

HaMiPla

Handchirurgie · Mikrochirurgie · Plastische Chirurgie

Herausgeber

U. Lanz
Schriftleiter
Salzburger Leite 1
97616 Bad Neustadt/Saale

W. Schneider
Schriftleiter
Leipziger Straße 44
39120 Magdeburg

Wissenschaftlicher Beirat

H. Assmus, Dossenheim
R. G. H. Baumeister, München
N. Benatar, Braunschweig
P. Brüser, Bonn
H. Fansa, Bielefeld
M. Frey, Wien
M. Gabl, Innsbruck
G. Germann, Ludwigshafen
R. Giunta, München
P. Graf, München
H. Haferkamp, Kassel
P. Hahn, Bad Rappenau
P. Haußmann, Baden-Baden
T. Kojima, Tokio
H. Krimmer, Bad Neustadt/Saale
P. Mailänder, Lübeck
V. Meyer, Zürich
G. Noever, Zürich
T. Ogino, Yamagata
H. Piza-Katzer, Innsbruck
K.-J. Prommersberger,
Bad Neustadt/Saale
E. Scharizer, Heidelberg
H.-M. Schmidt, Bonn
R. Schmitt, Bad Neustadt/Saale
M. Steen, Halle/Saale
H. Troeger, Basel
M. Wannske, Lemgo

Organ der Deutschsprachigen
Arbeitsgemeinschaft für
Handchirurgie, der Deutschen
Gesellschaft für Handchirurgie
und der Österreichischen
Gesellschaft für Handchirurgie

Organ der Deutschsprachigen
Arbeitsgemeinschaft für
Mikrochirurgie der peripheren
Nerven und Gefäße

Organ der Vereinigung der
Deutschen Plastischen Chirurgen

35. Jahrgang 2003

Sonderdruck

© Georg Thieme Verlag
Stuttgart · New York

Nachdruck nur mit
Genehmigung des Verlages

Georg Thieme Verlag

Rüdigerstraße 14
70469 Stuttgart

www.thieme.de/hamipla
www.thieme-connect.de

G. Wechselberger
T. Schoeller
P. Pülzl
H. Piza-Katzer

Freie Lappenplastiken zur Rekonstruktion komplexer Defekte am Handrücken: Ästhetische und funktionelle Aspekte

Free Tissue Transplantation for Defect Coverage of the Dorsum of the Hand: Aesthetic and Functional Aspects

Zusammenfassung

Hintergrund: Bei ausgedehnten Defekten am Handrücken mit freiliegenden Strukturen, wie Sehnen, Gelenken, Knochen, Nerven oder Gefäßen, kann mit Hauttransplantaten oder lokalen Lappen kein optimales Ergebnis erzielt werden. In diesen Fällen sind freie Lappenplastiken das Mittel der Wahl.

Patienten und Methode: Wir berichten über acht Patienten mit komplexen Handverletzungen, die im Zeitraum von 1997 bis 2001 mit freien fasziokutanen Lappen oder Muskellappen und Spalthaut gedeckt wurden.

Ergebnisse: Das Durchschnittsalter betrug 57 Jahre, der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum 25 Monate. Bei vier Patienten wurde ein lateraler Oberarm-Lappen, bei drei Patienten ein M. gracilis mit Spalthaut und bei einem Patienten ein M. latissimus dorsi mit Spalthaut transplantiert. Bei fünf Patienten führten wir eine Strecksehnenrekonstruktion durch; drei Patienten erreichten ein gutes, eine Patientin ein befriedigendes und ein Patient ein schlechtes funktionelles Ergebnis. An Komplikationen traten einmal eine Lappenteilnekrose und einmal eine Lappenvenenthrombose auf. Die ästhetischen Ergebnisse waren bei der Defektdeckung mit Muskellappen und Spalthaut besser als mit fasziokutanen Lappen.

Abstract

Background: Complex and large soft-tissue defects of the dorsum of the hand, which cannot be covered with skin grafts or local flaps have to be reconstructed by means of free tissue transplantation. The purpose of this study was to present our experience with free fasciocutaneous flaps and muscle flaps with split-thickness skin graft for defect coverage of the dorsum of the hand in eight patients.

Patients and Method: Evaluation of eight patients who underwent coverage of the dorsum of the hand with free flaps during 1997 to 2001 is presented. Other treatment options are discussed.

Results: Average age of the patients was 57 years and average follow-up was 25 months. For defect coverage we used a lateral arm flap in four cases, a gracilis muscle flap with split-thickness skin graft in three cases and a latissimus dorsi flap with split-thickness skin graft in one case. In five patients we performed an extensor tendon reconstruction. Three of those cases achieved a good, one a fair and one case had a bad functional result. In one patient we had a partial flap loss. Muscle flaps with skin graft revealed better esthetic results than fasciocutaneous flaps.

Institutsangaben

Universitätsklinik für Plastische und Wiederherstellungschirurgie Innsbruck, Österreich
(Vorstand: o. Univ.-Prof. Dr. H. Piza-Katzer) und
Ludwig-Boltzmann-Institut für Qualitätssicherung in der Plastischen Chirurgie
(Leitung: o. Univ.-Prof. Dr. H. Piza-Katzer)

Nach einem Vortrag anlässlich des 43. Symposiums der Deutschsprachigen Arbeitsgemeinschaft für Handchirurgie vom 23. bis 26. Oktober 2002 in Wien

Korrespondenzadresse

Univ.-Prof. Dr. med. Gottfried Wechselberger · Univ.-Klinik für Plastische und Wiederherstellungschirurgie ·
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck · Anichstraße 35 · 6020 Innsbruck · Österreich ·
E-mail: Gottfried.Wechselberger@uibk.ac.at

Eingang des Manuskriptes: 3. 2. 2003 · Angenommen: 20. 3. 2003

Bibliografie

Handchir Mikrochir Plast Chir 2003; 35: 245–250 © Georg Thieme Verlag Stuttgart · New York ·
ISSN 0722-1819

Schlussfolgerung: Die freie mikrovaskuläre Gewebetransplantation hat die Möglichkeiten der Handrekonstruktion enorm erweitert und ist heute, obwohl technisch aufwändig, ein unverzichtbarer Bestandteil der rekonstruktiven Chirurgie.

Conclusion: Microvascular free-tissue transplantation has expanded our options, giving us the opportunity for more refinement in hand reconstruction and improving the standards for a successful outcome.

Schlüsselwörter

Handrücken · Defektdeckung · freie Gewebetransplantation · Muskellappen · fasziokutane Lappenplastiken

Key words

Dorsum of the hand · defect coverage · free tissue transplantation · muscle flaps · fasciocutaneous flaps

Einleitung

Ausgedehnte Defekte am Handrücken mit freiliegenden Strukturen, wie Sehnen, Gelenken, Knochen, Nerven oder Gefäßen, stellen eine große Herausforderung für den rekonstruktiven Chirurgen dar. Ist die Defektdeckung durch Anwendung von Spalthaut- oder Vollhauttransplantaten sowie von lokalen oder gestielten Lappenplastiken nicht möglich oder mit Nachteilen verbunden, dann sind freie Lappenplastiken das Mittel der Wahl. Das Ziel ist die Wiederherstellung der Handfunktion bei gleichzeitig gutem ästhetischem Ergebnis. Die Haut am Handrücken ist dünn, elastisch und beweglich, was das Sehnengleiten und die Bewegung der Hand- und Fingergelenke ermöglicht. Es sollten deshalb freie Lappenplastiken ausgewählt werden, die diesen Erfordernissen gerecht werden. In der Literatur findet man Arbeiten über kutane und fasziokutane Lappenplastiken, reine Fasziolappen, Muskellappen und kombinierte Lappenplastiken, die zur Defektdeckung mit unterschiedlichen Ergebnissen verwendet wurden [1,2,5–11].

Die vorliegende Arbeit beschreibt unsere Erfahrungen bei acht Patienten mit komplexen Defekten am Handrücken, welche im Zeitraum von 1997 bis 2001 mit freien fasziokutanen Lappen oder Muskellappen mit Spalthaut gedeckt wurden.

Patienten und Methode

Im Zeitraum von 1997 bis 2001 wurde bei fünf männlichen und drei weiblichen Patienten mit einem Durchschnittsalter von 57 (30 bis 75) Jahren eine Defektdeckung durch eine freie Lappenplastik durchgeführt (Tab. 1). Zum Weichteildefekt am Handrücken kam es sechsmal durch ein Trauma, einmal durch ein Paravasat mit Nekrose nach intravenöser Verabreichung eines Chemotherapeutikums und einmal nach Entfernung eines Plattenepithel-Karzinom-Rezidivs. Dreimal erfolgte die Versorgung innerhalb von 24 Stunden und fünfmal zu einem späteren Zeitpunkt, in allen Fällen waren zwei Operationsteams im Einsatz. Bei den fünf Männern wurden vier laterale Oberarm-Lappen und ein M. latissimus dorsi, bei den drei Frauen drei M. gracilis mit Spalthaut verwendet. Bei fünf Patienten wurde eine Strecksehnenrekonstruktion durchgeführt. Vier Patienten wurden primär rekonstruiert, in einem Fall kam es zu einer Strecksehnennekrose, was einen erneuten Eingriff erforderte, in einem weiteren Fall wurde die Strecksehne sekundär wiederhergestellt. Alle vier Patienten mit freien Muskellappen und ungemessener Spalthaut wurden nach Abheilung für durchschnittlich sechs Monate mit einem Kompressionsstrumpf behandelt. Der durchschnittliche Nachuntersuchungszeitraum betrug 25 (14 bis 40) Monate.

Tab. 1 Patienten mit Weichteildefekten am Handrücken

Patient	Alter, Geschlecht	Ätiologie	Lappenart Zusatz-Operation	Zeitpunkt Versorgung	Komplikationen	sek. Eingriffe
1. N. F.	30, m	Trauma	lateraler OA-Lappen Strecksehnenrek.	> 24 Std.	Teilnekrose Haut Nekr. Strecksehne	Vollhaut Strecksehnenrekonstr.
2. M. F.	36, m	Trauma, Z.n. Spalthaut + Strecksehnenrek.	lateraler OA-Lappen Sehnenhypomochlion	> 24 Std.	keine	Lappentrimmung
3. F. E.	59, m	Trauma	lateraler OA-Lappen	< 24 Std.	Venenthrombose	Lappentrimmung
4. H. A.	75, m	PLEP-Karzinom	lateraler OA-Lappen	< 24 Std.	keine	keine
5. H. M.	62, f	Quetschtrauma, Z.n. Karpektomie, Z.n. Daumenamputation, Z.n. Strecksehnennaht	M. gracilis + Spalthaut NTX* N. med. u. N. uln. Beugesehnenrek.	> 24 Std.	keine	geplant
6. H. E.	64, f	Trauma	M. gracilis + Spalthaut Strecksehnenrek.	< 24 Std.	keine	keine
7. K. B.	67, f	Paravasat (Chemoth.)	M. gracilis + Spalthaut	> 24 Std.	keine	Strecksehnenrekonstr.
8. S. A.	66, m	Trauma	M. lat. dorsi + Spalthaut Strecksehnenrek.	> 24 Std.	keine	keine

* NTX Nervenreplantation (N. suralis)

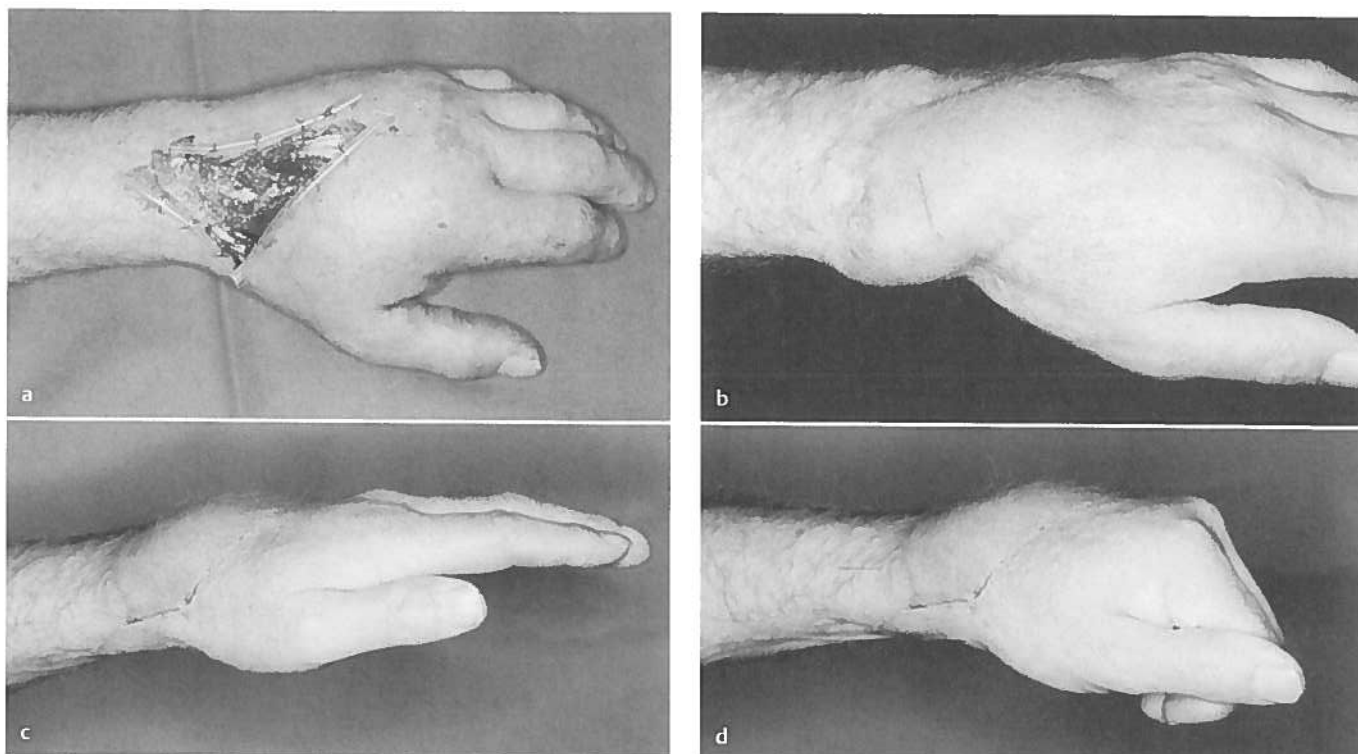


Abb. 1 a bis d F. E., 59-jährig, männlich. a Weichteildefekt nach Trauma. b Neun Monate nach Defektdeckung mit lateralem Oberarm-Lappen. c und d Funktionsaufnahmen nach Lappentrimmung.

Ergebnisse

Sechs Lappenplastiken heilten komplikationslos ein. Bei einem lateralen Oberarm-Lappen mit End-zu-End-Anschluss des Gefäßstiels an die A. radialis und zwei Begleitvenen musste aufgrund einer venösen Thrombose in beiden Venen eine Revisionsoperation durchgeführt werden. Der weitere Verlauf war ebenfalls komplikationslos. Bei einem Patienten mit einem freien lateralen Oberarm-Lappen kam es zu einer Lappenteilnekrose und Nekrose des Sehnentransplantates. Nach Nekrosenentfernung und Vollhautdeckung wurde in zwei weiteren Operationsschritten die Strecksehne durch Silastikstabimplantation und nachfol-

gender Transplantation der Plantaris-Sehne wiederhergestellt; es konnte ein gutes funktionelles Ergebnis erreicht werden. Von den fünf Patienten mit Strecksehnenrekonstruktion hatten drei Patienten ein gutes, ein Patient ein befriedigendes und ein Patient ein schlechtes funktionelles Ergebnis (Tab. 2). Die sekundäre Sehnenrekonstruktion brachte bessere funktionelle Ergebnisse.

Bei vier männlichen Patienten führten wir eine Defektdeckung mit einem freien Oberarm-Lappen durch und konnten ein gutes funktionelles und ästhetisches Ergebnis erzielen (Abb. 1 a bis d), allerdings musste bei zwei Patienten in einem Zweiteingriff eine

Tab. 2 Ergebnisse nach Strecksehnenrekonstruktion

Patient	Lokalisation	Rekonstruktion prim./sek.	Art der Strecksehnen-Rekonstruktion	Streckdefizit	FKHH (in cm)	Punkte*	Ergebnis
1. N. F.	D II li	sek.	Plantaris-Sehne	0 Grad	1	20	gut
2. M. F.	D III li	prim.	Sehnenhypomochlion	20 Grad	0	20	gut
	D IV li	prim.	mit Faszienstreifen	20 Grad	0	20	gut
3. H. E.	D II li	prim.	Palmaris longus-Sehne	30 Grad	2,5	10	befriedigend
	D III li	prim.	Palmaris longus-Sehne	25 Grad	2,5	11	befriedigend
4. K. B.	D II li	sek.	Palmaris longus-Sehne	10 Grad	0,5	17	gut
5. S. A.	D III li	prim.	Palmaris longus-Sehne	60 Grad	5	1	schlecht
	D IV li	prim.	Palmaris longus-Sehne	55 Grad	6,5	0	schlecht
	D V li	prim.	Palmaris longus-Sehne	30 Grad	5,5	3	schlecht

* Bewertungsschema für die Ergebnisbeurteilung nach Wiederherstellungsmaßnahmen an Strecksehnen der Langfinger von Geldmacher [13]: 24–22 Punkte = sehr gut, 21–17 Punkte = gut, 16–10 Punkte = befriedigend, 9–0 Punkte = schlecht.

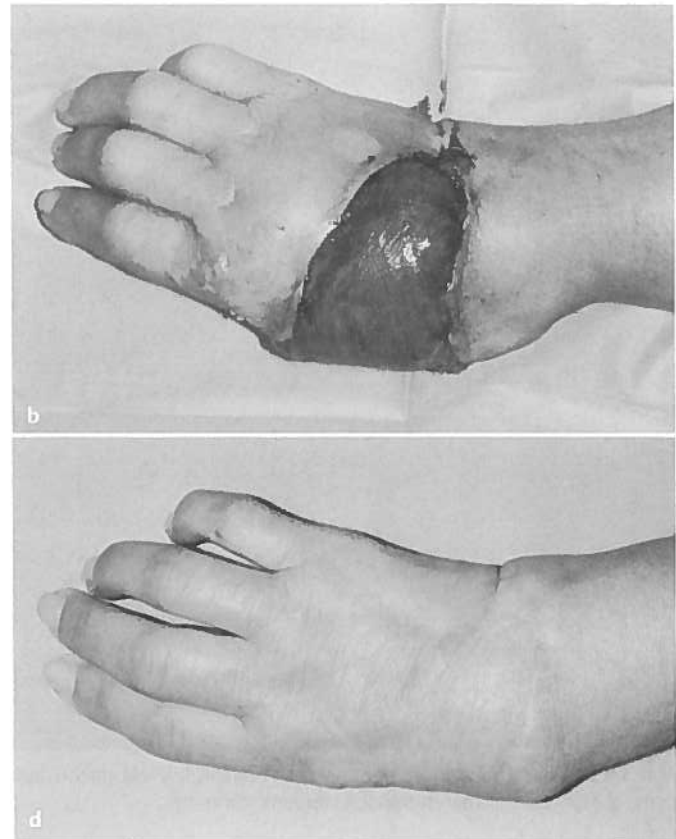
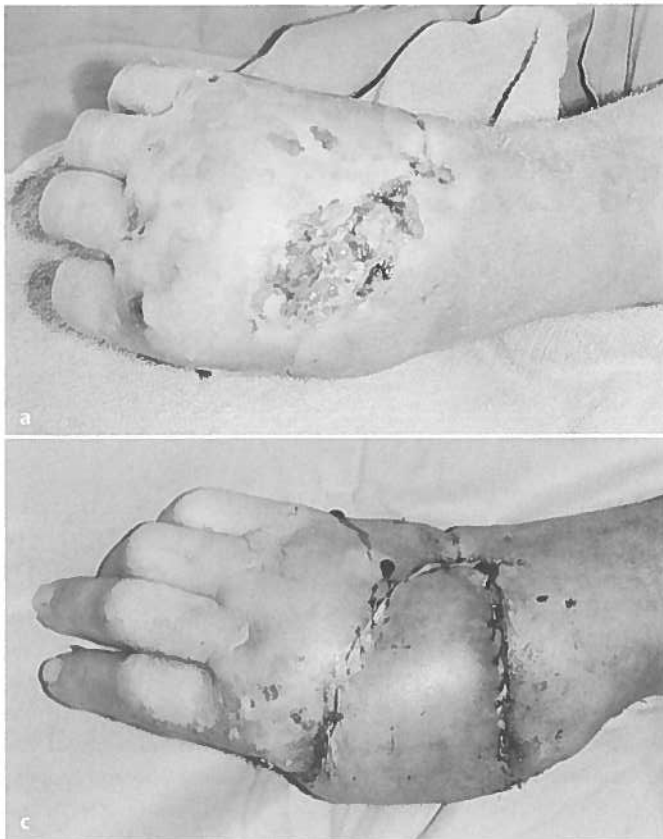


Abb. 2a bis d H. M., 62-jährig, weiblich; Zustand nach Quetschtrauma und Primärvorsorgung durch Karpektomie, Daumenamputation und Strecksehnnennaht. a Weichteildefekt Handrücken. b Deckung mit M. gracilis. c Aufgebrachte Spalthaut. d Ergebnis zwei Jahre postoperativ nach Kompressionsbehandlung.

Lappentrimmung durchgeführt werden. Bei allen vier Patienten mit Muskellappen und ungemessener Spalthaut kam es unter der Kompressionsbehandlung nach durchschnittlich sechs Monaten zu einer ausreichenden Atrophie, so dass keine weitere Lappentrimmung erforderlich war (Abb. 2a bis d). Die ästhetischen Ergebnisse in Bezug auf Hautfarbe und Kontur waren bei der Defektdeckung mit Muskellappen und Spalthaut besser als mit fasziokutanen Lappen. Von Seiten des Hebedefektes nach freiem Oberarm-Lappen konnte in allen Fällen ein akzeptables Ergebnis erzielt werden (Abb. 3). Der Hebedefekt nach M. gracilis-Entnahme heilte in allen Fällen ohne Komplikationen mit einer unauffälligen Narbe ab (Abb. 4).

Diskussion

Zur Rekonstruktion von komplexen Defekten am Handrücken findet man in der Literatur Arbeiten über kutane und fasziokutane Lappen, reine Fasziolappen, Muskellappen und kombinierte Lappenplastiken. Bei den freien kutanen Lappenplastiken gibt es Publikationen über den freien Leistenlappen und den freien Skapula- und Paraskapularlappen. Jeng und Mitarb. [6] berichten über fünf Fälle, in denen sie den freien Leistenlappen mit einem Anteil der Aponeurose des M. obliquus externus abdominis zur Weichteilrekonstruktion am Handrücken mit guten Ergebnissen verwendeten. Die gut durchblutete Aponeurose dient als Gleitschicht für die primär rekonstruierten Sehnen und verhindert Narbenbildungen und Sehnenadhäsionen. In Hinsicht

auf Lappengröße, Hautqualität sowie Verringerung der Hebedefektmorbidität ist der Leistenlappen gerade bei schlanken Frauen sehr geeignet. Bei adipösen Patienten ist die Lappendicke in dieser Region kaum akzeptabel, was eine spätere Entfettung des Lappens erforderlich macht. Ein weiterer Nachteil ist der kleine Durchmesser der A. circumflexa ilium superficialis (1 bis 2 mm) und deren Variabilität im Ursprungsbereich.

Natürlich gibt es auch die Möglichkeit der Anwendung eines gestielten Leistenlappens. Wir sehen den Nachteil in der langen Immobilisierung bis zur Durchtrennung des Lappenstiels und damit eingeschränkter Lebensqualität. Daher kommt der gestielte Leistenlappen bei uns nur in seltenen Fällen zur Anwendung, wenn aufgrund von Zusatzerkrankungen oder Begleitverletzungen Probleme bei der Präparation von Anschlussgefäßen zu erwarten sind.

Auch der Skapula- und der Paraskapularlappen können als rein kutane, fasziokutane oder osteokutane Lappen eingesetzt werden. Beide Lappen können auch miteinander an einem gemeinsamen Gefäßstiel transplantiert werden [9]. Durch den vaskularisierten Faszianteil kann Gleitgewebe um exponierte Sehnen gehüllt werden; weiterhin erlaubt die Mitnahme eines vaskularisierten Knochenanteils von der Skapula die Rekonstruktion von Knochendefekten. Ein weiterer Vorteil ist der lange und relativ großkalibrige Gefäßstiel. Der Hebedefekt ist allerdings hinsichtlich der sekundär regelmäßig entstehenden breiten Narben bedeutsam und insbesondere bei Frauen von Nachteil.

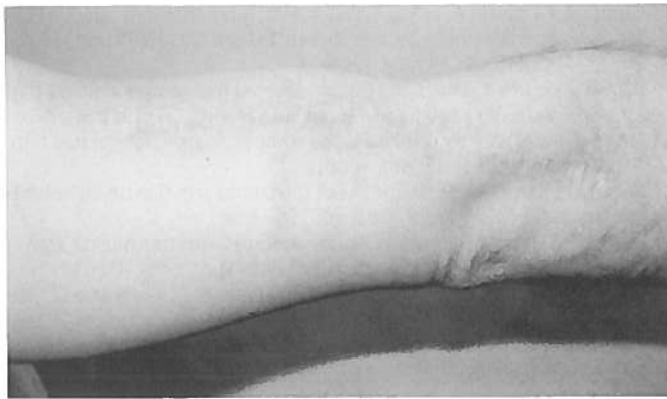


Abb. 3 Entnahmestelle lateraler Oberarm-Lappen.

Für komplexe Defekte am Handrücken bevorzugen wir bei Männern den freien Oberarm-Lappen, der durch Ausdehnung des Lappens auf den Unterarm als sehr dünner Hautlappen mit einem langen Gefäßstiel gewonnen werden kann. Der Lappen kann auch mit einem Knochenanteil oder Trizepssehnenanteil gehoben werden [7]. Auch Schecker und Mitarb. [10] berichten über sieben Fälle mit guten und befriedigenden funktionellen Ergebnissen nach Defektdeckung mit einem freien Oberarm-Lappen und sofortiger Sehnenrekonstruktion am Handrücken. Die Durchblutung der Hand wird bei der Hebung des Lappens nicht beeinträchtigt, und der Hebedefekt wird von Männern nahezu immer ohne Probleme akzeptiert, während Frauen eine Narbenbildung in dieser Region meistens ablehnen. Eine starke Behaarung des freien Oberarm-Lappens kann allerdings manchmal ungünstig sein.

Der A. dorsalis pedis-Lappen wurde als fasziokutaner und als kombinierter Haut-Sehnen-Lappen zur Rekonstruktion von Defekten am Handrücken verwendet [1,2]. Caroli und Mitarb. [2] berichten über sehr gute funktionelle Ergebnisse in drei Fällen, in denen sie den A. dorsalis pedis-Lappen mit Sehnenanteilen der langen Zehenstrecker zur gleichzeitigen Rekonstruktion von Strecksehnen- und Weichteildefekten am Handrücken verwendeten. Sie sahen den Vorteil in der Transposition von vaskularisierten Sehnen mit entsprechender Länge, umgeben von intakter Sehnen Scheide in Verbindung mit einem Hautlappen, der dem Handrücken bezüglich Textur und Farbe sehr ähnlich ist. Als entscheidender Nachteil muss jedoch der Hebedefekt erwähnt werden, welcher mit Funktionsverlusten, instabilen Narben und schlechtem ästhetischen Ergebnis einhergeht [1].

Beim Temporalis-Faszienlappen hingegen ist der Hebedefekt minimal, vorausgesetzt, dass bei der Lappenhebung keine Haarfollikel zerstört werden, was zu einer lokalen Alopezie führen würde. Das Faszien Gewebe dient einerseits als gutes Gleitgewebe für Sehnen, ist jedoch andererseits in Verbindung mit einem Hauttransplantat weniger elastisch und weniger stabil als normale Haut [5].

Wir führten in vier Fällen eine Defektdeckung mit einem Muskel-lappen und ungemessener Spalthaut durch. Hier waren die ästhetischen Ergebnisse vor allem in Bezug auf Hautfarbe und Kontur besser als bei der Defektdeckung mit einem fasziokutanen Lappen. Der gut durchblutete Muskel eignet sich hervorragend zur



Abb. 4 Entnahmestelle M. gracilis.

Aufnahme eines Hauttransplantates und liefert eine stabile Weichteildeckung. Der Nachteil des Spalthauttransplantates liegt darin, dass es keine Talgdrüsen enthält und somit gerade an der Hand regelmäßig eingefettet werden muss. Um eine ausreichende Atrophie des Muskels zu erreichen, war für zirka sechs Monate eine Kompressionsbehandlung erforderlich, und somit konnte in diesen Fällen auf eine Lappentrimmung verzichtet werden.

Die sekundäre Sehnenrekonstruktion brachte bessere funktionelle Ergebnisse, allerdings ist diese Schlussfolgerung aufgrund der geringen Fallzahl nicht aussagekräftig.

Logan und Mitarb. [8] berichten über gute ästhetische und funktionelle Ergebnisse mit dem freien M. serratus anterior-Lappen zur Defektdeckung an der Hand. Der Vorteil des M. gracilis liegt in seinem optisch unauffälligen Hebedefekt, weshalb er an unserer Abteilung vor allem bei Frauen bevorzugt Verwendung findet. Die Lappenhebung ist technisch einfach und sicher, der Patient muss nicht umgelagert werden, und ein gleichzeitiges Arbeiten an der Hand und am Oberschenkel durch zwei Operationsteams ermöglicht ein rascheres Ende der Operation. Wird bei großen Defekten am Handrücken ein langer Gefäßstiel benötigt, so hat sich die Hebung eines M. latissimus dorsi bewährt.

In der Fachliteratur findet man auch zahlreiche Arbeiten über lokale Lappenplastiken wie die A. interossea posterior-Lappenplastik [12], individuelle Perforans-Lappenplastiken [4] oder den Radialis-Unterarm-Lappen [3], die zur Defektdeckung an der Hand verwendet werden. Bei den beschriebenen lokalen Lappenplastiken kann die Lappenhebung aufgrund von anatomischen Varianten technisch sehr schwierig sein, eine Verschlechterung der Handdurchblutung herbeiführen und mit einer hohen Hebedefektmorbidität einhergehen. Vögelin und Mitarb. [12] berichten über eine retrospektive Analyse von 88 Patienten, die mit einer distal gestielten A. interossea posterior-Lappenplastik an

der Hand versorgt wurden und eine Komplikationsrate von 23% aufwiesen.

Die freie mikrovaskuläre Gewebetransplantation hat die Möglichkeiten der Handrekonstruktion sehr erweitert und hat bei ausgedehnten komplexen Defekten am Handrücken einen hohen Stellenwert. Besonders an mikrochirurgischen Zentren, wo die freie Gewebetransplantation eine Standardoperation darstellt und die dafür notwendigen Ressourcen jederzeit vorhanden sind, ist die freie mikrovaskuläre Lappenplastik der lokalen Lappenplastik häufig überlegen.

Literatur

- ¹ Asko-Seljavaara S, Pitkänen J, Sundell B: Microvascular free flaps in early reconstruction of burns in the hand and forearm. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1984; 18: 139–144
- ² Caroli A, Adani R, Castagnetti C, Pancaldi G, Squarzina PB: Dorsalis pedis flap with vascularized extensor tendons for dorsal hand reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 1993; 92: 1326–1330
- ³ Girsch W, Knabl J, Rab M: Revaskularisation und Defektdeckung der Hand: Spezielle Einsatzmöglichkeiten des Radialis-Unterarmflappens. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001; 33: 89–94
- ⁴ Giunta R, Geisweid A, Lukas B, Feller A-M, Biemer E: Individuelle Perforans-Lappenplastiken an der oberen Extremität. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002; 34: 224–229
- ⁵ Hirase Y, Kojima T: Use of the double-layered free temporal fascia flap for upper extremity coverage. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19: 864–870
- ⁶ Jeng S-F, Wei F-C, Noordhoff MS: The composite groin fascial free flap. *Ann Plast Surg* 1995; 35: 595–600
- ⁷ Katsaros J, Tan E, Zoltie N: The use of the lateral arm flap in upper limb surgery. *J Hand Surg [Am]* 1991; 16: 598–604
- ⁸ Logan SE, Alpert BS, Buncke HJ: Free serratus anterior muscle transplantation for hand reconstruction. *Br J Plast Surg* 1988; 41: 639–643
- ⁹ Sauerbier M, Erdmann D, Bickert B, Wittmann M, Germann G: Die Defektdeckung an Hand und Unterarm mit dem freien Skapula-Paraskapularlappen. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2001; 33: 20–25
- ¹⁰ Scheker LR, Langley SJ, Martin DL, Julliard KN: Primary extensor tendon reconstruction in dorsal hand defects requiring free flaps. *J Hand Surg [Brit]* 1993; 18: 568–575
- ¹¹ Upton J, Havlik RJ, Khouri RK: Refinements in hand coverage with microvascular free flaps. *Clin Plast Surg* 1992; 19: 841–857
- ¹² Vögelin E, Langer M, Büchler U: Wie zuverlässig ist die distal gestielte A. interossea posterior-Lappenplastik? Eine retrospektive Analyse von 88 Patienten. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2002; 34: 190–194
- ¹³ Bewertungsschema für die Ergebnisbeurteilung nach Wiederherstellungsmaßnahmen an Strecksehnen der Langfinger. In: Geldmacher J, Köckerling F: *Sehnenchirurgie*. München: Urban & Schwarzenberg, 1991: 240, Abb. 3–65