y. Effect of Dual Therapy with Botulinum Toxin A Injection and Electromyography – controlled Functional Electrical Stimulation on Active Function in the Spastic Paretic Hand. *J Nippon Med Sch* 2016;83(1):15-23.
32. Barros Galvao SC, Borba Costa dos Santos R, Borba dos Santos P, Cabral ME, Monte-Silva K. Efficacy of coupling repetitive transcranial magnetic stimulation and physical therapy to reduce upper-limb spasticity in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95(2):222-9.
33. Caliandro P, Celletti C, Padua L, Minciotti I, Russo G, Granata G, et.al. Focal Muscle Vibration in the Treatment of Upper Limb Spasticity: A Pilot Randomized Controlled Trial in Patients With Chronic Stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93(9):1656-61.
34. Basaran A, Emre U, Karadavut KI, Balbaloglu O, Bulmus N, Hand Splinting for Poststroke Spasticity: A Randomized Controlled Trial. *Top Stroke Rehabil* 2012;19(4):329-37.
35. Suat E, Engin SI, Nilgün B, Yavuz Y, Fatma U. Short- and Long-Term Effects of an Inhibitor Hand Splint in Poststroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Top Stroke Rehabil* 2011;18(3):231-37.
36. Opheim A, Danielsson A, Murphy MA, Persson HC, Sunnerhagen KS. Early prediction of long-term upper limb spasticity after stroke. *Neurology* 2015;85(10):873–80.