

## BADANIA DOTYCZĄCE WPROWADZENIA INNOWACYJNEGO ALGORYTMU POSTĘPOWANIA REHABILITACYJNEGO U PACJENTÓW Z NIEDOWŁADEM KOŃCZYNY GÓRNEJ

*An innovative algorithm of rehabilitation treatment in patients with upper limb paresis after central nervous system injury*

**Słowa kluczowe:** central nervous system injury, upper limb rehabilitation, Armeo Spring

**Key words:** central nervous system injury, upper limb rehabilitation, Armeo Spring

### STRESZCZENIE

**Wstęp:** Znaczącym czynnikiem wspierającym powrót do pełnej sprawności po urazach i uszkodzeniach ośrodkowego układu nerwowego jest neuroplastyczność mózgu. Jest to zdolność odtwarzania połączeń nerwowych dzięki intensywnym, wielokrotnie powtarzanym zadaniom ruchowym. Ćwiczenia te wykonywane są między innymi z wykorzystaniem nowoczesnych urządzeń takich jak Armeo Spring.

**Cel pracy:** Celem pracy była obiektywna ocena zastosowanego innowacyjnego algorytmu postępowania rehabilitacyjnego u pacjentów z niedowładem kończyny górnej jak również ocena skuteczności leczenia z wykorzystaniem specjalistycznego urządzenia do neurorehabilitacji ARMEMO Spring i porównanie wyników terapii metodami tradycyjnymi.

**Materiał i metody:** Grupę badaną stanowiło 15 pacjentów po urazach lub uszkodzeniach ośrodkowego układu nerwowego w wieku od 9 do 88 lat. Grupę badaną stanowiło 8 pacjentów, grupę kontrolną – 7 pacjentów. U każdego pacjenta sprawdzono siłę mięśniową, przeprowadzono ocenę sprawności kończyny górnej za pomocą testu ręki Frenchay (Frenchay Arm Test) i testu 9 kołków (The 9-Hole Peg Test). W obydwu grupach pacjenci przez okres 2 miesięcy objęci byli programem leczenia zgodnym z algorytmem postępowania rehabilitacyjnego. W celu zbadania wpływu treningu z wykorzystaniem Armeo Spring pacjenci z grupy drugiej nie korzystali z wyżej wymienionego urządzenia w pierwszym okresie badań. System

Armeo Spring został wprowadzony dopiero w drugim miesiącu usprawniania. Trening z wykorzystaniem Armeo Spring odbywał się 3 razy w tygodniu po 30 min.

**Wyniki:** Średnia wartość siły mięśniowej osób z grupy badanej w pierwszej i drugiej próbie była niższa od siły mięśniowej osób z grupy kontrolnej (1,125 vs. 1,429 oraz 1,75 vs. 1,8571). W trzeciej próbie nastąpił znaczny progres w wartości siły mięśniowej u osób z grupy badanej w stosunku do grupy kontrolnej (3,125 vs. 2). Kolejna analiza dotyczyła sprawności kończyny górnej ocenianej testem Frenchay. Średnia wartość wyników w tym teście w grupie badanej była wyższa w każdej z kolejnych prób w stosunku do grupy kontrolnej: 1,375 vs. 1 w próbie pierwszej, 2,75 vs. 1,8571 w próbie drugiej i 4,75 vs. 2,7143 w próbie trzeciej.

**Wnioski:** Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie innowacyjnego algorytmu postępowania u pacjentów z niedowładem kończyny górnej pozytywnie wpłynęło na końcowe efekty rehabilitacji. Natomiast zastosowanie dodatkowego urządzenia wspierającego leczenie (Armeo Spring) przyczyniło się do uzyskania jeszcze lepszych końcowych efektów terapii.

### ABSTRACT

**Background:** A significant factor supporting the return to full recovery after injury of the central nervous system is the neuroplasticity of brain. It is the ability to recovery of nerve connections through intensive, iterative motor tasks. These exercises are carried out, among other things, using modern devices such as Armeo Spring.

**Aim:** The aim of the study was objective assessment an innovative algorithm of rehabilitation used in patients with upper limb paresis as well as to evaluate the efficacy of the use of specialized equipment for neurorehabilitation ARMEMO Spring and compare the results with traditional methods of treatment

**Material and methods:** The observation group consisted of 15 patients after injuries or damage the central nervous system in age from 9 to 88 years. In the study group was 8 patients, in the control group - 7 patients. Each patient was tested by muscle strength test, Frenchay Arm Test and The 9-Hole Peg Test.

In both groups patients were treated with special program according to the algorithm of rehabilitation over a period of two months. In order to investigate the effect of using Armeo Spring training, patients from the second group were not using the above equipment in the first study period. The Armeo Spring was introduced only in the second month of recovery. Training using Armeo Spring held 3 times a week for 30 minutes.

**Results:** The average value of muscle strength of the study group in the first and the second attempt was lower than in the control group (1.125 vs. 1.429 and 1.75 vs. 1.8571). In the third attempt, there was a significant progress in value

of muscle strength in patients from study group compared to the control group (3.125 vs. 2). Next analysis concerned the efficiency of the upper limb assessed by Frenchay test. The average value of the results in study group was higher than in the control group: 1.375 vs. 1 in the first attempt, 2.75 vs. 1.8571 in the second attempt and 4.75 vs. 2.7143 in the third attempt.

**Conclusion:** The study showed that the use of innovative management algorithm for patients with upper limb paresis has positive impact on the final results of rehabilitation. The application of an additional device support treatment (Armeo Spring) contributed to an even better end-effects of therapy.

#### **Wstęp:**

W polskim modelu rehabilitacji wyróżniamy trzy podstawowe elementy decydujące o końcowych efektach leczenia [1].

Pierwszy to wczesność, który mówi o tym, że podjęcie interwencji u pacjenta powinno być natychmiastowe po stwierdzeniu zaburzeń neurologicznych. To samo dotyczy jak najwcześniejszej podjętej rehabilitacji [1, 2].

Drugi to kompleksowość, który jest ukierunkowany na wielozespołowość pracy z pacjentem. Zaliczamy tutaj lekarzy ze specjalizacją w dziedzinie neurologii i rehabilitacji, fizjoterapeutów pracujących bezpośrednio nad odtwarzaniem funkcji, terapeutów zajęciowych stanowiących ważne ogniwo w przygotowaniu i powrocie pacjenta do środowiska, pielęgniarki oraz neuropsychologów i neurologopedów. Każda z tych specjalności jest niezwykle ważna dla pacjenta, ale podstawą powrotu funkcji jest prawidłowo zaplanowany i przeprowadzony sposób postępowania fizjoterapeutycznego. Składa się na niego kinezyterapia, fizykoterapia i masaż oraz wspomagające leczenie innowacyjne urządzenia. Choć ogólnie przyjęte jest korzystanie ze wszystkich możliwych środków leczniczych i rehabilitacyjnych, nie ma obecnie w Polsce jednego algorytmu postępowania tj. programu usprawniania, który byłby najskuteczniejszym narzędziem w dążeniu do powrotu do zdrowia pacjenta. Każdy ośrodek w nieco inny sposób postępuje z pacjentem, szczególnie w procesie rehabilitacji. Ma wypracowany swój model, który według niego jest najbardziej odpowiedni. W dalszym ciągu zatem poszukuje się w oparciu o dostępne metody rehabilitacji oraz dostępne urządzenia do neurorehabilitacji najlepsze algorytmu postępowania rehabilitacyjnego, skracającego czas leczenia i poprawiającego jego efekty [1, 3].

Trzecim elementem jest ciągłość, która powinna skutkować doprowadzeniem pacjenta do maksymalnie dobrego stanu funkcjonalnego, który umożliwi mu samodzielne funkcjonowanie oraz zminimalizuje konsekwencje wynikające z uszkodzenia lub urazu ośrodkowego układu nerwowego [1].

Obecnie w Polsce wczesność jest realizowana na wysokim poziomie, kompleksowość nie zawsze występuje, natomiast największym wyzwaniem jest ciągłość procesu leczenia. Według wytycznych NFZ, dotyczących czasu rehabilitacji pacjentowi w stanie średnio ciężkim lub bardzo ciężkim zapewnia się maksymalnie 12 tygodni rehabilitacji na oddziale stacjonarnym. W stanie lekkim ten czas skraca się już tylko do 6 tygodni. Po wyjściu ze szpitala pacjent ma możliwość skorzystania z rehabilitacji w ośrodku lub oddziale dziennym, gdzie leczenie trwa od 3 do 6 tygodni. Osoby po urazach ośrodkowego układu nerwowego mogą również skorzystać z rehabilitacji w warunkach domowych. Wynosi ona do 80 dni w roku kalendarzowym. NFZ finansuje również rehabilitację w warunkach ambulatoryjnych, w 10-cio dniowym cyklu terapeutycznym. Podsumowując przytoczone dane można łatwo zauważyć, że w roku kalendarzowym liczącym 52 tygodnie minimalny czas rehabilitacji to 15 tygodni, natomiast maksymalny to 36 tygodni. Czas przywracania funkcji u pacjentów neurologicznych jest liczony w latach i według różnych danych wynosi on od 3 do 6 lat ciągłej rehabilitacji. Dlatego też ograniczanie i limitowanie świadczeń rehabilitacyjnych jest podstawową przyczyną braku ciągłości rehabilitacji w Polsce. Tworzenie zatem odpowiednich algorytmów postępowania leczniczego jest istotnym czynnikiem dającym realne szanse na powrót pacjentów neurologicznych do funkcjonowania w społeczeństwie, a przede wszystkim na powrót do pracy.

Algorytm postępowania rehabilitacyjnego niedowładnej kończyny górnej (został przygotowany przez zespół badawczy, dla pacjentów po uszkodzeniu ośrodkowego neuronu ruchowego w okresie narastania spastyczności po wyjściu ze szpitala):

Rozciąganie agonistycznych, spastycznych grup mięśniowych poprzez utrzymanie pozycji w maksymalnym rozciągnięciu przez około 5-10 sekund.

1. Cel - uaktywnienia ujemnego biologicznego sprzężenia zwrotnego z narządów Golgiego.
2. Odtwarzanie prawidłowego napięcia osłabionych antagonistycznych grup mięśniowych poprzez wykonywanie ruchów czynnych.
3. Cel - pobudzenie unerwienia reciprokalnego.
4. Stosowanie docisków stawowych (aprosymacji) w przykurczonych stawach [5, 6].
5. Cel - włączenia się grup mięśniowych odpowiedzialnych za wyprost.
6. Terapia przestrzenna odwzorowująca ruchy dnia codziennego (ruch prowadzony jest przez terapeutę).
7. Cel - odtwarzanie prawidłowych funkcji.
8. Terapia lustrzana – pacjent porusza ręką sprawną, natomiast w lustrze widzi odbicie swojej ręki będące iluzją kończyny porażonej [7, 8, 9].
9. Cel - odtwarzanie się połączeń neuronalnych.
10. Armeo Spring – zastosowanie dodatkowego bodźca w postaci innowacyjnego urządzenia wykorzystującego biofeedback [10-14].

Znaczącym czynnikiem wspierającym powrót do pełnej sprawności po urazach i uszkodzeniach ośrodkowego układu nerwowego jest neuroplastyczność mózgu, a więc zdolność odtworzenia połączeń nerwowych za pomocą intensywnych, wielokrotnie powtarzanych zadań ruchowych. Ćwiczenia te pomagają przemodelować mózg w taki sposób, aby stopniowo przywracać funkcje porażonych części ciała [15, 16].

Liczne badania kliniczne donoszą, że terapia jest dużo bardziej efektywna jeśli pacjent samodzielnie inicjuje ruch w ćwiczeniu i jak również pozostaje zmotywany przez cały czas trwania procesu usprawniania.

### **Cel pracy:**

Celem badań była obiektywna ocena zastosowanego innowacyjnego algorytmu postępowania rehabilitacyjnego u pacjentów z niedowładem kończyny górnej. Dodatkowym celem pracy jest ocena skuteczności leczenia z wykorzystaniem specjalistycznego urządzenia do neurorehabilitacji ARMEO Spring oraz porównanie wyników terapii metodami tradycyjnymi.

### **Materiał i metoda:**

Badania przeprowadzone zostały w okresie od września 2015 r. do maja 2016 r. w Centrum Rehabilitacji Rehamed-Center w Tajęcinie.

Grupę poddaną obserwacji stanowiło 15 pacjentów, w tym 8 mężczyzn i 7 kobiet. Wiek badanych mieścił się w przedziale od 9 do 88 lat. Średni wiek badanych wynosił  $37,9 \text{ lat} \pm 24,7 \text{ lat}$ .

Wszystkie osoby to pacjenci po urazach lub z uszkodzeniem ośrodkowego układu nerwowego, u których występował niedowład kończyny górnej. 5 osób miało niedowład kończyny górnej lewej, 10 osób niedowład kończyny górnej prawej.

Badani podzieleni zostali na 2 grupy (grupę pierwszą (badaną) - 8 pacjentów i grupę drugą (kontrolną - 7 pacjentów). W obydwu grupach pacjenci przez okres 2 miesięcy objęci byli programem leczenia zgodnym z algorytmem postępowania rehabilitacyjnego. W celu zbadania wpływu treningu z wykorzystaniem Armeo Spring pacjenci z grupy drugiej nie korzystali z wyżej wymienionego urządzenia w pierwszym okresie badań. System Armeo Spring został wprowadzony dopiero w drugim miesiącu usprawniania. Trening z wykorzystaniem Armeo Spring odbywał się 3 razy w tygodniu po 30 min.

Armeo Spring jest nowoczesnym urządzeniem do neurorehabilitacji kończyn górnych. Usprawnianie opiera się na pracy z ortezą (egzoskieletem), w której system sprężyn podpira rehabilitowaną kończyną i wspomaga trening. Orteza przeznaczona jest dla pacjentów z ograniczoną lub utraconą funkcją kończyny górnej. Poprawa funkcji następuje poprzez trening uwzględniający ćwiczenia

zwiększające siłę mięśniową, zakres ruchomości kończyny i motorykę. Dzięki szerokieму wachlarzowi możliwości konfiguracyjnych można go stosować zarówno u pacjentów dorosłych jak i dzieci. Istotnym czynnikiem wykorzystanym w urządzeniu jest możliwość stosowania biofeedbacku wzrokowego korygującego w czasie rzeczywistym ewentualne błędy pacjenta [13, 14].

W programach treningowych dostępne są ćwiczenia podzielone na 3 kategorie: 1. ćwiczenia funkcjonalne (obejmujące szeroki zakres ćwiczeń od łatwych, jednowymiarowych do bardziej złożonych, trójwymiarowych obejmujących m.in. takie ruchy jak ściskanie czy sięganie)

2. ćwiczenia oceniające (obejmujące próby oceniające możliwości pacjenta)

3. rozrywka i gry (obejmujące zadania mające na celu uatrakcyjnienie terapii) We wszystkich ćwiczeniach wykorzystywane jest biologiczne sprzężenie zwrotne (biofeedback). Pacjent w formie wizualnej i dźwiękowej otrzymuje informację na ekranie monitora o postępie wykonywanego ćwiczenia.

Taka koncepcja terapii zwiększa efektywność leczenia ponieważ ruchy ukierunkowane na określony cel inicjowane są przez samego pacjenta. Dodatkowo pacjent ćwiczy bez pomocy terapeuty, co również wpływa korzystnie na poprawę samooceny.

U każdego pacjenta sprawdzono siłę mięśniową, przeprowadzono ocenę sprawności kończyny górnej za pomocą testu ręki Frenchay (Frenchay Arm Test) i testu 9 kołków (The 9-Hole Peg Test). Oceny dokonano trzykrotnie: na początku procesu usprawniania, po miesiącu i po dwóch miesiącach terapii.

Test Frenchay jest prostym i szybkim testem obejmującym 5 prób. Pacjent podczas wykonywania prób siedzi przy stole z rękoma umieszczonymi na swoich kolanach (każdą próbę rozpoczyna z takiej pozycji). Za prawidłowe wykonanie każdego z poniższych zadań pacjent otrzymuje po 1 pkt [17].

Stabilizacja linijki, podczas rysowania linii z ołówkiem trzymanym w drugiej ręce - aby próba została zaliczona, linijka musi być mocno stabilizowana.

Trzymając cylinder (średnica około 12 mm, długość 5 cm), ustawiony na boku, około 15 cm od krawędzi stołu, podnieść go na wysokość ok. 30 cm i odłożyć bez upuszczenia

Podnieść szklankę do połowy napełnioną wodą, umieszczoną około 15 do 30 cm od krawędzi stołu, napić się wody i odłożyć bez rozlania wody.

Zdejmij i przenieś spinacz do bielizny z kołeczka (10 mm średnicy, 15 cm długości) na 10 cm podstawę, 15 do 30 cm od brzegu stołu. Nie upuść spinacza ani nie przewróć kołeczka

Należy wziąć grzebień do włosów (lub naśladować) i przeczesać włosy z góry, w dół z tyłu, z przodu i po obu stronach głowy.

Test 9 kołków i otworów. Siedząc przy stole, pacjent przosony jest o przeniesienie 9 kołków (średnica 9 mm, długości 32 mm) z blatu stołu i umieszczenie ich

w 9 otworach (o średnicy 10 mm, 15 mm głębokości) oddalone od siebie o 50 mm. Rejestrowany jest czas w jakim kolejne kołki umieszczane są w otworach a następnie obliczany jest liczbą kołków umieszczonych w otworach na sekundę [18, 19].

Kryteria włączenia do badań:

1. niedowład kończyny górnej,
2. siła mięśniowa od 3 do 1 w manualnym teście siły mięśni (Manual Muscle Testing, MMT),
3. stabilne funkcje życiowe,
4. możliwość nawiązania kontaktu z pacjentem.
5. Kryteria wykluczenia z badań:
6. brak możliwości dopasowania ortozy do lezonej kończyny pacjenta,
7. niestabilność układu kostnego (zaawansowana osteoporoza, niezrośnięte złamania),
8. otwarte uszkodzenia skóry w miejscu mocowania ortozy,
9. zaburzenia czucia,
10. podwichnięcie stawu barkowego,
11. nasiloną spastyczność,
12. niestabilne funkcje życiowe,
13. padaczka,
14. ciężkie zaburzenia procesów poznawczych,
15. pacjenci splątani, niewspółpracujący,
16. przeciwwskazanie do przyjęcia pozycji siedzącej.

## Wyniki:

W pierwszej kolejności poddano analizie wyniki poszczególnych testów wśród wszystkich pacjentów. Średnia wartość siły mięśniowej w badanej populacji wyniosła w pierwszym pomiarze 1,1333 w pomiarze drugim 1,8 a w pomiarze trzecim 2,6.

Sprawność kończyny górnej w teście Frenchay oceniana w pierwszej próbie wyniosła średnio 1,2 w drugiej próbie 2,3333 a w próbie trzeciej 3,8. Dodatkowo w próbie pierwszej 2 pacjentów nie było branych pod uwagę z powodu nie wykonania próby.

W teście 9 kołków oceniano czas wykonania próby przez pacjentów. W pierwszej ocenie jedynie 1 pacjent wykonał zadanie w związku z tym próba ta nie była brana pod uwagę. W drugiej ocenie pod uwagę wzięto wyniki 11 pacjentów (4 nadal nie było w stanie wykonać próby do końca). Średni czas wynosił 55,7333s. W próbie trzeciej wzięto pod uwagę wyniki 14 pacjentów (1 w dalszym ciągu nie wykonał próby) i średni czas wynosił 62,8667s. Wyniki te przedstawione zostały w tabeli 1.

Tabela 1. Wyniki poszczególnych części badania w całej zbiorowości

	N ważnych	$\bar{X}$	Me	SD
Wiek	15	37,9333	30	24,7342
Siła mięśniowa 1	15	1,1333	1	0,3519
Siła mięśniowa 2	15	1,8	2	0,5606
Siła mięśniowa 3	15	2,6	3	0,8281
Frenchay 1	13	1,2	1	0,7746
Frenchay 2	15	2,3333	2	0,9759
Frenchay 3	15	3,8	4	1,1464
9 Hole Peg Test - 1	1	-	-	-
9 Hole Peg Test - 2	11	55,7333	70	35,5216
9 Hole Peg Test - 3	14	62,8667	65	20,1206

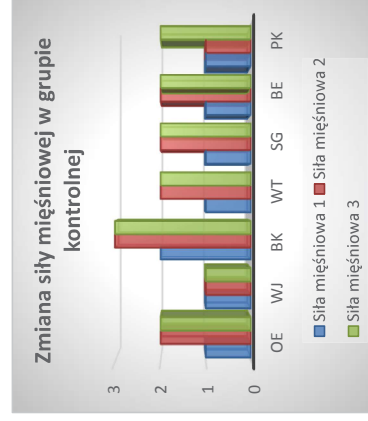
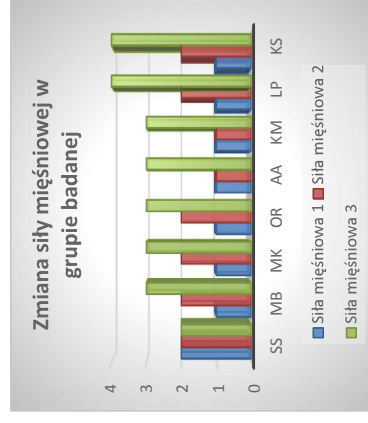
Następnie dokonano tej samej analizy z uwzględnieniem podziału na poszczególne grupy, co przedstawia tabela 2 oraz ryciny.

Tabela 2. Wyniki poszczególnych części badania w grupie badanej i kontrolnej

	N ważnych	$\bar{X}$	Me	SD	N ważnych	$\bar{X}$	Me	SD
Siła mięśniowa 1	8	1,125	1	0,3535	7	1,429	1	0,3780
Siła mięśniowa 3	8	3,125	3	0,6409	7	2	2	0,5774
Frenchay 1	7	1,375	1	0,9161	6	1	1	0,5774
Frenchay 2	8	2,75	2,5	1,0351	7	1,8571	2	0,6901
Frenchay 3	8	4,75	5	0,4629	7	2,7143	3	0,4880
9 Hole Peg Test - 1	1	-	-	-	0	-	-	-
9 Hole Peg Test - 2	6	74	74	4,3359	5	78,4	79	11,9917
9 Hole Peg Test - 3	8	62,375	62,5	6,7599	6	74	72,5	11,4018

Analiza wykazała, że średnia wartość siły mięśniowej osób z grupy badanej w pierwszej i drugiej próbie była niższa od siły mięśniowej osób z grupy kontrolnej (1,125 vs. 1,429 oraz 1,75 vs. 1,8571) podczas gdy w trzeciej próbie nastąpił znaczny progres w wartości siły mięśniowej u osób z grupy badanej w stosunku do grupy kontrolnej (3,125 vs. 2) (tab. 2).

Stwierdzono, że o ile po pierwszym miesiącu obserwacji nastąpiła poprawa siły mięśniowej u większości pacjentów w obydwu grupach to po drugim miesiącu obserwacji kolejny wzrost siły mięśniowej zaobserwowano u 7 z 8 pacjentów z grupy badanej i tylko u 1 pacjenta z grupy kontrolnej. U pozostałych pacjentów z grupy kontrolnej kontynuacja terapii przez kolejny miesiąc nie wpłynęła na zwiększenie siły mięśniowej (ryc. 1 i 2).

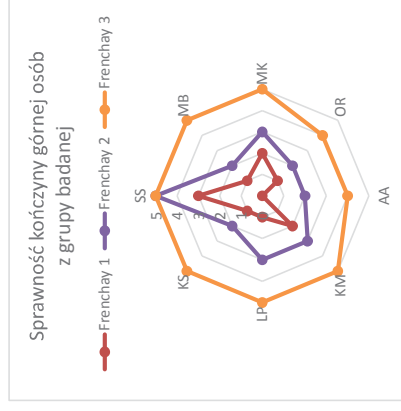


Ryc. 1. Siła mięśniowa w grupie badanej

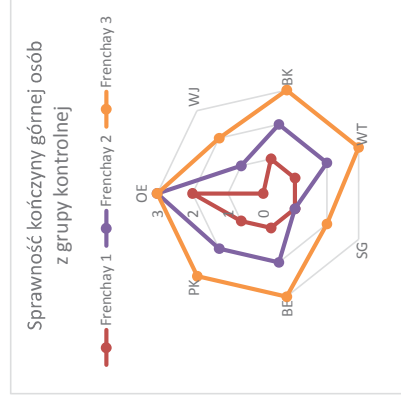
Ryc. 2. Siła mięśniowa w grupie kontrolnej

Kolejna analiza dotyczyła sprawności kończyny górnej ocenianej testem Frenchay. W pierwszej ocenie po 1 osobie z grupy badanej i kontrolnej nie wykonało żadnego zadania. Pozostałe osoby wykonały od 1 do 3 zadań. Średnia wartość wyników w tym teście w grupie badanej była wyższa w każdej z kolejnych prób w stosunku do grupy kontrolnej: 1,375 vs. 1 w próbie pierwszej, 2,75 vs. 1,8571 w próbie drugiej i 4,75 vs. 2,7143 w próbie trzeciej (tab. 2).

Zaobserwowano, że u osób z grupy badanej poprawa sprawności po 2 miesiącach nastąpiła z 1 na 5 punktów u 6 na 8 osób podczas gdy w grupie kontrolnej maksymalna poprawa nastąpiła na 3 punkty (ryc. 3 i 4).



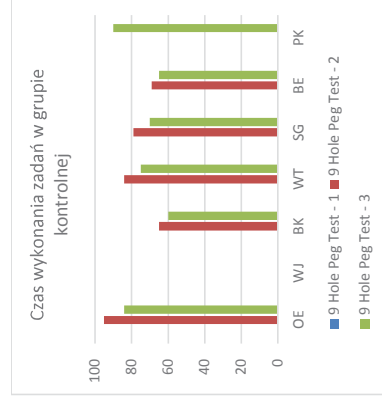
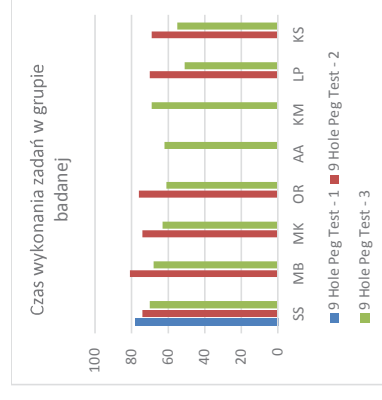
Ryc. 3. Sprawność kończyny górnej w gr. badanej



Ryc. 4. Sprawność kończyny górnej w gr. kontrolnej

Najtrudniejszym dla pacjentów okazał się być test 9 kołków (9 Hole Peg Test). W pierwszej próbie zadanie w pełni wykonała tylko 1 osoba dlatego też próba ta nie została odznaczona u pozostałych 14 osób na rycinach.

W drugiej próbie już tylko 1 pacjent nie wykonał zadania. U pozostałych osób, średni czas jaki potrzebowali pacjenci z grupy badanej był nieco niższy od czasu jaki potrzebowali pacjenci z grupy kontrolnej (74s. vs. 78,4s.). Różnica ta powiększyła się znacznie bardziej w trzeciej próbie. Osoby z grupy badanej potrzebowały średnio 62,375s. podczas gdy osoby z grupy kontrolnej potrzebowały średnio 74s. (ryc. 5 i 6).

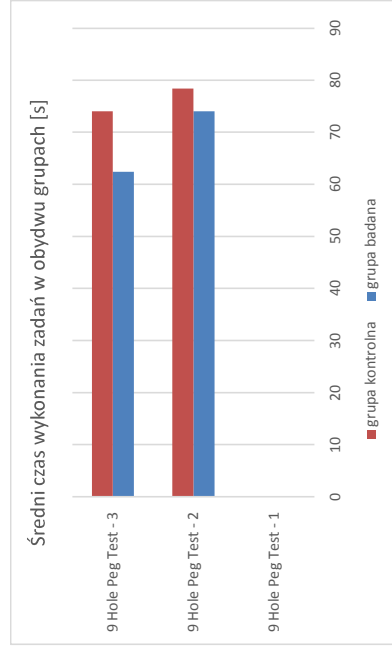


Ryc. 5. Czas wykonania zadania w gr. badanej

Ryc. 6. Czas wykonania zadania w gr. kontrolnej



Ostatnia rycina 7 przedstawia różnicę czasu jaką potrzebowali w próbie 2 i 3 pacjenci z grupy badanej i kontrolnej. Zauważyć można, że osoby, które nie ko-  
rzystały z treningu z ortezą Armeo Spring w 3 próbie osiągnęły znacznie gorsze  
wyniki od osób trenujących z egzoskieletem.



Ryc. 7. Porównanie średnich czasów potrzebnych na wykonanie testu 9 kołków w obydwu grupach

## Wnioski:

Przeprowadzone badania jednoznacznie wskazują, że zastosowanie naszego, innowacyjnego algorytmu postępowania u pacjentów z niedowładem kończyn górných okazało się pozytywny wpływ tradycyjnej terapii na końcowe efekty rehabilitacji. Natomiast zastosowanie dodatkowego urządzenia wspierającego leczenie (Armeo Spring) przyczyniło się do uzyskania jeszcze lepszych końcowych efektów terapii.

U osób z grupy badanej poprawiły się takie parametry jak: siła mięśniowa, czas reakcji, szybkość wykonywanych zadań jak również zdolność do wykonywania ruchów, których osoby bez treningu Armeo Spring nie były w stanie wykonać, np. próba ze szklanką czy spinaczami w teście Frenchay. Dzięki nowo wyuczonym funkcjom pacjent staje się osobą bardziej samodzielnie i niezależną w życiu codziennym. Dlatego celem jest wdrażanie nowoczesnych aparatów opartych na biologicznym sprzężeniu zwrotnym do codziennej rehabilitacji pacjentów.

## Pismienictwo:

1. Lubecki M., *Polski model rehabilitacji medycznej zaakceptowany i zalecany przez WHO*, Hygeia Public Health 2011, 46(4): 506-515.
2. Nyka W., Jankowska B., *Zasady wczesnej rehabilitacji chorych z udarem niedokrwionym mózgu*, Via Medica 2009, ISSN 1897-3590.
3. Kamusińska E., *Znaczenie kompleksowej rehabilitacji w integracji osób niepełnosprawnych ze społeczeństwem*, Studia Medyczne 2008; 9: 83-86.
4. Rutkowska E., *Wsparcie jako element rehabilitacji kompleksowej osób z niepełnosprawnością*, Niepełnosprawność – zagadnienia, problemy, rozwiązania. Nr III/2012 (4).
5. Chen J., Shaw F., *Progress in sensorimotor rehabilitative physical therapy programs for stroke patients*, World J Clin Cases. 2014 Aug 16; 2(8): 316-326.
6. Dobkin B., *Training and exercise to drive poststroke recovery*, Nat Clin Pract Neurol. 2008 Feb; 4(2): 76-85.
7. Pandian J., Arora R., Kaur P., et al., *Mirror Therapy in Unilateral Neglect After Stroke (MUST trial): A randomized controlled trial*, Neurology. 2014 Sep 9;83(11).
8. Rothganga A., Brauna S., Beurskens A., et al., *The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature*, International Journal of Rehabilitation Research 2011, Vol 34 No 1.
9. Thieme H., Mehrholz J., Pohl M., et al., *Mirror therapy for improving motor function after stroke*, Cochrane Database Syst Rev. 2012 Mar 14;(3).
10. Mehrholz J., Pohl M., Platz T., et al., *Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke (Updated Evidence)*, Cochrane Database Syst Rev 11: Cd006876.
11. Tran D., Pajaro-Blazquez A., Daneault, et al., *Combining Dopaminergic Facilitation with Robot-Assisted Upper Limb Therapy in Stroke Survivors: A Focused Review*, Am J Phys Med Rehabil. 2016 Jun;95(6):459-74.
12. Babaias M., Mahdioun S., Jaryani P., et al., *A review of technological and clinical aspects of robot-aided rehabilitation of upper-extremity after stroke*, Disabil Rehabil Assist Technol 2016 11(4): 263-280.
13. Cesareo, Beretta A., Biffi E., et al., *A Comparative Study Among Constraint, Robot-Aided and Standard Therapies in Upper Limb Rehabilitation of Children with Acquired Brain Injury*, XIV Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing 2016: MEDICON 2016, Paphos, Cyprus.
14. Calabro RS, Russo M, Naro A, et al., *Who may benefit from Armeo Power® treatment? A neurophysiological approach to predict neurorehabilitation outcomes*, PM R. 2016 Feb 19.
15. Mang C., Campbell K., Ross C., et al., *Promoting Neuroplasticity for Motor Rehabilitation After Stroke: Considering the Effects of Aerobic Exercise and Ge-*

- netic Variation on Brain-Derived Neurotrophic Factor*; Phys Ther. 2013 Dec; 93(12): 1707–1716.
16. Dimyan M., Cohen L., *Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke*, Nat Rev Neurol. 2011 Feb; 7(2): 76–85.
  17. Heller A., Wade D., Wood V., et al., *Arm function after stroke: measurement and recovery over the first three months*, J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1987 Jun;50(6):714-9.
  18. Earhart G., Cavanaugh J., Ellis T., et al., *The 9-hole PEG test of upper extremity function: average values, test-retest reliability, and factors contributing to performance in people with Parkinson disease*, J Neurol Phys Ther. 2011 Dec;35(4):157-63.
  19. Lindstrom-Hazel D., Aeyman U., Hossain S., et al., *A normative study of the Nine Hole Peg Test in Bangladesh*, Work. 2015;50(3):403-9. doi: 10.3233/WOR-151996.