

» Transpositionsoperation bei Lähmung der Streckmuskulatur der Hand – mittelfristige Ergebnisse

J. Carls, O. Rühmann, C. J. Wirth

Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. C. J. Wirth)

Zusammenfassung. Fragestellung: Beschrieben werden die Ergebnisse der operativen Wiederherstellung der Dorsalextension des Handgelenkes und der Daumenabduktion bei Paresen des Nervus radialis zur Verbesserung der Gebrauchsfähigkeit der Hand. Ebenso wird die frühfunktionelle Nachbehandlung erläutert. Indikationen und Kontraindikationen werden ausführlich dargestellt. **Methodik:** Von Oktober 1997 bis Mai 2000 wurden 10 Patienten nach folgender Methode operiert: Die Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris wird am Os pisiforme abgesetzt und subkutan getunnelt auf die Sehnen des Musculus extensor digitorum communis transponiert sowie die Sehne des Musculus palmaris longus auf die des Musculus extensor pollicis longus. Nach dem Abswellen werden alle Patienten mit einer dynamischen Schiene versorgt, um Sehnenverklebungen zu vermeiden. **Ergebnisse:** Nach der von Haas vorgeschlagenen Einteilung erreichten 9 Patienten ein sehr gutes Ergebnis (Median: 30° Dorsalextension) und 1 Patient ein gutes Ergebnis (0° Dorsalextension). **Schlussfolgerung:** Durch die beschriebene Methode konnten Verklebungen vermieden und die Rehabilitationszeiten verkürzt werden. Es wird eine hohe subjektive Akzeptanz bei den Patienten erreicht.

Schlüsselwörter: Nervus radialis – Plexus brachialis – Lähmung – Sehnentransposition – Operation – Fallhand

Tendon Transfer Operation in Extensor Muscle Paralysis of the Hand – Medium-Term Outcome. Aim: The surgical reconstruction of the dorsiflexion of the wrist and the abduction of the thumb in paralysed radial nerve for the improvement of the useability of the hand is described. Likewise, the early functional subsequent treatment is described. Indications and contraindications are represented in detail. **Method:** Between October 1997 and May 2000 we treated 10 patients by the following method: The musculus flexor carpi ulnaris tendon is cut near the pisiform bone, transferred subcutaneously and fixed on the tendons of the extensor communis digitorum communis muscle. The tendon of the palmaris longus muscle is fixed on the tendon of the extensor pollicis longus muscle. After the swelling in the hand has subsided, the patients are supplied with a dynamic splint in order to avoid adhesions. **Results:** According to the score suggested by Haas, 9 patients achieved a very good result (median: 30° dorsiflexion), one patient had a good result (0° dorsiflexion). **Conclusion:** Adhesions could be

avoided and the time of rehabilitation could be shortened by the operation method described. The operations result in an improvement of hand function and as well as patient satisfaction.

Key words: Radial nerve – brachial plexus palsy – paralysis – drop hand – tendon transfer – surgery

Einleitung

Motorische Ersatzoperationen sind Verfahren, um funktionslose Muskelgruppen durch gesunde Muskel-Sehnen-Einheiten zu ersetzen. In der Regel stellen Ersatzoperationen sekundäre Eingriffe dar, die nach endgültiger Beurteilung der funktionellen motorischen Ausfälle durchgeführt werden.

Das Prinzip aller motorischen Ersatzoperationen der Handstreckmuskulatur und Daumenabduktoren ist es, die vom Nervus medianus versorgten Muskeln als Ersatz der ehemals vom Nervus radialis versorgten Muskeln zu nutzen. Es sind mindestens 15 verschiedene Verfahren beschrieben [3, 8, 9, 11, 12, 17, 20, 29].

Bereits 1886 empfahl Franke [7] die Verlagerung der Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris auf die des Musculus extensor digitorum communis sowie eine gleichzeitige Verkürzung des Musculus extensor carpi radialis. Eine Daumenstreckung sei durch Verlagerung der Sehne des Musculus flexor carpi radialis auf die des Musculus abductor pollicis und des Musculus extensor pollicis brevis zu erreichen. In der Folgezeit sind vielfältige Ersatzplastiken erprobt worden [16, 17]. Bauer propagierte 1946 [1] eine vereinfachte so genannte „Einsehnenplastik“. Hierbei wird die Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris auf die Sehnen des Musculus extensor communis verpflanzt. Die Verwendung dieser Sehne stellt den in der Mehrzahl verwendeten Transfer dar [14, 15, 19, 22, 25, 30].

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Frage des Ersatzes posttraumatisch verlorener Hand- und Fingerfunktion zu einer wichtigen Aufgabe der orthopädischen Wiederherstellungschirurgie [4, 29]. Diese Chirurgieform erfuhr in dieser Zeit in Frankreich [10, 15, 28], in England [21] sowie in Amerika [13, 22] einen erheblichen Aufschwung.

Zusätzlich wurde die Indikation in früherer Zeit häufig bei der Poliomyelitis gestellt, in der heutigen Zeit insbesondere nach

Verletzungen des Plexus brachialis infolge von Motorradunfällen. Leider ist die Möglichkeit der Transpositionsoperation in den vergangenen Jahrzehnten zunehmend in Vergessenheit geraten. Verantwortlich hierfür sind u. a. die unbestreitbaren Erfolge der mikrochirurgischen Nervenrepositionen, -transplantationen und -nähte.

Scuderi [25] kombinierte eine Transposition der Sehne des Musculus flexor carpi ulnaris auf die Extensor-communis-Sehnen mit einer Transposition des M. palmaris longus auf die Sehne des M. extensor pollicis longus.

Im Folgenden wird diese – von uns modifizierte Technik – demonstriert. Die Ergebnisse der vielfältigen Transpositionsoperationen waren oft durch wochenlange Ruhigstellung in einer Gipsschiene geschmälert. Im Rahmen der Ruhigstellung entstanden Verklebungen, die entweder langwierig zu lösen waren oder gar eine Revisionsoperation erforderten [4,6,14,18].

Wir entwickelten eine dynamische Schienenversorgung und wandten spezielle Sehnennahttechniken [6] an, um derartige Probleme zu umgehen und stellen die Behandlungsergebnisse vor.

Methode

Zwischen Oktober 1997 und Mai 2000 behandelten wir 10 Patienten im Rahmen einer prospektiven Longitudinalstudie. Bei 9 männlichen Patienten und einer Patientin mit posttraumatischer Läsion des Plexus brachialis und nachfolgendem Ausfall der Handstreckmuskulatur wurde eine Transpositionsoperation im Unterarm-/Handbereich durchgeführt (Tab.1). Der postoperative Beobachtungszeitraum betrug 6 Wochen bis 24 Monate (Median 8 Monate).

Das Alter der Patienten betrug zum Zeitpunkt des Traumas 0–38 Jahre (Median 31 Jahre), bei der Sehnenverlagerung 16–45 Jahre (Median 32 Jahre). Bei 5 Patienten war zuvor eine neurochirurgische Operation durchgeführt worden. Das Intervall zwischen Trauma und Transpositionsoperation maß 3–16 Jahre (Median 4 Jahre), das zwischen neurochirurgischer Intervention und Transposition 2–16 Jahre (Median 2 Jahre).

Überwiegende Ursachen für die Nervenläsionen waren motorisierte Zweiradunfälle (70%), worauf Verletzungen durch Waffen (20%) und eine geburts-traumatische Ursache folgten (10%).

Nur 1 Patient ging einer Arbeit nach, die übrigen waren arbeitslos (7 Patienten) oder Schüler (2 Patienten).

Bei 9 männlichen Patienten und einer Patientin mit posttraumatischer Läsion des Plexus brachialis und nachfolgendem Ausfall der Handstreckmuskulatur wurde eine Transpositionsoperation im Unterarm-/Handbereich durchgeführt (Tab. 1). Bei den versorgten Patienten bestand bezüglich der Handgelenk-/Fingerstreckung präoperativ ein Kraftgrad von 0–2 (Median 0) nach Seddon [26]. 7 der 10 Patienten waren präoperativ bezüglich der Daumenfunktion zufrieden, so dass entsprechend des Patientenwunsches in diesem Bereich keine Versorgung stattfand.

Vor einer Transpositionsoperation wurden folgende Vorbereitungen getroffen:

- Beachtung des Gesamtkonzeptes für Muskelersatzoperationen bei multiplen Paresen der oberen Extremität. D.h., Muskelersatzoperationen der Schulter und des Ellbogens erfolgen in der Regel vor Operationen der Hand [23,24].
- Klinische Prüfung der aktiven und passiven Beweglichkeit von Hand, Fingergelenken sowie der gesamten Schulter- und Armmuskulatur.

Tab. 1 Eigene Ergebnisse (Operationen: Oktober 1997 bis Mai 2000). (FCU → ED: Transposition der Sehne des M. flexor carpi ulnaris auf die Extensor-communis-Sehnen. PL → EPL: Transposition der Sehne des M. palmaris longus auf die Sehne des Musculus extensor pollicis longus)

Name	m/w	Alter (Jahre)	Beruf	Ursache d. Plexusläsion	Intervall Trauma → OP	OP-Methode	Resultat aktive Handgelenkbeweglichkeit
H.-G. B.	m	31	arbeitslos	Motorradunfall	3 Jahre	FCU → ED	12 Monate (0°-Ext.)
T. W.	m	16	Schüler	Mopedunfall	7 Jahre	FCU → ED	24 Monate (70°-Ext.)
W. H.	m	31	arbeitslos	Motorradunfall	7 Jahre	FCU → ED	7 Monate (30°-Ext.)
G. S.	m	33	arbeitslos	Motorradunfall	4 Jahre	FCU → ED	6 Monate (10°-Ext.)
H.-J. S.	m	45	arbeitslos	Motorradunfall	4 Jahre	FCU → ED PL → EPL	9 Monate (20°-Ext.)
G. D.	m	38	Möbeltischler selbständig	Schrotschussverletzung	3 Jahre	FCU → ED	5 Monate (35°-Ext.)
M. O.	w	16	Sonderschülerin	geburts-traumatisch	16 Jahre	FCU → ED PL → EPL	12 Monate (30°-Ext.)
R. B.	m	42	arbeitslos	Motorradunfall	4 Jahre	FCU → ED	18 Monate (25°-Ext.)
H. H.	m	31	arbeitslos	Motorradunfall	4 Jahre	FCU → ED	3 Monate (45°-Ext.)
H. M.	m	31	arbeitslos	Granatsplitterverletzung	10 Jahre	FCU → ED PL → EPL	6 Wochen (45°-Ext.)

- Bei unzureichender passiver Beweglichkeit im Handbereich: Verzögern der Operation, bis eine ausreichende passive Beweglichkeit hergestellt ist.
- Röntgenaufnahmen der Hand in zwei Ebenen, um knöcherne Bewegungseinschränkungen auszuschließen.
- Klinische Überprüfung der Kraft, der durch Nervus medianus und Nervus ulnaris innervierten Muskulatur.
- Überprüfen des Vorhandenseins des Musculus palmaris longus, der eine Variabilität aufweist. Bei Nichtvorhandensein des Muskels muss das Operationskonzept unter Nutzung der Sehnen des Musculus flexor digitorum superficialis III oder IV geändert werden [17]. In unserem Krankengut musste das Operationskonzept niemals geändert werden.
- Alle Anästhesien erfolgen in Intubationsnarkose (wenn ein Zustand nach mikrochirurgischer Rekonstruktion bestimmter Nerven besteht, kann nur in ausgewählten Fällen eine Plexusanästhesie durchgeführt werden).

Für eine Transpositionsoperation stellten wir folgende Indikationen:

- Isolierte irreparable Lähmung des Ramus profundus nervi radialis.
- Ausfälle der durch den Nervus radialis versorgten Muskulatur im Rahmen einer Plexus-brachialis-Läsion nach konservativer oder operativer Therapie bzw. Alternativeingriff zu langstreckigem Nerventransplantat bei fraglicher Prognose.

Kontraindikationen waren:

- unvollständige Rehabilitation nach konservativer Behandlung oder neurochirurgischem Eingriff,
- eingesteifte Hand- oder Fingergelenke,
- arthrotische Veränderungen des Karpus oder des radiokarpalen Gelenkes,
- unzureichender Kraftgrad (< 4 nach Seddon [26]) der durch den Nervus medianus versorgten Muskulatur, d.h. diese Muskulatur darf nicht unzureichend reinnerviert oder fibrosiert sein,
- unzureichende Beweglichkeit des Ellenbogens beziehungsweise des Schultergelenkes im Rahmen des Gesamtkonzeptes für Muskelerersatzoperationen der oberen Extremität [23,24],
- mangelhafte Compliance oder psychische Eignung des Patienten [14,29].

Die präoperative Patientenaufklärung muss besonders sorgfältig durchgeführt werden. Übersteigerte Erwartungen der Patienten könnten sonst die Folge sein. Wir klären über folgende spezielle Risiken auf:

Für die Dauer von 6 Wochen müssen eine dynamische Thermoplast-Schiene und eine Nachtschiene in Dorsalextension des Handgelenkes getragen werden.

Die Sehnenverlagerung stellt den normalen Bewegungsausschlag nicht wieder her. Es ist nur mit viel Übung möglich, sowohl das Handgelenk als auch die Finger gleichzeitig zu strecken oder sie zu beugen. Sie können nur bei geradem oder dorsal gestrecktem Handgelenk zur Faust geschlossen werden.

Die Handgelenkflexion wird durch die Transposition des Musculus flexor carpi ulnaris schwächer.

Eine krankengymnastische Nachbehandlung ist für mindestens weitere 6 Monate erforderlich.

Operationsprinzip

Die vom Nervus medianus versorgten Musculus flexor carpi ulnaris und Musculus palmaris longus dienen bei der von uns angewandten Methode als Ersatz der Fingerstreckmuskulatur und ermöglichen nach Transposition die Dorsalextension im Handgelenk, der Fingergelenke sowie eine Abduktion des Daumens [5].



Abb. 1 Präoperative Abbildung der Hand des Pat. G. D., 40 Jahre. Im Rahmen eines Suizidversuches wurde der linke Plexus brachialis verletzt. Es resultierte eine komplexe kombinierte Ulnaris- und Medianusläsion. Der Patient ist unfähig, die Hand zur Faust zu schließen oder die Finger zu strecken.



Abb. 2 In einem ersten Operationsschritt wurde die durch die Ulnarisläsion bedingte Hyperextension in den Fingergrundgelenken beseitigt („Lasso-Operation“ nach Zancolli) [19]. Der Fingerkuppen-Hohlhandabstand ist bereits verbessert.

Der Ansatz des Musculus flexor carpi ulnaris wird dazu vom Os pisiforme abgelöst und subkutan ulnarseitig zu den Sehnen des Musculus extensor digitorum umgeleitet. Proximal des Retinaculum extensorum werden die Sehnen End-zu-Seit vernäht.

Die Musculus-extensor-pollicis-longus-Sehne wird proximal des Retinaculum extensorum durchtrennt, aus dem 3. Strecksehnenfach gezogen, nach radiopalmar verlagert und mit der ebenfalls von der Palmarfaszie abgelösten Sehne des Musculus palmaris longus per Pulvertaft-Naht verbunden [5]. Dieser Sehnenverlauf hat den Vorteil, sowohl die Abduktion als auch die Extension des Interphalangealgelenkes am Daumen wiederherzustellen [5,14].

Nachbehandlung

Die operierte Hand wird noch in Narkose mit einer palmaren Unterarmgipsschiene, die bis zu den Fingerspitzen reicht und den Daumen einschließt, versehen. Hierbei erfolgt eine Fixierung des Handgelenkes in submaximaler Streckung sowie des Daumens in Abspreizung. Nach wenigen Tagen wird die Gipsschiene durch eine anmodellerte Thermoplast-Schiene ersetzt.

Gegen die Schwellneigung werden Unterarm und Hand oberhalb des Schulterniveaus gelagert. Als adjuvante Therapie haben sich Voltaren-Resinat®-Kapseln sowie manuelle Lymphdrainage beginnend ab dem ersten Verbandwechsel bewährt.

Um Adhäsionen der Sehnen zu vermeiden, wird eine Narbenmassage durchgeführt, die über Wochen von erfahrenen Therapeuten fortgesetzt werden muss.

Wir setzen nach dem deutlichen Abschwollen individuell angefertigte, dynamische Thermoplastschienen ein, die eine Bewegungsamplitude von 25° in den Fingergrundgelenken ermöglichen (Abb. 3 u. 4) [27]. Dieses gleicht einem Bewegungsaus Schlag von etwa 5 mm der Strecksehnen der Langfinger entsprechend 10% des möglichen Maximal-Gesamtaus Schlages [4].

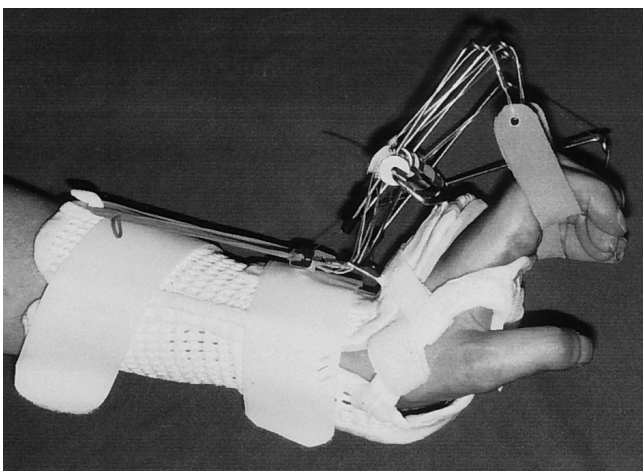


Abb. 3 10 Tage nach Transposition der Sehne des M. flexor carpi ulnaris (FCU) auf die Sehnen des M. extensor digitorum communis (EDC). Der Daumen wurde auf Wunsch des Patienten nicht versorgt. Der Patient hat eine dynamische Thermoplastschiene nach Maß angelegt.

Im Allgemeinen sind Sehnen – wenn keine Störung der Heilung auftritt – nach 3 Wochen so weit verheilt, dass sie

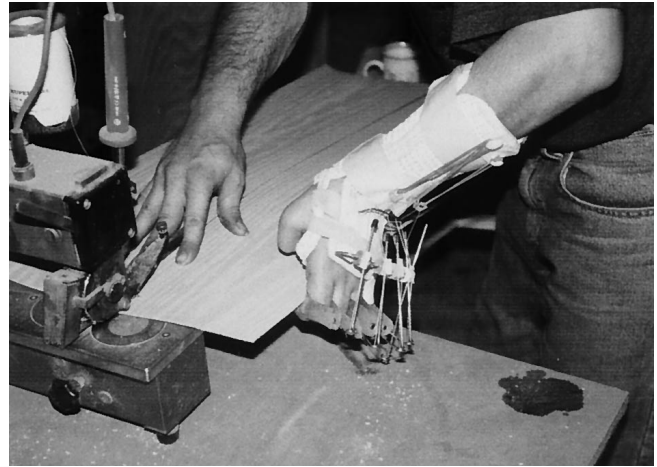


Abb. 4 Ca. 4 Wochen nach Transpositionsoperation des FCU → EDC. Mit dynamischer Schiene ist der Patient in seiner Werkstatt tätig, da der selbständige Möbeltischler nun bereits die Hand zur Aufnahme größerer Werkzeuge öffnen kann.



Abb. 5 7 Wochen nach o. g. Transpositionsoperation ist ein Faustschluss fast vollständig möglich. Im Handgelenk kann nun bis 35° nach gestreckten Fingern dorsalextendiert werden.

Belastungen durch die normale Muskelspannung ausgesetzt werden können [6]. Für gewöhnlich heilt jede Sehnennaht mit Verwachsungen, die durch das von außen einwachsende Bindegewebe verursacht werden. Unter langsamer Mobilisation lösen sich diese und werden resorbiert [18].

Mögliche Komplikationen sind die intraoperative Verletzung eines funktionstüchtigen Nervus ulnaris oder Ramus superficialis nervi radialis oder eine insuffiziente Sehnennaht. Postoperativ kann es zu einer Dehnung der Sehnennarbe oder Sehnenruptur mit Verlust der Bewegungsamplitude kommen.

Postoperative Narbenadhäsionen der Sehnen können die Amplitude ebenfalls limitieren.

Ergebnisse

Durch die Verlagerungsoperation ließ sich bei gestreckten Fingern eine aktive Handgelenkstreckung von 0–70° (Median 30°) erreichen (Tab. 1). Der Kraftgrad der Streckung betrug bei den Nachuntersuchungen 3–4 (Median 4) nach Seddon [26].

Die Abduktionsfähigkeit des Daumens konnte in unseren 3 Fällen von 20°-Adduktion auf 10° aktive Abduktion (M. O.), von 0°-Abduktion auf 60°-Abduktion (H. S.) bzw. von 10°-Adduktion auf 20°-Abduktion (H. M.) verbessert werden. Bei der Patientin M. O. lag auch 6 Monate postoperativ noch eine Kokontraktion des transportierten Musculus palmaris longus und der Thenarmuskulatur vor.

Alle nach dieser Methode operierten Patienten sind mit dem Operationsergebnis subjektiv zufrieden. Probleme bezüglich des Faustschlusses traten nicht auf.

Tab. 1 enthält die wichtigsten Daten zu diesen Fällen. Zusätzlich wurden ähnlich geartete Fälle von Nigst und Buck-Gramcko in den Tab. 2 und 3 zusammengestellt. Nach einer

von Haas vorgeschlagenen Einteilung (Abb. 6) (nach [17]) erreichten 9 Patienten ein sehr gutes Ergebnis (Median 30°-Dorsalextension bei gestreckten Fingern) und eine Patientin ein gutes Ergebnis (0°-Dorsalextension) ohne gleichzeitige volle Extension von Handgelenk und Fingern. Die Greiffunktion wurde von dieser Patientin dennoch als gut eingestuft.

Haas selbst weist darauf hin, dass er die Daumenstreckung nicht berücksichtigt habe, um das Schema nicht zu komplizieren (zitiert nach [17]).

Diskussion

Als Vorteile der beschriebenen Operationsmethode fanden wir:

Tab. 2 Ergebnisse Nigst (1953 bis 1983 [17]). (FCU → ED: Transposition der Sehne des M. flexor carpi ulnaris auf die Extensor-communis-Sehnen. PL → EPL: Transposition der Sehne des M. palmaris longus auf die Sehne des Musculus extensor pollicis longus)

Name	m/w	Alter (Jahre)	Beruf	Ursache d. Plexusläsion	Intervall Trauma → OP	OP-Methode	Resultat Handgelenk-beweglichkeit
O. V.	w	17	Schülerin	geburtstraumatisch	17 Jahre	FCU → ED	Extension möglich
H. F.	m	54	Fabrikarbeiter	iatrogen	1 Jahr	FCU → ED PL → EPL	k. A.

Tab. 3 Ergebnisse Buck-Gramcko [17]. (FCU → ED: Transposition der Sehne des M. flexor carpi ulnaris auf die Extensor-communis-Sehnen. PL → EPL: Transposition der Sehne des M. palmaris longus auf die Sehne des Musculus extensor pollicis longus)

Name	m/w	Alter (Jahre)	Beruf	Ursache d. Plexusläsion	Intervall Trauma → OP	OP-Methode	Resultat Handgelenk-beweglichkeit
H. F.	m	64	Schichtführer	offene Unterarmfraktur	1,4 Jahre	FCU → ED PL → EPL	k. A.
E. B.	m	50	k. A.	Unterarmverletzung	31 Jahre	FCU → ED	Neutralstellung
J. R.	m	29	Landwirt	offene Oberarmfraktur	1,4 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
G. D.	m	40	Arbeiter, arbeitslos	offene Unterarmfraktur	8 Monate	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
F. M.	m	45	Autoschlosser	Quetschverletzung Unterarm	2,1 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
K. M.	m	26	Student	Plexusläsion nach Polytrauma	3,6 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
H. O.	m	36	Lascher	offene Unterarmfraktur	1,5 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
B. K.	w	32	Sportlehrerin	Ellenbogenluxation	13,0 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
U. K.	m	29	Autoschlosser	Schnittverletzung Unterarm	6 Monate	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
R. N.	m	16	Schüler	Quetschverletzung Unterarm	9,0 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
J. S.	m	15	Schüler	Oberarmfraktur	2,3 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
P. B.	m	31	Umschüler	Unterarmfraktur	1,6 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
U. W.	w	45	Hausfrau	intra neurale Injektion	2,0 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
E. K.	w	73	Klavierlehrerin	Lipomentfernung	14,5 Jahre	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich
H. G.	m	23	Landwirtslehrling	Decollement Unterarm	8 Monate	FCU → ED PL → EPL	Extension möglich

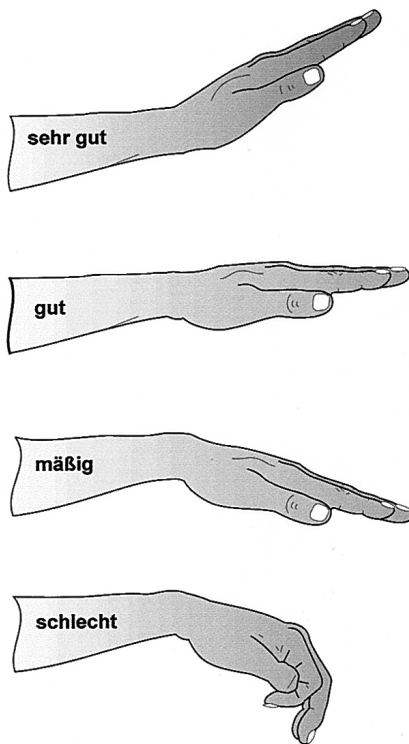


Abb. 6 Bewertung der Resultate nach Radialis-Ersatzoperationen nach Haas (modifiziert nach [17]).

- Der Grobgriff der Hand wird verbessert,
- Fingerstreckung bei gleichzeitiger Handgelenkextension sowie
- Abduktion und Extension des Daumens bei Streckung des Handgelenkes können in den meisten Fällen ermöglicht werden,
- hohe subjektive Akzeptanz bei allen Patienten.

Nachteile:

- Die Sehnenverlagerung für die durch den Nervus radialis versorgte Muskulatur stellt einen weitgehenden, jedoch nicht den normalen Bewegungsausschlag wieder her.
- Es ist nicht immer möglich, sowohl das Handgelenk als auch die Finger gleichzeitig zu strecken oder zu beugen, da der Bewegungsausschlag der Handgelenksehnen mit 3 cm nur wenig mehr als die Hälfte der der Fingerstrecksehnen (5 cm) beträgt [4].
- Die Finger können bei mäßigen Ergebnissen nur bei leicht gebeugtem Handgelenk voll gestreckt werden. Sind die Ergebnisse gut oder sehr gut, ist die Streckung in Neutralposition befindlichem bzw. extendiertem Handgelenk möglich.
- Die Finger können nur bei geradem oder dorsal gestrecktem Handgelenk zur Faust geschlossen werden.

Das Gehirn adaptiert sich bald an die Sehnenverlagerungen an der Hand und am Unterarm, wie beispielsweise bei der Verwendung von Beugern als Strecker – obwohl eine Grenze der Adaptationsfähigkeit besteht. Manche Patienten benötigen dazu wesentlich mehr Training als andere. Die meisten spannen zunächst alle Muskeln an, um eine Bewegung auszuführen, später werden die Bewegungen aber natürlicher. Das Bewusstsein der neuen Funktion des transportierten Muskels wird durch eine visuelle und taktile Kontrolle der

Muskelkontraktion erleichtert. Der Patient muss sich selbst gut kontrollieren, um kompensierende Ausweichmanöver zu vermeiden [14].

Schwierige und ausgedehnte Fälle sind so unterschiedlich, dass für jeden Patienten ein individueller Plan ausgearbeitet werden muss. Erst nachdem man entschieden hat, was benötigt wird, soll man festlegen, welche Muskeln zur Verfügung stehen.

Schlussfolgerung

Der Vergleich unserer Ergebnisse mit der Literatur, in welcher die gleiche Technik angewandt wurde, [2,17] (Tab. 2 und 3) zeigt, dass mit oben beschriebener modifizierter Operationsmethode nach Scuderi [25] in der Klassifikation von Haas (nach [17]) (Abb. 6) ein gutes bis sehr gutes Operationsresultat zu erreichen ist.

Hingegen ist die Nachbehandlung anspruchsvoll, um ein sehr gutes Ergebnis zu erreichen.

Die Operation führt zu einer Verbesserung der Handbeweglichkeit sowie des subjektiven Empfindens.

Literatur

- 1 Bauer KH. Wesentliche Vereinfachung der Perthes-Plastik bei Radialislähmung. *Chirurg* 1946; 17: 1–5
- 2 Buck-Gramcko D. Erfahrungen mit Radialis-Ersatzoperationen. *Handchirurgie* 1973; 5: 105–110
- 3 Buck-Gramcko D. Allgemeine Prinzipien der motorischen Ersatzoperation. In: D. Buck-Gramcko, H. Nigst (Hrsg.): *Motorische Ersatzoperationen der oberen Extremität*. Band 2. Hand und Unterarm. Hippokrates, Stuttgart 1999; 11–17
- 4 Bunnell S. *Surgery of the hand*. J. B. Lippincott Company, Philadelphia 1956;
- 5 Carls J. Motorische Ersatzoperationen bei Lähmung der Streckmuskulatur der Hand. *Orthop Praxis* 2000; 36: 319–327
- 6 Carls J, Wirth CJ. Die Sehnennaht. *Operative Techniken*. *Orthopädie* 2000; 29: 188–195
- 7 Franke F. Sehnenüberpflanzung. *Arch klin Chir* 1886; 52: 87–87
- 8 Franz C. *Lehrbuch der Kriegschirurgie*. Julius Springer, Berlin 1936; 173–174
- 9 Heisel J, Schwarz B. Technik und Ergebnisse der Ersatzoperationen bei irreparabler Radialisparese. *Akt Traumatol* 1985; 15: 127–134
- 10 Iselin M. *Atlas de Technique opératoire*. Chirurgie de la main. Flammarion, Paris 1958;
- 11 Lange M. Die Behandlung der irreparablen peripheren Nervenverletzungen. *Wiederherstellungschir* 1953; 1: 240–244
- 12 Lindemann K. Über die gekreuzte Muskelplastik bei Radialislähmung. *Z Orthop Chir* 1947; 76: 79–83
- 13 Littler JW. Tendon transfers and arthrodeses in combined median and ulnar nerve paralysis. *J Bone Joint Surg* 1949; 31-A: 225
- 14 Merle M, Dautel G, Rehart S. (Hrsg.): *Chirurgie der Hand*. Band 2. Thieme, Stuttgart, New York 1999;
- 15 Merle d'Aubigné R, Lange P. Transplantations tendineuses dans le traitement des paralysies radiales post-traumatiques. *Sem. Hôp*. Paris 1946; 22: 1666–1680
- 16 Mittelmaier H. Orthopädische Ersatzoperationen bei irreparablen Nervenlähmungen. *Z Orthop* 1982; 120: 429–433
- 17 Nigst H. Ersatzoperationen bei Radialislähmungen. In: D. Buck-Gramcko, H. Nigst (Hrsg.): *Motorische Ersatzoperationen der*

- oberen Extremität. Band 2. Hand und Unterarm. Hippokrates, Stuttgart 1991; 18–53
- ¹⁸ Peacock EE, van Winkle W. Wound repair. Saunders, Philadelphia 1976;
- ¹⁹ Pechlaner S, Hussl H, Kerschbaumer F. Operationsatlas Handchirurgie. Thieme, Stuttgart, New York 1998; 166–173
- ²⁰ Perthes O. Über Sehnenoperationen bei irreparabler Radialislähmung. Beitr klin Chir 1918; 113: 289–289
- ²¹ Pulvertaft RG. Repair of tendon injuries in the hand. Ann Roy Coll Surg Engl 1948; 3: 3
- ²² Riordan DC. Radial nerve paralysis. Orthop Clin N Am 1974; 5: 283–287
- ²³ Rühmann O, Gossé F, Wirth CJ, Schmolke S. Reconstructive operations for the paralyzed shoulder in brachial plexus palsy: concept of treatment. Injury 1999; 30: 609–618
- ²⁴ Rühmann O, Wirth CJ, Gossé F. Trizeps-Bizeps-Transposition zur Wiederherstellung der Ellenbogenbeugung bei Muskellähmungen. Operat Orthop Traumatol 1999; 11: 89–96
- ²⁵ Scuderi C. Tendon transplants for irreparable radial nerve paralysis. Surg Gynecol Obstet 1949; 88: 643–651
- ²⁶ Seddon HJ. Peripheral nerve injuries. In: Medical research council special report series No. 282, part 1: Methods of investigating nerve injuries. By the nerve injuries committee of the medical research council. Her majesty's stationary office, London 1954; 1–15
- ²⁷ Sturzenegger M, Bohli E. Schienenbehandlung an der Hand. Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Toronto 1991;
- ²⁸ Tubiana R. Anatomic and physiologic basis for the surgical treatment of paralysis of the hand. J Bone Joint Surg 1969; 51-A: 643–660
- ²⁹ Witt AN. Der funktionelle Ersatz bei der irreparablen Radialislähmung. Chirurg 1948; 19: 167–172
- ³⁰ Zachary RB. Tendon Transplantation for Radial Paralysis. Brit J Surg 1946; 33: 358–364

Dr. Jörg Carls

Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover
Heimchenstr. 1–7
30625 Hannover

Tel. 0511/5354-340
Fax 0511/5354-682
E-mail: carls@annastift.de