

Przeszczep ręki – ocena wyniku po 6 miesiącach. Doniesienie wstępne.

Hand Transplant – Outcome after 6 Months. Preliminary Report.

Jerzy Jabłecki^(A,B,C), Leszek Kaczmarzyk^(B,C,D), Adam Domanasiewicz^(B,C,D,E),
Adam Chelmoński^(B,C,D,E), Janusz Kaczmarzyk^(C,D,E), Maciej Paruzel^(C,D,E)

Oddział Chirurgii Ogólnej, Pododdział Replantacji Kończyn Szpitala Św. Jadwigi Śląskiej, Trzebnica
General Surgery Department, Limb Replantation Ward, St Hedwig of Silesia Hospital, Trzebnica

STRESZCZENIE

Wstęp. Przeszczep kończyny górnej posiada nadal cechy procedury eksperymentalnej, o czym decyduje nadal nieliczny materiał kliniczny oraz krótki, nie przekraczający 10 lat okres obserwacji. Większość operacji przeszczepu kończyny jest wykonywana na poziomie dalszej części przedramienia.

Materiał i metody. Biorcą przeszczepu był 29-letni mężczyzna, który przed 3 lata stracił dominującą prawą rękę w wyniku amputacji frezarką. Dawcą kończyny była 52-letnia kobieta. Pobranie i transport kończyny przebiegało w sposób standardowy. Preparowanie części biorczej i dawczej wykonywały jednocześnie 2 zespoły chirurgów. Zespolecie poszczególnych elementów anatomicznych dokonane zostało w następującej kolejności: kości – ścięgna – nerwy – naczynia – powłoki skórne. Zespoleono tętnicę promieniową oraz 3 duże żyły przedramienia. Ranę skórną zamknięto bez użycia przeszczepu. Czas niedokrwienia wynosił 9 godzin. Leczenie farmakologiczne było analogiczne do przyjętego przypadkach replantacji; w immunoterapii stosowano: Simulect, Prograf, Cell-Cept, sterydy. Usprawnianie wdrożono od 2. doby pooperacyjnej, polegało ono na wdrożeniu wczesnych kontrolowanych ruchach czynnych, ciągłych ruchach biernych, szynowaniu, reedukacji czuciowej. Monitorowano funkcję narządów wewnętrznych, wczesnej oceny wyniku dokonano po upływie 6 miesięcy.

Wyniki. Funkcje narządów wewnętrznych pozostawały w normie, nie występowały incydenty ostrego odrzutu. Zrost kostny pojawił się po 11 tygodniach, obserwowano sukcesywny postęp inervacji oraz funkcji ruchowej. Zakres ruchu czynnego wynosił 200°, obserwowano rozróżnialność 2-punktową, czucie temperatury, potwierdzono badaniem EMG funkcję ruchową mięśni kłębika. Uogólniona ocena funkcji w oparciu o kwestionariusz DASH (30 -150 pkt) dała wynik 67 pkt; subiektywna ocena komfortu życia (kwestionariusz SF-36) – 110 pkt.

Wniosek. Poziom 1/3 dalszej przedramienia stanowi pod względem funkcjonalnym korzystną strefę dla replantacji kończyny.

Słowa kluczowe: przeszczep ręki, usprawnianie, reinnerwacja, zrost kostny

SUMMARY

Background. Hand transplant still remains a partly experimental procedure because of the small number of patients and short follow-up (not longer than 10 years). Most hand transplantations have been performed at the distal forearm level.

Material and method. The transplant recipient was a 29-year-old man who had lost his dominant right hand 3 years before in a milling machine accident; the donor was a 52-year-old woman. The procurement and transport of the limb were performed according to standard procedures. Preparation of the donor limb and the patient's stump was performed simultaneously by two surgical teams. Anastomoses were done in the following order: bones-tendons-nerves-veins-artery. The radial artery and 3 large veins were anastomosed. The operative wound was closed without a skin graft. Ischemia time was 9 hours. Pharmacological treatment was similar to that usually administered to replantation patients; immunotherapy consisted of Simulect, Prograf, Cell-Cept, and steroids. Physiotherapy was started on the second postoperative day; it consisted of early protective active motion (EPM), continuous passive motion (CPM), splinting, and sensory stimulation. The function of internal organs was monitored; the early outcome was evaluated at 6 months after the transplantation.

Results. The function of internal organs remained undisturbed, no rejection episodes were observed. Bony union was achieved after 11 weeks and progressed steadily, as did the range of motion and reinnervation. On the day of the preliminary assessment, the active range of motion was 200°, 2PD exceeded 15 mm, and electromyography demonstrated temperature sensation and hypothenar muscle function. Functional assessment according to the DASH questionnaire was rated at 67 points, and a quality of life evaluation with the SF-36 questionnaire produced a score of 110 points.

Conclusion. The distal third of the forearm is a replantation zone promoting early functional recovery.

Key words: hand transplant, rehabilitation, reinnervation, bony union

WSTĘP

Spośród różnych alloprzeszczepów złożonych (CTA – composite tissue allografts) dokonywanych w obrębie narządu ruchu, takich jak: staw kolanowy, mięsień, pnie nerwowe, ścięgna ustalone miejsce w klinice posiadają przeszczepy kończyny górnej, określane mianem przeszczepu ręki (HT – hand transplant) [1,2,3,4]. Nie zmienia to faktu, że operacja ta nadal posiada znamiona procedury medycznej o charakterze eksperymentalnym. Do dnia 1.04.2009 r. przeprowadzono łącznie 43 przeszczepy kończyny górnej z czego 34, tj. 72,3% w okolicy dalszej części przedramienia [5]. Poziom ten będący optymalnym dla przeprowadzenia replantacji kończyny górnej uznano również za najkorzystniejszy do przeprowadzenia HT [6,7,8,9]. Doświadczenia wielu autorów dotyczące amputacji oraz ciężkich urazów ręki dotyczących wspomnianej okolicy potwierdzają następujące obserwacje: po upływie 6 miesięcy przebiegająca w sposób niezaburzony regeneracja zespolonych w strefie nadgarstka pni nerwowych (wyrażona przez objaw Tinnela) powinna osiągnąć opuszek palców [10], chory ma już także za sobą zasadniczy etap usprawniania ruchowego kończyny [11]. Jest to więc okres wystarczający do przeprowadzenia wstępnej oceny wyniku uzyskanego, zarówno u chorych po przeprowadzonej replantacji, jak też HT na wspomnianej wysokości [12].

Celem pracy była wstępna ocena wyniku transplantacji kończyny na poziomie dalszej części przedramienia.

MATERIAŁ I METODY

Biorcą przeszczepu kończyny jest 29-letni mężczyzna D. S. (nr hist ch-y: 983/08), który przed 3 laty doznał amputacji prawej, dominującej ręki frezarką i został pierwotnie zaopatrzony w naszemu oddziale. Chory niechętnie korzystał z protezy kosmetycznej, zdecydowanie nie akceptował swego kalectwa, posiadał stabilną sytuację rodzinną, nie ujawniał obecnie ani w przeszłości zaburzeń psychicznych, był ogólnie zdrowy. W oparciu o powyższe, po wyrażeniu woli otrzymania HT, podpisaniu „poszerzonej zgody” na operację przeszczepu kończyny, został umieszczony na liście oczekujących biorców. Przygotowanie kikuta kończyny polegało na wykonywaniu wymaganych ruchów palców.

Dawcą kończyny była 52-letnia kobieta, która zmarła w wyniku zmian udarowych mózgu, w szpitalu oddalonym o 30 km. Między biorcą i dawcą, zgodnymi w zakresie głównych grup krwi (A), stwierdzono niezgodność w zakresie 3 par alleli, cross-match dał również wynik negatywny. Długość kości przedramienia

BACKGROUND

Among various CTAs (composite tissue allografts) transplanted in the musculoskeletal system, including allografts of the knee joint, muscles, nerves, and tendons, transplantations of the upper limb, known as hand transplants (HT), are among the most widely recognized ones [1,2,3,4]. However, this procedure continues to be regarded as a medical experiment. As of April 1, 2009, forty-three HTs have been performed, including 34 (72.3%) at the level of the distal forearm [5]. Considered to be most favorable for upper limb replants [6], this level has also been found to be the most favorable for HTs [7, 8,9]. Based on the experience related to amputations and severe traumas of the hand, numerous authors confirm the observation that 6 months after the HT, the anastomosed nerves will have healed without complications (as expressed by Tinnel's sign) and reach as far as the digital pulps [10], while the patient will usually have completed the basic part of motor rehabilitation of the limb [11].

That is why this time point appears to be appropriate for a preliminary evaluation of the outcomes of both replants and hand transplants at this level [12].

The aim of the study was to provide a preliminary evaluation of transplantation results at the level of the distal forearm.

MATERIAL AND METHODS

The recipient was D.S., a 29-year-old male (Medical Record Number 983/08) who had had his right dominant hand amputated by a milling machine and was primarily treated at our ward. The patient was reluctant to use a cosmetic prosthesis and clearly did not come to terms with his handicap. He had a stable family situation, showed no mental disorders either prior to or after the accident and was generally in good health. Given all this, he was put on the transplant waiting list after expressing the will to undergo a HT and signing an informed consent form. Stump preparation consisted of performing virtual finger movements.

The donor was a 52-year-old female who died due to a cerebrovascular accident in a hospital 30 km away from our centre. The recipient and donor were matched for the main blood group (A) and were negative in three allele pairs. A cross-match test was also negative. The donor's forearm bones were 3 cm shorter than the recipient's, the limb was intact (arte-

kończyny dawcy była ok. 3 cm krótsza, kończyna była nieuszkodzona (dostęp żylny-tętniczy zabezpieczono w drugostronnie). Kończynę wyłuszczone w stawie łokciowym, co zapewniło odpowiedni „zapas” przewidywanych do zespolenia struktur. Kikut dawcy zaopatrzono protezą kosmetyczną. Technika pobrania oraz przechowywania kończyny w czasie transportu była zgodna z przyjętym w tym zakresie standardem [7,8,9].

Technika operacyjna. Preparowanie elementów anatomicznych kikuta oraz kończyny biorczej przeprowadzały równocześnie 2 zespoły operacyjne. W trakcie transportu oraz preparowania kończyna dawcza była utrzymywana w hipotermii. W oparciu o obraz śródoperacyjny kikuta (zrosty międzyścięgnowiste) zdecydowano o wykonaniu zespolenia powyżej poziomu stawu nadgarstkowego. Zespolenie kostne wykonano, zgodnie z naszymi doświadczeniami replantacyjnymi, za pomocą 2 grotów Rusha. Szparę przelomu obłożono wórami kostnymi pobranymi z nasady kości promieniowej biorcy. Kolejno zespalano następujące struktury: wszystkie odpowiadające sobie ścięgna mięśni zginaczy (z wyjątkiem ścięgien m. powierzchownego zginacza palców) – szwem typu Pulvertafta; prostowników palców oraz nadgarstka – podwójnym szwem materacowym; pnie nerwów pośrodkowego, łokciowego, skórno-promieniowego – szwami epineuralnymi 8/0 (należy zaznaczyć, że zespolenie nerwów przeprowadzono ok. 3 cm poniżej poziomu zespolenia kostnego); tętnicę promieniową – szwem monofilamentowym 8/0; 3 duże żyły (żyłę dogłową, 2 odgałżenie żyły podstawnej) – szwem monofilamentowy grubości 6,8/0. Ranę operacyjną zamknięto bez użycia przeszczepu, z dodaniem pojedynczych niewielkich nacięć obciążających. Czas niedokrwienia wynosił 9 godz.

Terapia farmakologiczna nie odbiegała od tej przyjętej dla przypadków replantacji: antybiotyk o szerokim spectrum, dextran 40 tys. w ciągłym wlewie dożylnym, heparyna drobno cząsteczkowa 0,3 ml/dobowo, kwas acetylosalicylowy 0,3 g /dobowo, analgetyki.

Immunoterapia była analogiczna do zastosowanej przez nas w przypadku chorego z przeszczepem przedramienia, opierała się ona na kombinacji następujących leków: Simulect (indukcja), sterydy, Cell-Cept, Tacrolimus (dawki terapeutyczne utrzymywaliśmy w granicach 12 ng/ml) [13].

Przebieg pooperacyjny był niepowikłany. Rana wygoiła się przez rychłozrost, po upływie w 9 dni zdjęto szwy. Chory nie wykazywał żadnych zaburzeń wynikających z faktu otrzymania „kobiecej” ręki. Pobyt na oddziale trwał 31 dni. W trakcie pobytu wykonywano w odstępach 10-dniowych biopsje skórne, monitorowano funkcję narządów wewnętrznych – nie stwierdzając w nich odchyłań.

riovenous access was established on the second one). The limb was exarticulated from the elbow joint to ensure an appropriate excess of tissues. The donor stump was substituted with a cosmetic prosthesis. The harvesting and preservation of the limb were done according to generally accepted standards [7,8,9].

Operative technique. Two surgical teams simultaneously dissected the donor limb and the recipient site. The donor limb was preserved by hypothermia during the transport and dissection. Due to the intraoperative finding of intertendinous adhesions, a decision was made to perform the connection above the level of the carpal joint. Osteosynthesis was obtained with two Rush pins, according to our experience with replantations. The osseous break point was filled with bone slivers harvested from the epiphysis of the recipient's radius. The anatomical structures were anastomosed in the following order: corresponding flexor tendons (with the exception of flexor digitorum superficialis) with a Pulvertaft suture; digital and carpal extensors with a double mattress suture; median, radial cutaneous and ulnar nerve trunks with 8/0 epineural sutures (notably, the nerves were anastomosed ca. 3 cm below the osteosynthesis level); the radial artery with an 8/0 monofilament suture; three major veins (cephalic vein and two collaterals of the basilic vein) with a 6.8/0 monofilament suture. The surgical wound was closed without a skin graft and a few decompressing incisions were made. Ischemia time was 9 hours.

The pharmacotherapy did not differ from that routinely used for replantations: a wide-spectrum antibiotic, dextran 40,000 in a continuous intravenous infusion, low-molecular-weight heparin 0.3 mL/d, acetylsalicylic acid 0.3 g/d, and analgesics. The immunotherapy was analogical to the one we used in a patient after a forearm transplantation and consisted of: Simulect (induction), steroids, Cell-Cept, and Tacrolimus (therapeutic concentration was maintained at the level of 12 ng/mL) [13].

The postoperative course was uncomplicated. The wound healed by primary intention and 9 days later the sutures were removed. The patient was not disturbed at all about having received a feminine hand. He was hospitalised for 31 days, during which time skin biopsies were taken at 10-day intervals and internal organ function was monitored without revealing any pathology.

On postoperative (PO) day 2, rehabilitation was started basing on the early protective motion principle [14]; 10 days PO (the wound had healed) a dynamic crane outrigger extension splint was implemented which stabilized the hand in an intrinsic plus position and thus substituted for the inactive intrinsic mus-

Usprawnianie rozpoczęto od 2 doby pooperacyjnej w oparciu o zasadę wczesnych kontrolowanych ruchów czynnych („Early Protective Motion – EPM”) [14]; po 10 dniach (rana wygojona) zastosowano dynamiczną wyciągową szynę ekstensyjną („dynamic crane outrigger extension splint”), która poprzez ustalenie ręki w pozycji wewnętrznej dodatkowo substytuuje funkcję nieaktywnych mięśni wewnętrznych. Po upływie 14 dni, naprzemiennie z wspomnianą szyną, stosowano aparat do ciągłych ruchów biernych palców ręki o regulowanym zakresie ruchu (Arthromot F) [15]. Ćwiczenia czynne uzupełnialiśmy pozycjonowaniem ręki przy pomocy ortez. Chory kontynuował ćwiczenia wg otrzymanych wskazówek w Przychodni Rehabilitacyjnej w miejscu zamieszkania (elektrostymulacja) oraz w warunkach domowych. Program usprawniania był stale modyfikowany, duży nacisk kładliśmy (od 3 miesiąca) na reedukację czucia. Chory zgłaszał się do kontroli w odstępach 3-6 tygodni. Obok szczegółowej oceny stanu ogólnego i miejscowego oceniano również postęp zakresu funkcji kończyny. Badanie dotyczyło: 1. oceny inervacji (test Tinnela, rozróżnialność czucia – standaryzowany dyskryminator; badanie przewodnictwa nerwowego – aparat EMG – Vikingquest/ Nicolet, czucie bólu i temperatury – aparat: Neurosensor TSA II, 2. siłę chwytu globalnego – dynamometr gruszkowy; 3. zakres ruchu palców – standaryzowany goniometr; 4. ocenę funkcji za pomocą kwestionariusza DASH (30-150 pkt., 30 oznacza wynik maksymalny), 5. subiektywną ocenę jakości życia (Quality of Life) za pomocą kwestionariusza SF -36 (0-136 punktów, 136 to wynik maksymalny).

WYNIKI

Szczegółowej wstępnej oceny wyniku dokonaliśmy po upływie 3 i 6 miesięcy

Zrost kostny – był obecny po 11 tygodniach, zrezygnowaliśmy z unieruchomienia; po upływie kolejnych 3 miesięcy nastąpiła dalsza jego konsolidacja (Ryc. 1).

cles. 14 days PO, continuous passive finger movements of a predefined range were started with an Arthromot F device which was used alternately with the splint [15].

Active exercises were supplemented with had positioning with the use of orthoses. The patient continued the exercises as advised at his local outpatient rehabilitation facility (electrical stimulation) and at home. The rehabilitating scheme was constantly modified, and beginning in the third month PO we put more stress on sensory re-education. The patient reported for follow-ups at 3- to 6-week intervals. Besides a careful evaluation of his local and general status, the range of limb function recovery was also assessed.

The evaluation encompassed: 1. innervation (Tinel sign, touch discrimination with a standardized discriminator; nerve conduction with a VikingQuest/ Nicolet WMG device; pain and temperature sensation with a Neurosensor TSA II device); 2. global grip strength with a pear-shaped dynamometer; 3. digital range of movement with a standardized goniometer; 4. functional evaluation with the DASH questionnaire (30–150 points, where 30 is the best score); 5. subjective quality of life with the SF-36 questionnaire (0–136 points, where 136 is the best score).

RESULTS

A detailed preliminary evaluation of the treatment outcome was done at 3 and 6 months post-surgery. Osteosynthesis was present at 11 weeks PO and we discarded the immobilization; three months later further consolidation was observed (Fig. 1). The transplanted limb shows normal skin nutrition, although

Tab. 1. Wyniki funkcjonalne uzyskane u chorego po przeszczepie ręki

Tab. 1. Functional results of the hand transplant patient

Obserwacja/ Follow-up	Zakres ruchu czynnego (°) / AROM (°)*	Siła chwytu globalnego (N) / grip strength (N)	Czucie / sensation		
			Protecyjne / protective	Rozróżnialność 2 pkt (mm) / 2PD (mm)**	Temperatura / temperature
3 miesiące / months	140	0.5	-	-	-
6 miesiące / months	200	0.9	+	> 15	+

Legenda:

* Arom – Active Range of Motion

** 2 PD – two-point discrimination test



Ryc. 1. Przeszczep zespolono prętami Rusha uzyskując pełny zrost kostny; obraz po 6 miesiącach

Fig. 1. Bones of the transplant were synthesized with Rush-pins achieving complete unification; sight after 6 months



Ryc. 2. Zakres ruchu oraz wygląd ręki chorego 6 miesięcy po transplantacji (szczegóły w tekście)

Fig. 2. Range of active motion and the sight of the transplanted hand on 6 months after transplantation (see the text for details)

Przeszczepiona kończyna posiada prawidłową trofikę, choć karnacja skóry jest wyraźnie jaśniejsza, zauważalny jest rozpoczynający się porost włosów zbliżonych wyglądem do owłosienia bliższej części przedramienia (szczegółowe badania w toku); po stronie łokciowej dłoni zauważalna jest potliwość (Ryc. 2).

Czucie bólu jest obecne na opuszkach wszystkich palców, na opuszkach palców 4., 5. stwierdziliśmy różnicowość 2-punktową o zakresie powyżej 15 mm.

W badaniu czucia temperatury (TSA) stwierdza się znamienne wyższe progi przy odczuwaniu ciepła

skin color is visibly brighter; we can see hair starting to grow there that is similar to the hair of the proximal part of the forearm (detailed studies are underway); the ulnar side of the graft shows perspiration (Fig. 2).

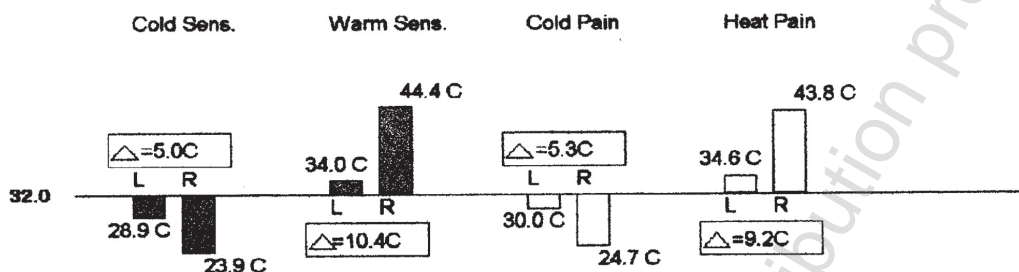
Pain response can be elicited in all digital pulps, and two-point discrimination of more than 15 mm has been observed in the pulps of the ring and little fingers. Temperature sensation assessment has revealed a markedly higher threshold for warm than for cold (Fig. 3). On electromyography, a motor response was obtained from the ulnar nerve (extensor



w stosunku do zimna (Ryc. 3) W badaniu neurograficznym (EMG) uzyskano odpowiedź ruchową z nerwu łokciowego (m. odwodziciel palca małego). Jest to odpowiedź o bardzo niskiej amplitudzie, wielofazowa, natomiast z prawidłowymi szybkościami przewodzenia ruchowego (Ryc. 4).

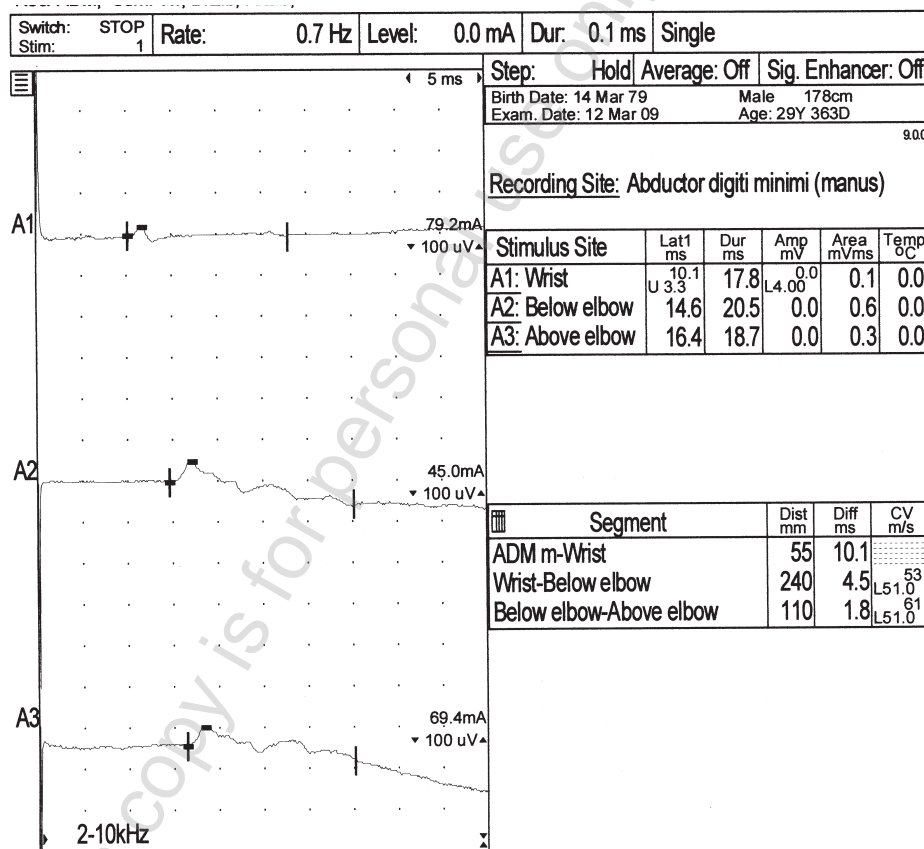
digiti minimi). The impulses were polyphasic and of low amplitude but showed normal motor conduction velocity (Fig. 4).

The results of reinnervation, range of movement, and global grip strength are shown in Tab. 1, Fig. 3 and 4. The patient scored 67 points in the DASH que-



Ryc. 3. Pacjent D.S., ilościowe badanie somatosensoryczne transplantowanej ręki (wydruk dokonany aparatem Neurosensor TSA II) Kolumny czarne: progi czucia zimna i ciepła; kolumny białe: progi bólu w odpowiedzi na bodźce zimna i ciepła. Większe różnice dotyczą progów czucia ciepła i bólu w odpowiedzi na ciepło (szczegółowy opis w tekście)

Fig. 3. Patient D.S., quantitative neurosensory testing of the transplanted hand (Neurosensor TSA II apparatus). Black columns stand for patient's threshold of cold and warm sensation; white columns stand for the pain threshold in response to cold and warm stimuli. Greater differences are seen in response to warm stimuli (see the text for details)



Ryc. 4. Badanie neurograficzne prawego nerwu łokciowego transplantowanej ręki chorego D.S: niska amplituda odpowiedzi ruchowej, dyspersja czasowa potencjału, szybkości przewodzenia ruchowego w normie (szczegółowy opis w tekście)

Fig. 4. Neurography of the ulnar nerve of the transplanted hand of patient D.S.; low amplitude of the muscle's response, time dispersion of the potential, motor conduction speed is within the normal range

Wyniki reinnerwacji, zakresu ruchu, siły chwytu globalnego przedstawia Tab. 1 oraz Ryc. 3, 4.

Wynik badania kwestionariuszem DASH dał 67 pkt., jakoś swego życia chory ocenia wysoko – 110 pkt. Chory jest bardzo zadowolony z wyniku operacji.

Nie stwierdziliśmy incydentu ostrego odrzutu, ani zaburzeń funkcji narządów wewnętrznych (poziom glukozy w surowicy krwi oraz klirens kreatyniny w normie).

DYSKUSJA

W każdej operacji HT zwracając uwagę 2 aspekty: pierwszy – dotyczy techniki operacyjnej, analogicznej w swej istocie z operacjami replantacji oraz drugiej – terapii immunosupresyjnej. Ta ostatnia zbliżona jest do tej, której poddawani są biorcy narządów wewnętrznych, w szczególności nerek [16]. Pomimo wspomnianego już podobieństwa technik operacyjnych replantacji i HT istnieją pomiędzy obiema operacjami znaczne różnice decydujące o uzyskiwanych wynikach. Są to:

1. Chorzy kwalifikowani do operacji HT są selekcyonowani. Ważnym elementem kwalifikacji do tej operacji jest wysoki stopień motywacji; chorzy ci aktywnie angażują się w proces fizjoterapii, są zadowoleni z uzyskanego wyniku, gdyż cały proces terapii jest wynikiem ich świadomego wyboru, a nie przypadkowego zdarzenia, jak to ma miejsce u chorych po replantacji [17].
2. Chorzy po replantacji kończyny nie odczuli rzeczywistego jej braku, a jedynie pooperacyjne upośledzenie funkcji, podczas gdy chorzy poddani HT pozbawieni są kończyny przez okres kilku, kilkunastu lat [5].
3. Regenerację nerwów z powodu długoletniego okresu ich nieczynności („uśpienia”) stymulują odmienne procesy neurofizjologiczne obejmujące także struktury korowe – pobudzenie nieczynnych dotąd obszarów kory ruchowej w oparciu o zasadę „plastyczności mózgu” [18].
4. Pomimo znacznego niejednokrotnie uszkodzenia zarówno kikuta, jak też części amputowanej, po usunięciu zniszczonych tkanek (skrócenie kończyny), operator dokonuje rekonstrukcji w obrębie odpowiadających sobie anatomicznie, stale „pracujących” elementów nieuszkodzonych. Operacja HT wymaga zespolenia struktur kikuta objętych procesem zanikowym, spowodowanym ich nieużywaniem (np. mięśnie), ze zbliżonymi jedynie rozmiarem, jednakże prawidłowo rozwiniętymi (tj. nie objętymi zanikiem) elementami anatomicznymi części przeszczepianej. Pokonanie napotkanych, ww. dysproporcji stanowi w powyższym

stionnaire, and achieved a high score of 110 points in the SF-36. The patient is very satisfied with the result of the operation.

We have observed no acute rejection events or impaired function of internal organs (normal glycaemia and creatinine clearance).

DISCUSSION

Two aspects are of special importance for any HT surgery: the operational technique, which is essentially the same as in hand replantation; and immunosuppressive therapy. The latter is similar to the one administered to solid-organ transplant recipients, in particular after renal transplantations [16]. Despite these similarities in operational technique, there are major differences between replantations and HTs that determine the outcomes, such as:

1. Patients qualified for HT undergo a process of selection in which the most important criterion is strong motivation. These patients are willing to take an active part in physiotherapy, and are satisfied with the result because they chose to undergo the treatment freely and consciously, in contrast to patients after replantation [17].
2. Also, replant patients have actually never lacked their limbs; they only felt postoperative functional impairment, while HT patients live as amputees for at least a few years [5].
3. Due to long-standing misfunction, nerve regeneration is stimulated by different neurophysiological phenomena that include excitation of previously inactive motor cortex structures as described by the “brain plasticity” model [18].
4. Despite major damage to the stump and amputated part, the operating surgeon reconstructs anatomically corresponding structures displaying unimpaired function after removing necrotic tissues, which leads to shortening of the limb. HT surgery requires connecting the atrophic structures of the stump (such as inactive muscles) with corresponding structures of the donor part which are only approximately of the same size and unatrophied. It seems that overcoming these discrepancies poses the greatest operational challenge.
5. During a replantation, only selected structures of vital functional relevance are connected, such as tendons. Transplantation requires all structures to be anastomosed if possible.
6. These surgical challenges make it difficult to find vessels of appropriate diameter suitable for ana-

zakresie, jak się zdaje, najtrudniejszy problem operacyjny.

5. W trakcie operacji replantacji zespolone zostają wybrane elementy anatomiczne (np. ścięgna), o zasadniczym znaczeniu funkcjonalnym. Operacja HT zakłada zespolenie, o ile to możliwe, wszystkich struktur.
6. W ścisłym związku z przedstawionymi powyżej utrudnieniami stoi problem odnalezienia kwalifikujących się do wykonania zespożeń odpowiedniego rozmiaru naczyń. Naczynia tętnicze kikuta są zazwyczaj na znacznym odcinku zarosłe, a naczynia żyłne słabo rozwinięte, o zmniejszonym przekroju.

Poziom dokonanej u prezentowanego chorego przed 3 laty amputacji kończyny (nadgarstek) umożliwił swobodne skrócenie kikuta, stwarzając tym samym optymalne warunki do zespożeń: ścięgien (uzyskujących prawidłową ekskursję), pni nerwowych (daleko od granicy nerwiaków) oraz naczyń (prawidłowo wykształconych, bez cech obliteracji). Dogodne, ze względu na odnalezioną liczbę naczyń oraz ich rozmiar, warunki przeprowadzonych zespożeń naczyniowych eliminowały potrzebę stosowania w pooperacyjnej farmakoterapii heparyny wielkocząsteczkowej, której działanie wiąże się z ryzykiem powstawania krwiaków. Z komplikacjami tego rodzaju mieliśmy do czynienia u chorego O. L., u którego przeprowadziliśmy przed 3 laty pierwszy HT [13].

Przebieg gojenia wszystkich zespolonych struktur przebiegał u chorego D. S. w sposób niezaburzony. Pomimo nie w pełni stabilnego zespolenia kostnego nie obserwowaliśmy żadnych zaburzeń postępu wzrostu kostnego. Zwraca uwagę stosunkowo szybkie (już po 3 miesiącach) uzyskanie przez chorego dużego aktywnego zakresu (AROM), sukcesywnie jego zwiększanie oraz równie szybki postęp regeneracji nerwów. Na podkreślenie zasługuje pojawienie się, po względnie krótkim czasie obserwacji, reinnerwacji mięśni wewnętrznych ręki. Schneeberger zaobserwował u pierwszego chorego operowanego w Ośrodku w Innsbrucku (HT obu rąk – dalsza część przedramienia) podobnie szybką regenerację nerwu pośrodkowego i łokciowego, tj 1,5 mm dziennie [19]. Oceniana po 6 miesiącach jakość czucia była jednak u tego chorego gorsza; wyraźna rozróżnialność termiczna oraz 2 – punktowa pojawiła się bowiem dopiero po upływie 12 miesięcy, podobnie jak czynność mięśni wewnętrznych.

Przedstawiony chory należy do nielicznej grupy biorców-mężczyzn, którzy otrzymali kończynę dawcy – kobiety (nie udało nam się odnaleźć informacji na temat liczby takich przeszczepów). Kończyna dawcza pozostaje nadal wyraźnie odmienna ko-

stomoses. Long portions of the arteries of the stump are obliterated and the poorly developed veins have reduced diameter.

The wrist level amputation in our patient allowed for easy stump shortening, thus creating optimal conditions for connecting tendons (which provided for correct excursion), nerve trunks (away from the border of neuromas) and vessels (appropriately developed, with no evidence of obliteration). Due to a good number and quality of vessels, there was no need for postoperative unfractionated heparin administration and thus the risk of hematoma formation was avoided. We had observed the complications described above in patient O.L., on whom we performed our first HT surgery three years earlier [13].

The healing of the anastomoses in patient D.S. was uncomplicated. Despite the osteosynthesis not being fully stable, bone union was not delayed. It should be noted that a good active range of movement was achieved by the patient very quickly, as early as 3 months PO, and later improved regularly, as did nerve regeneration. Also important is the fact that the intrinsic muscles of the hand were re-innervated in a relatively short period of time. Schneeberger reports similarly rapid regeneration of the median and ulnar nerves (up to 1.5 mm/d) in the first patient operated on in Innsbruck (bilateral HT at the distal forearm) [19]. However, sensation evaluated at 6 months PO was significantly worse in his patient as both thermal and two-point discrimination, as well as intrinsic hand muscle functions, were achieved at 12 months PO.

Our patient belongs to a small group of male recipients of female limbs (we could not ascertain the exact number of such HTs). The donor hand remains cosmetically distinct from the recipient's contralateral limb. This fact has never posed any psychological problems for the patient. It seems that the relatively short waiting time, as well as the patient's young age and strong motivation have all contributed to the good final outcome. Also of some significance is the fact that the patient lives quite close to our Ward (60 km), which made it easier for the patient to maintain in contact and regularly turn up for the frequent follow-ups.

To date, multicenter experience in HT indicates that limbs transplanted at the wrist level reach the peak of their functional parameters after 12-18 months [19,20,21]. Beyond that time, only minor improvement of touch sensation may be expected. The progress of function recovery so far in our patient and his excellent psychological status allow us to expect that the final outcome will rank among the very best results in the history of HT surgery.

smetycznie od przeciwstronnej ręki biorcy. Nie stanowiło to ani nie stanowi obecnie najmniejszych problemów natury psychicznej. Na uzyskanie tak dobrego wyniku zdaje się wpływać stosunkowo krótki czas oczekiwania na przeszczep, młody wiek chorego oraz jego silna motywacja. Nie bez znaczenia wydaje się pozostawać niewielkie oddalenie (60 km) Oddziału od miejsca zamieszkania chorego ułatwiająca utrzymanie wzajemnego stałego kontaktu oraz częstych kontroli.

Dotychczasowe wielośrodkowe doświadczenia dotyczące HT wykazują, że po upływie 12-18 miesięcy parametry funkcjonalne przeszczepionej na poziomie nadgarstka kończyny osiągają poziom szczytowy [19,20,21], w dalszym okresie oczekiwać można jedynie niewielkiej poprawy jakości czucia. Dotychczasowy postęp funkcji ruchowej oraz doskonała kondycja psychiczna pozwala oczekiwać, że ostateczny wynik prezentowanego chorego będzie zbliżony do najlepszych w całej grupie dotychczas wykonanych HT.

WNIOSEK

Wczesny wynik uzyskany u chorego po przeszczepieniu kończyny górnej na poziomie dalszej części przedramienia potwierdza dotychczasowe obserwacje, że w strefie tej należy oczekiwać szybkiego powrotu funkcji ręki.

CONCLUSION

This preliminary evaluation of the results achieved by the patient after hand transplantation at the level of the distal forearm confirms previous observations that early recovery of function may be expected at this level.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Diefenbeck M, Wagner E, Kirschner MH, redd. Outcome of allogenic vascularised knee joint transplants. Materiały z XV Międzynarodowego Sympozjum Unaczynionych i Nieunaczynionych Przeszczepów Tkankowych w Chirurgii Ręki; 2007. 02.03-04; Bruksela, Belgia. Genval: ULB; 2007.
2. Jones TR, Humprey PA, Brennan DC, et al. Transplantation of vascularised allogenic skeletal muscle for scalp reconstruction in a renal transplant patient. *Transplant Proc* 1998; 30: 2746-2753.
3. Mackinnon S, Hudson A. Clinical application of peripheral nerve transplantation. *Plast Reconstr Surg* 1992; 20: 695- 699.
4. Guimbertau JC, Daudet J, Panconi B. Human allotransplant of digital flexor system vascularised on the ulnar pedicle. A preliminary report and 1 year follow-up of 2 cases. *Plast Reconstr Surg* 1992; 89: 1135-1147.
5. International Registry of Hand and Composite Tissue. Transplantation [periodyk online] 2009 Jan- Apr [cytowany 2009. 03.04]. Dostępny pod adresem [http:// www.handregistry.com](http://www.handregistry.com)
6. Meyer WE. Hand amputations proximal but close to the wrist joint. *J Hand Surg* 1985; 10A: 989- 992.
7. Cedric F, Breidenbach W, Maldonado CL, et. al. Hand transplantation: comparisons and observations of the first four clinical cases. *Microsurgery* 2000; 20: 360-365.
8. Schuind F, Abramowicz D, Schneeberger S. Hand transplantation – the state of the art. *J Hand Surg* 2007; 32E: 2–17.
9. Lanzetta M, Petruzzo P, Dubernard JM, Margreiter R, Breidenbach W, et. al. Second report (1998-2006) of the International Registry of Hand and Composite Tissue. *Transplantation* 2007; 8: 1-6.
10. Van Beek AL, Elder M, Zook EG. Nerve regeneration: Evidence for immediate sprout formation. *J Hand Surg* 1982; 7: 79–82.
11. Puddicombe BE, Robson JCD. Rehabilitation of the mutilated hand. W: Weizweig N, Weinzwieg J, editors. *The mutilated hand*. I wyd. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2005. str. 519-531.
12. Dubernard JM, Owen E, Herzberg G, et al. The first transplantation of a hand in humans. Early results. *Chirurgie* 1999; 124: 365 – 359.
13. Jablecki J, Kaczmarzyk L, Patrzalek D, et al. Pierwszy polski przeszczep ręki – ocena po pierwszych 6 miesiącach. *Polski Przegląd Chirurgiczny* 2006; 79: 413-423.
14. Leong PC. Rehabilitation of the hand. W: Boswick JA editor. *Current concepts in hand surgery*. I wyd. Lea, Fabiger; Philadelphia: 1983. str. 254 – 259.
15. Syrko M, Jablecki J. Nowe możliwości usprawniania ręki metodą ciągłych ruchów biernych (CPM) za pomocą urządzenia Artromot-F. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 2008; 73: 257-258.

16. Petit F, Lantieri L, Randolph MA. Future research in immunology for composite tissue allotransplantation. *Ann Chir Plast Esthet* 2006; 51 (1): 11-17.
17. Schneeberger S, Zelger B, Ninkovic M. Transplantation of the Hand. *Transplant Rev* 2005; 19: 100- 107.
18. Neugroschl C, Denolin V, Schuind F. Functional MRI activation of somatosensory and motor cortices in a hand-grafted patient with early clinical sensorimotor recovery. *Eur Radiol* 2005; 15 (9): 1806-1814.
19. Schneeberger S, Ninkovic M, Piza-Katzer H. Status 5 years after bilateral hand transplantation. *Am J Transplant* 2006; 6: 834-839.
20. Schuind F, Van Holder C, Mouraux D. The first Belgium hand transplantation-37 month term results. *J Hand Surg (Br)* 2006; 31B: 371- 376.
21. G. Herzberg G, Parmentier H, Erhard L. Assessment of functional outcome in hand transplantation patients. *Hand Clinics* 2003; 19: 505 -509.

Liczba słów/Word count: 5020

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 21

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr hab. n. med. Jerzy Jablecki,

Poddział Replantacji Kończyn, Sz-I św Jadwigi Śląskiej

55-100 Trzebnica, Prusicka 53, e-mail: jerzy.jablecki@interia.pl

Otrzymano / Received

11.06.2009 r.

Zaakceptowano / Accepted

15.11.2009 r.

