

## Ocena wpływu obozów Aktywnej Rehabilitacji na sprawność funkcjonalną osób z tetraplegią

### Evaluation of the influence of Active Rehabilitation camps on the functional abilities in persons with tetraplegia

Lech Furmaniuk, Grażyna Cywińska-Wasilewska

Zakład Kinezyterapii, Katedra Rehabilitacji Narządu Ruchu, Wydział Wychowania Fizycznego, Akademia Wychowania Fizycznego im. E. Piaseckiego w Poznaniu

#### Streszczenie

*Wstęp:* W Polsce rocznie przybywa około 400 nowych pacjentów z tetraplegią. Rozwiązaniem zapewniającym ciągłość procesu rehabilitacyjnego tego typu pacjentów jest działalność organizacji pozarządowych zrzeszających osoby niepełnosprawne. Wśród nich Fundacja Aktywnej Rehabilitacji ma największe doświadczenie w usprawnianiu osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego. Rocznie około 70 osób z tetraplegią uczestniczy w obozach Aktywnej Rehabilitacji (AR).

Celem pracy jest ocena wpływu obozów AR na sprawność funkcjonalną osób z tetraplegią.

*Material i metody:* Badaniom poddano 40 mężczyzn z tetraplegią. Badanych podzielono na dwie grupy: uczestników obozów AR (grupa A, n=20) oraz grupę kontrolną (grupa B, n=20).

Stopień uszkodzenia kończyn górnych oceniono na podstawie zachowanych czynności motorycznych wg klasyfikacji ASIA (ASIA motor score). Do oceny sprawności funkcjonalnej wykorzystano Wskaźnik Niezależności Funkcjonalnej (FIM). Badanych przetestowano na początku eksperymentu a następnie po upływie 8 dni.

*Wyniki:* Obydwie grupy podczas badania wstępnego były jednorodne pod względem ASIA motor score oraz wyników FIM. Podczas badań końcowych zmiany w wynikach FIM odnotowano jedynie w grupie A. Wartość średnia testu FIM pod koniec badań wzrosła o 10,8 punktów. W grupie A wykazano korelację pomiędzy wynikami testu FIM a ASIA motor score ( $p < 0,001$ ).

*Wnioski:* Uczestnictwo w obozach AR pozwala pacjentom z tetraplegią na podniesienie sprawności funkcjonalnej. Największe zmiany zaobserwowano u badanych osób z tetraplegią na poziomie C6. Wyniki uzyskane przez osoby z tetraplegią na poziomie C7 (efekt „górnego pułapu”) sugerują potrzebę zastosowania bardziej złożonych testów.

#### Słowa kluczowe:

**uszkodzenie rdzenia kręgowego, tetraplegia, aktywna rehabilitacja, wskaźnik niezależności funkcjonalnej (FIM)**

#### Summary

*Introduction:* Every year, about 400 new patients with tetraplegia arise in Poland. The solution ensuring the continuation of the rehabilitation process of such patients is the activity of non-governmental organizations associating disabled people. Among them Foundation of Active Rehabilitation (FAR) has greatest experience in rehabilitation of people after SCI. Annually, about 70 persons with tetraplegia participate in Active Rehabilitation (AR) camps.

Aim of this study was to estimate the influence of AR camps on the functional abilities in persons with tetraplegia.

*Material and methods:* 40 men with tetraplegia were examined. Subjects were divided into two groups: participants of AR camps (group A, n=20) and control (group B, n=20).

The ASIA motor score was used to estimate the degree of upper limb impairment. Functional Independence Measure (FIM) was used to assess functional abilities. All subjects were assessed in the beginning of the study and reassessed after 8 days.

*Results:* Both groups during preliminary investigation were homogeneous under regard the ASIA motor score as well as the results of FIM. During final investigations significant improvement of FIM was noted only in group A. The mean value of FIM significantly increased about 10.8 points. In group A significant correlation between FIM scores and ASIA motor score were found ( $p < 0.001$ ).

*Conclusion:* Improvement of functional skills among patients with tetraplegia which participated in AR camps was observed. The highest improvement in FIM was observed among persons with a C6 tetraplegia. Obtained results (ceiling effect) of examined persons from C7 tetraplegia suggested the need of applying more sensitive tests.

**Keywords:** spinal cord injury, tetraplegia, active rehabilitation, functional independence measure (FIM)

## Wstęp

Powstała w 1988 roku Fundacja Aktywnej Rehabilitacji (FAR) jest obecnie największą ogólnopolską organizacją pozarządową zajmującą się usprawnianiem osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego. FAR jest organizatorem obozów Aktywnej Rehabilitacji (AR). Rocznie w obozach AR uczestniczy około 70 osób z tetraplegią.

Zadaniem obozu AR jest wypracowanie przez jego uczestnika umiejętności umożliwiających samodzielność w czynnościach życia codziennego. Program obozu AR obejmuje również naukę technik ułatwiających poruszanie się i pokonywanie barier architektonicznych na wózku inwalidzkim. Na obozach AR wykorzystuje się trening sportowy do uzyskania powyższych celów rehabilitacyjnych przez jego uczestników. Program obozu AR obejmuje 8 dni treningowych [1-4].

Wpływ treningu sportowego na poprawę sprawności funkcjonalnej osób z tetraplegią został zaobserwowany w pracy Dallmeijer [5]. Zmiany te odnotowano jednak po 6 miesięcznym cyklu treningowym.

Badania dotyczące efektywności systemu AR przeprowadzone przez Tasiemskiego w 1998 roku, wykazały wpływ obozów AR na poprawę w zakresie samoobsługi oraz lokomocji na wózku inwalidzkim u osób z tetraplegią i paraplegią. W badaniach tych do oceny wpływu obozów AR na rehabilitację jego uczestników wykorzystano ankietę zawierającą ocenę samoobsługi oraz test techniki jazdy [3].

Ocena funkcjonalna pacjenta określa jego poziom samodzielności w czynnościach życia codziennego. Zgodnie z obowiązującymi międzynarodowymi standardami pacjenci po uszkodzeniu rdzenia kręgowego oceniani są przy wykorzystaniu Wskaźnika Niezależności Funkcjonalnej – Functional Independence Measure (FIM).

FIM ocenia 18 czynności podzielonych na dwa podstawowe działy: umiejętności ruchowe (Motor Items) oraz umiejętności poznawcze (Cognition Items). Podział ten pozwala na zastosowanie FIM również w innych

jednostkach chorobowych (udary mózgu). Zastosowanie FIM do oceny funkcjonalnej osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego powoduje często pominięcie zarówno przez badaczy, jak i praktyków testowania umiejętności poznawczych. Badanie obejmuje wówczas jedynie 13 umiejętności ruchowych. Jest to dopuszczalne i nie zaburza obiektywności testu [6,7].

FIM może być przeprowadzony również w formie ankiety. Badania przeprowadzone dla sprawdzenia tej formy testu zostały wykonane dla wszystkich 18 umiejętności. Wykazano w nich, że ankietę najlepiej odzwierciedla czynności poznawcze takie jak rozumienie i zapamiętywanie [8].

Celem pracy jest ocena wpływu ośmiodniowego cyklu treningowego obozów AR na sprawność funkcjonalną osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym.

## Materiał i metody

Do badań zostały zakwalifikowane osoby z częściowym uszkodzeniem rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym, będące w okresie do 2 lat od urazu rdzenia kręgowego. Z badań wyłączono osoby, które miały przeciwwskazania do wysiłku fizycznego, posiadały kontuzje ograniczające lub wpływające na ich udział w badaniu oraz odleżyny.

We wstępnej fazie rekrutacji uczestniczyły 44 osoby z tetraplegią (mężczyźni) w wieku od 19 do 36 lat, średnia wieku 27,8 lat. Badani znajdowali się w okresie od 8 miesięcy do 2 lat od uszkodzenia rdzenia kręgowego. Badanych podzielono na 2 grupy. Grupę A ( $n=21$ ) stanowiły osoby, które po raz pierwszy uczestniczyły w obozie AR (grupa badana). W grupie B ( $n=23$ ) znalazły się osoby, które po opuszczeniu szpitala nie brały udziału w programie obozów AR (grupa kontrolna). Losowanie do grup odbyło się poprzez kolejność zgłoszeń na obóz AR, wysyłanych do uczestników przez biuro FAR. W dalszej części badania z grupy A wyłączono 1 osobę,

która przed przyjazdem na obóz AR zgłosiła pojawienie się odleżyny. Z grupy B zostały wyłączone 3 osoby, które nie mogły pojawić się w terminie badań końcowych. Dwie osoby nie miały w danym terminie możliwości dotarcia na zajęcia, 1 osoba jako powód zgłosiła pogorszenie stanu zdrowia, przeziębienie.

Projekt badawczy uzyskał akceptację komisji biologicznej Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. Badani, poinformowani o celu i przebiegu badania, wyrazili zgodę na uczestnictwo w nim.

**Program usprawniania na obozach AR.** Badani z grupy A uczestniczyli w ośmiodniowym cyklu treningowym. Podczas dnia brali udział w 3 półtoragodzinnych sesjach treningowych opartych na 5 dyscyplinach (technika jazdy na wózku, pływanie, trening ogólnokondycyjny, łucznictwo, tenis stołowy). Każda z jednostek treningowych rozpoczynała się 10-15 minutową rozgrzewką. Na zakończenie zajęć przeprowadzany był 10 minutowy stretching. Uczestnicy mogli korzystać z indywidualnych porad instruktorów na wózku dotyczących technik samoobsługowych [2].

Do oceny zmian funkcjonalnych wykorzystano Wskaźnik Niezależności Funkcjonalnej FIM.

**Wskaźnik Niezależności Funkcjonalnej (FIM)** został przeprowadzony dla 13 umiejętności motorycznych dotyczących samoobsługi, kontroli zwieraczy, przesiadania się, lokomocji. Każda z czynności oceniona została w siedmiopunktowej skali. Maksymalna ilość możliwych do zdobycia punktów 91 – badany w pełni niezależny wszystkie czynności wykonuje pewnie i samodzielnie [6,7].

Poziom uszkodzenia neurologicznego oceniono według klasyfikacji ASIA. Stopień uszkodzenia kończyn górnych określono na podstawie sześciopunktowego manualnego testu siły mięśniowej przeprowadzonego na 5 parach mięśni kluczowych wg ASIA [9-11]. Ocena poziomu uszkodzenia neurologicznego według klasyfikacji ASIA w obydwóch grupach została przeprowadzona przez fizjoterapeutę.

**Okres prowadzenia badań.** Testy dla grupy A przeprowadzono w dwóch terminach, na początku (badanie wstępne) i pod koniec obozu AR (badanie końcowe). Badania zostały przeprowadzone w profesjonalnym ośrodku sportowym. Badani podczas wykonywania testów mieli zapewnioną asekurację ze strony przeszkolonych wolontariuszy.

Badania dla grupy B przeprowadzono również w dwóch terminach. Badanie wstępne odbywało się podczas pierwszych zajęć regionalnej grupy AR, w których uczestniczyli badani z grupy B. Badanie końcowe przeprowadzono po upływie tygodnia na następnych zajęciach. Wobec trudności z przeprowadzeniem części testu dotyczącej ubierania się, czy kontroli zwieraczy oraz

dla zapewnienia komfortu badanych zdecydowano się na przeprowadzenie testu w formie ankietowej [8].

**Metody statystyczne.** Uzyskane podczas badań wyniki poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu oprogramowania Statistica 2008. Dla porównania rozkładów dwóch niezależnych prób (dwóch grup) wykorzystano test U Manna – Whitneya. Dla porównania istotności różnic średnich dla dwóch prób zależnych (badanie początkowe, badanie końcowe w tej samej grupie) zastosowano test Wilcozona. Dla sprawdzenia korelacji porządku rang wykorzystano test Spearmana. Poziom istotności powyższych testów, ustalono dla  $p \leq 0,05$ .

## Wyniki

W badaniach uczestniczyło 40 osób z tetraplegią podzielonych na grupy A ( $n=20$ ) oraz B ( $n=20$ ).

Wyniki FIM w grupach A i B podczas badania wstępnego i końcowego przedstawia tabela 1.

**Tab. 1.** Zestawienie wyników testu FIM w grupach A i B podczas badania wstępnego (1 Termin) oraz badania końcowego (2 Termin)

**Tab. 1.** Comparison of results of the FIM during initial (1 Term) and final (2 Term) examinations in groups A and B

Termin badania	Grupy	N	Średnia(SD)	Min	Max
1 Termin	Grupa A	20	59,4 ( $\pm$ 21,7)	20	87
	Grupa B	20	57,1 ( $\pm$ 26,2)	20	87
2 Termin	Grupa A	20	70,2 ( $\pm$ 22,8)*	23	90
	Grupa B	20	57,1 ( $\pm$ 26,2)	20	87

\*W grupie A wynik testu Wilcozona  $Z=3,92$   $p<0,001$

Podczas badania wstępnego nie zanotowano istotnych statystycznie różnic pomiędzy wartościami średnich FIM pomiędzy grupami A i B. Różnica tych wartości wynosiła 2,3 punkty. Podczas badań końcowych różnica pomiędzy wynikami grup A i B zwiększyła się, i wynosiła 13,1 punktów. Różnica średnich badania końcowego pomiędzy grupami A i B jest istotna statystycznie ( $p \leq 0,05$ ).

Zmiany w wynikach FIM odnotowano jedynie w grupie A. Wartość średniej FIM w tej grupie pod koniec badań wzrosła o 10,8 punktów. Zmiana ta była istotna statystycznie ( $p \leq 0,05$ ).

Przeprowadzona wewnątrz grup ocena zachowanych czynności motorycznych kończyn górnych, ASIA motor score (AMS) nie wykazała istotnych statystycznie zmian pomiędzy badaniem wstępnym a końcowym. Pod względem tej zmiennej grupy A i B były względem siebie statystycznie jednorodne. Opis grup pod względem zachowanych czynności motorycznych zawiera tabela 2.

**Tab. 2.** Porównanie wartości średnich punktacji manualnego testu mięśniowego kończyny górnej (ASIA motor score, (AMS)) w grupach A i B

**Tab. 2.** Comparison of mean value of the upper limb's manual muscle test scores (ASIA motor score, (AMS)) in groups A and B

Grupy	N	Średnia (SD)	Min	Max
Grupa A	20	24,1 (± 7,8)	12	38
Grupa B	20	23,7 (± 7,8)	10	37

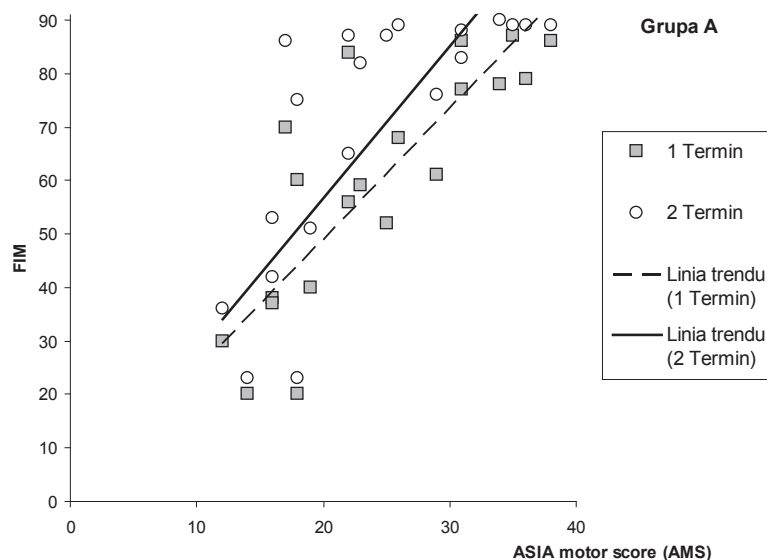
Przeprowadzona ocena neurologicznego poziomu uszkodzenia rdzenia kręgowego według klasyfikacji ASIA w grupie A wykazała 8 osób po uszkodzeniu na wysokości C5, 6 osób z uszkodzeniem C6 oraz 6 osób na poziomie C7. W grupie B rozkład badanych pod wzglę-

dem poziomu uszkodzenia kształtował się w następujący sposób: C5 – 5 osób, C6 – 8 osób oraz C7 – 7 osób. W obu grupach, u wszystkich badanych, odnotowano częściowe przerwanie rdzenia kręgowego.

W dalszej analizie statystycznej przeprowadzonej dla grupy A skorelowano wyniki FIM poszczególnych uczestników z ich poziomem uszkodzenia rdzenia kręgowego. Poziom uszkodzenie rdzenia kręgowego badanych w odniesieniu do AMS przedstawiał się następująco C5: 12-19 punktów AMS, C6: 22-29 punktów AMS oraz C7: 31-38 punktów AMS.

W obliczeniach korelacji FIM i AMS wykorzystano wyniki badania wstępnego i końcowego testów. Korelacja ta jest istotna statystycznie ( $p \leq 0,05$ ).

Graficzne przedstawienie korelacji wyników FIM i AMS w grupie A przedstawia rycina 1.



**Ryc. 1** Korelacja wyników FIM oraz ASIA motor score (AMS) w grupie A podczas badania wstępnego (1 Termin, test Spearmana  $R = 0,82$ ,  $p < 0,001$ ) oraz badania końcowego (2 Termin, test Spearmana  $R = 0,84$ ,  $p < 0,001$ )

**Fig. 1.** Correlation between FIM score and ASIA motor score (AMS) during initial (1 Term, Spearman test  $R = 0,82$ ,  $p < 0,001$ ) and final (2 Term, Spearman test  $R = 0,84$ ,  $p < 0,001$ ) examinations in group A

Badani z uszkodzeniem rdzenia kręgowego na poziomie C5 osiągnęli sprawność zapewniającą samodzielność w czynnościach podstawowej samoobsługi. U badanych osób z tetraplegią na poziomie C6 odnotowano największe zmiany w przeprowadzonym teście. Uczestnicy badań z uszkodzeniem na wysokości C7 poprawili nieznacznie swoje wyniki w związku z wysokim poziomem wyjściowym zaprezentowanym na początku badań.

## Dyskusja

Zastosowanie międzynarodowego standardu oceny funkcjonalnej umożliwiło zestawienie wyników FIM badanych z danymi przytaczanymi przez innych autorów. W pracy Hall i wsp. wartości średniej FIM osiągane przez osoby z tetraplegią po 2 latach od uszkodzenia rdzenia kręgowego, wynosiły w zależności od poziomu uszkodzenia (w nawiasach podano liczbę badanych): C5 ( $n=81$ ) – 37,5 punktów, C6 ( $n=75$ ) – 46,7 punktów, C7 ( $n=46$ ) – 58,3 punktów [7]. W obecnych badaniach dotyczących obozów AR, po połączeniu grup A i B ( $n=40$ ) podczas badania wstępnego odnotowano następujące

wartości średniej FIM w zależności od poziomu uszkodzenia rdzenia kręgowego: C5 (n=13) – 14,8 punktów, C6 (n=14) – 24,1 punkty, C7 (n=13) – 32,6 punkty. Wartości te są niemal dwukrotnie niższe niż zaobserwowane przez Hall i wsp. Ze względu na pojawiającą się rozbieżność dotyczącą liczebności grup, zastosowanej formy testu (dla badanych z grupy B była to ankieta) oraz brak uzasadnienia statystycznego, nie należy bezkrytycznie porównywać powyższych prac. Jednakże wydaje się być uzasadniony wniosek postawiony w pracy Tasiemskiego mówiący o niewystarczającym poziomie sprawności funkcjonalnej osób z tetraplegią po zakończonym leczeniu szpitalnym [3].

W przeprowadzonych badaniach dotyczących uczestników obozów AR zauważono zależność pomiędzy poziomem uszkodzenia rdzenia kręgowego a ocenianymi zmianami sprawności funkcjonalnej. Pomimo, że u każdego z badanych odnotowano poprawę, największe zmiany wyników FIM zaobserwowano u osób z tetraplegią na poziomie C6. Podobne obserwacje zostały odnotowane również w literaturze światowej [12-17].

W grupie osób z tetraplegią na poziomie C5 sprawne wykonywanie testowanych umiejętności ograniczone było przez ograniczenie funkcji podporowej kończyny górnej. Powodowało to zwiększenie czasu wykonania zadania lub konieczność pomocy ze strony osoby asekurowującej. Najczęściej zgłaszanym problemem był brak możliwości samodzielnego przesiadania się. Unieźmożliwiało to uzyskanie maksymalnej liczby punktów w przeprowadzonym teście. Biorąc pod uwagę stopień porażenia kończyn górnych, uzyskane przez poszczególnego uczestnika wyniki należy rozpatrywać w aspekcie indywidualnych osiągnięć.

W grupie osób z tetraplegią na poziomie C6 podniesienie sprawności funkcjonalnej należy wiązać z nauką i wykorzystaniem indywidualnych, kompensacyjnych wzorców ruchowych, a nie ze zwiększeniem siły fizycznej. Wyniki badania końcowego nie wskazują na podniesienie siły mięśniowej kończyn górnych u badanych. Jak dowodzą badania Di Carlo, zmiany siły mięśniowej u osób z tetraplegią zauważalne są po 5 tygodniowej intensywnej rehabilitacji [18]. Ośmiodniowy cykl treningowy obozów jest zatem okresem zbyt krótkim. Pacjenci po uszkodzeniu rdzenia na poziomie C6 poprzez naukę i wykorzystanie kompensacyjnych wzorców ruchowych są w stanie zastąpić funkcje manualną i podporową kończyny górnej [19-21]. Dzięki temu pomimo stosunkowo niskich wyników FIM podczas badania wstępnego, byli w stanie osiągnąć wyniki zbliżone do maksymalnych wartości testu pod koniec obozu AR.

Natomiast u osób z tetraplegią na poziomie C7 (częściowo zachowana funkcja manualna oraz pełna sprawność prostowników stawu łokciowego) postępy były mniej znaczące. Wyniki FIM u tych pacjentów zarówno podczas badania wstępnego, jak i końcowego osiągały

wartości zbliżone do maksymalnych. Osiągnięcie efektu „górnego pułapu” testu w tej grupie badanych sugeruje potrzebę zastosowania w przyszłości innych, bardziej złożonych testów.

Należy podkreślić, że jedną z ocenianych przez FIM umiejętności jest pokonywanie schodów. Wśród niektórych badanych z uszkodzeniem rdzenia kręgowego na poziomie C6 i C7 sprawność wykonywania tej czynności na wózku inwalidzkim została oceniona na 6 punktów.

Głównym ograniczeniem pracy była zbyt mała liczba badanych. Nie pozwoliło to na dokładniejszą analizę statystyczną uzyskanych wyników w przypadku podziału badanych na grupy w zależności od poziomu uszkodzenia rdzenia kręgowego. Zwiększenie liczby badanych umożliwiłoby dokonanie porównania wyników FIM, oddzielnie dla grupy A i B, zarówno podczas badania wstępnego jak i końcowego. W pracy nie zastosowano również losowego podziału na grupy zgodnie z obowiązującymi standardami. Powyższe ograniczenia mogą mieć wpływ na ostateczne wyniki pracy.

## Wnioski

1. Uczestnictwo w obozach Aktywnej Rehabilitacji pozwala na zwiększenie niezależności funkcjonalnej osób po uszkodzeniu rdzenia kręgowego w odcinku szyjnym.
2. Osoby z tetraplegią na poziomie C6 wykazują szczególne predyspozycje do podniesienia swojej sprawności funkcjonalnej podczas obozów Aktywnej Rehabilitacji. Poprawa ta związana jest z poznaniem kompensacyjnych wzorców ruchowych.
3. Osiągnięcie efektu „górnego pułapu” testu funkcjonalnego w grupie osób z tetraplegią na poziomie C7 już podczas badania wstępnego sugeruje potrzebę zastosowania w przyszłości innych, bardziej złożonych testów.

## Piśmiennictwo

1. Tasiemski T. Urazy rdzenia kręgowego. Trening samoobsługi i techniki jazdy wózkiem inwalidzkim. Warszawa: Wyd. FAR; 2000.
2. Furmaniuk L, Cywińska – Wasilewska G. Metodyka usprawniania osób po urazie rdzenia kręgowego podczas obozów Aktywnej Rehabilitacji. Fizjoterapia 2008; 16(1): 85-91.
3. Tasiemski T. Efektywność systemu Aktywnej Rehabilitacji w usprawnianiu czynności samoobsługi i lokomocji osób po urazach rdzenia kręgowego. Postępy Rehabilitacji 1998; 12(1): 67-79.
4. Sosnowski S i wsp. Proces aktywnej rehabilitacji chorych po urazach rdzenia kręgowego. Ortopedia, Traumatologia i Rehabilitacja 2000; 2(1):53-56.
5. Dallmeijer AJ, Hopman MT, Angenot EL, van der Woude LH. Effect of training on physical capacity and physical

- strain in persons with tetraplegia. *Scand J Rehabil Med* 1997; 29: 181-186.
6. Hamilton BB et al. Interrater agreement of seven level Functional Independence Measure (FIM). *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72: 790.
  7. Hall KM et al. Characteristics of the Functional Independence Measure in traumatic spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 1471-6.
  8. Karamehmetoglu S et al. The Functional independence measure in spinal cord injured patients: comparison of questioning with observational rating. *Spinal Cord* 1997; 35: 22-5.
  9. American Spinal Injury Association. International standards for neurological classification of spinal cord injury. ASIA, Chicago 2002.
  10. Opara J, Opieczonek T. Amerykańska klasyfikacja ASIA dla oceny neurologicznej i funkcjonalnej osób po urazie rdzenia kręgowego. *Postępy Rehabilitacji* 1997; 11(3): 105-12.
  11. Baranowski P. Zastosowanie Międzynarodowych Standardów Neurologicznej i Funkcjonalnej Klasyfikacji Urazów Rdzenia Kręgowego (Skala ASIA). *Ortopedia, Traumatologia i Rehabilitacja* 2000; 2(1): 31-34.
  12. Ota et al. Functional assessment of patients with spinal cord injury: measured by the motor score and the Functional Independence Measure. *Spinal Cord* 1996; 34: 531-5.
  13. Yarkony GM et al. Rehabilitation outcomes in complete C5 quadriplegia. *Am J Phys Med Rehabil* 1988; 67: 73-6.
  14. Formal CS, Cawley MF, Steins SA. Spinal cord injury rehabilitation. 3 Functional outcomes. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 59-64.
  15. Marciello MA et al. Elbow extension using anterior deltoids and upper pectorals in spinal cord-injured subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76: 426-32.
  16. Yarkony GM et al. Rehabilitation outcomes in C6 tetraplegia. *Paraplegia* 1988; 26: 177-185.
  17. Marino RJ et al. Superiority of motor level over single neurological level in categorizing tetraplegia. *Paraplegia* 1995; 33: 510-513.
  18. Di Carlo et al. Effect of Arm Ergometry training on Physical Work Capacity of Individuals with Spinal Cord Injury. *Phys Ther* 1983; 63(7): 1104-7.
  19. Fujiwara T et al. Relationship between shoulder muscle strength and functional independence measure (FIM) score among C6 tetraplegics. *Spinal Cord* 1990; 37: 58-61.
  20. Saxena S et al. An EMG-controlled grasping system for tetraplegics. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 1995; 32(1): 17-24.
  21. Hoffmann G et al. How to extend the elbow with a weak or paralyzed triceps: control of arm kinematics for aiming in C6-C7 quadriplegic patients. *Neuroscience* 2006; 139: 749-765.