Rekonstruktion der Handfunktion bei Querschnittlähmung

Querschnittlähmung

Häufigkeit und Ursachen

In Deutschland erkranken jedes Jahr rund 600 Menschen an einer Querschnittlähmung, bei der neben der Funktion der Beine auch die Arme und Hände betroffen sind [1]. Ursächlich sind in aller Regel Unfälle. Die Häufigkeit derartiger Verletzungen ist annähernd konstant [17]. Dabei sind Verkehrsunfälle mit hoher Geschwindigkeit zu 32% führend, auch Arbeitsunfälle, z. B. durch Sturz von Gerüsten, gehören mit 13% zu den häufigen Ursachen. Bekanntermaßen kommt es auch oft in Folge von Sport- und Badeunfällen, insbesondere bei sehr jungen Menschen durch Sprung in zu flaches Wasser, zu einer Querschnittlähmung.

Lebenssituation und therapeutische Möglichkeiten

Aufgrund der erheblich verbesserten primären medizinischen Versorgung sowie des verbesserten Managements krankheitstypischer Komplikationen hat sich die Lebenserwartung bei Querschnittlähmung der unverletzten Einwohner nahezu angeglichen. Allerdings sind die Patienten ihr Leben lang in hohem Maß von fremder Hilfe abhängig, da durch die Beeinträchtigung von Greif- und Haltefunktionen selbst einfache Tätigkeiten nicht mehr selbstständig durchgeführt werden können. Dies betrifft alltägliche Verrichtungen wie das Zubereiten von Mahlzeiten und das Essen mit Besteck, das

Ankleiden, Telefonieren und Schreiben. Auch die mehrfach täglich notwendige, regelmäßige Entleerung der Blase über einen Einmalkatheter ist nicht eigenständig möglich. Aufgrund dessen wünschen sich 80% der Tetraplegiker eine Verbesserung der Greiffunktion. Nur 35% äußern den Wunsch, wieder gehen zu können [16, 19]. In der Regel sind diese Patienten außerdem mit einem Altersmedian von 23 Jahren sehr jung, sodass sie auch eine berufliche Zukunft trotz der Behinderung anstreben.

In vielen Ländern, so in Europa v. a. in Schweden und Frankreich sowie mittlerweile in Ungarn, ist daher die operative Rekonstruktion der Arm- und Handfunktion fester Bestandteil der Rehabilitation. So wird z. B. in Schweden in der Regel jeder Tetraplegiker in einem entsprechend spezialisierten handchirurgischen Zentrum vorgestellt. Die funktionelle Rekonstruktion der oberen Extremität wird dann in den Verlauf der Rehabilitation entsprechend eingebunden. Von dieser Vorgehensweise sind wir in Deutschland weit entfernt. In der bisherigen Rehabilitation bei Tetraplegie werden die noch möglichen Funktionen wie insbesondere die Funktionshand zwar intensiv trainiert. Die Möglichkeiten operativer Maßnahmen finden jedoch wenig Beachtung. Daher wird der Kontakt des Patienten zum spezialisierten Handchirurgen oft erst so spät hergestellt, dass die operativen Maßnahmen mit der anschließenden Übungsphase die mittlerweile aufgenommene Lebensführung und ggf. berufliche Orientierung erheblich beeinträchtigen. Dies ist

für die betroffenen Patienten der häufig geäußerte Grund, diese operativen Maßnahmen trotz der zu erwartenden funktionellen Verbesserungen abzulehnen.

Grundlagen der Rekonstruktion der Handfunktion

Historie

Bereits aus den 1960er Jahren und früher liegen Arbeiten über die operativen Möglichkeiten zur Wiederherstellung des Greifens und Haltens vor [18]. So stammen Grundlagen der heutigen Vorgehensweise aus dieser Zeit, z. B. die Rekonstruktion der aktiven Handgelenkstreckung durch Transposition der Brachioradialissehne durch Freehafer u. Mast 1967 [5]. Zancolli [21] berichtete 1975 bereits über 97 Fälle mit operativer Rekonstruktion der Handfunktion. Insbesondere Erik Moberg aus Schweden trieb die Entwicklung einer operativen funktionellen Rekonstruktion der oberen Extremität seit den 1970er Jahren entscheidend voran [13, 14]. Es entstand ein reger und gut dokumentierter internationaler Erfahrungsaustausch, der trotz jeweils kleiner einzelner Behandlungszahlen der Zentren eine rasche Weiterentwicklung begünstigte [12]. Mittlerweile haben 7 internationale Konferenzen zu diesem Thema mit zunehmendem Interesse und steigenden Teilnehmerzahlen stattgefunden [7]. Auf dieser Grundlage konnten gemeinsame Standards und Prinzipien entwickelt werden.

Tab. 1 Chirurgie der tetraplegischen Hand – internationale Klassifikation

Sensibilität	Motor	Beschreibung
0 ^a oder Cu ^a	Gruppe	Charakteristika
	0	Kein Muskel distal des Ellenbogens für Transposition
	1	BR
	2	ECRL
	3	ECRB
	4	PT
	5	FCR
	6	Fingerstrecker
	7	Daumenstrecker
	8	Fingerbeuger (partiell)
	9	Es fehlen nur die intrinsischen Muskeln
	x	Ausnahmen

^a 0 Augenkontrolle, Cu kutane Sensibilität

BR M. brachioradialis, ECRL M. extensor carpi radialis longus, ECRB M. extensor carpi radialis brevis, PT M. pronator teres, FCR M. flexor carpi radialis

Nach McDowell et al. [12], zitiert nach Nigst [18]

Klassifikation

Grundlage der operativen Maßnahmen und Voraussetzung zur Indikationsstellung ist die internationale Klassifikation der Patienten, die den funktionellen Zustand der Extremität widerspiegelt (■ **Tab. 1**). Dabei entspricht die Höhe der Rückenmarkschädigung nicht immer dem Funktionsdefizit, da inkomplette Lähmungsmuster bestehen können. Ab Läsionen im Bereich C6 und tiefer lassen sich durch operative Maßnahmen erhebliche funktionelle Verbesserungen erzielen. Zur Bewertung der Muskelkraft der zur Verfügung stehenden, also innervertierten Motormuskeln ist nach Auswertung erster Operationsergebnisse ein heute allgemein gebräuchliches Schema entwickelt worden (■ **Tab. 2**). Dabei eignen sich nur Muskeln mit einem Kraftgrad 4 oder 5 zur Transposition [11].

Operative Maßnahmen

Vor einer operativen Rekonstruktion der Handfunktion ist die Wiederherstellung der aktiven Ellenbogenstreckung, sofern nicht ausreichend kraftvoll vorhanden, notwendig. Nur so kann der Aktionsradius des Arms erweitert werden, um später Gegenstände auch aus der Höhe oder Entfernung in die Hand zu nehmen oder abzulegen.

Außerdem sind die Stütz- und insbesondere Haltefunktionen beim Transfer vom Bett in den Rollstuhl Voraussetzung zur Selbstständigkeit. Die Rollstuhlkontrolle und das druckentlastende Aufstützen werden verbessert. Die hierfür am häufigsten verwendete Technik ist die Ersatzplastik durch die Pars dorsalis des M. deltoideus mit Faszia-lata- oder Dacron-Interponat.

Erst nach der Rehabilitation dieser Funktion wird der Eingriff zur Verbesserung der Handfunktion sinnvoll. Hier hängt das operative Vorgehen entscheidend von der Niveaueinstufung entsprechend der internationalen Klassifikation ab. Die u. U. fehlende sensible Kontrolle kann durch eine entsprechende Blickkontrolle zumindest ausreichend ersetzt werden. Schwierig ist die Beurteilung einer vorbestehenden Spastik, die das postoperative Ergebnis erheblich gefährden kann. Andererseits nutzen viele Tetraplegiker synergistische Spastiken durchaus bewusst zur kraftvollen Verstärkung von Restfunktionen. Bereits hier lässt sich erkennen, welche enorme Wertigkeit der individuellen Therapieplanung zukommt [2].

Außer regelrechten Sehnentranspositionen entsprechend denen bekannter anderer motorischer Ersatzoperationen finden bei Tetraplegikern zusätzliche stabi-

Tab. 2 Wertung der Muskelkraft (British Medical Research Council)

Kraft	Wertung
0	Völlige Lähmung
1	Spur einer Kontraktion
2	Aktive Bewegung bei Ausschaltung der Schwerkraft
3	Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft
4	Aktive Bewegung gegen die Schwerkraft und Widerstand
5	Normale Kraftentfaltung

lisierende Maßnahmen Anwendung, so insbesondere Tenodesen und Arthrodesen. Angestrebte Greifformen sind vorrangig der Schlüsselgriff (■ **Abb. 2, 4**), bei dem der Daumen gegen die Radialseite des Zeigefingers greift, sowie der Grob- oder Zylindergriff in der Hohlhand zum Halten größerer Gegenstände.

Grundlage rekonstruktiver Maßnahmen ist die so genannte Funktionshand, bei der durch aktive Handgelenkstreckung die reaktive Beugung der Finger zur Wahrung einer Greiffunktion ausgenutzt wird. Bei Lähmungsmustern entsprechend IC-Gruppe 1 ist diese Funktionshand nicht vorhanden, jedoch steht als Motor die Sehne des M. brachioradialis zur Verfügung [3]. Durch sie kann eine aktive Streckung des Handgelenks rekonstruiert werden, sodass letztendlich eine Funktionshand mit reaktiver Fingerbeugung resultiert. Bei Läsionen auf niedrigerem Querschnittsniveau sollte durch die Rehabilitation bereits eine gut ausgebildete Funktionshand als Basis weiterer Rekonstruktionen vorliegen. Auf dieser Grundlage kann dann durch entsprechende Transpositionen und Tenodesen eine aktive Beugung des Daumens hergestellt werden, sodass der Schlüsselgriff mit dosiertem Druck und unabhängig von der Handgelenkposition durchgeführt werden kann.

Eigene Ergebnisse

Querschnittlähmung

Verbesserung der Ellenbogenfunktion. Im Jahr 2000 wurde im Behandlungszentrum für Rückenmarkverletzte in Kooperation mit der Abteilung für Hand-, Replantations- und Mikrochirurgie zu-

Trauma Berufskrankh 2006 · 8[Suppl 3]:
S333–S338
DOI 10.1007/s10039-006-1185-0
© Springer Medizin Verlag 2006

R. Böttcher · A. Niedeggen · S. Becker ·
A. Eisenschenk

Rekonstruktion der Handfunktion bei Querschnittlähmung

Zusammenfassung

Bei mehr als 1/3 der Querschnittgelähmten sind neben der unteren Extremität auch die Funktionen der Hände und Arme erheblich eingeschränkt. Das Ausmaß der Einschränkung ist von der Höhe der Rückenmarkschädigung abhängig. Durch den Funktionsverlust der oberen Extremität sind die betroffenen Patienten in hohem Maß von fremder Hilfe abhängig. Daher steht bei ihnen der Wunsch nach einer Verbesserung der Greif- und Haltefunktionen sehr im Vordergrund. Dem kann in vielen Fällen durch operative Verfahren mit motorischen Ersatzoperationen in Kombination mit Tenodesen und Gelenkversteifungen entsprochen werden. Das nach entsprechender Rehabilitation erreichte Funktionsbild gewährleistet eine deutlich verbesserte Selbstständigkeit mit dem Erwerb eigenständiger Tätigkeiten wie Schreiben, Essen mit Besteck und Körperpflege.

Schlüsselwörter

Querschnittlähmung · Tetraplegie · Motorische Ersatzoperation · Sehnnentransposition · Handfunktion

Reconstruction of hand function in tetraplegic patients

Abstract

In more than a third of tetraplegic patients, besides the lower extremity, the function of hands and arms is also involved. This depends on the level of spinal cord injury. According to the loss of function the patients need a lot of help in daily life, and thus the wish is strong to achieve better function in grasping and holding. Combined operative treatments with tendon transfers, tenodesis, and arthrodesis make this possible in a lot of cases. After rehabilitation better function can be reached with the possibility for self-sufficiency for example in writing, eating, and washing.

Keywords

Spinal cord injury · Tetraplegia · Combined operative treatments · Tendon transfer · Hand function

Abb. 1 ◀ 35-jähriger Mann, IC-Gruppe 2, 3 Monate nach Rekonstruktion der Ellenbogenstreckung, Kraftgrad 4 (Standbild aus einem Video)

Abb. 2 ▲ 35-jähriger Mann, IC-Gruppe 2, Schlüsselgriff 2 Monate nach operativer Rekonstruktion

nächst mit der Rekonstruktion der Ellenbogenstreckung begonnen. Dieser Eingriff wurde bisher an 9 Armen bei 7 Patienten vorgenommen, 2 Patienten sind somit beidseits operiert. In allen Fällen erfolgte der Ersatz des Ellenbogenstreckers (M. triceps) durch den hinteren Anteil des M. deltoideus mit Verlängerung durch ein Faszia-lata-Interponat. Die Nachbehandlung beinhaltete zunächst Ruhigstellung in einer konfektionierten Oberarmorthese in Ellenbogenstreckung. Nach 6 Wochen wurde in gestaffelten Schritten von 10–15° wöchentlich die Ellenbogenstreckung geübt.

Nach wenigen Monaten konnte bei allen Patienten eine deutliche Verbesserung der Selbstständigkeit erreicht werden (■ **Abb. 1**). Sie nutzen den operierten Arm, um sich beim Transfer zwischen Bett und Rollstuhl aufzustützen oder einen über dem Bett angebrachten Griff zu erreichen und sich hochzuziehen. Sitzkorrekturen im Rollstuhl sind nun selbstständig durch Aufstützen der Arme möglich. Außerdem können sie etwas entfernt liegende Gegenstände durch Ausstrecken

des Arms erreichen. Bei einem Patienten der IC-Gruppe 1 gelang die Rekonstruktion beidseits nur so weit, dass der Arm in der Horizontalen gestreckt werden kann. Dies ist durch das hohe Lähmungsmuster bei IC-Gruppe 1 mit Beeinträchtigung auch der Schultermuskulatur zu erklären und deckt sich mit den Erfahrungen anderer Arbeitsgruppen.

Verbesserung der Handfunktion. Die Aufnahme dieser operativen Korrekturmaßnahmen war wesentlich aufwändiger. Auslöser war ein 20-jähriger Tetraplegiker der IC-Gruppe 3, der mit dem Wunsch an uns herantrat, eine operative Rekonstruktion der Handfunktion vornehmen zu lassen, um anschließend die mehrfach täglich notwendige Einmalkatheterisierung selbstständig zu erlernen.

Die rekonstruktiven Maßnahmen beinhalten verschiedene operative Verfahren, die in Kombination und abhängig vom Lähmungsmuster zur Anwendung kommen. Im genannten Fall wurden das Daumensattelgelenk versteift und eine Stabilisierung des Daumenendgelenks durch einen New-Zealand-Split durchgeführt. Hierbei wird die Sehne des langen Daumenbeugers (FPL) ansatznah längs halbiert und so um das Daumenendgelenk herumgeführt und an der Streckseite vernäht, dass eine Stabilisierung des Endgelenks in geringer Beugung resultiert [10, 15]. Außerdem erfolgte die Verlagerung des M. brachioradialis als Motor auf die lange Daumenbeugesehne. Die Verbesserung der Öffnungsfunktion der Hand konnte durch eine aktive Tenodese mit Kopplung des langen Daumenstreckers

Abb. 3 ◀ 15-jähriges Mädchen, IC-Gruppe 1, inkompletter Querschnitt durch A.-spinalis-anterior-Syndrom mit erheblichen Kontrakturen, **a** präoperativ, **b** selbstständige Schreibübungen 6 Monate nach operativer Rekonstruktion (Standbild aus einem Video)

Abb. 4 ◀ 21-jähriger Mann, IC-Gruppe 3, kombinierte Greifförm nach rechtsseitiger Rekonstruktion eines stabilen Schlüsselgriffs, 6 Monate postoperativ (Standbild aus einem Video)

(EPL) an den radialen Handgelenkstrecker gewährleistet werden.

■ **Abb. 4** zeigt das funktionelle Ergebnis. Der Patient ist mittlerweile in allen Tätigkeiten selbstständig und befindet sich in der Berufsausbildung. Alltägliche Verrichtungen, v. a. aber die regelmäßige Blasenentleerung über einen Einmalkatheter, können selbstständig durchgeführt werden. Derzeit hält sich der Patient zu einer Urlaubsreise in Südostasien auf.

Auf der Basis dieses sehr ermutigenden Ergebnisses wurden insgesamt 6 weitere

Eingriffe bei 5 Patienten durchgeführt. In allen Fällen wurde eine Arthrodese des Daumensattelgelenks zur Stabilisierung des Daumens durchgeführt. Bis auf einen Patienten der IC-Gruppe 3 erhielten alle den oben beschriebenen New-Zealand-Split. Hierdurch konnte stets die funktionell ungünstige maximale Flexion des Daumenendgelenks nach motorischer Ersatzplastik vermieden werden. Der mittlerweile mögliche klinische Vergleich der so operierten Patienten mit auswärtigen Ergebnissen ohne New-Zealand-Split er-

mutigt uns, dieses Verfahren auch weiterhin zu favorisieren. Für die motorische Ersatzplastik wurde in der Regel zumindest der M. brachioradialis verwendet, entweder bei den Patienten der IC-Gruppe 1 zur Rekonstruktion der Handgelenkstreckung oder zur Wiederherstellung einer aktiven Daumenbeugung. Auch in diesen Fällen konnte eine deutliche Zunahme der Selbstständigkeit erreicht werden. Wir sahen bisher eine Komplikation, als eine zur Versteifung des Daumensattelgelenks verwendete Platte brach und eine Revisionsoperation mit Einbringen eines Beckenkammspans und erneuter Osteosynthese erfolgen musste.

Eine wesentliche Schwierigkeit war und ist die sichere präoperative Beurteilung des funktionellen Defizits und der zur Verfügung stehenden Motoren. Dies setzte wiederholte klinische Untersuchungen, aufgrund der häufig schwankenden Verfassung der Patienten am besten auch zu verschiedenen Tageszeiten, voraus. Auf dieser Basis wurden die sehr verschiedenen, zur Verfügung stehenden operativen Maßnahmen individuell für den einzelnen Patienten sinnvoll kombiniert.

Die wiederholten Untersuchungen und Beratungen, die Sicherung der Nachbehandlung und die Umstellung der häuslichen Situation aufgrund der monatelangen Rehabilitationsphase stellten sich allerdings als wesentlich aufwändiger als erwartet heraus. Insbesondere die Notwendigkeit, über einen Zeitraum von rund 3 Monaten einen Elektrorollstuhl benutzen zu müssen und vermehrt auf fremde Hilfe angewiesen zu sein, bereitete den Patienten Probleme. Dennoch waren nach Abschluss der Rehabilitationsphase alle bisher operierten Patienten mit ihrer Entscheidung für eine Rekonstruktion der Handfunktion zufrieden. In allen Fällen, in denen die Blasenentleerung über regelmäßige Einmalkatheterisierung erfolgt, führen die Patienten diese Maßnahme nun selbstständig durch. Weitere hinzugewonnene Fähigkeiten sind das Schreiben mit regulärer Stifthaltung und ohne Hilfsmittel sowie das Essen mit Besteck. Ganz wesentlich ist auch die selbstständig mögliche Bedienung eines handelsüblichen Handys. Heruntergefallene Ge-

genstände können aufgehoben und festgehalten werden (■ Abb. 2, 3, 4).

Andere neurologische Krankheitsbilder

Ermutigt von unseren Erfahrungen bei Querschnittlähmungen begannen wir auch mit einer operativen Verbesserung der Halte- und Greiffunktionen bei Patienten mit spastischen Hemiparesen, z. B. nach Apoplex, mit Zerebralparesen sowie in einem Fall mit Guillain-Barré-Syndrom. Die Palette der zur Verwendung kommenden operativen Verfahren musste für diese Fälle v. a. um die so genannte Lasso-Operation nach Zancolli erweitert werden. Hierbei werden durch Spastik oder Kontraktur in Überstreckung befindliche Grundgelenke korrigiert, indem die oberflächliche Beugesehne desinseriert, um das A1-Ringband herumgelegt und unter Zug in Form eines Lassos proximal des Ringbands mit sich selber vernäht wird [20]. Außerdem kamen in vermehrtem Ausmaß auch Arthrolysen zum Einsatz, ferner Tenodesen, Arthrodesen des Daumengrundgelenks und Sehnen-desinsertionen.

Auch in diesen Fällen traten keine Komplikationen auf. Alle Patienten demonstrierten einen Funktionszuwachs der betroffenen Hand. Dies betraf v. a. das selbstständige Telefonieren mit einem Handy, das Schreiben mit der Hand, das An- und Auskleiden sowie das Essen mit Besteck.

Diskussion

Unsere bisherigen ermutigenden Erfahrungen bei der operativen Funktionsverbesserung der oberen Extremität decken sich mit den Erfahrungen und Berichten, die aus anderen internationalen Behandlungszentren aus den letzten 30 Jahren vorliegen. Dort finden sich Langzeitergebnisse, wie sie aus unseren eigenen Erfahrungen noch nicht vorliegen können. So berichteten Ejeskär u. Dahllöf [4] 1988 über die Nachuntersuchung von 43 Patienten, die von E. Moberg 1970–1984 operiert worden waren. Hiervon verzeichneten 35 einen erheblichen Zuwachs an selbstständig durchzuführenden Aktivitäten des täglichen Lebens. Unter ande-

rem ergab sich aus den Ergebnissen die Empfehlung, stets die funktionell bessere Hand als erste operativ zu versorgen. Mit dieser Empfehlung konnten wir uns bei den Gesprächen mit unseren Patienten jedoch nie durchsetzen, da die Furcht vor Funktionsverlusten an der führenden Hand stets erheblich war. Bisher haben wir keine nachteiligen Erkenntnisse bei unserem Vorgehen, entgegen dieser Empfehlung ggf. die funktionell schlechtere Seite zu operieren, gefunden. Allerdings muss dann beim postoperativem Trainingsaufbau vermehrt darauf geachtet werden, Trickbewegungen und das Ausweichen auf die nicht operierte Hand zu vermeiden.

Aufwändig und häufig schwierig ist nach unseren Erfahrungen insbesondere die präoperative Phase, in der gemeinsam mit dem Patienten das genaue Funktionsdefizit erhoben wird und die Planung des operativen Vorgehens erfolgt. Die Patienten sind häufig ausgesprochen kritisch aufgrund der Sorge, weitere Funktionseinbußen zu riskieren. Erschwerend kommt hinzu, dass der operativen Rekonstruktion der Funktion der oberen Extremität in Deutschland bisher ein eher geringer Stellenwert zukam und die Patienten, die sich in der Regel aus den Rehabilitationseinrichtungen gegenseitig kennen, nur äußerst selten andere Tetraplegiker nach Rekonstruktion kennen lernen. Daher entfällt häufig dieser positive Bahnungseffekt [11]. Sinnvoll sind diese Art motorischer Ersatzoperationen jedoch nur, wenn auch von Seiten des Patienten eine hohe, durch Wissen und Aufklärung gestützte Motivation besteht. Nur so besteht die Bereitschaft, die lang dauernde Nachbehandlung mit mindestens 10 Wochen Belastungsvermeidung und Umlernen hilfreicher Trickbewegungen aktiv mitzugestalten.

Voraussetzung ist außerdem die enge, bestenfalls auch räumlich angebundene Zusammenarbeit zwischen einem Behandlungszentrum für Querschnittverletzungen und einem Handchirurgen. Die speziellen rekonstruktiven Erwägungen sowie die operativen Maßnahmen insbesondere im Bereich der Hand sind nur von einem Handchirurgen mit entsprechender Erfahrung durchführbar, während die vielfältigen Probleme bei Tetra-

plegie die Betreuung durch ein entsprechendes Zentrum erfordern. Sinnvoll ist außerdem die Einbindung der Ergo- und Physiotherapeuten in ein entsprechendes Team, um auch die mehrmonatige Nachbehandlung entsprechend den individuellen Erfordernissen zu sichern. Wir haben gute Erfahrungen damit gemacht, die ambulant weiterbehandelnden Ergotherapeuten oder Krankengymnasten im Rahmen der operativen Maßnahmen einzuladen. Videoanalysen der Bewegungsabläufe vor und nach funktioneller Rekonstruktion sind sowohl zur Erfolgskontrolle als auch aus didaktischer Sicht gegenüber den Patienten äußerst hilfreich [8].

Wesentlich für die Weiterentwicklung ist der Erfahrungsaustausch mit anderen Behandlungszentren, der international für dieses Thema bereits gut etabliert ist [6, 9]. Wir hoffen, hier durch regelmäßige Kontakte mit anderen europäischen Zentren eine entsprechende Basis für die Entwicklung in Deutschland zu schaffen. Vorgesehen ist eine wissenschaftliche Aufarbeitung im Rahmen eines Forschungsprojekts, das unsere Arbeit in Kürze begleiten soll. Ein Schwerpunkt dieses angestrebten Projekts ist die Frage, inwieweit durch die Funktionsrekonstruktion Dauerkosten bei der Pflege und Versorgung von Tetraplegikern wirkungsvoll bei verbesserter Lebensqualität reduziert werden. Wir hoffen, in Zukunft durch mehr Aufklärung und verbesserte Akzeptanz diese operative funktionelle Rekonstruktion der oberen Extremität vermehrt durchführen zu dürfen und hiermit die selbstständige Lebensführung von Tetraplegikern in Deutschland zu verbessern.

Korrespondierender Autor

Dr. R. Böttcher

Abteilung für Hand-, Replantations- und Mikrochirurgie, Unfallkrankenhaus, Warener Straße 7, 12683 Berlin
richarda.boettcher@ukb.de

Interessenkonflikt. Es besteht kein Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor versichert, dass keine Verbindungen mit einer Firma, deren Produkt in dem Artikel genannt ist, oder einer Firma, die ein Konkurrenzprodukt vertreibt, bestehen. Die Präsentation des Themas ist unabhängig und die Darstellung der Inhalte produktneutral.

Literatur

1. Bühren V, Potulski M, Jaksche H (1999) Chirurgische Versorgung bei Tetraplegie. *Unfallchirurg* 102: 2–12
2. Ejeskär A (1988) Upper limb surgical rehabilitation in high-level tetraplegia. *Hand Clin* 4: 585–599
3. Ejeskär A (2005) Reconstruction of grip function in tetraplegia. In: Fridén J (ed) *Tendon transfers in reconstructive hand surgery*. Taylor & Francis, London, pp 103–119
4. Ejeskär A, Dahllöf A (1988) Results of reconstructive surgery in the upper limb of tetraplegic patients. *Paraplegia* 26: 204–208
5. Freehafer A, Mast W (1967) Transfer of the brachioradialis to improve wrist extension in high spinal-cord injury. *J Bone Joint Surg Am* 49A: 648–652
6. Fridén J (2005) Neue Konzepte zur Rekonstruktion der Arm- und Handfunktion bei Tetraplegie – Grundlagenforschung und klinische Anwendung. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 37: 223–229
7. Hentz VR, Leclercq C (2002) *Surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia*. Saunders, Philadelphia
8. Hentz VR, Hamlin C, Keoshian LA (1988) Surgical reconstruction in tetraplegia. *Hand Clin* 4: 601–607
9. Hentz VR, House J, McDowell C et al. (1992) Rehabilitation and surgical reconstruction of the upper limb in tetraplegia: an update. *J Hand Surg [Am]* 17A: 964–967
10. Leclercq C (2005) Tenodeses in reconstructive hand surgery. In: Fridén J (ed) *Tendon transfers in reconstructive hand surgery*. Taylor & Francis, London, pp 69–83
11. Leclercq C, Lemouel MA, Albert T (2005) Chirurgische Funktionsverbesserung an der oberen Extremität von Tetraplegikern. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 37: 230–237
12. McDowell CL, Moberg EA, House JH (1986) The second international conference on surgical rehabilitation of the upper limb in tetraplegia (quadriplegia). *J Hand Surg [Am]* 1986: 604–608
13. Moberg E (1975) Surgical treatment for absent single-hand grip and elbow extension in quadriplegia. *J Bone Joint Surg Am* 57A: 196–206
14. Moberg E (1978) *The upper limb in tetraplegia. A new approach to surgical rehabilitation*. Thieme, Stuttgart New York
15. Mohammed KD, Rothwell AG, Sinclair SW et al. (1992) Upper-limb surgery for tetraplegia. *J Bone Joint Surg Br* 74B: 873–879
16. Niedeggen A (2002) Operative Maßnahmen zur funktionellen Verbesserung bei Querschnittverletzten. *Trauma Berufskrankh* 4: 245–249
17. Niedeggen A (2005) Akutbehandlung der traumatischen Halsmarklähmung. *Wehrmed Monatsschr* 50: 15–19
18. Nigst H (1991) Motorische Ersatzoperationen der oberen Extremität. Bd 3: Operationen an Tetraplegikern. Hippokrates, Stuttgart
19. Snoek G (2001) Survey of patients needs in tetraplegia: the value of treating hand function loss. 40th Annual Meeting of the International Medical Society of Paraplegia (IMSOP), Nottwil
20. Zancolli E (1974) Correccion de la garra digital por paralysis intrinseca. La operacion del 'lazo'. *Acta Ortop Latinoam* 1: 65–71
21. Zancolli E (1975) Surgery for the quadriplegic hand with active, strong wrist extension preserved. *Clin Orthop* 112: 101–113