

# Fizjoterapia po rekonstrukcji ścięgien prostowników kciuka w strefie III. Studium przypadku

## Physiotherapy after Thumb Extensor Tendon Repair in Verdan Zone III. Case Study

**Jakub Szczechowicz<sup>(A,C,D,E,F)</sup>, Marek Pieniążek<sup>(B,E)</sup>**

Zakład Kinezyterapii, Katedra Fizjoterapii, Akademii Wychowania Fizycznego im. B. Czechego w Krakowie, Polska  
Division of Kinesiotherapy, Department of Physiotherapy, University School of Physical Education in Krakow, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Uszkodzenia ścięgien palców należą do bardzo częstych następstw urazów ręki i niewłaściwie leczone mogą doprowadzić do znaczących ubytków funkcjonalnych i wpływać na utrudnienie codziennego funkcjonowania. W pracy przedstawiono wyniki postępowania usprawniającego pacjentki po uszkodzeniu ścięgien prostownika długiego i krótkiego kciuka w trzeciej strefie urazowej wg Verdana.

**Materiał i metody.** W oparciu o standardową diagnostykę – pomiary goniometryczne czynnego zakresu ruchu – obliczono funkcjonalny ubytek funkcji ręki zgodnie z metodą przedstawioną przez Swansona. Program diagnostyki zawierał również badanie siły ścisłu globalnego oraz chwytów precyzyjnych. Badania przeprowadzono czterokrotnie – pierwsze podczas pierwszej wizyty, a ostatnie miesiąc po zakończeniu rehabilitacji w naszym Ośrodku.

**Wyniki.** Na podstawie uzyskanych wyników ustalano program usprawniania, który obejmował m.in. autorski sposób odwrotnego aparatowania kciuka według Kleinerta, ćwiczenia w systemie peg-board, fizykoterapię, terapię indywidualną i program domowy.

**Wnioski.** 1. Zastosowany aparat dynamiczny według autorskiej konstrukcji spełnił swoje zadanie zarówno w odniesieniu do funkcji profilaktycznej, jak i leczniczej. 2. Wdrożony program aparatowania dynamicznego, umożliwiający zainicjowanie wczesnego etapu pooperacyjnego postępowania usprawniającego, umożliwił restytucję funkcji kciuka i całej ręki do bardzo wysokiego poziomu. 3. Osiągnięte wyniki w zakresie odbudowy funkcjonalnej wskazują na celowość rutynowego włączenia aparatowania dynamicznego w pełnej formie do programu postępowania pooperacyjnego po urazowych uszkodzeniach ścięgien prostowników kciuka.

**Słowa kluczowe:** urazy ścięgien, aparatowanie dynamiczne, rehabilitacja

### SUMMARY

**Background.** Finger tendon injuries represent very common consequences of hand injuries and, if not properly treated, can lead to substantial hand function impairment and interfere with activities of daily living. This article presents the results of rehabilitation of a female patient after thumb extensor tendon injury in Verdan's zone III.

**Material and methods.** Based on standard diagnostic work-up (assessment of the active range of motion), we calculated the degree of functional hand function impairment according to Swanson's method. The diagnostic procedures also comprised measurements of dynamometric grip strength and precise grasp. The examinations were performed on four occasions, the first one during the first visit, and the last one a month after completion of the rehabilitation treatment in our Centre.

**Results.** Test results were used to design the treatment programme, which included among others the author's modification of Kleinert's dynamic reverse thumb splinting, peg-board exercises, physical therapy, individual therapy and home-based exercises.

**Conclusions.** 1. The modified dynamic splint of our design fulfilled its task as both a preventive and therapeutic measure. 2. The dynamic splinting programme administered enabled early initiation of post-operative rehabilitation, which led to a very high degree of recovery of thumb and hand function. 3. The functional recovery outcomes achieved by our patient indicate the advisability of routine incorporation of full dynamic splinting in post-operative rehabilitation programmes of patients with thumb extensor tendon injuries.

**Key words:** tendon injuries, dynamic splinting, rehabilitation

## WSTĘP

Kciuk, to najważniejszy z palców, który aż w 40% odpowiada za funkcjonalną sprawność ręki [1,2]. Jego właściwe funkcjonowanie jest bardzo istotne dla prawidłowego wykonywania codziennych czynności domowych i zawodowych. Permanentne używanie ręki sprzyja jej częstym obrażeniom, do których należą między innymi uszkodzenia ścięgien. Obrażenia ścięgien prostowników nie są tak częste jak uszkodzenia ścięgien zginaczy, ale nieodpowiednie ich leczenie może powodować znaczne ubytki funkcjonalne [3,4]. Tematyczne piśmiennictwo znacznie mniej uwagi poświęca uszkodzeniom tych właśnie struktur, w znacznej mierze skupiając się na aparacie zgęciowym [4]. Celem niniejszej pracy jest pokazanie autorskiego sposobu aparowania kciuka oraz postępowania usprawniającego i jego wyników u pacjentki po uszkodzeniu ścięgien prostownika długiego i krótkiego kciuka w trzeciej strefie urazowej wg Verdana [3,5,6]. Pragniemy również tym opracowaniem pomniejszyć szczupłość opracowań w rodzimym piśmiennictwie dotyczącym tej tematyki.

## MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto 49-letnią, praworęczną kobietę po rekonstrukcji ścięgien prostownika krótkiego (EPB) i długiego (EPL) kciuka ręki prawej.

Do urazu doszło w domu 29.09.2012 roku, podczas krojenia chleba krajalnicą elektryczną. Pacjentka po przecięciu w okolicy grzbietowej stawu śródreczno-paliczkowego (MP) kciuka (III strefa urazowa wg Verdana [3,5]), po tygodniu zgłosiła się do lekarza w rejonie, zaniepokojona zgęciowym ustawniem palca. Lekarz stwierdził uszkodzenie ścięgien i poinformował o konieczności ich rekonstrukcji. W grudniu pacjentka zgłosiła się do chirurga specjalisty w zakresie chirurgii ręki, który 11.01.2013 roku wykonał rekonstrukcję prostowników EPB i EPL kciuka prawego na wysokości stawu MP. Śródoperacyjnie stwierdzono całkowite przecięcie obu ścięgien prostowników na wysokości stawu MP, ze skróceniem kikutów i obecnością blizny. Rana drążyła do stawu uszkadzając torbkę stawową. Po wycięciu blizny widoczna była cała powierzchnia stawowa głowy kości śródrečza. W czasie operacji wykonano wycięcie blizny, mobilizację obkurczonych ścięgien i ich zeszycie. Pacjentka została wypisana do domu z zaleceniem zgłoszenia się na zmianę opatrunku w dniu następnym, dalszej codziennej toalety rany i zmianie opatrunków w domu. Kciuk miał pozostać utrzymany w szynie ochronnej przez 3 tygodnie, a następnie pacjentka miała rozpocząć kontrolowaną rehabilitację. Usunięcie szwów zaplanowano na 17.01.2013 roku.

## BACKGROUND

The thumb is the most important of the fingers and it is responsible for as much as 40% of hand function [1,2]. Normal function of the thumb is essential for the proper performance of daily household and professional activities. The continuous use of the hand contributes to its frequent injuries, including tendon damage. Extensor tendon injuries are not as common as flexor tendon damage but, if not properly treated, can lead to substantial hand function impairment [3,4]. In the relevant literature, much less attention is paid to injuries to these structures, the focus being mostly on the flexion apparatus [4]. This paper aims to show our own modification of thumb splinting and a rehabilitation programme and treatment results in a patient with an extensor pollicis longis (EPL) and extensor pollicis brevis (EPB) tendon injury in Verdan's zone III [3,5,6]. We also wish this study to redress the current paucity of domestic [Polish] articles on the subject.

## MATERIAL AND METHODS

The patient was a 49-year-old right-handed woman after EPB and EPL tendon repair of the right hand.

The patient sustained an injury on 29 Sep 2012 while slicing bread with an electric slicer at home. She contacted a local doctor a week after cutting her hand in the dorsal region of the metacarpophalangeal (MP) joint of the thumb (Verdan's zone III [3,5]). The patient was concerned about the flexed positioning of her thumb. The doctor diagnosed a tendon injury and informed the patient that surgical tendon repair was necessary. In December, the patient contacted a hand surgery specialist, who performed right thumb EPB and EPL tendon repair at the level of the MP joint on 11 Jan 2013. Intraoperatively, both extensor tendons were found to be completely severed at the level of the MP joint, with shortening of the stumps and the presence of a scar. The wound was penetrating into the joint and damaging the articular capsule. When the scar was excised, the entire joint surface of the metacarpal head was exposed. The surgery included excision of the scar, mobilization of the contracted tendons and tendon suturing. The patient was discharged with instructions to change the dressing in the hospital on the following day, followed by daily wound toilet and changing dressings at home. The thumb was to remain in a splint for 3 weeks, after which the patient was supposed to begin a supervised rehabilitation programme. The removal of sutures was scheduled for 17 Jan 2013.

Na rehabilitację do naszego ośrodka pacjentka zgłosiła się 1.02.2013 roku. Wcześniej nie uczęszczała nigdzie na leczenie usprawniające.

W dniu przyjęcia (1.02.2013), w ramach diagnostyki fizjoterapeutycznej przeprowadzono wywiad oraz pomiary zakresów ruchów czynnych w stawach (goniometryczne i linijne), siły ręki nieoperowanej (lewej), a także czucia powierzchownego palców I-V z wykorzystaniem Testu Rozróżnienia Dwupunktowego (Badanie 1.). Badania powtórzone jeszcze trzykrotnie – po pierwszej serii 10 terapii w ośrodku (Badanie 2. – 27.02.2013), po drugiej serii 10 terapii (Badanie 3. – 22.03.2013) i po miesiącu od zakończenia usprawniania w Ośrodku (Badanie 4. – 22.04.2013).

Na podstawie uzyskanych w Badaniu 1 wyników, opracowano program usprawniania – w tym aparato-wania dynamicznego palca I (odwrotne aparatowanie Kleinerta). Jego zadaniem było zabezpieczenie zrekonstruowanych ścięgien oraz umożliwienie natychmiastowego wdrożenia systematycznego programu ćwiczeń domowych. Kolejne badania pozwalały kontrolować postępy w rehabilitacji i modyfikować program usprawniania.

### **Postępowanie usprawniające**

4 lutego wykonano pacjentce odwrotne aparato-wanie Kleinerta kciuka i ustalono program domowy – odwrotne ćwiczenia Kleinerta wykonywane po 10 powtórzeń co godzinę (Ryc. 1). Obejmowały one izolowane ruchy w stawach IP, MP i CMCP.

Autorska konstrukcja zastosowanego aparatu bazowała na wykonanej z tworzywa termoplastycznego łusce obejmującej przedramię po stronie promieniowej od wysokości 1/3 proksymalnej, a następnie nadgarstek, śródarcze po grzbietowej powierzchni I kości oraz kciuk również po stronie grzbietowej do wysokości jego opuszki. Łuska termoplastyczna zapewniała ustalenie przedramienia i nadgarstka w pozycji pośredniej oraz kciuka w pozycji wyprostnej w stawach CMCP, MCP oraz IP. Bloczek kierunkowy trakcji dynamicznej zamocowany był w połowie długości p2, a dodatkowy na wysokości wyróstka rycowatego kości promieniowej. Trakcja dynamiczna przyczepiona była dystalnie w połowie p2 (Ryc. 2), a proksymalnie do przedramienia na wysokość w 1/3 proksymalnej jego długości. Konstrukcja aparatu umożliwiała wykonywanie ruchów zginania i prostowania kciuka we wszystkich stawach w pełnym zakresie.

Pacjentka miała także wykonywać ostrożne ćwiczenia czynne palców zdrowych i prowadzić delikatną mobilizację blizny. 5 lutego rozpoczęto ambulatoryjny program ćwiczeń i zabiegów w Ośrodku. W cza-

The patient came to our centre to undergo rehabilitation on 01 Feb 2013. She had not attended rehabilitation at any other facility before.

On the day of her admission (01 Feb 2013), physiotherapeutic diagnostic work-up involved history taking and the measurement of active ranges (goniometric and linear) of joint motion and strength of the non-operated (left) hand as well as assessment of the exteroception of fingers I-V with the two-point discrimination test (Examination 1). The examinations were performed on three more occasions: after the first series of 10 rehabilitation sessions at the Centre (Examination 2 on 27 Feb 2013), after the second series of 10 rehabilitation sessions (Examination 3 on 22 Mar 2013) and at one month after completion of the rehabilitation treatment at the Centre (Examination 4 on 22 Apr 2013).

Examination 1 results were used to design the treatment programme, which included dynamic splinting of finger I (reverse Kleinert's splinting). The objective was to secure the repaired tendons and enable an immediate implementation of a systematic programme of home-based exercises. The subsequent examinations served to monitor the progress of rehabilitation and modify the treatment programme.

### **Rehabilitation treatment**

On 4<sup>th</sup> February reverse Kleinert thumb splinting was performed and the home-based programme was devised. It comprised of reverse Kleinert's exercises performed in sets of 10 repetitions every hour (Fig. 1). The exercises consisted of isolated movements in the IP, MP and CMCP joints.

Our modification of the splint was based on a thermoplastic shell which covered the radial side of the forearm from the distal end of the proximal third, the wrist, the metacarpus on the dorsal surface of the 1<sup>st</sup> metacarpal, and also the thumb dorsally up to the pulp. The forearm and wrist were secured by the thermoplastic shell in an intermediate position and the thumb was placed in extension at the CMCP, MCP and IP joints. A directional dynamic traction pulley was attached at half-length of the distal phalanx, and an additional one at the level of the radial styloid process. The dynamic traction was attached distally at the half-length of p2 (Fig. 2), and proximally to the forearm at the end of the proximal third of its length. The design of the splint enabled full flexion and extension movements of the thumb in all joints.

The patient was also instructed to perform cautiously active exercises on the healthy fingers and gentle mobilise the scar. The outpatient programme of treatment and exercises started on February 5 at our Centre. During the first series of 10 sessions, physical



Ryc. 1. Odwrotne aparaturanie Kleinerta kciuka – ćwiczenie zgięcia w stawie IP (pozycja końcowa)

Fig. 1. Thumb reverse Kleinert splint – IP joint flexion exercises (final position)



Ryc. 2. Odwrotne aparaturanie Kleinerta kciuka – ćwiczenie łącznego zgięcia w stawie MP i IP (pozycja końcowa)

Fig. 2. Thumb reverse Kleinert splint – total MP and IP joints flexion exercises (final position)

sie pierwszej serii (10 wizyt), realizowano z zakresu fizykoterapii – pole magnetyczne niskiej częstotliwości, światło spolaryzowane i prądy TENS na okolicę blizny. W ramach kinezyterapii prowadzono ćwiczenia w systemie peg-board (m. in. ćwiczenia nadgarstka w ograniczonym zakresie ruchu, ćwiczenia przecistawiania kciuka pozostałym palcom, odwrotne ćwiczenia Kleinerta) oraz terapię indywidualną (obejmującą ćwiczenia poślizgowe ścięgien,

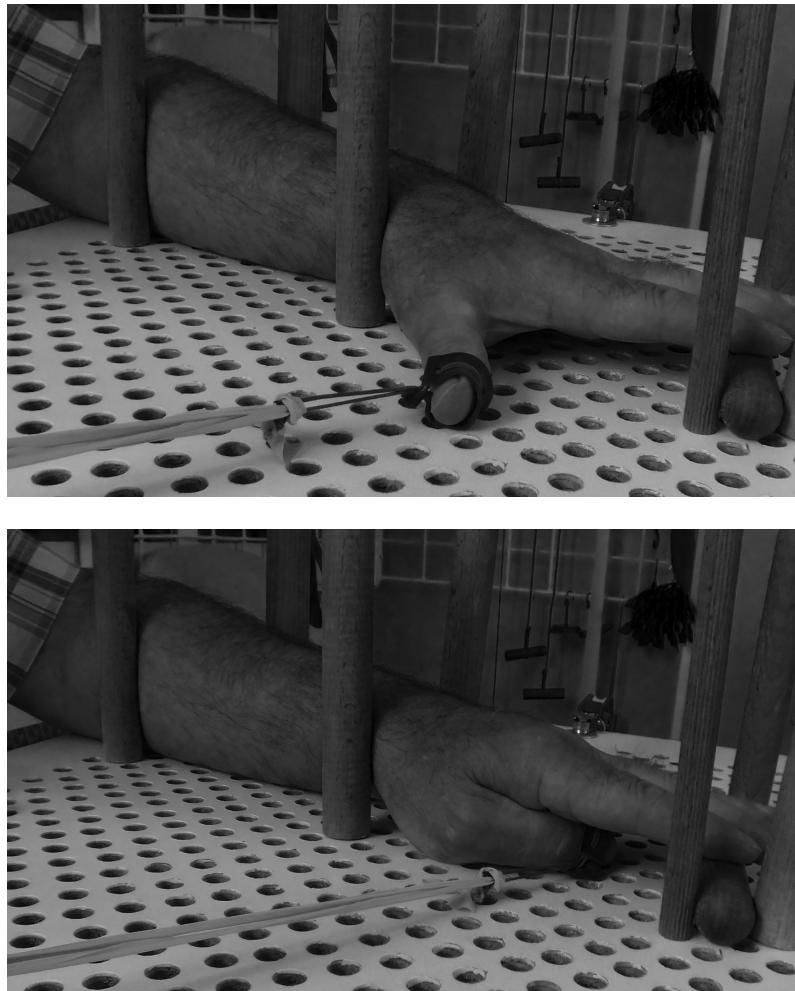
therapy included low-frequency magnetic field, polarized light and TENS to the scar and the surrounding tissue, and kinesiotherapy comprised peg-board exercises (including limited wrist movement exercises, opposing the thumb to the other fingers, reverse Kleinert exercise) and individual therapy (including tendon gliding exercises, mobilization of joints and scar treatment). Gradually, as the wound was healing and the reconnected tissues were becoming stronger,

mobilizacje stawów oraz terapię blizny). Stopniowo, w miarę postępu gojenia i wzrostu wytrzymałości zespoinienia, do programu domowego prowadzonego z wykorzystaniem aparatu, włączono także ćwiczenia łącznego zgęśczenia stawów MP i IP kciuka (Ryc. 2). Pacjentka uczęszczała na ćwiczenia do Ośrodka trzy razy w tygodniu. Po 10 wizytach, przeprowadzono badania kontrolne (27 lutego). W trakcie tego badania oceniono poziom restytucji funkcji kciuka oraz całej ręki i ustalono dalszy program usprawniania. Następna seria zabiegów zawierała laseroterapię, fonoforezę (z żellem na blizny) i kąpiel wirową. Kontynuowano także (bardziej intensywne) ćwiczenia w systemie peg-board (Ryc. 3 i 4), obejmujące także ostrożne obciążanie zespolonych ścięgien oraz terapię indywidualną. Prowadzono także ćwiczenia wzmacniające rękę (ćwiczenia palców II-V).

Po 7 tygodniach od zespoinienia ścięgien apparat dynamiczny odstawiono, a po 8 tygodniach od operacji do programu włączono także funkcjonalną stymula-

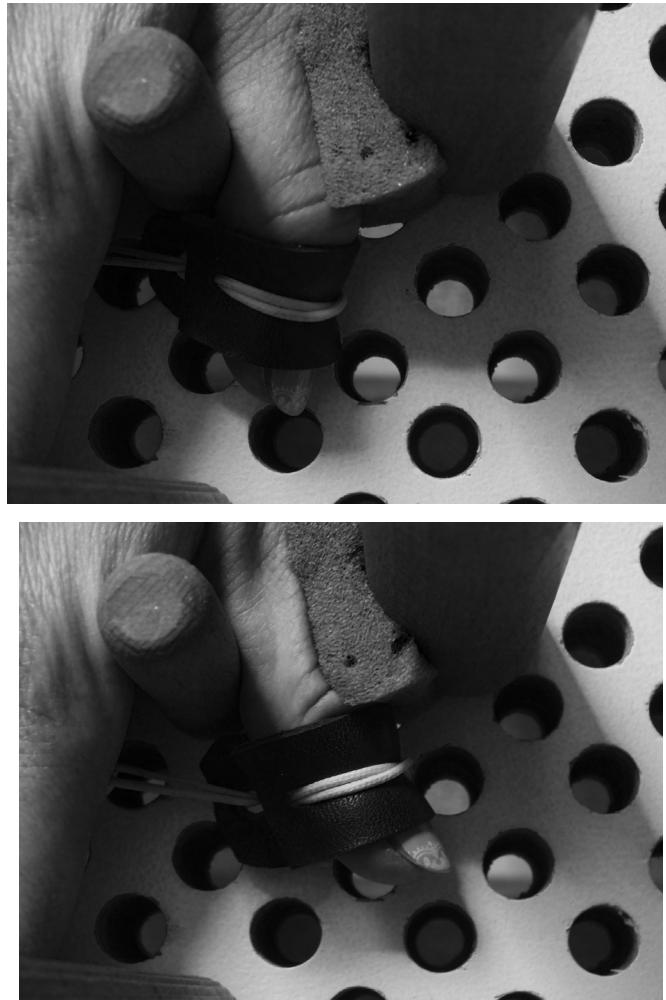
combined thumb MP and IP joint flexion exercises (Fig. 2) were added to the programme of home-based exercises performed with the splint. The patient attended rehabilitation sessions at the Centre three times a week. After the first 10 sessions, a follow-up examination was carried out on February 27. During this examination, we assessed the level of thumb and global hand function restoration, and a programme of further rehabilitation was established. The next series of rehabilitation procedures included laser therapy, phonophoresis (with a scar gel) and a whirlpool bath. Exercises were continued in a more intensive form (Fig. 3 and 4), including cautious loading of the repaired tendons and individual therapy. Exercises to strengthen the hand (for fingers II-V) were also administered.

The splint was discontinued at 7 weeks after the tendon repair surgery, and at 8 weeks after the surgery functional stimulation of the EPL muscle was added to the programme of rehabilitation. In addition, more intensive treatment of the scar and active iso-



Ryc. 3. Łączne zgęśczenie w stawach MP i IP kciuka. A – pozycja wyjściowa; B – pozycja końcowa

Fig. 3. Total thumb MP and IP joints flexion. A – starting position; B – final position



Ryc. 4. Wyprost w stawie IP kciuka. A – pozycja wyjściowa; B – pozycja końcowa

Fig. 4. Thumb IP joint extension. A – starting position; B – final position

cją mięśnia prostownika długiego kciuka (EPL). Program domowy poszerzono także o bardziej intensywną terapię blizny, a także ćwiczenia czynne izolowane wykonywane w stawach MP i IP zarówno do zgięcia, jak i do wyprostu. Po kolejnej serii 10 terapii (odbywających się także 3 razy w tygodniu), przeprowadzono badanie kontrolne (22 marca). Stwierdzono dalszą progresję wyników i poziomu funkcjonalnego kciuka oraz całej ręki, dający podstawę do zakończenia terapii w Ośrodku. Zalecono pacjentce kontynuowanie programu domowego, który został równocześnie zmodyfikowany i zintensyfikowany. Po miesiącu pacjentka zgłosiła się na kolejną konsultację, podczas której stwierdzono dalszą progresję wyników oraz dokonano aktualizacji programu domowego z zaleceniem normalnego używania usprawnianej ręki. Na tym zakończono rehabilitację pacjentki w naszym Ośrodku.

lated exercises involving both flexion and extension of the MP and IP joints were added to the home-based programme. After the next series of 10 treatment sessions, also taking place 3 times a week, a follow-up examination was performed (March 22) during which we found further improvement of the parameters and the degree of thumb and hand function, which gave the ground for finishing the rehabilitation at the Centre. The patient was instructed to continue the home-based exercise programme, which was modified and intensified at that point. After a month, the patient attended another follow-up visit, during which further improvement was observed and the home-based programme was updated with instructions to use the treated hand normally. At this point the patient's rehabilitation at our Centre was completed.

## WYNIKI

### Ocena zakresu ruchu

Standardowe rutynowe pomiary goniometryczne zakresu ruchów nadgarstka i palców oraz pomiary linijne ruchomości kciuka, pozwoliły obliczyć procentowy ubytek funkcji kciuka i całej ręki wg metodyki przedstawionej przez Swansona i wsp. (1984) [1].

Wyniki zakresu ruchów nadgarstka przedstawiono w Tab. 1. Zgodnie z metodyką Swansona, obliczono na ich podstawie procentowy ubytek funkcji nadgarstka. Stwierdzono nieznaczne zmniejszenie zakresów ruchów w badaniu 1 i ich stopniową poprawę w kolejnych badaniach.

Zgodnie z naszymi oczekiwaniami, znacznie większe różnice i ubytki funkcji odnotowano w przypadku kciuka (Tab. 2, Tab. 3).

Zakres ruchów stawu nadgarstkowo-śródręcznego kciuka (CMCP) mierzono linijnie. Ruch przywiedzenia wynosił 5 cm podczas badania 1, co dało 25% funkcjonalnego ubytku tego ruchu. Podczas kolejnych pomiarów odnotowano progresję wyników, co wyrażało się zmniejszeniem procentowego ubytku

## RESULTS

### Assessment of range of motion

Standard routine goniometric assessment of range of motion of the wrist and the fingers, as well as linear measurements of the thumb mobility were used to calculate the degree of thumb and hand function impairment according to the method described by Swanson et al.(1984) [1]

The wrist ranges of motion are shown in Table 1. According to Swanson's method they were used to calculate the degree of functional impairment of the wrist. The ranges of motion were slightly reduced at Examination 1 and improved gradually at the subsequent examinations.

As we expected, much greater differences and functional deficits were seen with regard to the thumb (Tab.2, Tab. 3).

The CMCP joint range of motion was assessed linearly. At Examination 1, adduction was 5 cm, representing a 25% functional deficit in this movement. Subsequent measurements showed improvement as the functional deficit decreased to 20, 11 and

Tab. 1. Wyniki zakresów ruchów nadgarstka w poszczególnych badaniach

Tab. 1. Results of wrist AROM (active range of motion) during consecutive examinations

	Wyprost Extension	Zgięcie Flexion	Odwiedzenie dopromieniowe Radial deviation	Odwiedzenie dołokciowe Ulnar deviation	Ubytek funkcji nadgarstka Wrist function impairment [%]
	[stopni/degrees]				
Badanie 1/Exam 1	54	63	18	32	2
Badanie 2/Exam 2	62	67	20	34	0
Badanie 3/Exam 3	69	70	22	36	0
Badanie 4/Exam 4	70	74	24	34	0
Norma/ Reference values <sup>1</sup>	60/70	60/80	20	30	

<sup>1</sup> Normy wg Swansona i wsp. oraz American Academy of Orthopaedic Surgeons, za /Reference values according to Swanson et al. and American Academy of Orthopaedic Surgeons, cited after: Szczechowicz J. Pomiary kątowe zakresu ruchu. Zapisy pomiarów, metoda SFTR; Akademia Wychowania Fizycznego im. Bronisława Czechka w Krakowie, Podręczniki i skrypty nr 23, Kraków 2011.

Tab. 2. Wyniki zakresów ruchów czynnych kciuka w poszczególnych badaniach

Tab. 2. Thumb AROM during consecutive examinations

	CMCP		MP	Zgięcie Flexion	Wyprost Extension	Zgięcie Flexion
	Przywodzenie Adduction	Opozycja Opposition				
	[cm]		[stopni/degrees]			
Badanie 1 Exam 1	5	3.5	-32	70	20	8
Badanie 2 Exam 2	4	4.5	-12	72	20	20
Badanie 3 Exam 3	3	5	-8	74	18	57
Badanie 4 Exam 4	2.8	5.5	-3	75	23	60
Norma reference values	0	8	0	50/60	0	65/80

Tab. 3. Ubytek funkcji kciuka [%]

Tab. 3. Thumb function impairment [%]

	CMCP			MP*			IP*		
	Przywodzenie Adduction	Opozycja Opposition	Razem Total	Wyprost Extension	Zgięcie Flexion	Razem Total	Wyprost Extension	Zgięcie Flexion	Razem Total
Bad./ Exam 1	25	27	52	3	0	3	0	6	21.8
Bad./ Exam 2	20	16	36	0	0	0	0	5	13.6
Bad./ Exam 3	11	11	22	0	0	0	0	2.5	8.9
Bad./ Exam 4	9	8	17	0	0	0	0	2	7.2

\*dla stawów MP i IP kciuka procentowy ubytek określany jest w stosunku do funkcji ręki/for the MP and IP joints of the thumb, percentage hand function impairment is determined in relation to hand function

funkcji kolejno do 20, 11 i 9% w ostatnim badaniu. Podobne zmiany stwierdzono w ruchu opozycji kciuka. W badaniu 1 zakres tego ruchu wyniósł 3,5 cm, co odpowiada 27% ubytku funkcji, natomiast w badaniu 4. było to już 5,5 cm i tylko 8% ubytku funkcjonalnego. Analizując staw CMCP jako całość, podczas pierwszego badania stwierdzono – zgodnie z metodą Swansona – 52% jego ubytku funkcjonalnego, który stopniowo zmniejszał się, wynosząc w kolejnych badaniach 36, 22 i 17%.

Podczas pierwszego badania zauważono, iż staw MCP ustawiony był w pozycji zgięciowej. Stwierdzono możliwość zgięcia do 70 stopni, a wyprost do pozycji pośredniej był ograniczony o 32 stopnie (co oznaczało 3% ubytku funkcji całej ręki). Kolejne badania wykazały zwiększenie się zakresu zgięcia do 75 stopni w badaniu 4. Ruch prostowania także ulegał stopniowej poprawie, wynosząc w kolejnych badaniach 12, 8 i 3 stopnie ustawienia zgięciowego podczas ostatniego pomiaru, co nie stanowiło jednak żadnego procentowego ubytku funkcji. Jako całość, staw MP prezentował 3% ubytku funkcjonalnego tylko podczas badania 1. W pozostałych badaniach funkcjonalność tego stawu była prawidłowa.

Staw międzypaliczkowy podczas pierwszego pomiaru wykazywał się ustawieniem wyprostym. Prostowanie było możliwe do 20 stopni ponad pozycję pośrednią, a zginanie odbywało się tylko w zakresie 8 stopni, co stanowiło 6% ubytku funkcji całej ręki. W czasie kolejnych badań nie odnotowano szczególnych zmian w zakresie prostowania, natomiast zgięcie poprawiało się systematycznie i wynosiło kolejno 20, 57 i 60 stopni (5, 2,5 i 2% ubytku funkcji ręki).

Oceniono również zakres czynnego i biernego ruchu w stawie IP przy stabilizacji paliczka proksymalnego w pozycji zerowej stawu MP. W badaniu pierwszym nie przeprowadzono tego pomiaru ze względu na istotne przeciwwskazania (zbyt krótki okres od zespolenia ścięgien). Podczas badania drugiego ruch

9% at the last examination. Similar progress was noted for thumb opposition. During Examination 1, the range of thumb opposition was 3.5 cm, corresponding to a 27% functional deficit, while at Examination 4 it was 5.5 cm, i.e. only an 8% deficit. Globally, the CMCP joint, according to Swanson's method, showed a 52% functional deficit during the first examination, with the metric decreasing gradually to 36, 22 and 17% at the subsequent examinations.

During the first examination it was observed that the MCP joint was in a flexed position. It was measured that flexion was possible up to 70 degrees, and extension to an intermediate position was reduced by 32 degrees (i.e. 3% of hand function impairment). Subsequent examinations showed an increase in the range of flexion up to 75 degrees at Examination 4. Extension also gradually improved, measuring 12, 8, and 3 degrees of flexed position at the subsequent examinations, which did not, however, represent any degree of hand function impairment. Globally, the MP joint showed a 3% functional deficit during Examination 1 only while at the subsequent examinations, the function of this joint was normal.

The interphalangeal joint was in extension during the first measurement. Extension was possible to 20 degrees above the intermediate position, and possible flexion was only about 8 degrees, which corresponded to 6% of global hand function impairment. The subsequent examinations did not show any specific changes in extension, while flexion improved steadily to 20, 57 and 60 degrees (5, 2.5 and 2% of hand function impairment).

We also assessed the range of active and passive motion in the IP joint with the proximal phalanx stabilised in a neutral position of the MP joint. At the first examination, this assessment was not performed due to significant contraindications (too soon after the tendon repair). At the second examination, the

bierny wyniósł 60 stopni, a czynny 50. W badaniu 3 było to już odpowiednio 72 i 64 stopnie, a w badaniu ostatnim 75 i 65 stopni.

Analizując procentowy ubytek funkcji całego kciuka, obliczony na podstawie poszczególnych jego składowych, zauważać można jego poprawę w kolejnych pomiarach. Podczas pierwszego badania ubytek ten wynosił prawie 22%, w kolejnym było to już tylko 13,6%, a dalej 8,9% na zakończenie usprawniania w ośrodku i 7,2% po kolejnym miesiącu realizacji programu domowego.

W celu oceny restytucji funkcji całej ręki, dokonano niezbędnej oceny funkcji palców II-V, a jej wyniki przedstawiono na Ryc. 5.

### Ocena siły

Podczas pierwszego badania oceniano wyłącznie siłę ścisłu globalnego na drugim (G2) i czwartym (G4) poziomie szerokości chwytu ręki lewej (zdrowej). W czasie badania 2, które wykonano prawie siedem tygodni po operacji, oceniano już siłę chwytu globalnego ręki operowanej. Podczas trzeciego pomiaru oceniono także siłę chwytów precyzyjnych – bocznego (B) oraz szczypcowych dwupunktowego (2-pkt.) i trójpunktowego (3-pkt.). Wyniki tych pomiarów przedstawiono w Tabeli 4.

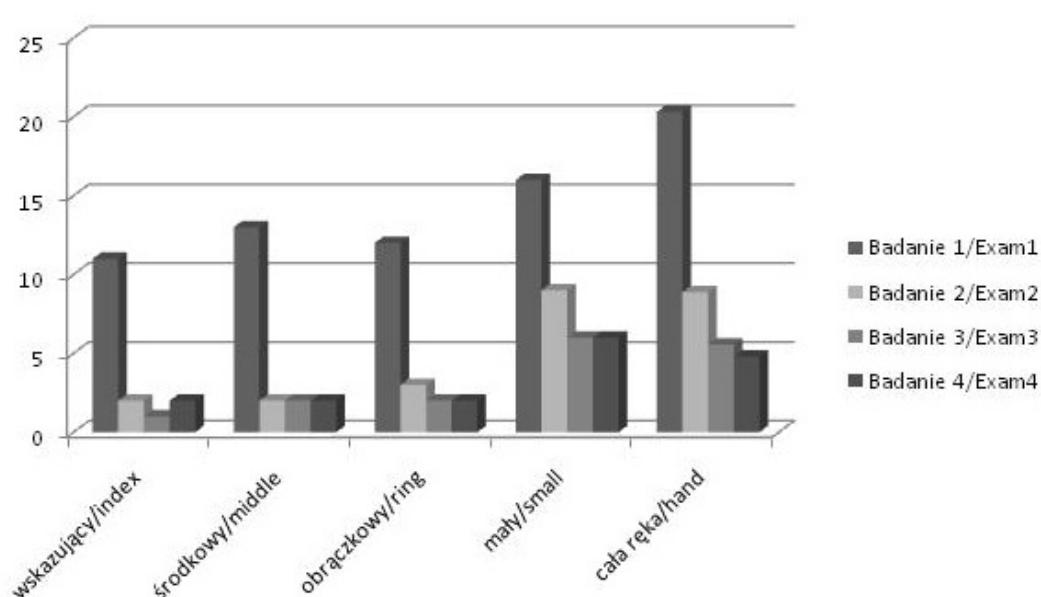
range of passive motion amounted to 60 degrees and active motion 50 degrees. At Examination 3, that was 72 and 64 degrees, respectively, and at the last examination, 75 and 65 degrees.

Analysis of the global functional impairment of the whole thumb, which was calculated on the basis of the particular components, revealed improvement at consecutive examinations. During the first assessment, the deficit was almost 22%, compared to only 13.6% at Examination 2, 8.9% at the completion of rehabilitation at the Centre, and 7.2% after one more month of the home-based exercises.

In order to assess the restoration of global hand function, we conducted the necessary evaluation of the function of fingers II-V, the results of which are shown in Fig. 5.

### Strength assessment

At the first examination, the strength of hand grip was only measured at the second (G2) and fourth (G4) level of the grip width of the left (healthy) hand. During Examination 2, which took place almost seven weeks after the surgery, the grip strength of the operated hand was assessed as well. During the third assessment, the strength of the pinch (lateral, two-point and three-point) was measured. The results of these measurements are shown in Table 4.



Ryc. 5. Procentowy ubytek funkcji palców II-V i całej ręki [%]  
Fig. 5. Percentage functional deficit of fingers II-V and the hand

Tab. 4. Siła ścisku globalnego ręki (G2, G4) oraz chwytów precyzyjnych – bocznego (B), dwupunktowego (2-pkt.) i trójpunktowego (3-pkt.) [kG]

Tab. 4. Strength of the hand grip (G2, G4) and pinch (lateral [B], two-point [2-pkt] and three-point [3-pkt.]) (kG)

Siła/ strength	Ręka/ hand	G2	G4	B	2-pkt.	3-pkt.
Badanie 1 Exam 1	L/L	30	25	--	--	--
	P/R	--	--	--	--	--
Badanie 2 Exam 2	L/L	28	25	--	--	--
	P/R	18	13	--	--	--
Różnica/Difference (L – P/L – R)		10	12	--	--	--
Badanie 3 Exam 3	L/L	31	26	6	9	10
	P/R	28	21	4	6	6
Różnica/Difference (L – P/L – R)		3	5	2	3	4
Badanie 4 Exam 4	L	32	29	9	9	9
	P	29	26	7	7	7
Różnica/ Difference (L – P/L – R)		3	3	2	2	2

## DYSKUSJA

Usprawnianie w przypadku uszkodzeń ścięgien prostowników kciuka w strefie III, może być prowadzone w ramach metody unieruchomienia lub wcześniego ruchu biernego [2,4,5,7,8,9,10]. W obu przypadkach usprawnianie rozpoczętane jest natychmiast po operacji, a wynik końcowy jest uzależniony między innymi od czasu, który upłynął od urazu do początku leczenia [10]. Jako główne cele leczenia i postępowania pooperacyjnego, podaje się zapobieganie zerwaniu ścięgna, wspomaganie gojenia, wspomaganie poślizgu ścięgna, przywrócenie czynnego i biernego zakresu ruchu, kontrolę obrzęku, bólu, terapię blizny, utrzymanie pełnego zakresu ruchu stawów nieobjętych urazem, powrót do wcześniejszego funkcjonowania [4,5,10]. Evans podaje istotne czynniki w terapii ścięgien prostowników [11,12].

W tym procesie należy pamiętać, że:

- ścięgna prostowników we wszystkich strefach z wyjątkiem I i II palców II – V i I i II kciuka tolerują kontrolowane napięcie czynne w trzeciej dobie po operacji, przy dokładnej pozycji w ortzie i kontroli zakresu ruchu.
- koncepcje natychmiastowego napięcia miejsca zespolenia są poparte przez eksperymenty oraz badania biomechaniczne i kliniczne.
- pozycja w ortzie, pozycja podczas ćwiczeń oraz zakres możliwego zgięcia są uzależnione od poziomu urazu i stanu sąsiednich tkanek.
- pozycja nadgarstka jest najistotniejsza dla zmniejszenia sił oporowych pochodzących z systemu zginaczy i jest czynnikiem warunkującym poślizg ścięgna uzyskany podczas ruchu palców.
- wyprost powinien być odzyskany przed zgięciem we wszystkich strefach.

## DISCUSSION

Rehabilitation of zone III thumb extensor tendon injuries may involve immobilization or early passive motion [2,4,5,7,8,9,10]. In both cases, the rehabilitation is started immediately after the surgery, and the final result depends, among others, on the time passed from the injury to the beginning of the treatment [10]. The main objectives of such treatment and post-operative procedures are to prevent tendon rupture, speed up healing, improve tendon gliding, restore active and passive ranges of motion, control swelling and pain, as well as treat the scar, maintain the full range of motion of uninjured joints, and restore the previous functional level [4,5,10]. Evans lists some factors of importance in the treatment of extensor tendon injuries [11,12]. During the treatment, it should be remembered that:

- extensor tendons in all zones except zone I and II for fingers II-V and zone I and II for the thumb can tolerate controlled active tensing on the third post-operative day if they are precisely positioned in the orthosis and the range of motion is controlled.
- concepts of immediate tensing of the repaired site are supported by experiments and biomechanical and clinical studies.
- the position in the orthosis, during exercises and the range of possible flexion depend on the level of the injury and the condition of the surrounding tissues.
- wrist position is critical to reducing the resisting forces rising from the flexion apparatus and determines tendon gliding achieved by finger movement.

- wczesna interwencja jest kluczowa dla możliwości terapeutycznych kontroli obrzęku, stanu zapalnego, możliwych powikłań stawowych, poślizgu ścięgna podczas pierwszych trzech tygodni gojenia rany.
- wczesne skierowanie na terapię z dokładną pozycją w ortezie i stosowanie napięcia ścięgien są najistotniejszym czynnikiem uzyskanych wyników.

W naszym przypadku pacjentka została skierowana i zgłosiła się na rehabilitację 3 tygodnie po zabiegu. W tym czasie kciuk pozostawał unieruchomiony w szynie ochronnej i nie wykonywano żadnych ćwiczeń dlatego, aby umożliwić pacjentce intensywny program domowy i uniknąć powstania rozległych zmian wtórnych, zaproponowano aparatowanie dynamiczne. Równocześnie rozpoczęto program ćwiczeń i zabiegów prowadzonych w systemie ambulatoryjnym. Analizując wyniki przeprowadzonych badań można zauważać, że zastosowany program usprawniania doprowadził do wyraźnej poprawy funkcji kciuka i ręki zarówno w aspekcie ruchu, jak i siły.

Pierwsze badanie zostało przeprowadzono w dniu przyjęcia na leczenie, czyli trzy tygodnie po operacji. Nie oceniano wówczas jeszcze siły ręki operowanej, ale bardzo ostrożnie oceniono ruchomość czynną: nadgarstka (uważając na ustawienie kciuka podczas wykonywania ruchów), operowanego kciuka we wszystkich stawach oraz palców II-V. Analizując wyniki badań i porównując je do norm można zauważać, że zakres ruchu nadgarstka pozostawał zbliżony do swoich prawidłowych wartości. Niewielkie ubytki zostały bardzo szybko skorygowane, a prowadzone ćwiczenia nadgarstka pełniły także funkcje ćwiczeń tenodezowych dla operowanych ścięgien. Zgodnie z oczekiwaniami, największe ubytki odnotowano w obrębie operowanego kciuka, ale z każdym kolejnym badaniem zakres jego ruchów poprawiał się, by ostatecznie zbliżyć się do norm fizjologicznych. Należy tutaj podkreślić, że pacjentka bardzo sumiennie podchodziła do wykonywania zleconych ćwiczeń, zarówno tych wykonywanych w Ośrodku, jak i będących częścią programu domowego. Pierwsze badanie, prawdopodobnie na skutek pooperacyjnego unieruchomienia ręki i braku jej użycia podczas wykonywania czynności życia codziennego, wykazało także ubytki w obrębie „zdrowych” palców II-V. Ich funkcja szybko wracała do normy, ale fakt ten przypomina o konieczności włączenia do programu także ćwiczeń tych palców. Największe ubytki funkcjonalne w obrębie palca małego związane były z jego wcześniejszym, nigdy nieleconym urazem w młodszym wieku. W piśmiennictwie tematycznym, wyniki usprawniania przedstawiane są zazwyczaj wg klasyfikacji Millers'a, jako ubytki prostowania i zgi-

- extension should be restored before flexion in all zones.
- early intervention is essential for the therapeutic possibilities of managing swelling, inflammation, possible joint-related complications and tendon gliding control during the first three weeks of wound healing.
- early referral for therapy with the thumb precisely positioned in the orthosis and tensing the tendons are key determinants of the final outcome.

Our patient was referred and reported for rehabilitation at three weeks after surgery. At that time, the thumb remained immobilized in a static splint and the patient did not engage in any exercise. Therefore, in order to enable an intensive home-based programme and avoid the development of extensive secondary lesions we suggested dynamic splinting. An outpatient programme of treatment and exercises was started at the same time. The examination data prove that the rehabilitation programme resulted in a definite improvement of thumb and hand function in terms of both motion and strength.

The first examination was performed on the day of admission, that is three weeks after the surgery. At that time, the strength of the operated hand was not assessed, but we measured with great caution active mobility of the wrist (paying attention to thumb positioning while performing movements) as well as of the repaired thumb in all joints and of fingers II-V. Analysing the examination results and comparing them to the respective reference ranges, it can be noted that range of motion of the wrist remained close to reference values. Minor impairments were soon corrected and rehabilitation exercises for the wrist also served as tenodesis exercises for the repaired tendons. As expected, the greatest impairment was observed in the injured thumb, but with each examination its range of motion improved, finally getting close to the physiological reference ranges. It should be noted that the patient performed the rehabilitation exercises very diligently, both during her sessions at the Centre and at home. The first examination, probably due to the postoperative immobilization of the hand and the fact that it was not used during activities of daily living, also demonstrated functional deficits of the intact fingers II-V. Their function quickly returned to normal, but this finding should serve as a reminder about the necessity of including exercises for these fingers into the rehabilitation programme. The most marked functional deficits of the small finger were related to an earlier never-treated injury which occurred at a young age. In the relevant literature, rehabilitation results are usually presented, according to Millers' classification, as

nania, klasyfikacji Total Active Motion opisanych przez takich autorów, jak Kleinert i Verdan, Strickland i Glogovac, White czy Dargan [2,5,10,13,14]. Odnosząc uzyskane wyniki ruchomości kciuka w stawach MP i IP do klasyfikacji Millers'a, można stwierdzić uzyskanie bardzo dobrych i dobrych wyników końcowych leczenia.

Kolejne badania wykazały również powrót siły operowanej ręki, chociaż, pomimo iż pacjentka była osobą praworęczną, ręka lewa do końca pozostawała nieznacznie silniejsza. Uzyskane wyniki końcowe w ręce operowanej mieściły się w zakresie 78-91% siły ręki zdrowej. Jak podaje Saunders, za Newport i wsp. [7], większość pacjentów, po uszkodzeniu ścięgien prostowników, uzyskuje między 85 a 100% swojej „normalnej” siły, pamiętając jednak o tym, że oceniamy tu głównie siłę zginaczy. Nie bez znaczenia pozostaje także fakt, że pacjentka zakończyła leczenie w ośrodku już po 14 tygodniach od operacji. Można bowiem hipotetycznie założyć, iż w związku z faktem systematycznej restytucji siły stwierdzanej w każdym badaniu po kolejnej serii terapii, dalsza kontynuacja usprawniania doprowadziłaby do dalszej poprawy siły.

Praca miała na celu przedstawienie szczegółowego sposobu postępowania usprawniającego i jego wyników u pacjentki po uszkodzeniu ścięgien prostownika długiego i krótkiego kciuka w trzeciej strefie urazowej wg Verdana. Wyniki uzyskanych badań, które miały pokazać zmiany zachodzące w czasie prowadzonej terapii, nie uprawniają nas do wyciągania ogólnych wniosków dotyczących usprawniania po operacyjnym zespoleniu ścięgien. Jednak, szczególnie w polskim piśmiennictwie, nie jest to temat poruszany zbyt często i szczegółowo. Nasze wyniki raz jeszcze pokazują, że prawidłowo wykonany zabieg operacyjny (mimo iż było to zespolenie pierwotne odroczone), połączony z kompleksowym programem usprawniania i zaangażowaniem ze strony pacjenta, pozwalały uzyskać zadowalające wyniki końcowe leczenia i umożliwiają powrót do codziennego, normalnego funkcjonowania.

## WNIOSKI

1. Zastosowany aparat dynamiczny według autorskiej konstrukcji spełnił swoje zadanie zarówno w dniu siedniu do funkcji profilaktycznej, jak i leczniczej.
2. Wdrożony program aparatowania dynamicznego umożliwiający zainicjowanie wczesnego etapu pooperacyjnego postępowania usprawniającego, umożliwił restytucję funkcji kciuka i całej ręki do bardzo wysokiego poziomu.

extension and flexion impairment, and the Total Active Motion classification described by such authors as Kleinert and Verdan, Strickland and Glogovac, White or Dargan [2,5,10,13,14]. According to Millers' classification, the thumb mobility indices for the MP and IP joints achieved by our patient should be described as excellent and good final outcomes.

The consecutive examinations also showed strength restoration of the operated hand. However, despite the fact that the patient was right-handed, her left hand remained slightly stronger also at the last examination. The values of strength indices of the operated hand represented 78-91% of the healthy hand strength. According to Saunders, who quoted Newport et al. [7], most patients with extensor tendon injuries recover 85-100% of their „normal” strength, which, importantly, mostly corresponds to the strength of the flexors. However, the fact that the patient completed treatment at just 14 weeks after the surgery is also significant. It can be hypothetically assumed that, as each examination following a series of treatment sessions demonstrated systematic strength restoration, continued rehabilitation would have led to further strength improvement.

This paper aimed to provide a detailed description of rehabilitation and its results in a patient after EPL and EPB tendon injury in Verdan's zone III. The results of the examinations, which were supposed to demonstrate changes occurring during the treatment, are not sufficient for us to draw general conclusions regarding rehabilitation after surgical tendon repair. However, especially in the Polish literature, this subject is not discussed frequently or in detail. Our results once again show that properly performed surgery (even though it was initially delayed) combined with a comprehensive rehabilitation programme and commitment on the part of the patient makes it possible to achieve satisfactory treatment outcomes enabling a return to normal daily functioning.

## CONCLUSIONS

1. The modified dynamic splint of our design fulfilled its task as both a preventive and therapeutic measure.
2. The dynamic splinting programme administered enabled early initiation of post-operative rehabilitation, which led to a very high degree of recovery of thumb and hand function.
3. The functional recovery outcomes achieved by our patient indicate the advisability of routine

3. Osiągnięte wyniki w zakresie odbudowy funkcjonalnej wskazują na celowość rutynowego włączenia aparatowania dynamicznego w pełnej formie do programu postępowania pooperacyjnego po urazowych uszkodzeniach ścięgien prostowników kciuka.

incorporation of full dynamic splinting in post-operative rehabilitation programmes of patients with thumb extensor tendon injuries.

## PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Swanson AB, Göran-Hagert C. Evaluation of impairment of hand function. W Hunter i wsp. *Rehabilitation of the Hand*, The C.V. Mosby Company, 1984, str. 101 – 132.
2. Burr N, Pratt AL. Early Active motion Rehabilitation Versus Immobilisation For Thumb Extensor Tendon Repairs: A Review of Two Case Studies. *The British Journal of Hand Therapy*, Winter, 2006, Vol 11 No 4, str. 114 – 119.
3. Boscheinen-Morrin J, Bruce Conolly W. Ręka – podstawy terapii; ELIPSA-JAIM s.c.; Kraków, 2003, str.42 -53.
4. Griffin M, Hindocha S, Jordan D, Saleh M, Khan W. Management of Extensor Tendon Injuries. *The Open Orthopaedics Journal*, 2012, 6, (Suppl 1: M4) str. 36 – 42.
5. Saunders RJ, Management of Extensor Tendon Repairs. W Burke SL, Higgins JP, McClinton MA, Saunders RJ, Valdata L. *Hand and Upper Extremity Rehabilitation. A Practical Guide*, Third Edition, Elsevier, 2006, str. 271 - 292.
6. Matzon JL, Bozentka DJ. Extensor Tendon Injuries. *Journal of Hand Surgery*, Vol 35A, May 2010, str. 854 – 861.
7. Amadio PC. Tendon Injuries and Tendinopathies. W Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk JM, Amadio PC. *W Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*, Sixth Edition, Elsevier, 2011, str. 439 – 590.
8. Howell JW, Peck F. Rehabilitation of flexor and extensor tendon injuries in the hand: Current updates; *Injury. International Journal of the Care of the Injured*, 44, 2013, str. 397 – 402.
9. Altobelli GG, Conneely S, Haufler Ch, Walsh M, Ruchelman DE. Outcomes of Digital Zone IV and V and Thumb Zone TI to TIV Extensor Tendon Repairs Using a Running Interlocking Horizontal Mattress Technique. *Journal of Hand Surgery*, Vol 38A, June 2013, str. 1079 – 1083.
10. Neuhaus V, Wong G, Russo KE, Mudgal CS. Dynamic Splinting With Early Motion Following Zone IV/V and TI to TIII Extensor Tendon Repairs. *Journal of Hand Surgery*, Vol 37A, May 2012, str. 933 – 937.
11. Evans RB. Clinical Management of Extensor Tendon Injuries: The Therapist's Perspective. W Skirven TM, Osterman AL, Fedorczyk JM, Amadio PC. *Rehabilitation of the Hand and Upper Extremity*, Sixth Edition, Elsevier, 2011, str. 521 – 554.
12. Evans RB. Managing the Injured Tendon: Current Concepts. *Journal of Hand Therapy*, 2012; 25, str.173 – 190.
13. Sameem M, Wood T, Ignacy T, Thoma A, Strumas M. A Systematic Review of Rehabilitation Protocols after Surgical Repair of the Extensor Tendons in Zones V - VIII of the Hand, *Journal of Hand Therapy*, 2011; 24, str. 365 – 373.
14. Canham CD, Hammert WC. Rehabilitation Following Extensor Tendon Repair. *Journal of Hand Surgery*, Vol 38A, August 2013, str. 1615 – 1617.

**Liczba słów/Word count:** 6331

**Tabele/Tables:** 4

**Ryciny/Figures:** 5

**Piśmiennictwo/References:** 14

*Adres do korespondencji / Address for correspondence*

*dr Jakub Szczechowicz*

*ul. Zagonów 3 30-328 Kraków, Poland*

*Tel. 508761851, e-mail. jakubasz@poczta.onet.pl*

*Otrzymano / Received*

*Zaakceptowano / Accepted*

*23.11.2013 r.*

*02.08.2014 r.*