

B. Bertram, F. Braatz, M. Alimusaj

Funktionelle Betrachtungsweisen bei doppelseitiger Unterarmamputation

Functional Point of View at Collateral Forearm Prostheses

Die Fallbeschreibung einer doppelseitigen Unterarmversorgung beschreibt die Grenzen und Möglichkeiten des Schaftdesigns sowie den Lernprozess im Versorgungszeitraum. Die grundsätzlich erhöhten Anforderungen einer doppelseitigen Versorgung werden auch durch den unmittelbaren Vergleich zweier Schaftsysteme an einem Patienten beleuchtet.

This case study of a collateral prosthetic forearm treatment shows limits and opportunities of the socket design, as well as the learning process during the supply period. The increased requirements to a collateral treatment are illustrated also with the comparison of two socket designs at a single patient.

Die Versorgung mit Armprothesen stellt das Versorgungsteam vor große Herausforderungen. Die Erwartungen insbesondere von Amputierten an das Hilfsmittel sind sehr hoch, da sie häufig den direkten Vergleich zwischen der hohen Funktionalität der natürlichen Hand und dem prothetischen Hilfsmittel ziehen können. Viele Patienten treten dem Leistungserbringer in der heutigen Zeit zudem mit einem großen Vorwissen an Passteilmöglichkeiten gegenüber, das sie aus den Medien schöpfen, die einen Großteil der Innovationen als adäquaten Ersatz anpreisen und die hohe Erwartungshaltung der Betroffenen damit schüren.

Leider obliegt es häufig dem Techniker, diese Erwartungen zu dämpfen. Obgleich es viele bemerkenswerte Lösungsansätze zum Ausgleich einer Behinderung gibt, kommt doch zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine dieser Lösungen an die tatsächliche Funktionalität des verloren gegangenen Körperteils heran. Dennoch muss für den individuellen Fall ein Hilfsmittel konstruiert werden, das dem Patienten seinen Alltag erleichtert, die Selbstständigkeit erhöht und die Teilhabe an der Gesellschaft ermöglicht. Besondere Herausforderungen stellen in diesem Zusammenhang die Versorgungen doppelseitig Betroffener dar. Das folgende Versorgungsbeispiel zeigt, dass nicht allein die Passteilauswahl eine erfolgreiche Versorgung bedeutet und die Optimierung von Gestaltungskriterien ein immerwährender

Lernprozess des Technikers gemeinsam mit dem Patienten darstellt.

Anforderungen

Die grundsätzlichen Anforderungen an eine doppelseitige Versorgung sind deutlich höher als nur die Anfertigung zweier Prothesen. Es bedarf des Zusammenspiels beider Prothesen und funktioneller Aspekte, die bei einseitig Betroffenen bisweilen in den Hintergrund geraten mögen, müssen mangels Alternativen eines Ohnhänders bis an die äußersten Grenzen verfolgt werden. Doppelseitig Betroffene können, anders als einseitig Amputierte, keine Gegenseite zur Unterstützung heranziehen. Jede Tätigkeit des Alltags, die den Einsatz einer Greiffunktion erfordert, muss zwingend mit Unterstützung von Hilfsmitteln erfolgen. Diese Hilfsmittel sind dabei nicht nur auf die prothetische Versorgung beschränkt, sondern können zusätzlich durch Ohnhänderhilfsmittel ergänzt werden. Letztere können beispielsweise hygienische und feinmotorische Aspekte des täglichen Lebens berücksichtigen, bei denen insbesondere elektrische Prothesen an ihre Grenzen geraten. Ein wichtiges Augenmerk des Technikers muss im Zusammenhang mit prothetischen Versorgungen nicht nur auf der Auswahl funktioneller Passteile liegen, sondern in besonderem Maße auch auf der Schaftgestaltung, die dem ohnehin hochgradig eingeschränkten Patienten nicht die verbleibenden Funktionen neh-

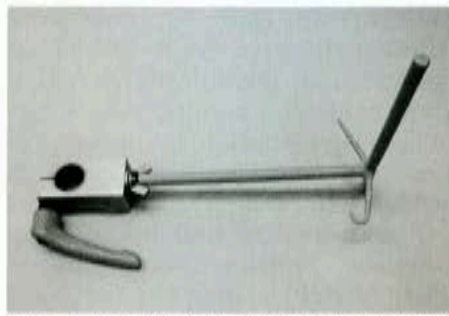


Abb. 1 Anziehhaken, Dreizack für Anziehbäum.

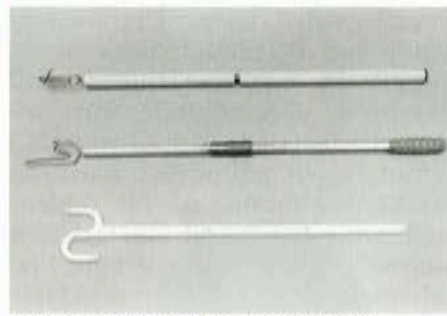


Abb. 2 Transportable Anziehhaken.

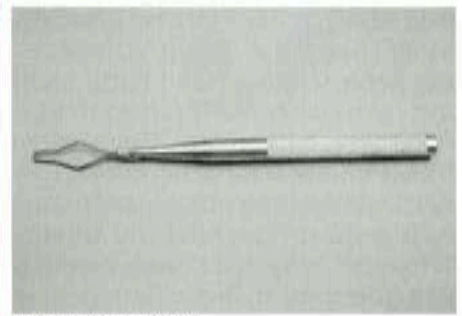


Abb. 3 Knopfhilfe.

men darf. Gleichzeitig müssen bei der Hilfsmittelkonstruktion die persönlichen Fähigkeiten des Patienten beachtet werden. Dies wirkt sich in der Konstruktion des Schaftes unter Berücksichtigung der Anziehtechnik sowie in der Auswahl der Passteile hinsichtlich der zu erwartenden Ansteuerungsmöglichkeiten aus. Beide Kriterien bedingen sich jedoch auch gegenseitig. Leicht anlegbare Schäfte können konstruktiv selten eine konturgenaue Stumpfbettung erreichen und bergen das Risiko, an akkurater Prothesenführung einzubüßen, was wiederum eine präzise Ansteuerung der myoelektrischen Greifkomponente beeinträchtigt und damit die hohe Funktion einiger Prothesenhände nicht in vollem Umfang nutzbar werden lässt. So müssen im individuellen Fall das Können und die Ansprüche des Patienten betrachtet, aber auch gegeneinander abgewogen werden.

Fallbeispiel

Der 54-jährige Patient des vorliegenden Fallbeispiels verlor Anfang 2010 infolge eines Stromunfalls beide Unterarme im unteren Drittel. Bei seiner Vorstellung war die Wundheilung nahezu abgeschlossen, rechtsseitig zeigte sich medial eine starke Vernarbung, die jedoch nicht verwachsen war. Die Stümpfe waren zwar gut weichteilgedeckt, jedoch mit einem sehr weichen Unterhautgewebe. Eine Stumpfformung hatte augenscheinlich noch nicht stattgefunden, die Stümpfe waren zwar mit elastischen Binden gewickelt, die jedoch weniger eine Kompressionswirkung hatten, sondern vielmehr als Befestigung für Stifte dienten, mit denen geschrieben und ein Smartphone bedient werden konnten. Zwei myoelektrische Signale konnten beidseits gezielt generiert werden. Zum Zeitpunkt der Vorstellung befand sich der Patient

in stationärer Behandlung einer anderen Klinik, eine Entlassung in den selbstständigen Alltag konnte erst nach erfolgreicher Hilfsmittelversorgung erfolgen.

Der erste Versorgungsplan

Zunächst sollte die Stumpfformung durchgeführt werden. Dazu wurden zwei Kompressionsstumpfstümpfe angefertigt, die durch den Patienten selbstständig angelegt werden konnten und auch ohne fremde Hilfe eine gleichbleibende Kompression gewährleisten sollten.

Gleichzeitig erhielt er Ohnhänderhilfsmittel für das selbstständige An- und Auskleiden in Form von Anziehhaken (Abb. 1 u. 2). Zudem wurde eine doppelseitige prothetische Unterarmversorgung beantragt. Als Schaftsystem fiel die Wahl zunächst auf klassische Gießharzschäfte mit Einzugrohr. Wohl wissend, dass dieses System Einschränkungen in der Bewegungsfreiheit mit sich brächte, wurde diese Entscheidung im Hin-



Abb. 4 Ausgeprägter Beugeausschnitt der Linerversorgung.

blick auf die Gesamtsituation getroffen, in der die Vielzahl an Neuerungen der Lebensumstände des Patienten nicht zusätzlich durch eine komplexe Anziehtechnik der Prothesen erschwert und die Frustrationstoleranz der psychischen Grundkondition zunächst nicht ausgereizt werden sollte. Die Einschränkungen in der Handhabung erlaubten nicht den Einsatz von flexiblen Innenschäften, da der Patient bei der Verwendung von Anziehhilfen auf die Rigidität der Schaftträger angewiesen war und einem Umschlagen flexibler Schaftträger nicht mit der Gegenseite hätte entgegenwirken können. Insbesondere beim Ausziehen der Prothesen bestand die Gefahr, dass die Materialhaftung flexibler thermoplastischer Materialien die Handhabung im Sinne der Selbstständigkeit deutlich eingeschränkt hätte.

Für die linke Seite wurden als elektronische Komponenten eine Otto Bock Variplus Speed mit Rotator als robuste Greifhilfe, für die rechte Seite eine TouchBionics iLimb-Pulse mit Rotator für feinmotorische Aufgaben gewählt. Die hochfunktionelle Handkomponente wurde zunächst als Probeversorgung beantragt, um zu prüfen, ob der Patient in der Lage sei, diese anzusteuern, aber auch, um die erfolgreiche Kombination mit dem Schaftsystem sicherzustellen.

Erste Erkenntnisse

Die Grenzen und Einschränkungen, welche die Versorgung mit diesem Schaftsystem mit sich führten, wurden bereits in der Probephase deutlich. Eine hochgradig konturgenaue Stumpfbettung konnte durch die Einschränkungen bei der Anziehtechnik aber auch im Hinblick auf die motorischen Fähigkeiten des Patienten zu diesem Zeitpunkt nicht erzielt werden – das Anlegen

und Ablegen der Prothese ohne die Möglichkeit der Zuhilfenahme einer gegenseitigen Hand hätte nicht mit ausreichender Kraft durchgeführt werden können. Die Anziehhilfen wurden zunächst mittels einer Verlängerung durch das Einzugsrohr geführt, anschließend in eine Türklinke eingehakt und konnten so die Stümpfe in die Schäfte ziehen. Die materialbedingte Rigidität der Schäfte erforderte durch diese Einschränkungen jedoch eine genügend weite Schafteintrittsöffnung, um die Epicondylen leicht passieren zu lassen, damit gleichzeitig aber auch eine hohe supraolecrane Umgriffung um den Schaft im Tagesverlauf nicht abrutschen zu lassen. So wurde ein bemerkenswerter Teil des Bewegungsumfangs durch die Schaftöffnung reduziert. Die Weichteilsituation erforderte die Platzierung des Einzugsrohres exakt distal am Stumpfende. Der Radius des Rohres in Kombination mit dem für die Handpositionierung erforderlichen Rotator verlängerte den Unterarm auf ein unnatürliches Maß. Trotz der Bewegungslimitierung und der fehlenden Flexionsmöglichkeit im Handgelenk war es dem Patienten mit einem hohen Maß an Ausgleichsbewegungen möglich, mit den Greifkomponenten in seinen Gesichtsbereich zu kommen. Diese mussten jedoch zu diesem frühen Zeitpunkt der Versorgung in Kauf genommen werden.

Um den Einschränkungen entgegen zu wirken, wurden beidseitig im Ellenbogenbereich großzügige Öffnungen geschaffen, um den knöchernen Anteilen bei Flexion eine ausreichende Ausweichmöglichkeit zu geben. Zusätzlich wurden die Greifkomponenten stark vorflektiert positioniert, was zwar dem natürlichen Erscheinungsbild nicht zuträglich, funktionell jedoch von erheblichem Vorteil war. Diese Maßnahmen waren zwar hilfreich, insgesamt mussten jedoch auch weiterhin einige funktionell nachteilige Kompromisse hinsichtlich der Stumpfbettung geschlossen werden.

Im Rahmen der ergotherapeutischen Prothesengebrauchsschulung bestätigte sich, dass der Patient von der Kombination beider Prothesenhände einen hohen Ge-

brauchsvorteil hatte. Die Ansteuerung war bei endgradigen Bewegungen in Flexion (Trinken) und Extension (Gegenstände vom Boden anheben) jedoch erschwert und erforderte ein besonders hohes Maß an Konzentration, da die fehlende Konturgenauigkeit und das sehr weiche Unterhautgewebe eine Verschiebung zwischen Haut und Elektroden zur Folge hatte, welche dadurch fehlerhafte Signale erhielten. Zudem war es dem Patienten nicht in jeder Situation möglich, die verschiedenen Griffmodi der rechten Seite gezielt anzusteuern. Eine penible Feinabstimmung der Signale in Kombination mit der eher atypischen Aufrechterhaltung des schließenden Signals in diesen Situationen verbesserte zwar die Griffsicherheit, es konnten jedoch weiterhin nicht alle Griffmodi gewählt werden. Dennoch profitierte der Patient durch die Gesamtversorgung mit zumindest drei sicher wählbaren Griffvarianten und adaptiver Fingerpositionierung der rechten Seite sowie mit moderatem Aufwand anlegbaren Schaftsystemen. Dies erlaubte dem Patienten eine weitgehend selbstständige Bewältigung seines Alltags.

Als Ergänzung zu den Prothesen erhielt der Patient zusätzlich ei-

ne Knopfhilfe (Abb. 3), unter deren Zuhilfenahme er beim Ankleiden selbstständig die Knöpfe der Kleidung schließen konnte, eine Tätigkeit, bei der feinmotorische Ansprüche und eine Handgelenksbeweglichkeit erforderlich sind, die selbst mit zeitgemäßen und hochfunktionellen Prothesenkomponenten nicht erreicht werden können.



Abb. 5 Flexionsbegrenzung der Schaftsysteme im Vergleich.

Die Folgeversorgung

Acht Monate nach Auslieferung wurde der Patient wieder vorstellig. In der Zwischenzeit hatte er mit der Ansteuerung weitere Fortschritte gemacht und konnte Aktivitäten des täglichen Lebens, wie die Nahrungsaufnahme, die Kommunikation, An- und Auskleiden noch deutlicher optimieren. Das Zusammenspiel zwischen beiden Prothesen funktionierte vorbildlich. Bemängelt wurden jedoch nach wie vor der reduzierte Bewegungsspielraum und die Zunahme der Fehlsignale durch die

Weichteilverschiebung im Schaft, was durch die weiter fortgeschrittene Stumpfformung und der damit verbundenen Atrophie der Weichteile erklärbar war. Während die linke Seite nachpassbar war, wurde für die rechte Seite eine Schaftneuanfertigung erforderlich. Da der Patient nunmehr mit dem prothetischen Umgang sehr gut vertraut war, wurde gemeinsam entschieden, das Schaftsystem zu überdenken, um die bisherigen Nachteile zu überwinden.

Mittels eines konfektionierten Liners wurden dem Patienten ein paar Wochen Zeit gegeben, die Fähigkeiten



Abb. 6 Doppelseitige Unterarmprothesenversorgung.

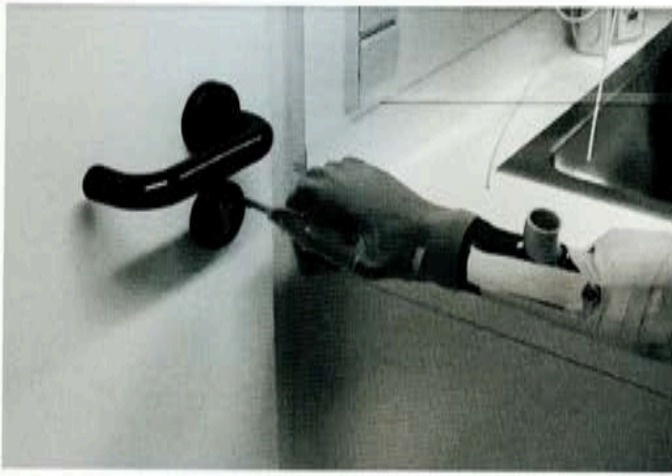


Abb. 7 Benutzung eines Schlüssels während der Probephase.

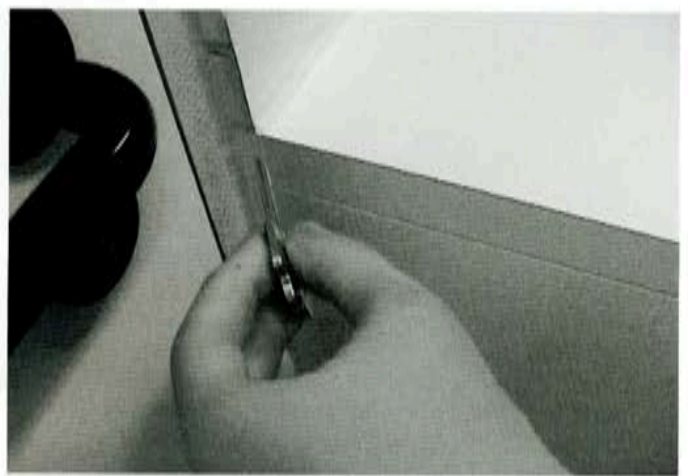


Abb. 8 Griffkinematik bei der Schlüsselbenutzung konventioneller Handpassteile.

zu erlernen, diesen selbstständig auf dem Stumpf aufzurollen, um so bestimmen zu können, ob ein individueller Silikon-Rollliner eine Möglichkeit für ein neues Schaftdesign darstellen könnte. Nach etwa zwei Wochen gelang es dem Patienten, den Liner wiederholt korrekt anzulegen. Daher wurde ein kaschierter Liner gefertigt, der eine moderate Kompression ausübte, um das Aufrollen problemlos zu ermöglichen und zusätzlich als Sicherheitsaspekt eine supraolecrane Umgreifung beinhaltete. Ein Schaftdesign, das nicht gelenkübergreifend und mit einer höheren Linerkompression arbeitet, hätte zwar möglicherweise dem Bewegungsausmaß mehr Raum gegeben, wäre jedoch komplizierter in der Handhabung gewesen und hätte die Weichteilverschiebung ohne einen knöchernen Widerhalt aufgrund der Stumpfsituation nicht zwingend verbessert. Zudem war zu beachten, dass der Patient die Prothese ganztägig sicher tragen sollte, ohne sie im Tagesverlauf wiederholt zu repositionieren. Dabei sollte die Möglichkeit gegeben sein, nicht nur ein hohes Bewegungsausmaß mit sicherer Ansteuerung der Prothesenkomponenten zu gewährleisten, sondern auch die Option, große Lasten sicher tragen zu können. Zunächst sollte die Adaption per Pin erfolgen, es zeigte sich jedoch schnell, dass die Weichteilsituation dies nicht zuließ und eine Aufstauung im Schaft zur Folge hatte. Die Adaption und das Einziehen des Stumpfes mit einem Gurtband ermöglichte eine konturgenaue Fassung ohne Weichteilstauung.

Die Vorteile, die sich dadurch ergaben, zeigten sich bald auch in der Probeversorgung zum neu-

en Schaft: die Weichteilverschiebung zwischen Haut und Elektroden war aufgehoben, eine sichere Ansteuerung der Greifkomponente war in allen Bewegungsausschlägen möglich. Die flexible supraolecrane Umgreifung schränkte die Extension nicht weiter ein. Da die Weichteile durch den Liner sicher gefasst wurden, konnte der Beugeausschnitt des Schaftes sehr weit erfolgen (Abb. 4). Der Liner fixierte dabei die Weichteile gegen ein Herausquellen und war gleichzeitig so flexibel, dass er der Formveränderung der Weichteile im Bereich der Bizepssehne in Flexion Rechnung tragen konnte. Das Ergebnis war ein deutlich erhöhtes Bewegungsausmaß (Abb. 5). Durch den Wegfall des Einzugsrohres konnte die Länge der Prothese um etwa einen Zentimeter reduziert werden, was die Annäherung an den Gesichtsbereich erleichterte und die Kompensationsbewegungen reduzierte. Auf eine weitere Reduzierung der Länge wurde zugunsten der Symmetrie verzichtet.

Als Nachteil zeigte sich im Rahmen der Probeversorgung trotz aller Fähigkeiten der erhöhte zeitliche Aufwand beim Anlegen der Prothese. Überdies wurde auffällig, dass sich die weiche Haut beim Hineingleiten in den Schaft über die Kante des Elektrodenfensters schob und es so zu Druckstellen kam. Der Einsatz weniger Tropfen Gleitmittel zusammen mit der Eliminierung von Kanten der Elektroden im Sinne des geometrischen Aufbaus von Saugschaftelektroden konnten dies vermeiden.

Der Patient ist derzeit mit einer linksseitigen Unterarmprothese mit Gießharzschaft und Einzugs-

rohr, zwei Elektroden, Rotator und MyoBock Variplus Speed sowie einer rechtsseitigen Unterarmprothese mit Rollliner und Gurtadaption, zwei Elektroden, Rotator und iLimb-Pulse (Abb. 6) versorgt. Beide Modelle ergänzen sich im Alltag. Die linke Seite ist mit moderatem und geringem zeitlichen Aufwand anzulegen und stellt ein robustes Greifwerkzeug dar. Überdies ist sie hilfreich beim Anlegen des Liners und der rechten Prothese. Sie dient gemeinsam mit den Beinen als Widerlager beim Aufrollen des Liners und kann durch eine Schlaufe im Gurtband den Liner in den Prothesenschaft ziehen und diesen fixieren. Die rechte Seite mit dem hochfunktionellen Handpassteil erfüllt durch eine präzise Positionierbarkeit und Ansteuerung verschiedener Griffmuster zuverlässig feinmotorische Aufgaben, die dem Patienten durch den Formschluss der Prothesenfinger beim Greifen im Vergleich zu konventionellen Prothesenhänden mit rigiden Fingergruppen und dem daraus resultierenden Drei-Punkt-Griff auch komplexe Greifvorgänge unregelmäßig geformter Gegenstände ermöglichen und eine erhöhte Griffsicherheit bieten.

Insgesamt zeigt sich der Patient mit dieser Versorgung zufrieden und ist durch die präzisere Übermittlung myoelektrischer Signale im neuen Schaft in der Lage, nunmehr sämtliche Funktionsmodi der iLimb sicher anzuwählen. Nach einigen Monaten ist er zudem zunehmend schneller in der Lage, den Linerschaft anzulegen. Selbstverständlich sind sich alle Beteiligten darüber einig, dass diese Hilfsmittel noch immer keinen adäquaten Handersatz im physiologischen Sinn darstellen



Abb. 9 Benutzung eines Mobiltelefons in der Probephase.



Abb. 10 Tippen auf einer Tastatur während der Probephase.

und daher weiterhin die Verwendung spezieller Ohnhänderhilfen erforderlich ist.

Versorgungsempfehlung

Mit dieser Versorgung bestätigten sich die Anforderungen an alltagsrelevante Versorgungen doppelseitig Betroffener. Der klassische Gießharzschäufel hat zwar deutliche funktionelle Defizite gegenüber zeitgemäßen Silikonschäften, kann aber in Einzelfällen unter Berücksichtigung der persönlichen Fähigkeiten des Patienten und der Weichteilsituation im Zuge der Erstversorgung eine sinnvolle Versorgungslösung darstellen. Ebenso gilt jedoch, dass mit Geduld und Übung auch Silikonschäfte mit scheinbar aufwändigeren Anlegeverfahren zum Einsatz kommen und den Patienten einen hohen Gebrauchsvorteil verschaffen können. Daher ergibt sich die Notwendigkeit der konsequenten Anpassung des Systems an die Entwicklung des Patienten, um die maximale Funktion, insbesondere hochkomplexer Komponenten, zu gewährleisten. Dies setzt in besonderem Maße sowohl die Motivation des Patienten als auch die enge Einbindung seiner persönlichen Ziele in das Versorgungskonzept voraus.

Doppelseitig Betroffene profitieren in hohem Maße von hochfunktionellen Handpassteilen, da diese mit unterschiedlichen Griffvarianten und -geometrien Tätigkeiten ermöglichen, die mit herkömmlichen Handpassteilen ausgeschlossen sind. So ist zum Beispiel das Benutzen eines Türschlosses derzeit nur in Verbindung mit einer Lateralgrifffähigen Hand und aktiver Handgelenksrotation möglich (Abb. 7 u.

8). Die Bedienung heutiger Kommunikationswege – wie Mobiltelefone (Abb. 9) und Tastaturen (Abb. 10) – wird durch adaptierbare Griffmöglichkeiten und einzeln positionierbare Finger erheblich vereinfacht. Nur eine Prothesenhand mit adaptiver Griffmöglichkeit kann unterschiedliche Gegenstände und komplexe Formen im Alltag sicher fixieren. Obwohl erneut verdeutlicht wurde, dass eine exakte Ansteuerung myoelektrischer Prothesen nicht zuletzt von einer akkuraten Stumpfbettung abhängt, ergibt sich die klinische Beobachtung, dass selbst bei möglichen Defiziten in der Ansteuerung aller passseitig vorgesehenen Griffvarianten bereits die geringste Mehrfunktion zeitgemäßer Prothesenhände gegenüber klassischen Bauteilen im Alltag besonders für doppelseitig Betroffene einen funktionellen Vorteil mit sich bringt. Die Möglichkeit einer solchen funktionellen Hand mit verschiedenen Griffmodi war im Versorgungsjahr neuartig. Die Erkenntnisse aus dieser Versorgung konnten seither in weitere erfolgreiche Versorgungen einfließen.

Fazit

Dieses Versorgungsbeispiel zeigt erneut die Grenzen herkömmlicher Fertigungstechniken und die Chancen zeitgemäßen Material- und Ressourceneinsatzes auf und belegt die Anforderungen, die für eine doppelseitige Versorgung gelten. Für diese Patienten gelten keine Standards, es müssen vielmehr alle Möglichkeiten für eine erfolgreiche Rehabilitation in Betracht gezogen werden. Ein hohes Maß an Engagement aber auch Geduld aller Beteiligten des

Versorgungsteams ist für solche Versorgungen erforderlich, um schrittweise Grenzen zu verschieben, neue Wege beschreiten und Rückschläge in Kauf nehmen zu können. Nur in diesem Zusammenspiel kann es zu erfolgreichen Hilfsmittelversorgungen kommen.

Für die Autoren:

Boris Bertram, OTM
 Orthopädische Universitätsklinik
 Heidelberg
 Schlierbacher Landstr. 200a
 69118 Heidelberg

OT 5/12 enthält folgende
 Beilagen:

- Orthopädie Kall GmbH
- TSV Bayer 04 Leverkusen e. V.

Wir bitten unsere Leser um
 freundliche Beachtung.