

**Zaangażowanie Autorów**

- A – Przygotowanie projektu badawczego  
B – Zbieranie danych  
C – Analiza statystyczna  
D – Interpretacja danych  
E – Przygotowanie manuskryptu  
F – Opracowanie piśmiennictwa  
G – Pozyskanie funduszy

**Author's Contribution**

- A – Study Design  
B – Data Collection  
C – Statistical Analysis  
D – Data Interpretation  
E – Manuscript Preparation  
F – Literature Search  
G – Funds Collection

**Joanna Cempla<sup>2(A,B,C)</sup>, Marek Pieniążek<sup>1,2(A,D,E)</sup>,  
Maria Pelczar-Pieniążek<sup>2(B)</sup>**

<sup>1</sup> Katedra Fizjoterapii AWF, Kraków

<sup>2</sup> Małopolskie Centrum Rehabilitacji Ręki WSS im. L. Rydygiera, Kraków

<sup>1</sup> Department of Physiotherapy, University of Physical Education, Kraków

<sup>2</sup> Małopolska Region Hand Rehabilitation Centre, Ludwik Rydygier Regional Specialised Hospital, Kraków

**Program i wyniki fizjoterapii u pacjentów  
po leczeniu operacyjnym urazowych  
uszkodzeń nerwu łokciowego**

*Regimen and results of physiotherapy in patients  
following surgical treatment of ulnar nerve injury*

**Słowa kluczowe:** ręka, obrażenia nerwów, fizjoterapia

**Key words:** hand, nerve injuries, physiotherapy

## STRESZCZENIE

**Wstęp.** Urazy nerwu łokciowego są najczęstszym uszkodzeniem nerwów ręki. Mechanizm urazów jest różnorodny, lecz najczęściej są to uszkodzenia różnych powierzchni przedramienia, w przeważającej części przecięcia. W takich przypadkach postępowaniem z wyboru jest leczenie chirurgiczne, a następnie rehabilitacyjne. Celem niniejszego opracowania jest ocena efektywności fizjoterapii zastosowanej u pacjentów po leczeniu operacyjnym urazowych uszkodzeń nerwu łokciowego.

**Materiał i metody.** Grupa obejmowała 33 pacjentów. U 12 osób uraz objął również nerw pośrodkowy, w związku z czym do dalszej analizy wyselekcjonowano 21 pacjentów z uszkodzeniem nerwu łokciowego, którzy przeżyli rehabilitację w Małopolskim Centrum Rehabilitacji Ręki WSS im. L. Rydygiera w Krakowie. Metodę badań stanowiły pomiary oceny stanu funkcjonalnego ręki w oparciu o pomiar zakresów ruchu, próby czynnościowe, badanie czucia oraz badania dynamometryczne, w oparciu o które dokonano oceny.

**Wyniki i wnioski.** Wyniki badań zakresów ruchów posłużyły do oceny funkcji ręki według metody Swansona. Na podstawie przeprowadzonych dwukrotnie (na początku i na końcu rehabilitacji) badań oraz analizy ich wyników stwierdzono istotną skuteczność zastosowanego postępowania usprawniającego.

## SUMMARY

**Background.** Ulnar nerve injuries are the most common cause of damage to the nerves of the hand. Diverse mechanisms of injury may be involved, the most frequent being injuries to various areas within the forearm, usually lacerations. In such cases, surgery followed by physiotherapy is a treatment of choice. The aim of the study was to estimate the efficacy of physical therapy following surgical treatment of ulnar nerve injuries.

**Material and methods.** The study group initially comprised 33 patients. Twelve patients with additional damage to the median nerve were excluded and further analyses concerned a group of 21 patients with ulnar nerve injuries who underwent physiotherapy at the Małopolska Regional Hand Rehabilitation Centre in Cracow. Treatment outcomes were evaluated on the basis of measurements of hand function including the range of motion, function tests as well as sensation and dynamometric tests.

**Results and Conclusions.** Range of motion data were used to assess movement impairment according to Swanson's method. The measurements were taken on two occasions before and after the physiotherapy. Analysis of the results revealed significant efficacy of the physiotherapy regimen.

**Liczba słów/Word count:** 5140

**Tabele/Tables:** 1

**Ryciny/Figures:** 12

**Piśmiennictwo/References:** 14

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

mgr Joanna Cempla  
31-875 Kraków, Os. Dywizjonu 303 51/76  
Tel./fax: (0-12) 649-01-19, e-mail: mcrwss@wp.pl

Otrzymano / Received 13.01.2007 r.  
Zaakceptowano / Accepted 28.04.2007 r.

## WSTĘP

Nerw łokciowy jest jednym z trzech nerwów zaopatrujących rękę. Jego uszkodzenie powoduje specyficzne, patologiczne ustawienie IV i V palca. W celu zapobiegania utrwaleniu deformacji przeprostnej w stawach MP i zgięciowej w stawach PIP oraz ich odwiedzeniu dołokciowemu, w ramach aparatowania ręki stosuje się specjalny aparat z tworzywa termoplastycznego. Urazy nerwu łokciowego są najczęstszym uszkodzeniem nerwów ręki. Mechanizm urazów jest różnorodny, a najczęściej współtowarzyszą mu uszkodzenia innych struktur. W zdecydowanej większości przypadków zlokalizowany jest w okolicy przedramienia i połączony z przecięciem innych tkanek. W takich przypadkach postępowaniem z wyboru jest leczenie chirurgiczne, a następnie rehabilitacyjne.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie podstaw programu oraz ocena efektywności fizjoterapii zastosowanej u pacjentów po leczeniu operacyjnym urazowych uszkodzeń nerwu łokciowego z wykorzystaniem metody Swansona [1].

## MATERIAŁ I METODY

Badaniem objęto 33 pacjentów Małopolskiego Centrum Rehabilitacji Ręki Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego im. Rydygiera w Krakowie, którzy przeszli leczenie chirurgiczne po uszkodzeniu nerwu łokciowego. U 12 osób uraz objął również nerw pośrodkowy, w związku z czym do dalszej analizy wyselekcjonowano 21 pacjentów z uszkodzeniem tylko nerwu łokciowego. Wiek badanych wahał się pomiędzy 13 a 73 rokiem życia (średnio 35 lat. U dwudziestu badanych ręką dominującą była prawa, zaś u jednej lewa. Większość pacjentów, 76%, stanowili mężczyźni. Mechanizm urazu zawsze był ten sam, czyli przecięcie ostrym narzędziem, najczęściej szkłem lub piłą tarczową. Do urazu w zdecydowanej większości dochodziło w domu (Ryc. 1). U 12 osób uszkodzenie dotyczyło ręki prawej i 9 – lewej. Zwykle do urazu dochodziło na wysokości przedramienia w jego dystalnej części (w 10 przypadkach), u 9 osób była to okolica nadgarstka, a u 2 łokcia (Ryc. 2). Uszkodzeniu nerwu łokciowego zawsze towarzyszyło uszkodzenie innych struktur. W 6 przypadkach było to tylko uszkodzenie skóry, aż w 9 współistniało ono z przecięciem tętnicy łokciowej i ścięgien, w pozostałych przypadkach było to uszkodzenie 3 do 5 struktur. Stwierdzony wielotkankowy charakter urazów rzutował istotnie na program zastosowanej terapii, o czym jest mowa w dalszej części

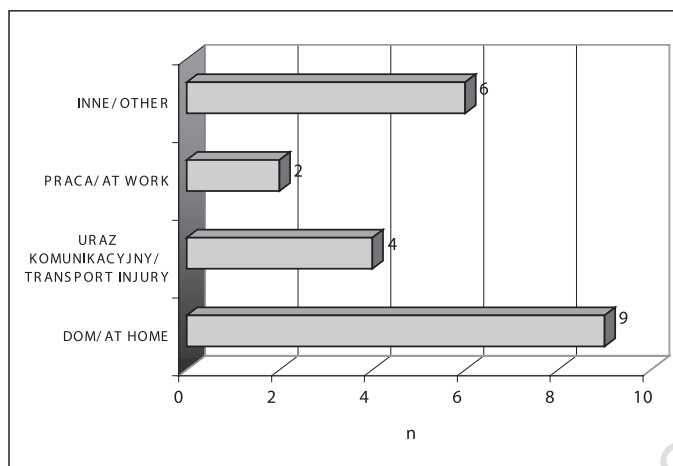
## BACKGROUND

The ulnar nerve is one of three nerves supplying the hand. An injury to this nerve causes a particular abnormal positioning of the 4th and 5th fingers. To prevent the development of a fixed hyperextension deformity of MP joints, flexion deformity of PIP joints and their ulnar abduction a special thermoplastic splint (Photo1) is used as part of the immobilisation treatment. Ulnar nerve injuries are the most common type of damage to the hand nerves. Diverse traumatic mechanisms may be involved and these injuries are most often accompanied by injuries to other structures. In the majority of cases, the site of damage is located within the forearm and combined with lacerations of other tissues. In such cases, surgery followed by physiotherapy is a treatment of choice.

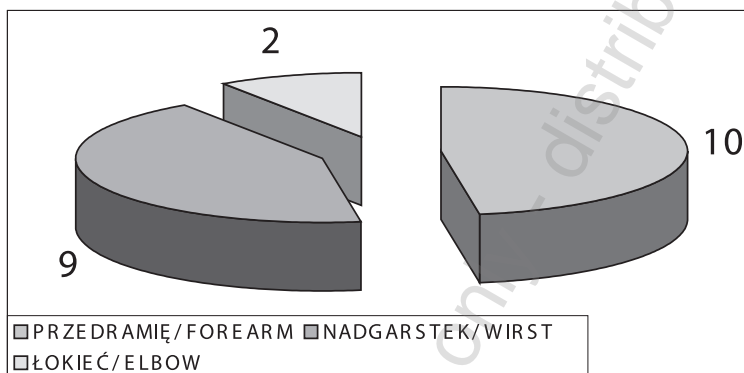
The aim of this study was to present the rationale for a physiotherapy regimen and to assess the effectiveness of physiotherapy following surgical treatment of ulnar nerve injuries with the use of Swanson's method [1].

## MATERIAL AND METHODS

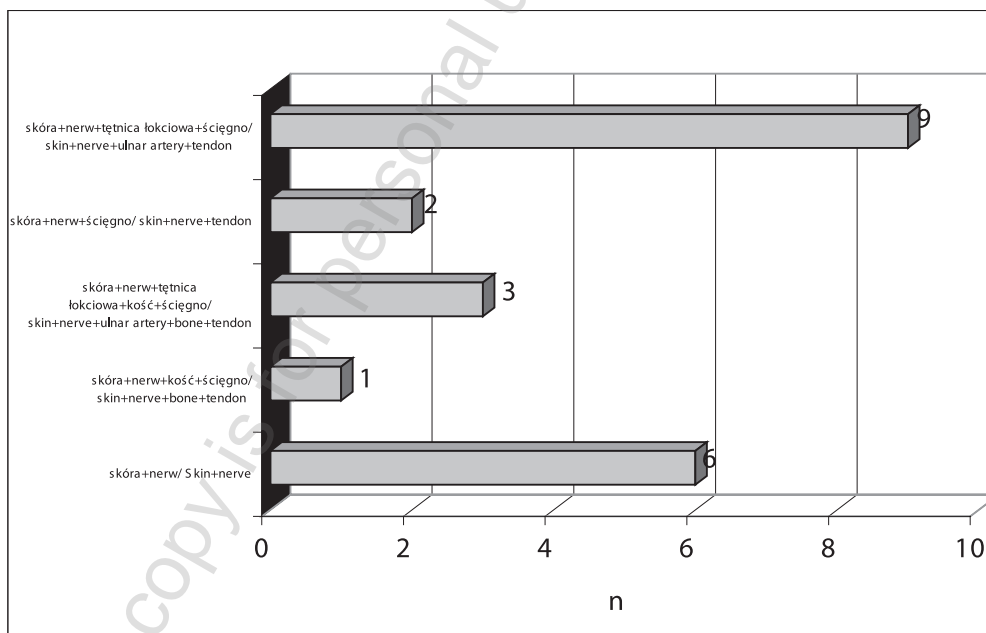
The study group included 33 patients following surgery of ulnar nerve injuries undergoing treatment in the Małopolska Region Hand Rehabilitation Centre at the Ludwik Rydygier Regional Specialised Hospital in Cracow. Twelve patients with additional damage to the median nerve were excluded from further analyses, which involved a group of 21 patients with injuries limited to the ulnar nerve. The age of the patients ranged between 13 and 73, with a mean age of 35. The right hand was the dominant one in 20 patients, with one person having a dominant left hand. The majority of the patients (76%) were male. All injuries were caused by laceration with a sharp tool, most often a piece of glass or a circular saw blade. In most cases the injuries happened at home (Fig. 1). Twelve patients had sustained an injury to the right hand, and nine to the left one. The site of the injury was usually the distal part of the forearm (10 patients), the wrist in 9 patients and the elbow area in 2 (Fig. 2). The ulnar nerve injury was always accompanied by damage to other structures. In 6 cases the laceration was limited to the skin, while in 9 patients the ulnar artery and tendons were also involved. In the other patients, there was damage to 3 to 5 structures. The multi-tissue character of the injuries determined to a large degree the applied treatment program which is presented in a further part of the work (Fig. 3). In 15



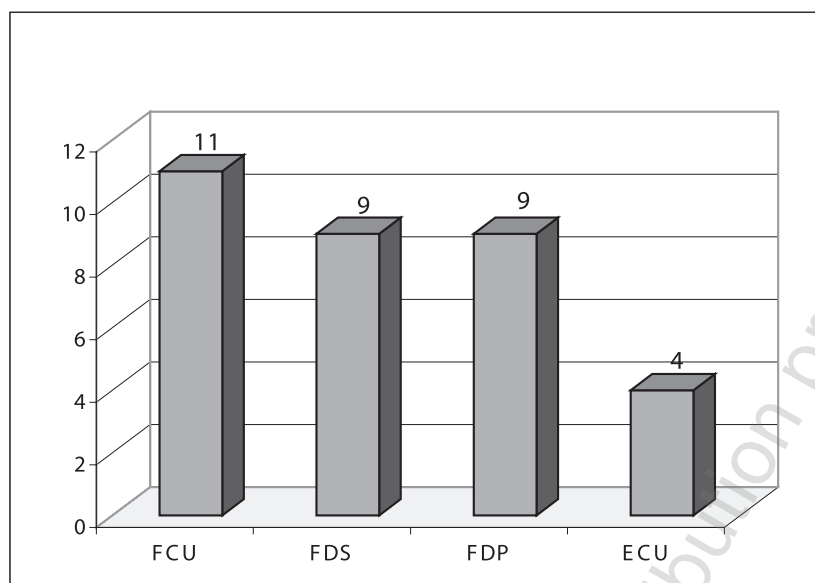
Ryc. 1. Okoliczności urazu  
Fig. 1. Injury's place



Ryc. 2. Wysokość urazu  
Fig. 2. Injury's area



Ryc. 3. Uszkodzone struktury  
Fig. 3. Injured structures



Ryc. 4. Uszkodzone ścięgna  
Fig. 4. Injury's tendons

pracy (Ryc. 3). U 15 osób doszło także do urazu ścięgien, najczęściej bo w 11 przypadkach uszkodzenie obejmowało ścięgna FCU, w 9 – FDS i FDP, i w 4 przypadkach – ECU (Ryc. 4).

Ocena stanu funkcjonalnego ręki została dokonana w oparciu o pomiar zakresów ruchu, badanie czucia, badania dynamometryczne oraz badanie sprawności manipulacyjnej przeprowadzone w ramach rutynowej diagnostyki fizjoterapeutycznej.

Pomiaru zakresu ruchów dokonano z wykorzystaniem sposobów badań goniometrycznych i liniowych. Pomiarami goniometrycznymi oceniano zakresy ruchów supinacji przedramienia (supinacji i pronacji z wykorzystaniem goniometru grawitacyjnego Bankova), ruchów zginania i prostowania oraz odchylenia promieniowego i łokciowego nadgarstka z wykorzystaniem goniometru Donjoy, ruchów w stawach MCP, PIP i DIP palców II – V oraz MCP i IP kciuka posługując się goniometrem Jamar. Pomiar przeprostów, które w badanej grupie pacjentów spotykane były na poziomie stawów MCP u każdego pacjenta, dokonywano z wykorzystaniem goniometru Rippsteina. Pomiar liniowy wykorzystano do oceny zakresu ruchów przywodzenia oraz opozycji kciuka.

Ocenę czucia oparto na badaniu czucia jednopunktowego uwzględniając w globalnej ocenie funkcji ręki rozległość obszaru zupełnego braku czucia dotyku.

Wyniki badań zakresów ruchów, zarówno goniometrycznych, jak i kątowych oraz czucia jednopunktowego posłużyły do oceny ubytku funkcji ręki według metodyki Swansona [1].

patients also the tendons were injured: in 11 the injury was to the FCU tendon, in 9 – the FDS and FDP tendons and in 4 – the ECU tendon (Fig. 4).

Hand function was assessed using range of motion measurements, an examination of sensation, and tests of dynamometric ability and manual dexterity performed as routine physiotherapy diagnostic work-up.

The range of motion was assessed using goniometric and linear measurements. The following goniometric tests were administered: forearm supination (supination and pronation) was assessed with a Bankov gravitational goniometer, flexion and extension as well as radial and ulnar deviations of the wrist were evaluated with a Donjoy device, and a Jamar goniometer was used to assess movements of the MCP, PIP and DIP joints of the 2nd-5th fingers and the MPC and IP joints of the thumb. Finally, a Rippstein goniometer was used to measure hyperextensions, which were present at the MPC joint level in all patients in the study group. Linear tests were used to estimate the range of adduction and opposition of the thumb.

Examination of sensation consisted in testing one-point sensation. The size of the area of total loss of tactile sensation was subsequently taken into consideration in overall hand function assessment.

The results of the range-of-motion tests, both goniometric and angular, and the one-point sensation test served to estimate the degree of hand function impairment in accordance with Swanson's methodology [1].

Muscle strength was tested using a Jamar dynamometer. Grip strength was assessed as total grip

Badanie siły przeprowadzono z wykorzystaniem dynamometru Jamar. Oceniano siłę ścisku globalnego na 2 i 4 poziomie uchwytu (chwyt G2 i G4) oraz siłę chwytów precyzyjnych, tj. chwytu bocznego oraz dłoniowego dwu- i trójpunktowego.

Sprawność manipulacyjną oceniano na podstawie czasu wykonania testu Nine Hole Peg Test. Jak wykazano wcześniejszymi badaniami własnymi, wynik badania zdolności manipulacyjnych ręki z wykorzystaniem tego testu korelował bardzo istotnie z wynikami oceny funkcji ręki według wspomnianej metody Swansona [2].

Powyższe badania przeprowadzono dwukrotnie: na początku (badanie 1) i na końcu okresu rehabilitacji w ośrodku (badanie 2).

### **Program zastosowanej fizjoterapii**

U badanych pacjentów zastosowano leczenie fizjoterapeutyczne zawierające zarówno zabiegi z zakresu fizykoterapii, jak i kinezyterapii. Program zabiegowy uzależniony był ściśle od wyników przeprowadzonego badania. Wczesnym okresie pooperacyjnym w zakres zabiegów z fizykoterapii wchodziły m.in. magnetoterapia, laseroterapia, światło spolaryzowane, TENS, tzw. „ciepło przedłużone” (realizowane przez pacjentów w warunkach domowych), a z zakresu kinezyterapii m.in. ćw. ipsilateralne, kontralateralne i izometryczne. Powyższy program uzupełniony był aparatowaniem z zastosowaniem aparatu nerwu łokciowego (Fot. 1). W związku z faktem, iż w każdym przypadku stwierdzone uszkodzenia miały charakter obrażeń wielotkankowych (Ryc. 3), doprowadzających zawsze do uszkodzeń skóry już w tym okresie stosowano program terapii blizn porurazowych i pooperacyjnych, na który składała się manualna mobilizacja blizny oraz terapia uciskowa. W okresie tzw. reedukacji właściwej (tj. po upływie 6 tygodni od zabiegu), program zabiegów z zakresu fi-

strength in the second and fourth handle positions (handle G2 and G4) and as the strength of precise grasps i.e. the lateral, two-point palmar and three-point palmar pinches.

Manual dexterity was assessed on the basis of the time required to complete the Nine Hole Peg Test. Our previous research revealed that hand dexterity scores obtained with this test correlated significantly with the results of the hand function assessment according to Swanson's method [2].

The tests were performed on two occasions: before (test 1) and after (test 2) the physiotherapy treatment at the Centre.

### **The physiotherapy regimen**

The physiotherapy treatment administered to the patients included both physical therapy and kinesitherapy procedures. The regimen was strictly based on the results of the tests. In the early postoperative period, physical therapy comprised, among others, magnetotherapy, laserotherapy, polarized light, TENS and so-called "prolonged heat" (self-administered by the patients at home), while kinesitherapy procedures included ipsilateral, contralateral and isometric exercises. This program was supplemented with immobilisation using an ulnar nerve splint (Photo 1). Since all patients had multi-tissue damage (Fig. 3), always including skin injury, traumatic and postoperative scar therapy consisting in manual scar mobilization and compression therapy was instituted already at this stage. The period of reeducation proper (i.e. beginning at 6 weeks after surgery) the regimen of physical therapy was extended to include, among others, whirlpool bath, guided (?) underwater massage, fluidotherapy, galvanic bath therapy, electrophoresis, iontophoresis and electrical stimu-



Fot. 1. Aparat nerwu łokciowego  
Photo 1. Ulnar nerve splint

zykoterapii był rozszerzony m.in. o kąpiel wirową, masaż podwodny prowadzony, fluidoterapię, galwanizację, elektrofonoforezę, jontoforezę oraz elektrostymulację. Wykorzystanie do zabiegów elektrostymulacji systemu peg – board umożliwia stosowanie zabiegu wybiórczo np. na mięśnie wewnętrzne ręki (MI, ML lub APB) prezentującymi największą dysfunkcję po uszkodzeniach urazowych nerwu łokciowego.

Program kinezyterapii zawierał ćwiczenia specjalne, charakterystyczne dla rodzaju dysfunkcji. Oparty był on na ćwiczeniach wykonywanych w naszym ośrodku oraz ćwiczeniach wykonywanych codziennie, systematycznie przez pacjentów w warunkach domowych w oparciu o otrzymany instruktaż. Podstawową składową kinezyterapii w centrum stanowiły ćwiczenia w systemie peg – board. W tych warunkach możliwe jest ukierunkowanie aktywności pacjenta na czynną mobilizację mięśni zaopatrzonych przez uszkodzony nerw łokciowy. Przyjęcie odpowiedniej pozycji, m.in. poprzez należyłą stabilizację sąsiednich odcinków umożliwia precyzyjne oddziaływanie na objęte niedowładem mięśnie (np. ugięcie stawów MCP ułatwia mobilizację mięśni międzykostnych, z kolei stabilizacja stawów PIP oraz DIP w pozycji neutralnej ułatwia mobilizację mięśni glistowatych. Program ćwiczeń uzupełniały ćwiczenia tzw. trening oporowy, realizowany także z wykorzystaniem feedbacku wzrokowego, elementy ergoterapii, ćwiczenia manipulacyjne, odwracające oraz neuromobilizację nerwu łokciowego, wykonywane także w warunkach domowych przez pacjentów jako automobilizację. W przypadkach stwierdzenia przykurczy stawowych stosowano różne formy redresji (także autoregresje) oraz tzw. wyciągi wodne.

## WYNIKI

Wyniki przeprowadzonych badań dały podstawę do wykonania obliczeń (wyrażonych w procentach) ubytków poszczególnych ruchów w oparciu o metodę Swansona. Na tej podstawie określono wielkość ubytków z I badania i II, a także różnice pomiędzy tymi wynikami, czyli wielkość spadku ubytków, która świadczyła o wielkości funkcjonalnej poprawy ruchomości pod wpływem zastosowanej fizjoterapii.

Wielkość ubytków wszystkich analizowanych ruchów przedstawiają Ryciny 5-8. Stwierdzono wyraźne różnice pomiędzy I i II badaniem. Ubytek funkcji nadgarstka (Ryc. 5) zmniejszył się o 8,9%. W przypadku poszczególnych palców daje się zauważyć, iż największe ubytki funkcji dotyczyły palców IV i V (Ryc. 6), zarówno w badaniu I jak i II. Podobnie w ich przypadku odnotowano największy spadek tego

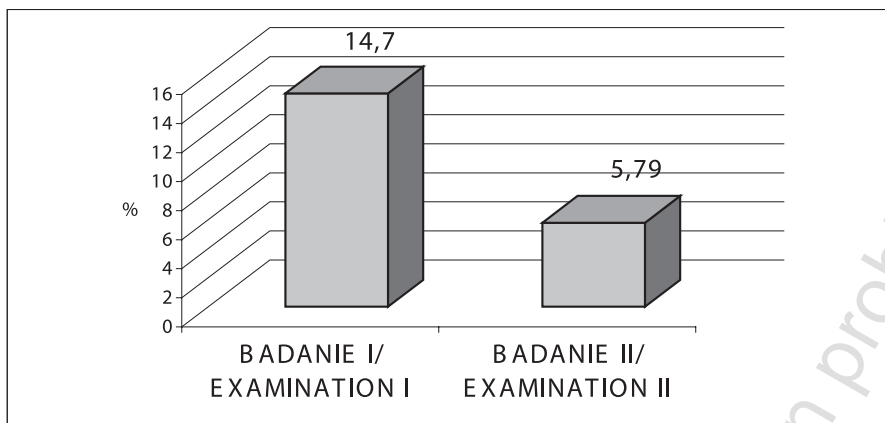
lation. Using a peg-board system for electrostimulation procedures allows for selective application of procedures, for example to the intrinsic muscles of the hand (MI, ML or APB) which demonstrate the most severe dysfunction after an ulnar nerve injury.

The kinesitherapy regimen was based on special exercises designed for the specific dysfunction. It included exercises performed in the Hand Rehabilitation Centre and exercises performed systematically by the patients every day at home according to therapist instructions. The regimen relied mainly on peg-board exercises, thanks to which the patients' efforts were focused on active stimulation of the muscles supplied by the injured ulnar nerve. Assuming a correct position, e.g. by proper stabilization of the adjacent segments, makes it possible to precisely target the paretic muscles (e.g. flexing MCP joints facilitates mobilization of the interosseous muscles, and stabilizing PIP and DIP joints in a neutral position facilitates mobilization of the lumbricals). The exercise programme was supplemented by the so-called resistance training with visual feedback, elements of ergotherapy, manipulative and desensitizing exercises and neuromobilization of the ulnar nerve also performed by the patients at home as automobilization. Articular contractures were managed with various forms of manipulation also autoregression and so-called water traction.

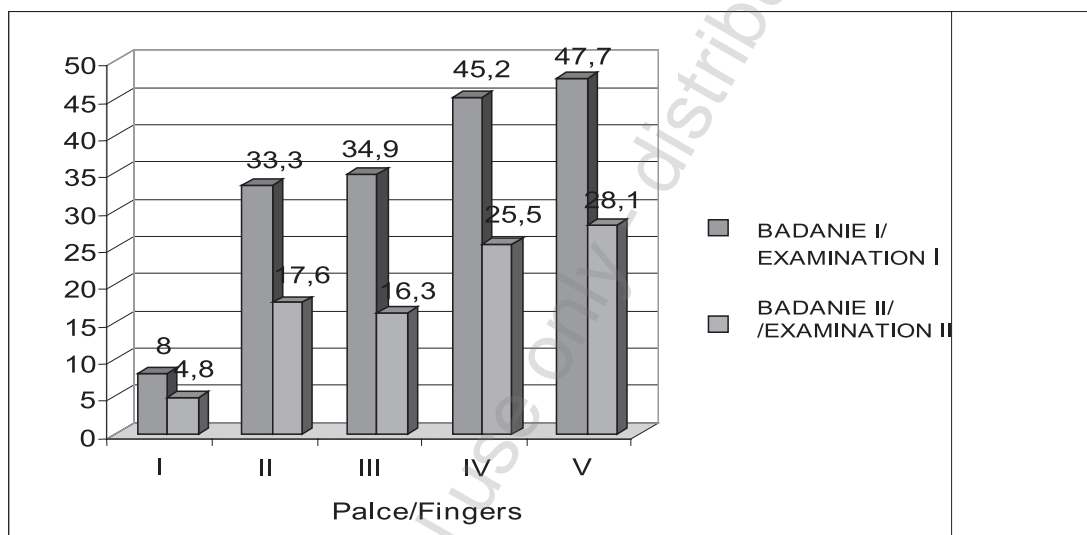
## RESULTS

The results provided the basis to calculate the percentage level of impairment of individual movements according to Swanson's method. The extent of range of motion deficits at the first and second examinations was defined in this way together with the difference between the pre- and post-treatment scores, or the degree of resolution of the movement impairment, which corresponded to the degree of functional finger mobility improvement following physiotherapy.

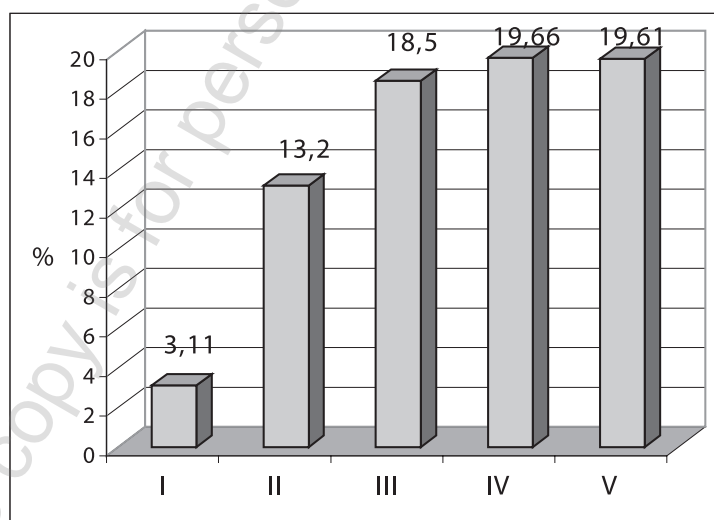
Fig. 5-8 present the extent of range of motion impairment in all analyzed movements. There were considerable differences between the results of the first and second examinations. The degree of wrist function impairment (Fig. 5) decreased by 8,9%. Results for individual fingers revealed that the 4th and 5th fingers were affected the most during both



Ryc. 5. Ubytek funkcji nadgarstka  
 Fig. 5. Wrist function impairment



Ryc. 6. Ubytek funkcji poszczególnych palców  
 Fig. 6. Fingers II-V function impairment



Ryc. 7. Zmiana ubytków funkcji poszczególnych palców  
 Fig. 7. Change between fingers II-V function impairment

ubytku o 19.6%. Wynik ten świadczy o największej poprawie funkcji tych palców pod wpływem zastosowanej fizjoterapii (Ryc. 7).

Bardzo wyraźnej poprawie uległa także funkcja całej ręki (Ryc. 8). Jej ubytek, z pierwszego badania, wynosił 27.2%, a z drugiego 14.6%, a jego redukcja pod wpływem rehabilitacji 12.6%.

Analiza wyników badania siły wykazała, iż zastosowany program fizjoterapii doprowadził do bardzo wyraźnej jej restytucji (Tab. 1, Ryc. 9). Przedstawione wartości ujęto w niniejszej analizie w kategorii względne, przyjmując wynik pierwszego badania za 100%. Jak można zauważyć, wszystkie wartości uległy bardzo wyraźnej poprawie, zarówno w zakresie badania siły ścisków globalnych (G2 i G4), jak i precyzyjnych. Na szczególną uwagę zasługuje fakt, iż najbardziej charakterystyczny dla całości badania siły w omawianych przypadkach, tj. w uszkodzeniach nerwu łokciowego, chwyt boczny uległ poprawie aż w 46%.

Czas wykonania testu sprawności manipulacyjnej uległ skróceniu pod wpływem zastosowanej fizjoterapii o 14% w ręce objętej uszkodzeniem.

W analizie wyników badań uwzględniono także czas trwania rehabilitacji (Ryc. 10). Wynosił on średnio 156

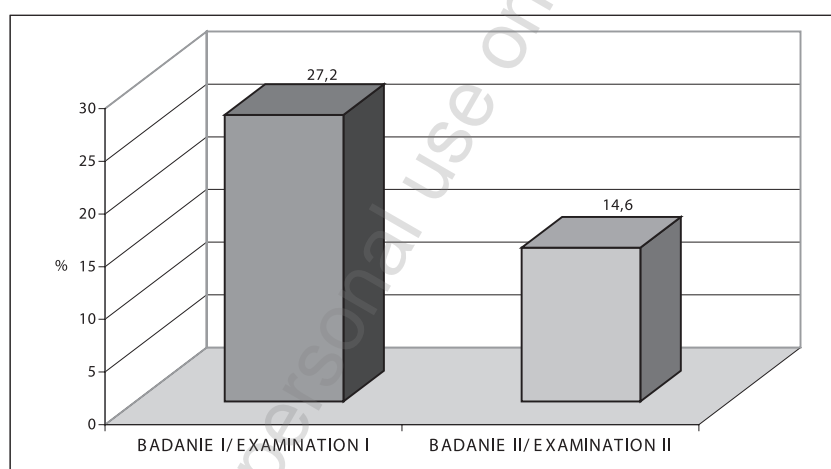
examinations (Fig. 6). These fingers also demonstrated the greatest reduction in their range-of-motion deficit (19.6%), indicating the greatest improvement in finger function following the treatment (Fig. 7).

Total hand function also improved considerably (Fig. 8). In the first examination, the degree of hand function impairment amounted to 27.2%, improving to 14.6%, i.e. there was a 12.6% reduction following rehabilitation.

Analysis of the strength test results showed that the physiotherapy regimen had considerably improved muscle strength (Tab. 1, Fig. 9). The scores were "relativized", i.e. the results of the first examination were expressed as 100%. The analysis showed that all values improved clearly with regard to both total grip (G2 and G4) and precise grasps. Of particular importance is the finding of a marked improvement, by as much as 46%, in the most specific strength test used in patients with ulnar nerve injuries, i.e. the lateral pinch.

Following physiotherapy, the time required to complete the manual dexterity test for the injured hand decreased by 14%.

The duration of rehabilitation was also taken into account in analyses (Fig. 10). The mean length of the

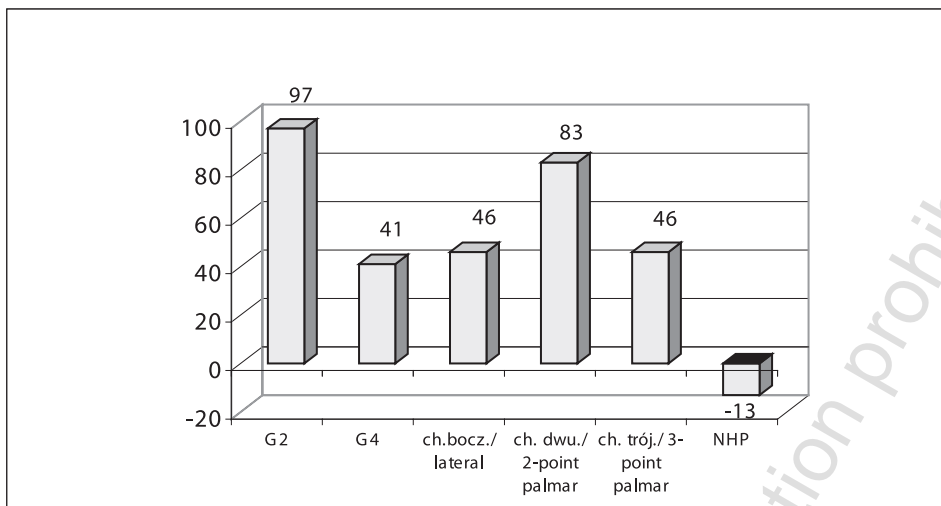


Ryc. 8. Ubytki funkcji całej ręki  
Fig. 8. Hand function impairment

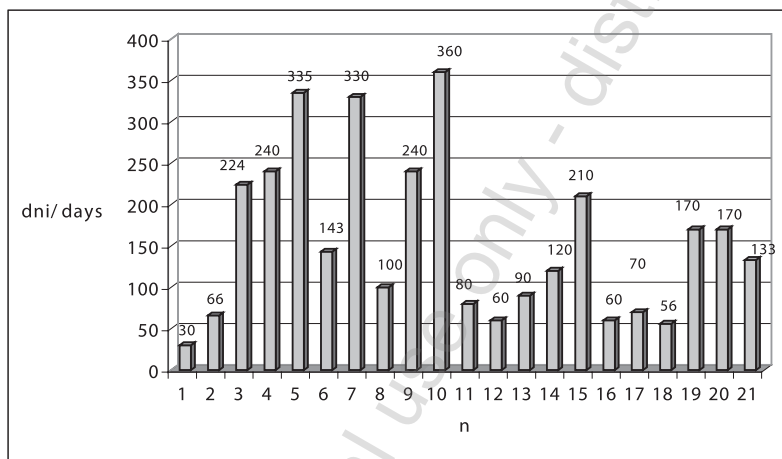
Tab. 1. Wyniki badań siły i sprawności manipulacyjnej  
Tab. 1. Examination results of strength and efficiency of manipulation

	BADANIE I EXAMINATION I		BADANIE II EXAMINATION II	
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD
CHWYT G2 / G2 GRIP	8.2	8.9	16.2	9.6
CHWYT G4 / G4 GRIP	17.7	17.6	25.1	14.5
CHWYT BOCZNY / LATERAL PINCH	4.1	2.8	6	2.9
CHWYT DWUPUNKTOWY 2-POINT PALMAR PINCH	3	2.4	5.5	3.5
CHWYT TRÓJPUNKTOWY / 3-POINT PALMAR PINCH	3.7	3.8	5.4	3
NHP test	31.7	8.0	27.7	5.5

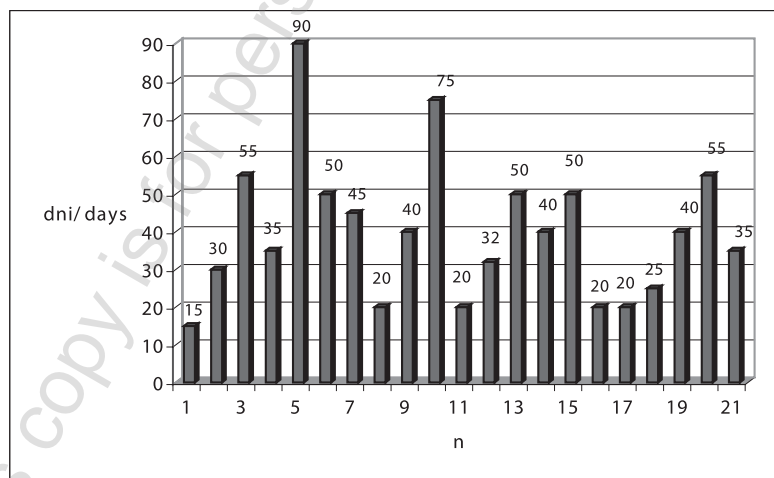




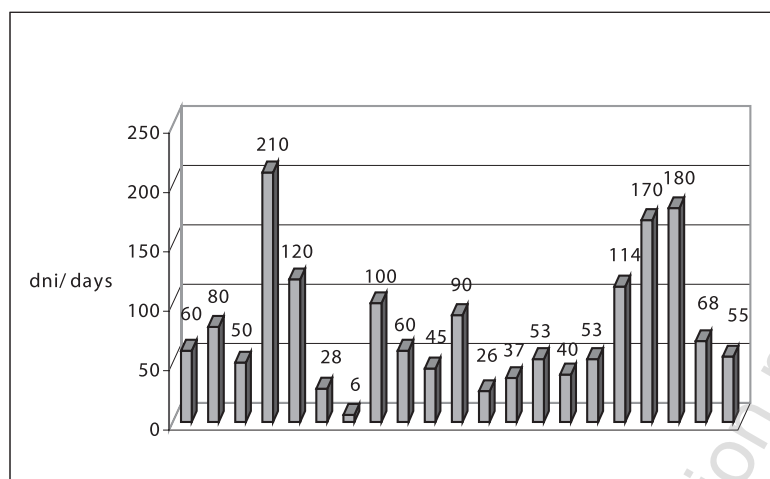
Ryc. 9. Względne wyniki odbudowy siły  
 Fig. 9. Relative results of force restitution



Ryc. 10. Czas trwania rehabilitacji  
 Fig. 10. Time of rehabilitation



Ryc. 11. Liczba terapii  
 Fig. 11. Quantity of therapy



Ryc. 12. Czas od urazu do rozpoczęcia rehabilitacji  
 Fig. 12. Time of injury to beginning of rehabilitation

dni. Najkrótszy okres rehabilitacji to 30 dni, a najdłuższy – 360. Duże zróżnicowanie w tym zakresie, jest spowodowane głównie współistniejącymi uszkodzeniami innych struktur poza nerwem łokciowym. Średnia liczba dni zabiegowych wynosiła 40 i wahała się od 15 do 90 dni. Czas, jaki upłynął od urazu do momentu rozpoczęcia rehabilitacji wahał się od 6 do 210 dni.

## DYSKUSJA

Analiza tematycznego piśmiennictwa oraz korespondujące z nim wybrane wyniki badań własnych inspirują do merytorycznej dyskusji. W ramach rutynowej diagnostyki przeprowadzanej kilkakrotnie podczas uczęszczania na rehabilitację z każdym pacjentem Centrum dokonano między innymi oceny funkcji ręki w oparciu o metodę Swansona [1]. Jest to znana i powszechnie stosowana w wyspecjalizowanych ośrodkach rehabilitacji ręki w świecie metoda oceny ubytków funkcjonalnych. Jej uniwersalny charakter podnosi fakt, iż ujmuje ona w końcowej ocenie zarówno badanie ruchomości czynnej, czucia powierzchownego oraz ubytki związane z dokonanymi amputacjami i artrodezami. Potwierdzeniem trafności tej metody są także wyniki wcześniejszych badań własnych [2], w których wykazaliśmy istotną korelację między poziomem funkcji ręki obliczonym według metody Swansona a wynikami testu sprawności manipulacyjnej Nine Hole Peg Test. Sądzymy, iż powyższe pozytywne zastosowanie metody winny inspirować specjalistów w zakresie chirurgii i rehabilitacji ręki w naszym kraju do jej szerszego włączenia do rutynowej diagnostyki pacjentów.

Elementem zastosowanej diagnostyki było również dynamometryczne badanie siły w oparciu o siłę

rehabilitacji 156 dni, ranging from 30 to 360 days. The wide differences were mainly due to the presence of associated injuries of other structures outside the ulnar nerve. The number of treatment days ranged between 15 and 90, with a mean of 40 days. The length of time between sustaining the injury and the beginning of rehabilitation ranged from 6 to 210 days.

## DISCUSSION

A review of the literature and relevant results of earlier research by the present authors encourage a discussion of the subject matter. During routine diagnostic work-up conducted several times in the course of rehabilitation, every patient of the Centre had their hand function assessed on the basis of the Swanson's method [1]. This well-known method of functional impairment assessment is widely used in specialized hand rehabilitation centres around the world. Its universal applicability is attested to by the fact that, in the final assessment, it accounts for both active mobility and superficial sensation and impairments connected with earlier amputations or arthrodeses. The accuracy of Swanson's method was additionally confirmed by the authors' earlier studies [2], which showed a significant correlation between hand function level calculated using this method and manual dexterity scores obtained with the Nine Hole Peg Test. We believe that the advantages of Swanson's method should encourage specialists in hand surgery and rehabilitation in Poland to widely use this method in the routine diagnostic work-up.

Another component of diagnostic work-up in this study was a dynamometric strength test examining total hand grip and precise grasp strength. Emphasiz-

ścisku globalnego oraz chwytów precyzyjnych. Wyeksponowanie w tej ocenie badania ścisku globalnego, w nawiązaniu do dysfunkcji nerwu łokciowego może budzić pewne wątpliwości, gdyż nerw ten w obrębie ręki unerwia ruchowo mięśnie wewnętrzne, podczas gdy zewnętrzne zginacze i prostowniki palców są nieuszkodzone. Jednak jak udowodniło w swoich pracach wielu badaczy [3,4,5], mięśnie wewnętrzne biorą czynny udział także w tym rodzaju chwytu, a ich udział w ostatecznym wyniku pomiaru może nawet wynosić 50%. Fakty te przemawiają, zatem za celowością włączania badania ścisku globalnego do programu diagnostyki ręki. Niemniej jednak specyficznym badaniem siły w tych przypadkach jest pomiar siły chwytu precyzyjnego bocznego, którego wartość – jak wykazały wyniki przeprowadzonych badań – uległa największej poprawie ze wszystkich pięciu rodzajów analizowanych chwytów.

Najcięższe uszkodzenia nerwu łokciowego (a także i innych nerwów obwodowych), przebiegające z jego przecięciem wymagają specjalistycznej naprawy chirurgicznej, czasami opartej na procedurach mikrochirurgicznych [6,7]. Profesjonalizm w tym zakresie ma istotne znaczenie także dla przebiegu procesu regeneracji nerwu, co z kolei wpływa na przebieg, czas trwania i wyniki końcowe rehabilitacji [8]. Odpowiednie zespolenie nerwu jest warunkiem koniecznym do podjęcia przez niego regeneracji. Szybkość dobowej regeneracji jest bardzo mała i wynosi ok. 0.3-0.5 milimetra na dobę. Na szczęście w ramach środków, jakimi dysponuje nowoczesna fizjoterapia istnieje możliwość istotnego, dwu- a nawet trzykrotnego przyśpieszenia tego procesu np. poprzez stosowanie tzw. ciepła przedłużonego [9].

W okresie wczesnopooperacyjnym, oprócz zabiegów z zakresu fizykoterapii oraz kinezyterapii, duże znaczenie ma profilaktyka zmian wtórnych. Przykładem takiej prewencji wdrożonym w naszym Centrum jest stosowanie specjalnych aparatów nerwu łokciowego wykonywanych dla pacjentów z odpowiedniego tworzywa termoplastycznego (ulnar nerve splint) [10].

Program zastosowanej fizjoterapii zawierał także pewne procedury specjalistyczne, m.in. ćwiczenia oraz elektrostymulacje w systemie peg-board, a także neuromobilizacje. Systematyczne wykonywanie automobilizacji nerwu łokciowego w warunkach domowych będące jednym z przykładów realizacji ciągłości procesu rehabilitacji, istotnie wpływa na zachowanie odpowiedniej ekskursji nerwu [11], co z kolei jest przykładem kinezy profilaktyki zmian wtórnych (np. zrostów nerwu z otoczeniem) i uniknięcia tą drogą stresujących dla pacjentów chirurgicznych zabiegów neurolyzy.

Jak wykazały przeprowadzone badania, rehabilitacja pacjentów po uszkodzeniu nerwu łokciowego

ing the significance of total hand grip with regard to ulnar nerve dysfunction may raise some doubts since this nerve supplies motor innervation to the intrinsic muscles while the extrinsic finger flexors and extensors are not affected. However, numerous studies [3,4,5] have proved that the intrinsic muscles are also actively involved in this type of grip and may contribute as much as 50% to final test scores. These facts provide a rationale for including total grip strength tests in diagnostic work-up for had dysfunctions. However, the most specific strength test in such cases is measurement of the lateral pinch. The results of our study show that lateral pinch strength scores increased the most considerably of the five grasps/pinches analysed.

The most severe ulnar nerve injuries (and other peripheral nerve injuries), i.e. those involving nerve laceration, require specialised surgical repair, sometimes with the help of microsurgical techniques [6,7]. A professional approach on the part of the operator also has a significant effect on the ensuing nerve regeneration, which, in turn, has a bearing on the course, duration and outcome of rehabilitation [8]. Proper suturing of the nerve is necessary to ensure nerve regeneration. The rate of nerve regeneration is very slow, about 0.3-0.5 mm per day. Fortunately, this process can be accelerated two or three times owing to modern physiotherapy modalities such as the prolonged heat treatment [9].

Apart from kinesitherapy and physical therapy procedures, prevention of secondary lesions is of considerable importance during the early postoperative period. Special ulnar nerve splints made of a suitable thermoplastic material used in the Hand Rehabilitation Centre in Cracow are an example of such preventative measures [10].

The physiotherapy regimen adopted in the present study included also some specialised procedures, for instance peg-board exercises and electrical stimulation, and neuromobilization. Performed systematically by patients at home, ulnar nerve mobilization is an example of ensuring continuity of rehabilitation that has a significant effect on the preservation of good nerve excursion [11]. The latter is a form of 'kinesiprophylaxis' of secondary problems (e.g. adhesion of the nerve to adjacent structures) and a way to avoid surgical neurolysis procedures, which are stressful for patients.

This study has demonstrated that the rehabilitation of patients following the ulnar nerve injury is a long-term process. This has been confirmed by numerous authors who monitored the process of hand function restoration following ulnar nerve injuries over periods of up to a few years [12,13], as well as

jest procesem długotrwałym. Potwierdzają to wyniki badań wielu autorów, którzy monitorowali proces restrykcji funkcji ręki po uszkodzeniach urazowych nerwu łokciowego czasami i przez kilka lat [12,13]. Potwierdzają to także wyniki przedstawionych badań własnych. Najdłuższy okres uczęszczania na rehabilitację w grupie badanych wynosił niemal rok (Ryc. 10). Nie oznacza to niestety, iż po tym czasie funkcja ręki jest na tyle dobra, aby pacjent mógł w pełni realizować się w pracy zawodowej i funkcjonować normalnie w ramach tzw. czynności życia codziennego. Coraz częściej bowiem u podstaw podjęcia decyzji o zakończeniu rehabilitacji leżą zupełnie inne okoliczności, np. konieczność – mimo istniejącej dysfunkcji ręki czasami znacznego stopnia – powrotu do pracy z obawy przed jej utratą, brak środków na dojazd na rehabilitację itp. Te przykłady ukazują, iż realizacja opracowanego przez prof. Dege [14] modelu rehabilitacji natrafia w dzisiejszych czasach na coraz większe trudności.

## WNIOSKI

1. Zastosowany program fizjoterapii cechowała znamieną statystycznie (lub klinicznie skuteczność) skuteczność, u podstaw której leżało stosowanie specjalistycznych procedur postępowania fizjoterapeutycznego.
2. Istotnym determinantem ostatecznych wyników leczenia pooperacyjnego jest ścisła współpraca specjalistów w zakresie chirurgii i rehabilitacji ręki.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Swanson A. B., Goran-Hager C., de Groot Swanson G.: Evaluation of impairment of hand function, Rehabilitation of the hand, The C. V. Mosby Company 1984, 216-233.
2. Janusz M., Pieniążek M., Pelczar – Pieniążek M., Tabasz M., Szczehowicz J.: Badanie korelacji między oceną funkcji ręki metodą Swansona a testem „Nine Hole Peg Test”, Postępy Rehabilitacji 2001, t. XV, Z 1,43 – 49.
3. Deil P. C., Sforco C. R.: Ulnar Intrinsic Anatomy and Dysfunction, Journal of Hand Therapy 2005, Vol. 18, Issue 2, 198-207.
4. Kozin S. H., Porter S., Clark P., Thoder J. J.: The contribution of intrinsic muscles to grip and pinch strength, Journal of Hand Surgery 1999, Vol. 24, Issue 1, 64-72.
5. Schreuders A. R., Roebroek M. E., Jaquet J – B., Hovius S. E. R., Stam H. J.: Measuring the strength of the intrinsic muscles of the hand in patients with ulnar and median nerve injuries: reliability of the Rotterdam intrinsic hand myometer (RIHM), Journal of Hand Surgery 2004, Vol. 29, Issue 2, 318-324.
6. Bielecki M., Skowroński R., Drozdowski W., Skowroński J.: Technika tubulizacji nerwów obwodowych jako metoda pomostowania ubytków pni nerwów – badania elektrofizjologiczne, Polish Hand Surgery, 2002, N 2/32, 23 – 36.
7. Skowroński J., Bielecki M.: Urazy nerwów obwodowych w wielotkankowych uszkodzeniach kończyn, Polish Hand Surgery, 2002, N 2/32, 3 – 14.
8. Milesi H.: Different Techniques of Nerve Grafting. Posttraumatic Peripheral Nerve Regeneration: Experimental Basis and Clinical Implication, edited by A. Gorio et al., Raven Press, New York 1981.
9. Haftek J.: Wpływ ciepła na szybkość wzrostu regenerujących czuciowych włókien nerwowych, Neurologia i Neurochirurgia Polska, 1967, XVII, 227 – 233.
10. Malick M. H.: Manual on Static Hand Splinting, Pittsburgh, 1985.
11. Wright T. W., Glowczewski F., Cowin D., Wheeler D. L.: Ulnar nerve excursion and strain at the elbow and wrist associated with upper extremity motion, Journal of Hand Surgery, 2001, Vol. 26, Issue 4, 655- 662.
12. Rosen B., Lundborg G.: The long term recovery curve in adults after median or ulnar nerve repair: a reference interval, Journal of Hand Surgery, 2001, Vol. 26B: Issue 3: 196 – 200.
13. Schreuders T. R., Marij E. Roebroek, Jean – Bart Jaquet, Steven E. R. Hovius, Henk J. Stam.: Long term outcome of muscle strength in ulnar and median nerve injury: comparing manual muscle strength testing, grip and pinch strength dynamometers and a new intrinsic muscle strength dynamometer, Journal of Rehabilitation Medicine, 2004: 36: 273-278.
14. Dega W.: Ortopedia i rehabilitacja we współczesnym ujęciu, w: Dega W., Senger A.: Ortopedia i rehabilitacja, PZWL Warszawa 1996, ss. 9 – 16.

by the authors' own study results presented above. The longest rehabilitation period in the study group amounted to just under a year (Fig. 10). Unfortunately, it is not implied that after this time hand function was good enough to enable the patients to successfully resume professional work and cope with daily activities. More and more frequently the decision to terminate rehabilitation is the result of completely different circumstances such as a lack of money to pay for the traveling expenses or the need to get back to work for fear of losing it, despite an existing (sometimes severe) impairment of hand function, etc. These examples show that nowadays the implementation of the rehabilitation model devised by Prof. Dega [14] is facing growing obstacles.

## CONCLUSION

1. The physiotherapy regiment was characterized by statistically (or clinically) significant efficacy resulting from the use of specialist physiotherapy procedures.
2. A close cooperation between specialists in hand surgery and hand rehabilitation is an important factor determining the final outcome of postoperative management of patients with ulnar nerve injuries.