

Die Krukenbergplastik und deren zusätzliche Versorgung mit Prothesen und technischen Hilfen

A. K. Martini

Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universität Heidelberg, Heidelberg – Schlierbach (Direktor Prof. Dr. med. H. Cotta)
Abteilung für Dismelie und technische Orthopädie (Leiter Prof. Dr. med. E. Marquardt)

Bewegung und Gefühl stellen eine funktionelle Einheit der Hand dar. Diese Einheit durch eine Prothese zu ersetzen, ist trotz technischer Fortschritte bis heute nur zum Teil gelungen. Das feine Tastgefühl der Hand und die Tiefensensibilität der Muskulatur und Gelenke ermöglichen über einen Rückkoppelungsmechanismus die Steuerung des Greifvorganges. Der Greifakt erschöpft sich nicht in Einzelbewegungen; es sind vielmehr komplexe Bewegungsmuster des gesamten Armes, die harmonisch und kontinuierlich ablaufen. Die Armprothese ist nicht in der Lage, die Gefühls-wahrnehmung zu übertragen; sie zergliedert den Bewegungsablauf und bleibt daher nur ein mangelhafter Ersatz. Konrad Biesalski prägte 1917 aus umfangreichen Beobachtungen und Erkenntnissen den Satz: „Der Stumpf ist die beste Prothese“, der bis zum heutigen Tage, zumindest für den Krukenberg-Stumpf, seine Gültigkeit hat.

Einseitig Amputierte benutzen selbst bei perfekter prothetischer Versorgung den Unterarmstumpf häufig zum sensiblen Halten, Beschweren oder fein dosierten Führen von Gegenständen. Der einseitig Amputierte stellt sich rasch um und benutzt die erhaltene, gegebenenfalls vor der Amputation ungeschickte, nicht dominierende, aber sensibel versorgte Hand für die Feinarbeiten; die Kunsthand übernimmt die einfache Funktion, wie die Fixation der Gegenstände. H. J. Müller stellte bei einer Nachuntersuchung im Jahre 1974 fest, daß nur 10 % der Patienten bei der Arbeit die Kunsthand aktiv benutzen.

Indikation

Beim beidseitigen Handverlust hat die Krukenbergplastik, d. h. die Bildung einer aktiven Greifzange, auch heute noch ihre Berechtigung. Besonders im Bereich der Intimsphäre, z. B. im Badezimmer, der Toilette oder im Schlafzimmer, verliert die Prothese und gewinnt der Stumpf an Bedeutung. H. Krukenberg versuchte im Jahre 1917 „den Armstumpf ohne eine Prothese möglichst gebrauchsfähig zu machen, d. h. zu einem Greiforgan umzuwandeln“. Dieses Greiforgan ist vor allem für den blinden Ohnhänder geradezu unerlässlich (15), da das Tastgefühl in diesem Falle von außerordentlicher Bedeutung ist und der Umgang mit einer Prothese ohne Augenkontrolle kaum möglich ist. In diesem Zusammenhang ist es interessant, daß H. Krukenberg im Jahre 1921 auf einer Ärztesitzung in Düsseldorf empfahl, seine Operation bei Blinden nicht durchzuführen. Wahr-

Zusammenfassung

Bei doppelseitigen Unterarmamputationen bzw. Fehlbildungen ist die Krukenbergplastik mindestens auf einer Seite indiziert. Sie dient der Beschaffung eines sensiblen Greiforgans. Das Zusammenspiel zwischen Krukenberg auf der einen Seite und einer myoelektrischen Prothese auf der anderen Seite ist für den Ohnhänder eine optimale Lösung. Beim blinden Ohnhänder ist der Krukenbergarm unverzichtbar. Die Operationstechnik und die verschiedenen Modifikationen werden, ebenso wie die anatomischen und physiologischen Grundlagen besprochen, wobei die von E. Marquardt modifizierte Technik ausführlich beschrieben wird. Durch diese Technik gelingt die Deckung der Greifflächen und der Branchenspitzen mit sensibel versorgter Haut, bei Erhaltung der gesamten Unterarmmuskulatur. Mit dieser Technik werden zwei kräftige und gut durchblutete Branchen geschaffen, mit sensiblen und gut gepolsterten Greifflächen. Die krankengymnastische und beschäftigungstherapeutische Nachbehandlung einschließlich des Selbsthilfetrainings, sind ein wichtiger Bestandteil der Versorgung und haben das Ziel, dem neugeschaffenen Greiforgan die Fähigkeit und Geschicklichkeit zu vermitteln, die für den Einsatz bei den Verrichtungen des täglichen Lebens ständig verlangt werden. Den Krukenbergarm versorgen wir aus funktionellen und kosmetischen Gründen mit einer elektromechanischen Prothese; die Vorteile dieser Versorgung werden gegenüber anderen Möglichkeiten diskutiert.

The Krukenberg Plasty and the Provision of Additional Prostheses and Technical Aids

In case of bilateral forearm stumps or anomalies the Krukenberg plasty is indicated on at least one side. It aims at creating a tactile grasping organ. The coordination of Krukenberg on one side and a myoelectric prosthesis on the other side is an optimal solution for the person without hands. A blind person without hands may not miss the Krukenberg arm. The operation technique and the different modifications are discussed together with the anatomic and physiological principles, and especially the technique modified by E. Marquardt is described in detail. Due to this technique the grasping surface and the ends of the branches can be covered with skin of tactile sensation preserving all forearm muscles. By this technique two branches are created which are strong and well supplied with blood and which have tactile and well padded grasping surfaces. The post-operative physical and occupational treatment including self-help training are an important part of treatment and aim at providing the newly created grasping organ with the capability and skill that are always required for all tasks in daily life.

For functional and cosmetic reasons we provide the Krukenberg arm with an electromechanical prosthesis; the advantages of this treatment compared with other possibilities are discussed.

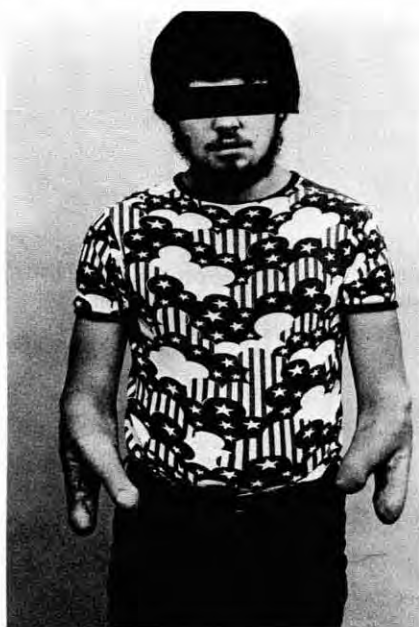


Abb. 1 Doppelseitige Unterarmamputation mit Augenverletzung. Zustand nach Krukenbergplastik beidseits.

scheinlich war der Sensibilitätsmangel der ulnaren Branche hierfür der Grund. Wir hingegen, haben, wie auch *L. Kreuz* und *K. H. Bauer* mit modifizierten Techniken bei blinden Ohnhändern guten Erfolg (3, 12). Auch bei angeborenen Unterarmamputationen (Peromelie) ist die Krukenbergplastik indiziert; es ist hierbei jedoch ratsam, die Operation erst im Alter von etwa 10 Jahren durchzuführen, da in diesem Alter mehr Mitarbeit in der postoperativen Phase zu erwarten ist. *Lischnewsky* erreichte bei einem 7jährigen Kind nach Krukenbergplastik eine gute Greiffunktion. Im allgemeinen führen wir die Operation bei doppelseitig Unterarmamputierten nach der prothetischen Versorgung einer Seite durch, sobald der Patient eine gewisse Selbständigkeit erreicht hat. Wenn der neugeschaffene Greifarm die erwartete Funktion erreicht hat, sollte auf Wunsch der Eingriff auch auf der anderen Seite durchgeführt werden (Abb. 1).

Technik

H. Krukenberg berichtete 1917 erstmals ausführlich über die von ihm mit Erfolg durchgeführte plastische Aufspaltung des Unterarmstumpfes in eine radiale und eine ulnare Branche. Die Spaltung erfolgte durch einen U-förmigen, längsverlaufenden Hautschnitt. Der Muskel *flexor pollicis longus* und der größte Teil des Muskels *flexor digitorum profundus* wurden exstirpiert, hinzu kamen bei späteren Operationen auch der Abduktor und die Extensoren des Daumens. Die zusammengehörigen Muskelgruppen wurden miteinander verbunden. *H. Krukenberg* gelang infolge der Exzision der beschriebenen Muskeln der primäre Hautverschluß der radialen Branche. Auf der Greiffläche der ulnaren Branche mußte ein großer Defekt mit einem Hauttransplantat gedeckt werden.

L. Kreuz sah in der Exstirpation von Unterarmmuskeln bestimmte Nachteile und modifizierte den Eingriff so, daß

kein Muskel geopfert wurde. Durch eine besondere Schnittführung war die Bildung der Kommissur und die Hautdeckung der radialen Branche gesichert; die ulnare Branche mußte jedoch mit einem Brust- oder Bauchhautlappen gedeckt werden, außer, man entschloß sich bei langen Stümpfen zu einer Kürzung von Radius und Ulna. Die Vorteile dieser Technik sind:

Kraftvoller Griff, gut durchblutete und zumeist schmerzfreie Branchen mit gutem Haft- und Haltevermögen. Nachteilig ist das nicht sensibel versorgte Hauttransplantat auf der ulnaren Greiffläche.

K. H. Bauer 1947 und, von ihm unabhängig *W. Thomsen* 1947, setzten sich die Bildung zweier schlanker und allseitig sensibler Branchen zum Ziel. Sie opferten deshalb alle, ihnen überflüssig erscheinenden Muskeln; das waren nach ihrer Meinung alle Daumen- und Fingerstrecker, alle Daumen- und Fingerbeuger und alle vier Beuger und Strecker des Handgelenkes, der Muskel *pronator quadratus* und der Muskel *palmaris longus*. *W. Thomsen* erhält allerdings den Muskel *flexor carpi ulnaris*. Die sensiblen Branchen sind zweifelsohne ein Vorteil, insbesondere für blinde Ohnhänder. Von Nachteil sind dagegen die geringe Haft- und Haltefähigkeit der nur aus Haut und Knochen bestehenden und besonders im Winter schlecht durchbluteten und dadurch funktionsgestörten Branchen. *A. N. Witt* und *H. Rettig* (1959) sahen die Indikation für die *Bauer'sche* Methode nur bei Ohnhändern für gegeben, die keine Arbeiten im Freien zu verrichten haben; bei Frauen sahen sie diese Indikation nur aus kosmetischen Gründen.

Unseres Erachtens ist die Polsterung der Greiffläche für die Haftung beim Greifen außerordentlich wichtig. Nur so kann sich die Greiffläche den Gegenständen anpassen und entsprechenden Druck verteilen, so daß ein festes unempfindliches Greifen möglich ist (Abb. 2).

In dem Bestreben, die Vorteile der *Kreuz'schen* und der *Bauer'schen* Methode in einem modifizierten operativen Vorgehen zu vereinen, entwickelte *E. Marquardt* folgende Technik:

Die Schnittführung richtet sich nach Verlauf und Ausbreitungsbereichen der Hautnerven am Unterarm und wird so angelegt, daß zwei türflügel-artige Lappen zur Deckung der Greifflächen der radialen und ulnaren Branche gebildet werden. Zur Kommissurdeckung dienen zwei große Zellerlappen, anschließend werden die Muskelfasern des oberflächlichen und tiefen Beugers in eine ulnare und in eine radiale Hälfte geteilt. Die Membrana interossea wird unter Schonung des Gefäßnervenbündels und Verlagerung desselben ulnarwärts durchtrennt. Danach erfolgt die Spaltung der Extensoren und im Anschluß daran, bei Handexartikulationen, die Verkürzung des Radius und der Elle um 2 bis 3 cm. Die Branchen werden danach passiv gespreizt unter ständiger Kontrolle des Muskels *supinator*, der als Hauptschließmuskel nicht zerrissen werden darf. Die abgetrennten Muskeln werden mit dem Periost am Radius und an der Elle durch Bohrkanäle befestigt. Die Hautlappen kommen zur Fixation in die vorgesehene Position. Die zurückgebliebenen Hautdefekte liegen außerhalb der Greifflächen und werden mit einem Vollhauttransplantat aus der Leiste gedeckt (Abb. 3).

Für die Krukenbergplastik eignen sich Unterarmstümpfe bis zu einer Länge von etwa 16 cm. *Boos* gibt als Mindestlänge 12 cm an. Bei kurzen Unterarmstümpfen verlagert *E. Marquardt* die distale Ansatzstelle des *Pronator teres* proximalwärts um bei den kurzen Branchen eine möglichst tiefe

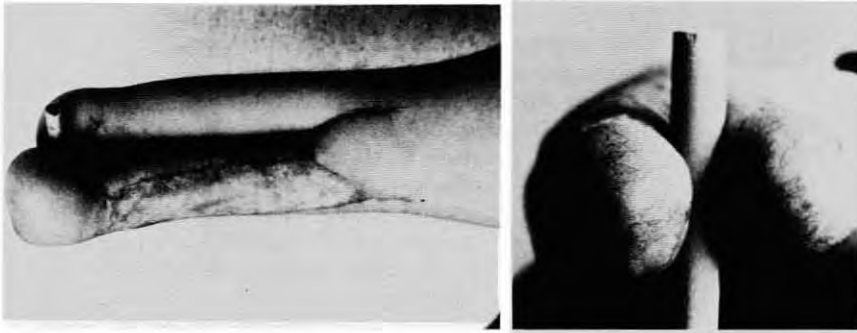


Abb. 2 Hier wird die Wichtigkeit der Polsterung der Greifflächen für die Haft- und Haltefunktion gezeigt.

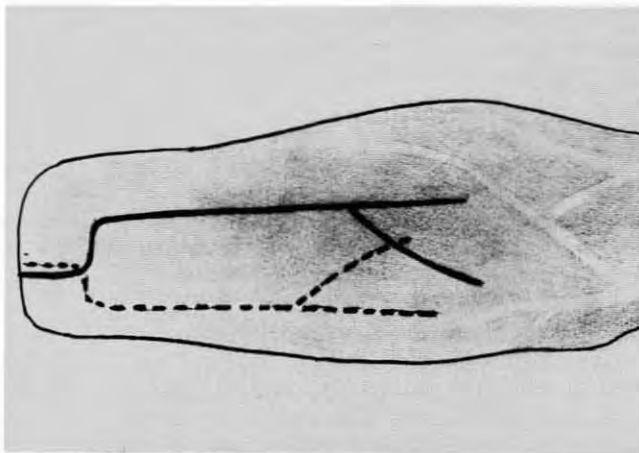


Abb. 3 a



Abb. 3 b



Abb. 3 c

Abb. 3 Operationstechnik:

- a) Die Schnittführung:
(die punktierte Linie zeigt die Schnittführung auf der Unterarmstreckseite).
- b) Beide Branchen sind völlig durchtrennt und gespreizt; die abgelösten Muskeln wieder angeheftet. Die Hautlappen reichen zur Deckung der Greifflächen und der Stumpfkuppen aus.
- c) Endzustand:
Der Hautdefekt auf der Außenseite der ulnaren Branche ist mit einem Vollhauttransplantat gedeckt.

Kommissur zu erhalten. Auf diese Weise gelang eine rechtsseitige Krukenbergplastik bei einem blinden Ohnhänder mit doppelseitigen Unterarmkurzstümpfen (Stumpflänge rechts 14 cm und links 12 cm) mit gutem Erfolg.

Nachbehandlung

Die funktionelle Nachbehandlung ist ein wichtiger Bestandteil der gesamten Versorgung und muß von einem gut geschulten und eingearbeiteten Team von Arzt, Krankengymnasten und Beschäftigungstherapeuten durchgeführt werden. Unser Trainingsprogramm bezieht sich im wesentlichen auf die *Kreuz*'sche Schule. Wir beginnen mit gezielten krankengymnastischen Übungen etwa in der 3. postoperativen Woche. Zur Aufrechterhaltung der Öffnungsweite werden täglich größer werdende Papierrollen zwischen die Branchen geschoben, die später aus Keilen von Kork, Filz oder auch Holz ersetzt werden. Die passive vollständige Schließung der Branchen wird durch eine zirkuläre Gummimanschette erreicht. Die postoperative krankengymnastische Behandlung hat zum Ziel, die Bewegungskräfte des Stumpfes wieder zu erlangen und auf die völlig neue Funktion einzustellen. Trainiert werden Beugung und Streckung des Ellenbogengelenkes zunächst ohne, später dann mit Widerstand, wobei darauf zu achten ist, daß der Muskel *brachioradialis* mitbetätigt wird; evtl. muß dieser Muskel vorübergehend elektrisch gereizt werden. Unter Fixation



Abb. 4 Training zum Öffnen und Schließen des Greifarmes gegen Widerstand. Die Rolle der Pronation und Supination ist deutlich sichtbar.

der Elle bei mäßig gebeugtem Ellenbogengelenk wird versucht, durch Anspannung des Muskulus brachioradialis die Speichenbranche von der Elle abzuheben. Das Öffnen und Schließen der Branchen wird unter Zuhilfenahme des Phantomgliedes geübt: Fingerstreckung, Daumenabspreizung, Hand radial abduzieren zur Öffnung und Fingerbeugung und Einschlagen des Daumens zur Schließung. Zur Erzielung des Spitzenschlusses müssen kleinere Rotationsbewegungen der Speichenbranche zunächst ausgenutzt, aber allmählich in Schlußbewegungen umtrainiert werden. Bei dieser Gelegenheit erscheint es uns von Wichtigkeit, auf eine Veröffentlichung des Anatomen und Orthopäden *R. von Volkmann* 1950 hinzuweisen. Nach ihm sind die Muskuli brachioradialis, biceps und die beiden radialen Handstrekker, Zangenöffner (Abduktion des Radius), letztere in abnehmendem Maße. Auch der Muskel pronator teres gehört in seinen wesentlichen Anteilen zu den Öffnern der Branche. Diese Öffnung geschieht mit einer Drehung und Abscherung überwiegend im Sinne der Pronation. Die Schließung der Zange bewirkt der Supinator und zwar sein Hauptteil, die Pars ulnaris. Er überbrückt als einziger Muskel den Knochenzwischenraum im einigermaßen queren Verlauf und somit günstiger Angriffsrichtung. „Er ist der wahre Krukenbergmuskel, ohne den der Krukenbergeffekt in brauchbarem Ausmaß nicht erreichbar ist“. Der Muskel biceps wird nach *von Volkmann* zunächst als Öffner, jedoch im nächsten Augenblick beim kraftvollen Zusammenschluß über dem Lacertus fibrosus als Schließer genutzt. Diese Angaben konnten wir immer wieder bei unserer postoperativen Nachbehandlung bestätigt sehen; im Gegensatz zu den Angaben von *Krukenberg*, *Kreuz* und *K. H. Bauer* zeigte sich häufig, daß die Pronation zu einer Öffnung der Branchen und die Supination zum Greifschluß führt (Abb. 4).

Die Beschäftigungstherapie beginnt eine Woche später mit der eigentlichen Gebrauchsschulung. Sie setzt die Übungen fort mit dem Ziel, dem neu geschaffenen Greiforgan die Fähigkeit und Geschicklichkeit zu vermitteln, die für den

Einsatz bei den täglichen Verrichtungen ständig verlangt werden. Das Übungsprogramm richtet sich im wesentlichen nach einem von *Boos* aufgestellten Schema. Trainiert wird die Beweglichkeit und die Geschicklichkeit des Greiforgans, ebenfalls die Sensibilität, besonders an den Branchenspitzen, die verschiedene Dosierung der Kraftanwendung, sowie das Zusammenspiel mit der Gegenseite (4). Das Training wird bezüglich der Geschicklichkeit und Kraft langsam gesteigert unter Einsatz der Selbsthilfeschulung. Erforderliche Hilfsmittel wie Schlaufen, Eßbesteck- und Schreibkeile werden individuell angefertigt, ferner spezielle Hilfsmittel für Hobby und Sport (z. B. Bogenschießen) und für bestimmte Bedürfnisse und berufliche Tätigkeiten (Abb. 5).

Prothetische Versorgung

Die Krukenbergplastik wird häufig aus kosmetischen Gründen abgelehnt, da die Branchen äußerlich das Bild einer Stumpfverstümmelung vermitteln. *Krukenberg* konstruierte eine sogenannte „Sonntagshand“, um die bestehende Verstümmelung durch eine künstliche Hand zu verdecken; die prothetische Versorgung nach der Krukenbergplastik hat ihre Berechtigung aber nicht nur aus kosmetischen Gründen. Für den sehenden Amputierten besitzen die neuzeitlichen Kunstarme Vorteile durch die Verstärkung der Greifkraft und Verlängerung des Armes, wogegen der blinde Ohnhänder auf das Zusammenspiel zwischen der Krukenbergplastik auf der einen Seite und dem Stumpf, evtl. zusätzlich mit einer myoelektrischen Prothese, auf der anderen Seite nicht verzichten kann.

Besser wäre für den blinden Ohnhänder die beidseitige Krukenbergplastik.

Unseren sehenden Ohnhändern geben wir auf der Krukenbergseite eine elektromechanische Prothese. Die Versorgung erfolgt, wenn die Funktion des neugeschaffenen Greiforgans einwandfrei ist und das Selbsthilfeprogramm zum Abschluß gekommen ist. Früher wurde die Eigenkraft-

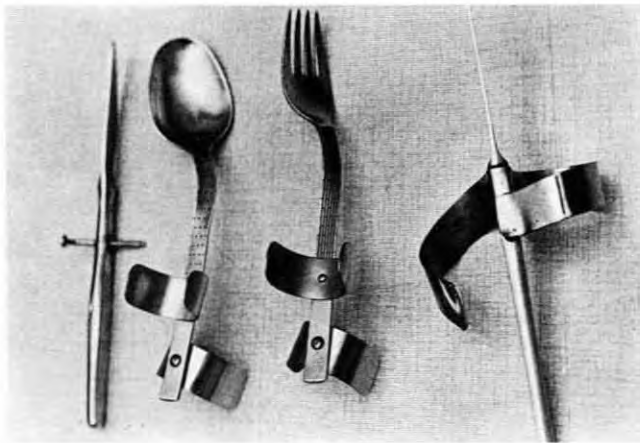


Abb. 5 Verschiedene Hilfsmittel für den Krukenberg-Arm.

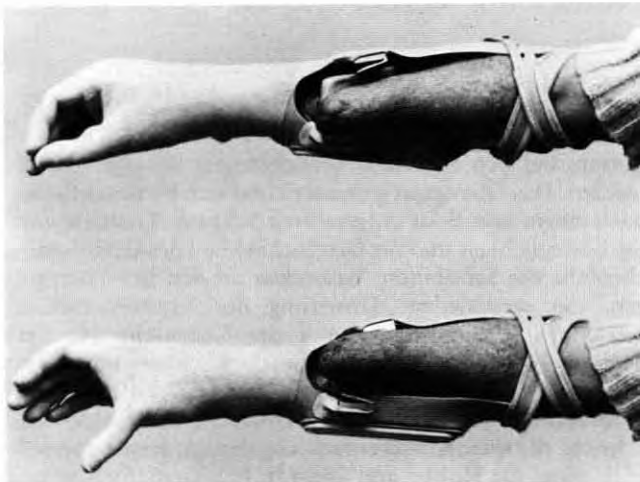
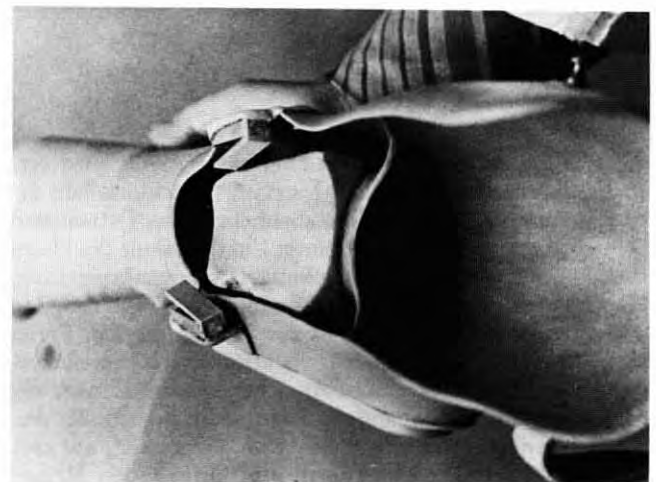


Abb. 6 Eine elektromechanische Prothese in Situs und in Aktion.



Drehprothese bzw. der aktive Greifarm verwendet, wobei beide Branchen im Köcher fixiert wurden, mit direkter Ausnutzung der Umwendebeweglichkeit des Unterarmes auf den aktiven Hook und auf die Prothesenhand. Nachteilig bei dieser Versorgungsart ist der massive Kraftverlust im mechanischen System; der Krukenbergeffekt wird dabei blockiert bzw. nicht eingesetzt. Bei der elektromechanischen Prothese (Abb. 6) wird die Elle im Köcher fixiert, der Radius steuert mit wenig Kraft bei der Beugung und Streckung bzw. Supination und Pronation über Mikroschalter die Handöffnung und Schließung. Diese Art der Versorgung betrachten wir als günstig, da die Prothese leichter zu handhaben ist, vergleichsweise zur myoelektrischen Prothese weniger reparaturanfällig erscheint und die Betätigung der Prothese nur geringen Kraftaufwand erfordert. Früher haben wir die Patienten mit einer pneumatischen Prothese versorgt. Ein Zweifachventil, zwischen den Branchen angebracht, diente in der ersten Stufe dem Handschluß und in der zweiten der Handöffnung, mit direkter Übertragung der Pro- und Supination auf die Kunsthand. Trotz sehr guter Funktion war diese Versorgungsart zu umständ-

lich, da am Oberarm ein Kohlesäurebehälter angebracht war. Wir haben von der direkten Übertragung der Pro- und Supination auf die Kunsthand Abstand genommen, da einerseits die Gefahr der Arthrose im proximalen Radio-Ulnargelenk und andererseits die Störung des Trainingseffektes beim Greifschluß besteht.

Erfahrungsgemäß entwickeln die Patienten mit der Zeit eine ausgezeichnete Fertigkeit im Umgang mit dem Krukenberg-Greifarm direkt bei der Arbeit, so daß die Kunsthand in den Hintergrund gedrängt wird. Bei der Hand-in-Hand-Arbeit, vor allem dort, wo der Kraftgriff benötigt wird, zeigt sich die Prothese – hierbei der aktive Greifarm oder die myoelektrisch gesteuerte Prothese – auf der einen Seite und der Krukenbergarm auf der anderen Seite, als ideal (Abb. 7). Das Einüben der Prothesenfunktion, zusammen mit dem Selbsthilfetraining und der Versorgung mit technischen Hilfsmitteln, gehört zum Programm der Beschäftigungstherapie. Es fordert bei blinden Patienten viel Geduld und Ausdauer. Das Training muß in allen Bereichen nochmals mit dem Einsatz der Prothese vorgenommen werden, damit die Prothese nicht nur als „Sonntagshand“ genutzt wird.



Abb. 7 a Das Hand-in-Hand-Spiel zwischen dem Kunstarm (Offenendprothese) und dem Krukenberg-Arm bei der Fein- und Grobarbeit sowie bei den täglichen Verrichtungen.



Abb. 7 b Dieser Patient ist auf der linken Seite mit einer elektromechanischen Prothese und auf der rechten Seite mit einem aktiven



Greifarm versorgt. Zum Arbeiten wird die Kunsthand auf der rechten Seite gegen den Hook gewechselt.

Literatur

(1) Bauer, K. H.: Zum Problem der Ohnhänderversorgung und zur Frage der operativen Behandlung, insbesondere des Krukenberg-Armes. Verhandlungen der Deutschen Orthopädischen Gesellschaft 36. Band, 51–53, F. Enke Verlag, Stuttgart (1949)

(2) Biesalski, K.: Der Arbeitsarm und der Arbeitsstumpf. Z. für Orthop. Chirurgie, Band 36, 233–241 (1917)

(3) Boos, O.: Die Versorgung von Ohnhändern. Friedrich K. Schattauer Verlag, Stuttgart (1960)

(4) Heyne, S.: Ergotherapie bei blinden Ohnhändern mit Krukenbergplastik. BT und Reha. 4, 227–234 (1978)

(5) Kreuz, L.: Die Herrichtung des Unterarmstumpfes zum natürlichen Greifarm nach dem Verfahren von Krukenberg. Zentralbl. für Chirurgie Nr. 37–38, 1170–1175 (1944)

(6) Krukenberg, H.: Über die plastische Umwertung von Armamputationsstümpfen. F. Enke Verlag, Stuttgart (1917)

(7) Krukenberg, H.: Zitat bei Lischnewsky (1921)

- (8) Lischnewsky, S. M.: Effektivität der operativen plastischen Spaltung von Unterarmstümpfen. Orthop. Tech. 29 114–116 (1978)
- (9) Marquardt, E., A. K. Martini: Gesichtspunkte der Amputationschirurgie der oberen Extremitäten. Z. Orthop. 117 622–631 (1979)
- (10) Marquardt, E.: Die Krukenberg-Plastik. Originalmethode und Modifikation für blinde Ohnhänder. BT und Reha. 4, 221–225 (1978)
- (11) Müller, H. J.: Diskussionsbemerkung: Orthopädische Versorgung in der Heilbehandlung Unfallverletzter. Unfallmed. Tagung der Landesverbände der GBG, Bonn, Heft 22 S. 55 (1974)
- (12) Streicher, H. J.: Greifarm- und Greifhandplastik beim Ohnhänder. (Indikation, Technik und Spätergebnisse). Der Chirurg, 11, 505–511 (1960)
- (13) Thomsen, W.: Diskussionsbeitrag zum Thema Krukenberg Plastik. Verhandlungen der Deutschen Orthop. Gesellschaft 36. Band, 60–61 (1949)
- (14) Von Volkmann, R.: Die Muskelfunktion im Krukenberg Arm sowie einige operative Folgerungen. In: Verhandlungen der Deutschen Orthop. Gesellschaft, 38. Band, 293–297, Enke-Verlag, Stuttgart (1951)
- (15) Wagner, H.: Diskussionsbemerkung: Orthopädische Versorgung in der Heilbehandlung Unfallverletzter. Unfallmed. Tagung der Landesverbände der GBG, Bonn, Heft 22 S. 55 (1974)
- In Handbuch der Orthopädie, Hrsg.: G. Hohmann, M. Hackenbroch und K. Lindemann Band II, 628–643, Thieme-Verlag Stuttgart, (1959)
- Dr. med. A. K. Martini
Oberarzt u. Leiter der Funktionseinheit
Handchirurgie in der Orthopädischen Klinik und Poliklinik der Universität
Heidelberg
Schlierbacher Landstraße 200 a
D-6900 Heidelberg – Schlierbach