

Unfallchirurg

<https://doi.org/10.1007/s00113-021-01100-9>

Angenommen: 29. September 2021

© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Redaktion

Wolf Mutschler, München

Hans Polzer, München

Ben Ockert, München



Rekonstruktion posttraumatischer sprunggelenknaher Weichteildefekte durch freie Faszienlappen aus dem anterolateralen Oberschenkel

Andrej Ring^{1,2} · Hendrik Beutel^{1,2} · Pascal Kirchhoff¹ · Sebastian Ulrich Bushart¹ · Niklas-Chris Dellmann¹ · Farhad Farzaliyev³¹ Klinik für Plastische Chirurgie, St. Rochus Hospital, Castrop-Rauxel, Deutschland² Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland³ Klinik für Allgemein-, Viszeral und Transplantationschirurgie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Zur Rekonstruktion von Weichteildefekten nach sprunggelenknahen Frakturen wurden freie Faszienlappen aus dem anterolateralen Oberschenkel (ALT) verwendet. Diese Modifikation wurde mit der herkömmlichen fasziokutanen Methode verglichen.

Material und Methoden: Defektgröße, Dicke der subkutanen Fettschicht des Oberschenkels und des Weichteilmantels am Sprunggelenk wurden retrospektiv bestimmt. Die Auswertungen wurden zwischen faszialen (Fo) und fasziokutanen Lappen (Fc) verglichen. Der Foot and Ankle Outcome Score (FAOS) wurde verwendet. Umfragen zum ästhetischen Ergebnis wurden durchgeführt.

Ergebnisse: Bei insgesamt 18 Frakturen lag in 94 % ein geschlossener Weichteilschaden vor. Nach Plattenosteosynthese entwickelten sich Weichteildefekte mit einer mittleren Fläche von $40,4 \pm 13,1 \text{ cm}^2$ (28–76 cm^2). Der Weichteilschatten über den betroffenen Malleoli nahm durch die Lappenplastik an Dicke signifikant in beiden Gruppen zu ($4,5 \pm 0,7$ vs. $21,1 \pm 6,4 \text{ mm}$, $p < 0,05$). Es fand sich ein signifikanter Unterschied beim Vergleich des Body-Mass-Index (BMI) zwischen den Gruppen (Fc $26,3 \pm 3,4 \text{ kg/m}^2$ vs. Fo: $30,1 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$, $p < 0,05$). Für beide Gruppen bestand eine positive Korrelation ($r = 0,843$) zwischen dem BMI und der Dicke des epifaszialen Weichteilmantels am Oberschenkel. Zur „Funktion im täglichen Leben“ und zur „fuß- und knöchelbezogenen Lebensqualität“ ergaben sich in der FOAS-Befragung $75,9 \pm 28,9$ bzw. $47,9 \pm 32,4$ Punkte. Rund 55 % haben das ästhetische Rekonstruktionsergebnis als „akzeptabel“ und 45 % als „gut“ bewertet.

Diskussion: Der modifizierte ALT-Faszien-Lappen kann in Situationen sinnvoll sein, wo eine stark aufragende Fett-Haut-Schicht die Einpassung des Lappens in den Defekt erschwert.

Schlüsselwörter

Wunde · Wundheilungsstörung · Freier Gewebettransfer · ALT · Mikrochirurgie



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Alter	Jahre	64 ± 12,5	74,5 ± 9,1	0.20054	69,3±12,
Geschlecht	F / M	6 / 5	4 / 3	0.96012	10 / 8
BMI	kg/m ²	26,3 ± 3,4	30,1 ± 4,2	0.01928	28,2 ± 4,2
Komorbiditätsprofil					
CCI	%	5,2 ± 3,8	4,6 ± 2,6	0.64552	4,9±3,3
ASA	III / II / I	4 / 7 / 0	4 / 3 / 0	0.4965	7 / 11 / 0
DM	J / N	5 / 6	2 / 6	0.4009	6 / 12
pAVK	J / N	4 / 7	1 / 6	0.47152	6 / 12
DSA	3G / 2G / 1G	6 / 3 / 2	4 / 3 / 0	0.4593	9 / 7 / 2
Frakturtyp					
AO-Klassifikation					
42	A / B / C	0 / 1 / 1	0 / 1 / 1		0 / 2 / 2
43	A / B / C	1 / 0 / 0	0 / 0 / 1		1 / 0 / 1
44	A / B / C	0 / 8 / 0	0 / 0 / 4		0 / 8 / 4
Weichteilschaden	geschl. / off.	10 / 1	7 / 0		17 / 1
Seite	R / L	6 / 5	3 / 4	0.71884	9 / 9

Abb. 1 ▲ Charakteristika des untersuchten Patientenkollektivs, Komorbiditätsprofil, Fraktur- und Defektmerkmale. *BMI* Body-Mass-Index, *CCI* Charlson Comorbidity Index, *ASA* American Society of Anesthesiologists, *DM* Diabetes mellitus, *pAVK* periphere arterielle Verschlusskrankheit, *DSA* digitale Subtraktionsangiographie, *AO* Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, *J/N* Ja/Nein, *F/M* Frauen/Männer

Einleitung

Posttraumatische Wundheilungsstörungen nach osteosynthetischen Versorgungen sprunggelenknaher Frakturen können zur Ausbildung von Weichteildefekten mit Exposition von Knochen- und/oder Sehngewebe sowie des Osteosynthesematerials führen. Häufig liegt zum Zeitpunkt des Auftretens dieser Wundproblematik keine vollständige Frakturkonsolidierung vor [1–4].

Eine Vielzahl von rekonstruktiven Methoden wurde entwickelt, um Weichteildefekte der Knöchelregion zu versorgen [5–7]. Verschiedene freie Lappen können verwendet werden, um Defekte des Fußes und des Sprunggelenks nach einem Trauma zu rekonstruieren. In bestimmten Fällen ist der betroffene Bereich jedoch zu flach für einen Muskellappen, zumal die Versiegelung eines Defekts mit Muskelgewebe in solchen Fällen selten erforderlich ist. In diesen Fällen würden Muskellappen die spätere Schuhanpassung erschweren und weitere Operationen erforderlich machen. Ein zufriedenstellendes funktionelles

und ästhetisches Ergebnis kann in solchen Fällen nur nach weiteren Korrekturen erzielt werden. Diese Erfahrungen werden z. B. bei Latissimustransplantaten wiederholt gemacht.

Unter den freien fasziokutanen Perforatorlappen hat sich der anterolaterale Oberschenkel-Lappen („anterolateral thigh“ [ALT]) zu einer populären Methode in der Rekonstruktion von Defekten an der unteren Extremität entfaltet. Die Anatomie des Lappens, seine Hebetechnik und zahlreiche erfolgreiche Anwendungen an Extremitäten wurden in der Literatur ausführlich beschrieben [8–11]. Doch sogar ein fasziokutaner ALT-Lappen kann sich am distalen Unterschenkel zuweilen als zu sperrig und zu voluminös erweisen, was zu gewissen Einschränkungen hinsichtlich der funktionellen sowie ästhetischen Ergebnisse führen kann [12–14].

In dieser Studie werden Ergebnisse zur Rekonstruktion posttraumatischer Weichteildefekte der Sprunggelenkregion unter Verwendung von Faszienlappen (Fo) vorgestellt. Diese Modifikation vergleichen wir mit der herkömmlichen fasziokutanen

Methode des freien anterolateralen ALT-Lappens (Fc).

Patienten und Methoden

Aus der Datenbank der Klinik wurden Patienten identifiziert, die zwischen Februar 2017 und März 2020 einer plastischen Rekonstruktion posttraumatischer Weichteildefekte der Sprunggelenkregion bedurften. Alle Rekonstruktionen erfolgten unter Verwendung mikrovaskulärer Transplantate aus der anterolateralen Region des ipsilateralen Oberschenkels. Die Hebung der Lappenplastiken erfolgte entlang des intermuskulären Septums zwischen M. rectus femoris und M. vastus lateralis. Der Verschluss des Entnahmedefektes erfolgte primär. Bei Faszienlappen wurde zuvor eine Hautinsel am Wundrand exzidiert, welche für die Spalthautgewinnung ex vivo diente.

Bei allen Lappenplastiken erfolgte ein standardisiertes Monitoring innerhalb der ersten 48 h nach dem Eingriff. Neben der engmaschigen klinischen Überwachung erfolgte zusätzlich eine Perfusionskontrolle mittels Doppler.

Das unmittelbare Nachsorgeintervall der Patienten betrug mindestens 2 Wochen seit dem Zeitpunkt der Entlassung. Die entlassenen Patienten wurden in diesem Zeitraum einmal/Woche in der Sprechstunde betreut.

Die Behandlungsdaten wurden retrospektiv aus den elektronischen Patientenakten erfasst und mit Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) gesammelt.

Die Berechnung der Defektgröße sowie der Ausprägung der subkutanen Fettschicht am Oberschenkel erfolgte auf der Basis digitaler intraoperativer Aufzeichnungen, welche standardisiert unter Verwendung eines Edelstahlmessstabes (Fa. BMI, Hersbruck) angefertigt wurden. Zur digitalen Analyse der Pixeldichte und -verteilung wurde eine Bildverarbeitungssoftware (Optimas 6.2, Fa. Meyer Instruments, Inc., Houston, TX, USA) verwendet.

Digitale Röntgenaufnahmen wurden zur Bestimmung der Dicke des über dem betroffenen Malleolus aufragenden Weichteilmantels vor und nach der Lappenplastik benutzt. Hierzu wurde die

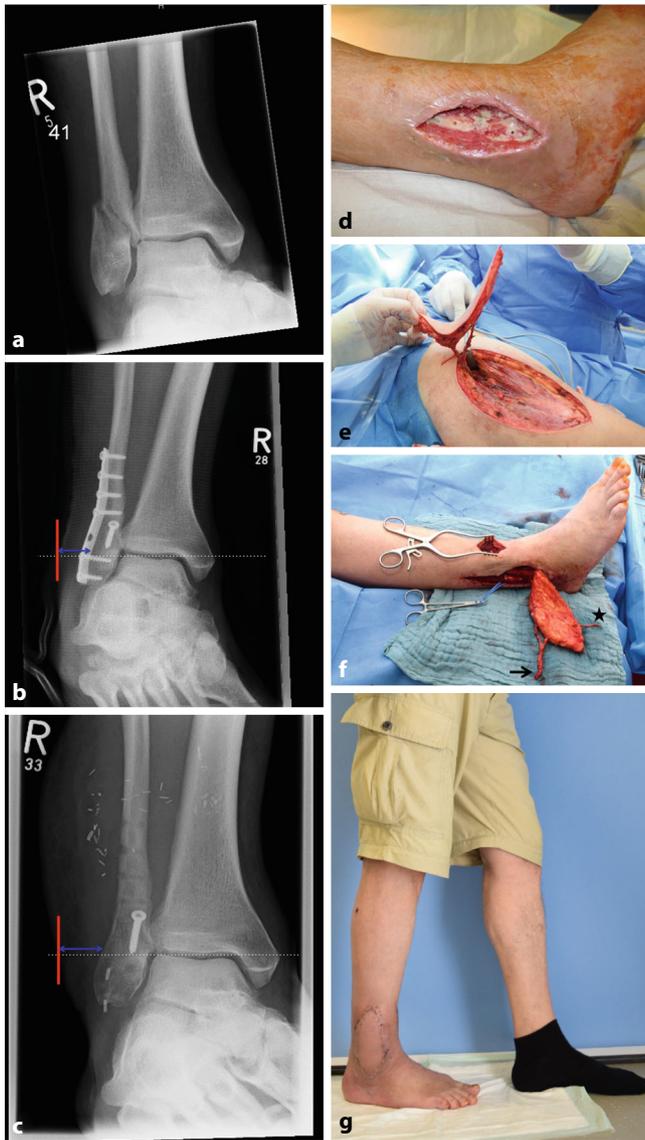


Abb. 2 ▲ Patient 65 J., Weichteildefekt am Außenknöchel nach Weber-B-Fraktur (44-B1). Nativröntgenaufnahmen in a.-p.-Projektion nach dem Unfall (a), nach der Osteosynthese (b), nach der Rekonstruktion mittels fasziokutanem ALT-Lappen (c). Die Begrenzung des Weichteilschattens über dem Malleolus lateralis ist markiert (rote Linie). Die Dicke des Weichteilschattens (blauer Doppelpfeil) wurde auf Höhe des tibiotalaren Gelenks (gestrichelte weiße Linie) gemessen. Gut erkennbar das Clip-Material des Lappengefäßstiels. Fotodokumentation des Defekts nach Metallentfernung und VAC-Therapie. Defektgröße nach Retraktion der Wundränder = 41 cm² (d). Hebung eines fasziokutanen Lappens vom ipsilateralen Oberschenkel (e). Vorbereitung der mikrovaskulären Anastomosierung des Lappenstiels (Pfeil) End-zu-Seit an die Arteria tibialis anterior sowie End-zu-End an zwei Begleitvenen und interfaszikuläre Anastomosierung eines sensorischen Nervenastes (Stern) der Lappenplastik an den N. suralis (f). Ergebnis 2 Monate nach der Rekonstruktion (g)

horizontale Begrenzung des über der Kortikalis aufragenden Metall- und/oder Weichteilschattens auf Höhe des tibiotalaren Gelenkspalts anhand von a.-p.-Projektionen der postoperativen Aufnahmen im Verlauf berechnet.

Die in die Studie eingeschlossenen Patienten wurden telefonisch kontaktiert und ihre Teilnahme an einer Umfrage mittels

postalisch versandtem Fragebogen eingeholt.

Es erfolgte ein Interview zu Beschwerden im Bereich der Entnahmestelle sowie zur subjektiven Einschätzung des ästhetischen Ergebnisses am Sprunggelenk. Folgende Frage wurde gestellt: Sind Sie mit dem kosmetischen Ergebnis nach Gewebeverpflanzung an Ihrem Unterschen-

kel zufrieden? Drei Antwortmöglichkeiten wurden vorgegeben: Das Ergebnis ist „schlecht“, „akzeptabel“, „gut“.

Der Foot and Ankle Outcome Score (FAOS, deutsche Version LK1.0, Dez. 2015) wurde zusätzlich verwendet, um die subjektive Meinung der Patienten zum Zustand des Sprunggelenks zu bewerten. Der Score bestand aus 5 Subskalen; Schmerzen, andere Symptome, Funktion im täglichen Leben, Funktion in Sport und Freizeit sowie fuß- und knöchelbezogene Lebensqualität. Hier sollte die letzte Woche von den Patienten bei der Beantwortung des Fragebogens berücksichtigt werden.

Die statistische Analyse wurde mit IBM SPSS Statistics für Windows/Macintosh, Version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) durchgeführt. Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test berechnet. Ein p -Wert $< 0,05$ wurde als statistisch signifikant angesehen. Der Pearson-Korrelationskoeffizient (r) diente dazu, um die Beziehungen zwischen Variablen zu bewerten. Die Daten wurden als Mittelwerte mit Standardabweichungen sowie als Minimum und Maximum in Klammern (Min–Max) angegeben.

Die vorliegende Studie wurde gemäß der Deklaration von Helsinki entworfen und von der örtlichen Ethikkommission genehmigt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden Behandlungsverläufe von 18 Patienten (10 Frauen und 8 Männer) nachuntersucht. Das Durchschnittsalter betrug $69,3 \pm 12,1$ Jahre (46 bis 83 Jahre). Weitere Patientencharakteristika zum Charlson-Komorbiditätsindex (CCI), zur Risikoklassifikation nach ASA (American Society of Anesthesiologists), zu relevanten Begleiterkrankungen und zur arteriellen Gefäßversorgung des verletzten Unterschenkels nach präoperativ durchgeführter digitaler Subtraktionsangiographie (DSA) sind in der **Abb. 1** zusammengefasst. Die Angiographie der betroffenen Extremitäten ergab im nachuntersuchten Kollektiv keine Befunde, die radiologischer- oder gefäßchirurgischerseits eine angioplastische Intervention erforderten.

Tab. 1 Ergebnisse der Umfrage zu 5 Subskalen des FAOS-Fragebogens					
n = 11	Schmerz	Andere Symptome	Funktion im täglichen Leben	Funktion in Sport und Freizeit	Lebensqualität
Mean ± SD	76,9 ± 28,9	69,1 ± 38,8	75,9 ± 28,9	41,7 ± 32,7	47,9 ± 32,4
Median	73,6	82,1	71,3	20	28,1
Maximum	100	100	100	80	93,75
Minimum	36,1	14,3	35,3	0	18,8
FAOS Foot and Ankle Outcome Score					

Die **Abb. 1** gibt einen Überblick zum Typ der diaphysären, distalen oder malleolären Frakturen nach AO-Klassifikation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen) und zur Bewertung des Weichteilschadens. Bei 17 Patienten (94 %) wurde der Weichteilschaden als geschlossen bewertet. Alle Frakturen stellten eine isolierte Verletzung dar und wurden plattenosteosynthetisch versorgt. Bei 5 Patienten ging der definitiven Plattenosteosynthese die Anlage eines Fixateurs externe voraus.

Die Weichteildefekte traten am Innen- oder am Außenknöchel mit einer durchschnittlichen Defektfläche von $40,4 \pm 13,1 \text{ cm}^2$ (28–76 cm^2) auf (**Abb. 1**). Die zum Defekt führende Wundproblematik trat im Mittel $29 \pm 15,6$ Tage nach der Frakturversorgung auf. Seitdem wurden mindestens 2 ($3,5 \pm 1,1$) Revisionen mit temporärer Abdeckung der Wunde durch Vakuum-Saug-Verband dokumentiert. In 16 Fällen (89 %) lag eine bakterielle Wundbesiedelung vor. Multiresistente Erreger wurden nicht nachgewiesen. In 11 Fällen (61 %) wurde das Osteosynthesematerial bereits entfernt. Nativradiologisch und/oder computertomographisch wurden vor der Lappenplastik keine osteitischen Prozesse beschrieben.

In 11 Fällen wurde ein herkömmliches fasziokutanes (Fc = „fasciocutaneous“) und in weiteren 7 Fällen ein Faszien-Transplantat, im Sinne eines „Fascia-only“ (Fo) Lappens ohne eine Perforatorversorgte Hautinsel verwendet.

Das vaskularisierte Faszientransplantat vom Oberschenkel (Fo) wurde dabei durch ein Hauttransplantat abgedeckt.

Bei 9 Patienten waren Revisionseingriffe aufgrund von Hämatomen, einer Wundrandnekrose in der Spenderregion oder Nachblutungen im Empfängergebiet erforderlich. Zwei intraoperative Anastomosenrevisionen waren bei einem Kinking

des Lappengefäßstiels notwendig. Es trat kein Lappenverlust auf.

Die Dauer der stationären Behandlung nach dem Defektverschluss betrug im Mittel $15,1 \pm 3,7$ Tage (9 bis 23 Tage) und zeigte zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede (Fc: $13,3 \pm 2,4$ vs. Fo: $17,3 \pm 3,8$, $p = 0,0643$).

Die weitere ambulante Betreuung wurde im niedergelassenen Bereich fortgeführt. Eine Frakturkonsolidierung wurde im Verlauf von den Nachbehandlern in 16 Fällen berichtet.

Aufgrund einer 5 Monate nach Faszienlappenplastik aufgetretenen Fistel wurde bei einer Patientin die Metallplatte an der Tibia bei vollständiger Frakturkonsolidierung entfernt. Nach dem Débridement des Plattenlagers traten im weiteren Verlauf keine Wundheilungsstörungen auf. Bei 6 Patienten mit fasziokutanen Lappen (Fc) wurde nach frühestens 3 Monaten mindestens eine Lappenausdünnung zur Verbesserung der Schuhversorgung und des optischen Bildes vorgenommen.

In den **Abb. 2, 3 und 4** sind Versorgungen von 3 Patienten im Verlauf anhand von Röntgen- und Fotodokumentationen beispielhaft dargestellt und kurz erläutert (**Abb. 2, 3 und 4**).

Die Berechnung der Dicke des auftragenden Weichteilmantels anhand digitaler Röntgenaufnahmen nach plattenosteosynthetischer Frakturversorgung und späterer Rekonstruktion der Weichteildefekte zeigte, dass der Weichteilschatten über den betroffenen Malleoli an Projektion bzw. Dicke in beiden Gruppen nach Lappenplastik signifikant zunahm ($4,5 \pm 0,7$ vs. $21,1 \pm 6,4 \text{ mm}$, $p < 0,05$). Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bestand jedoch nicht (**Abb. 5**).

Bei der Berechnung der Dicke des epifaszialen Weichteilmantels an der Entnahmestelle am Oberschenkel anhand

intraoperativer Fotoaufnahmen konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen (Fc vs. Fo) festgestellt werden (**Abb. 6**). Es fand sich zudem ein signifikanter Unterschied beim Vergleich des Body-Mass-Index zwischen den Gruppen (Fc: $26,3 \pm 3,4 \text{ kg/m}^2$ vs. Fo: $30,1 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$, $p < 0,05$).

Für beide Gruppen bestand weiterhin eine positive Korrelation ($r = 0,843$) zwischen dem BMI und der Dicke des epifaszialen Weichteilmantels am Oberschenkel.

Elf Patienten (8 Frauen und 3 Männer) haben im Mittel $24,7 \pm 10,4$ Monate (14 bis 36 Monaten) nach dem Trauma an der Umfrage teilgenommen. Bei 7 von ihnen wurde der Defekt durch fasziokutane (Fc) und bei weiteren 4 Patienten durch fasziiale Lappen versorgt (Fo). Sechs Patienten (55 %) haben das kosmetische Ergebnis an Unterschenkel- und Sprunggelenk als „akzeptabel“ eingeschätzt. Fünf Patienten (45 %) haben das Rekonstruktionsergebnis als „gut“ bewertet.

Als fortbestehende Beschwerden im Bereich der Entnahmestelle der Transplantate am Oberschenkel wurden von 3 Patienten (3 Frauen) ein „schmerzhaftes Ziehen nach langem Spazieren“, ein „nicht länger als 3 min andauernder krampfartiger Schmerz“ und eine „Berührungs- und Kälteempfindlichkeit“ angegeben. Acht Patienten haben keine Beschwerden am Oberschenkel angegeben.

Die mithilfe des FAOS-Fragebogens befragten Patienten im Alter zwischen 46 und 81 Jahren bewerteten den Zustand ihres Sprunggelenks und Fußes im Mittel für die Subskalen „Schmerzen“ und „andere Symptome“ mit $76,9 \pm 28,9$ (55,6–100) bzw. $69,1 \pm 38,8$ (14,3–100) Punkten sowie für die Subskala „Funktion im täglichen Leben“ mit $75,9 \pm 28,9$ (35,3–100) Punkten. Die Bewertungen für „Funktion in Sport und Freizeit“ sowie „fuß- und knöchelbezogene Lebensqualität“ erfolgten mit $41,7 \pm 32,7$ (0–80) bzw. $47,9 \pm 32,4$ (25–93,8) Punkten (**Tab. 1**). Zwei von 11 Patienten gaben zum Zeitpunkt der Umfrage an, die operierte Extremität im Alltag unter Zuhilfenahme eines Rollators zu belasten.



Abb. 3 ▲ Patientin 53 J., Weichteildefekt am Innenknöchel nach distaler Unterschenkelfraktur (42-B2). Nativröntgenaufnahmen in a.-p.-Projektion nach dem Unfall (a), nach der Osteosynthese (b), nach der Rekonstruktion mittels fasziokutanem Oberschenkelappen (c). Begrenzung des Weichteilschattens über dem Malleolus medialis (rote Linie). Die Dicke des Weichteilschattens (blaue Doppelpfeil) wurde auf Höhe des tibiotalaren Gelenks (gestrichelte weiße Linie) gemessen. Fotodokumentation des Defekts nach VAC-Therapie (d). Radikale Nekrosektomie und Vorbereitung des Transplantatlagers. Das Implantat wird erhalten (e). Hebung eines fasziokutanen Lappens vom ipsilateralen Oberschenkel (f, g). Ergebnis nach 6 Monaten und einer Lappenausdünnung (h)

Diskussion

Sprunggelenknahe Frakturen sind mit einem erhöhten Risiko für posttraumatische Komplikationen verbunden. Die Plattenosteosynthese bei distalen metaphysären Frakturen stellt ebenfalls ein erhöhtes Risiko für die Ausbildung von Wundheilungsstörungen dar. Zu den Faktoren, die mit einer hohen Komplikationsrate bei der chirurgischen Behandlung von distalen Unterschenkelfrakturen assoziiert sind, gehören Rauchen, Alter, Diabetes, periphere arterielle Verschlusskrankheit, aber auch lokale Faktoren wie z.B. eine bakterielle Wundkontamination sowie ein höherer Charlson-Score [1–3].

Ähnliche Beobachtungen insbesondere bezüglich der Wundkontamination konnten wir in dem von uns nachuntersuchten

Patientenkollektiv machen. Trotz wiederholten vorangegangenen Wund-Debridements und protektiven Vakuumbehandlungen unter fortgeführter antibiotischer Therapie war in 89% der Fälle ein Keimnachweis mit pathogenen Mikroorganismen festzustellen. Deswegen wurde in allen vorgestellten Fällen vor der definitiven Rekonstruktion ein radikales Débridement mit makroskopisch vollständiger Entfernung des Granulationsgewebes des Wundbettes und anschließende Jet-Lavage durchgeführt.

Die sich unter wiederholten Vakuumbehandlungen entwickelnde Hautretraktion kann einen spannungsfreien Wundverschluss auch bei relativ kleiner Defektfläche über der Knöchelregion unmöglich machen. In solchen Fällen sind rekonstruktive plastisch-chirurgische Tech-

niken erforderlich. Aufgrund der anatomischen Besonderheiten der Knöchelregion sind regionale Defektdeckungsverfahren wie durch Peroneus-brevis-, Suralis-, und Plantaris-medialis-Lappen oder durch andere gestielte Perforatorlappen aus der Fuß- und Unterschenkelregion nur begrenzt möglich [15–17]. In solchen Fällen müssen freie mikrovaskuläre Transplantate entsprechender Größe, Form und Gewebeeigenschaften verwendet werden. Die zu transplantierenden Gewebekomponenten sowie die Transplantatdicke, seine Textur und die Spenderstelle werden je nach vorhandenem Defekt für die jeweilige Situation individuell ausgewählt [12, 18].

Die Daten der Berechnung des auftragenden Weichteilmantels anhand digitaler Röntgenaufnahmen zeigten, dass



Abb. 4 ▲ Patientin 81 J., Defekt am Innenknöchel nach Unterschenkelfraktur (42-B2). Nativröntgenaufnahmen in a.-p.-Projektion nach Osteosynthese (a) und Defektverschluss mittels Fasziolen (b). Begrenzung und Dicke des Weichteilschatten über dem Innenknöchel (rote Linie, blauer Doppelpfeil). Zustand nach VAC-Therapie (c). Zunächst Débridement mit Exploration der Anschlussgefäße retromalleolär (d). Rekonstruktion durch einen den Fasziolen (e). Lappenanschluss End-zu-Seit an die A. tibialis posterior und Begleitvenen (f). Das Implantat wird erhalten. Die vaskularisierte Faszie wurde mit einem Vollhauttransplantat bedeckt (g). Zustand 2 Monate nach der Rekonstruktion (h)

	N	Nach Osteosynthese mm	Nach Lappenplastik mm
Fc	11	3,8 ± 0,4	25,9 ± 4,6
Fo	7	5,2 ± 0,3	16,3 ± 3,7
		<i>p</i> =0.92828	<i>p</i> =0.35758
Gesamt	18	4,5 ± 0,7	21,1 ± 6,4
		<i>p</i> =0.00398	

Abb. 5 ▲ Berechnung der Dicke des Weichteilschattens über den betroffenen Malleoli nach Osteosynthese und nach Lappenplastik

der Weichteilmantel über den betroffenen Malleoli nach einer Lappenplastik verständlicherweise an Projektion bzw. Dicke signifikant zunimmt ($4,5 \pm 0,7$ vs. $21,1 \pm 6,4$ mm, $p < 0,05$). Demgegenüber fand sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte der höhere Body-Mass-Index in der Gruppe faszialer Oberschenkelappen sein (BMI Fc: $26,3 \pm 3,4$ kg/m² vs. BMI Fo: $30,1 \pm 4,2$ kg/m², $p < 0,05$).

Die Dicke des Lappens ist jedoch nicht das einzige „Problem“ und auch nicht das wichtigste Kriterium bei der Auswahl einer geeigneten Technik zur Rekonstruktion

	N	Epifaszialer Weichteilmantel	Body-Mass-Index
		mm	kg/m ²
Fc	11	19,5 ± 2,3	26,3 ± 3,4
Fo	7	23,7 ± 3,8	30,1 ± 4,2
		p=0.0455	p=0.01928
Gesamt	18	21,58 ± 3,75	28,18 ± 4,24
		r=0.843, p=0.00634	

Abb. 6 ▲ Berechnung der Dicke des epifaszialen Weichteilmantels an der Entnahmestelle der Lappen am Oberschenkel im Vergleich zum Body-Mass-Index

von posttraumatischen und z. T. hochkomplexen Gewebedefekten. Die Verwendung eines myokutanen Lappens als Plombe zur Versiegelung eines ausgedehnten Weichteil- oder Knochendefekts an der unteren Extremität ist in der rekonstruktiven Chirurgie zum Zwecke des Extremitäterhalts nach wie vor effektiv. Die Revisionsstabilität und die hohe Vaskularität myokutaner Transplantate wie z. B. bei dem Latissimus-dorsi-Muskeltransplantat spielen hierbei bekanntlich eine wichtige Rolle. Nichtsdestotrotz ist die Kritik einiger Autoren berechtigt, dass sperrige und voluminöse Lappen, die mehrere Korrekturingriffe erfordern, eine gewisse Entstellung der Extremität verursachen und z. B. eine angemessene Schuhversorgung verhindern können [12, 18].

Ein zu dick aufragender Lappen lässt sich jedoch aus der Erfahrung der Autoren nicht immer vermeiden. Nicht selten kann die Hautinsel eines fasziokutanen Lappens nicht primär an die originäre Haut des Wundrands adaptiert werden, sodass hier zwangsläufig z. B. ein temporärer Kunsthautersatz und zweizeitig ein Sekundärverschluss oder einzeitig eine Spalthauttransplantation erfolgen müssen. Wenn man den Verschluss primär erzwingt, läuft man die Gefahr, z. B. den Lappenstiel abzudrücken oder abzuknicken und so zumindest die venöse Drainage des Lappen-transplantats zu gefährden.

In der vorliegenden Studie wurden v. a. „flache“ Weichteildefekte mit einer mittleren Flächengröße von $40,4 \pm 13,1 \text{ cm}^2$ nach überwiegend geschlossenen Frakturen (94% der Fälle), die einen weniger ausgeprägten Weichteilschaden und keinen

knöchernem Substanzverlust aufwiesen, berücksichtigt.

Des Weiteren war in keinem der vorgestellten Fälle ein osteosynthetischer Verfahrenswechsel z. B. aufgrund einer Infektseudarthritis erforderlich gewesen. Die Revisionsstabilität eines Fasziolappens konnte in unserem Patientenkollektiv lediglich durch einen Fall einer nach der Lappenplastik notwendigen Metallentfernung bei Plattenlagerinfekt belegt werden.

Die Gruppe der Fasziolappen (Fo) wies retrospektiv eine höhere Inzidenz von Adipositas mit einem mittleren BMI von $30,1 \pm 4,2 \text{ kg/m}^2$ auf. Sowohl zum BMI als auch zur Dicke des epifaszialen Weichteilmantels zwischen den Gruppen wurde ein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt. Der Body-Mass-Index zeigte nicht überraschend eine positive Korrelation mit der Ausprägung des epifaszialen Weichteilmantels der Spenderregion ($r = 0,843$).

In dieser Studie konnten lediglich 11 Patienten (61%) zum subjektiven Empfinden des kosmetischen Ergebnisses der plastischen Rekonstruktion an der verletzten Extremität befragt werden. Von keinem der Befragten wurde unabhängig von der Lappenart das kosmetische Ergebnis als „schlecht“ wahrgenommen.

Die Umfrage zum funktionellen Zustand an Sprunggelenk und Fuß unter Verwendung des FAOS-Fragebogen zeigte für das heterogene Patientenkollektiv, dass in Bezug auf die Beschwerden und Schmerzen, die Einschränkung der Beweglichkeit und das Aktivitätsniveau im täglichen Leben eher zufriedenstel-

lende Ergebnisse erreicht wurden. Die Bewertung bezüglich der körperlichen Belastbarkeit in Sport und Freizeit sowie der durch Probleme an Sprunggelenk und Fuß bedingten Einbußen der ursprünglichen Lebensweise fielen dagegen schon deutlich geringer aus.

Es ist anzunehmen, dass die Ergebnisse zu Funktion und Schmerz mit hoher Wahrscheinlichkeit mehr von der initialen Verletzung als vom transplantierten Lappen beeinflusst wurden, sodass die Ergebnisse unserer Studie nur bedingt eine Aussagekraft besitzen. Diese Ergebnisse entsprechen z. T. denen aus den früheren Studien z. B. von Broos und Bisschop [19], Ng und Barnes [20] sowie Hoiness et al. [21] zum Outcome nach operativer Versorgung von Sprunggelenkbrüchen.

Es ist jedoch anzumerken, dass es sich bei den 11 Patienten in unserer Studie um komplizierte Fälle handelt. Auch aus diesem Grund können die Ergebnisse aus unserer FAOS-Umfrage nur eingeschränkt als Vergleich zu Ergebnissen anderer Studien verwendet werden.

Die stabile Anatomie des absteigenden Astes der A. circumflexa femoris lateralis mit ihren Begleitvenen begründete die Wahl für mikrovaskuläre Transplantate aus der Oberschenkelregion im vorgestellten Patientenkollektiv. Die geringe Morbidität der Spenderregion ist ein weiterer relevanter Grund. Nicht zuletzt müssen die Bequemlichkeit und der Komfort für den Patienten sowie für das OP-Team in Bezug auf die einfache Lagerung während der Operation als zusätzliches Motiv der Entscheidung für den Oberschenkel-lappen gegenüber z. B. einem Parascapular- oder einem Latissimuslappen als auch einem Serratus-Fasziolappen genannt werden.

Wie bereits gezeigt wurde, ist der freie Femur-Periost-Lappen eine gute Alternative zu fasziokutanen und faszialen Lappen aus der anterolateralen Oberschenkelregion bei kleineren Defekten. Dieser kann verwendet werden, um Defekte bis zu $25\text{--}30 \text{ cm}^2$ in einer geeigneten Situation zu behandeln, wo kein langer und großkalibriger Gefäßstiel benötigt wird [22–25]. Der ALT-Lappen bietet jedoch gerade aufgrund seines langen Gefäßstiels die Möglichkeit einer z. B. transossären bzw. transkruralen Route bei entsprechend einge-

schränkter Gefäßversorgung des verletzten Unterschenkels.

Die Autoren vertreten die Meinung, dass der freie Faszienlappen aus dem anterolateralen Oberschenkel gerade gegenüber primär ausgedünnten ALT-Lappen (suprafaszial) einen deutlichen Vorteil insbesondere bei adipösen Patienten bietet, wo die subkutane Fettschicht auch nach einer suprafaszialen Hebung erfahrungsgemäß immer noch viel zu dick im Vergleich zu einem Faszienlappen bleibt. Die Technik der suprafaszialen ALT-Lappen wenden die Autoren eher in der Rekonstruktion von größeren Defekten an der Hand sowie im Kopf-Hals-Bereich an und das nicht bei adipösen Patienten. Die Morbidität der Donorregion am Oberschenkel beim freien Gewebetransfer wird in der Literatur insgesamt als gering beurteilt und von dem überwiegenden Teil der nachuntersuchten Patienten gut toleriert [26]. Ein Direktverschluss der Fascia lata bringt nach unserer persönlichen Auffassung für die Patienten funktionell keinen echten Vorteil und kann kontrovers gesehen werden. Ein direkter Faszienschluss wird jedoch von uns nie bewusst erzwungen.

Die Einschränkungen dieser Studie liegen in erster Linie in ihrem retrospektiven Design und der relativ geringen Patientenzahl. Auch stellen die Heterogenität der Verletzungen und die unterschiedlichen Defektlokalisationen gewisse Schwächen dar.

Zudem wurden hier die Ergebnisse nicht mit anderen rekonstruktiven Ansätzen z.B. myokutanen Lappen wie Latis-simus-dorsi- oder Rectus-femoris-Lappen verglichen.

Eine Zuordnung der Patienten zu den Operationstechniken erfolgte nicht. Nichtsdestotrotz ist das Risiko eines „selection bias“ nicht ausgeschlossen. Desgleichen kann ein Trend, nach erfolgreich durchgeführten und komplikationslos eingehielten Faszienlappen bei adipösen Patienten, nicht ausgeschlossen werden.

Ebenfalls wurden keine direkten Umfangsmessungen am Sprunggelenk oder funktionelle Untersuchungen z.B. eine Bestimmung der Bewegungsausmaße im oberen Sprunggelenk nach der Neutral-Null-Methode durchgeführt oder radiologische Auswertungen zur aktuellen

Situation am Sprunggelenk vorgenommen. Auf einen persönlichen Kontakt mit den Studienteilnehmern zwecks dieser Untersuchungen wurde aufgrund der aktuellen Lage zur COVID-19-Pandemie primär verzichtet.

Die Autoren sind weiterhin der Auffassung, dass der FAOS zum größten Teil das Outcome der unfallchirurgischen Versorgung der z.T. sehr schweren Verletzungen reflektiert. Dennoch lässt mit dem verwendeten Fragebogen das Gesamtergebnis einer interdisziplinären Versorgung einschätzen.

Fazit für die Praxis

Freie Faszienlappen aus der anterolateralen Oberschenkelregion bieten bei der Versorgung sprunggelenknaher Defekte den Vorteil einer geschmeidigen und wenig aufragenden und dennoch stabilen Bedeckung, sogar beim Verbleib des Osteosynthesematerials. Diese Modifikation des herkömmlichen faszio-kutanen ALT-Lappens kann in Situationen sinnvoll sein, wo eine stark ausgeprägte Haut-fettschicht der Donorregion die Einpassung des Transplantats in den Defekt beeinträchtigen würde.

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Andrej Ring

Klinik für Plastische Chirurgie, St. Rochus Hospital
Glückaufstraße 10, 44575 Castrop-Rauxel,
Deutschland
andrej.ring@ruhr-uni-bochum.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Ring, H. Beutel, P. Kirchhoff, S.U. Bushart, N.-C. Dellmann und F. Farzaliyev geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien. Diese retrospektive Studie erfolgte nach Konsultation der zuständigen Ethikkommission und im Einklang mit nationalem Recht.

Literatur

- Lynde MJ, Sautter T, Hamilton GA, Schubert JM (2012) Complications after open reduction and internal fixation of ankle fractures in the elderly. *Foot Ankle Surg* 18(2):103–107
- Zaghloul A, Haddad B, Barksfield R, Davis B (2014) Early complications of surgery in operative

treatment of ankle fractures in those over 60: a review of 186 cases. *Injury* 45(4):780–783

- Neumann MV, Strohm PC, Reising K et al (2016) Complications after surgical management of distal lower leg fractures. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 24:146
- Cho EH, Garcia R, Pien I et al (2014) An algorithmic approach for managing orthopaedic surgical wounds of the foot and ankle. *Clin Orthop Relat Res* 472(6):1921–1929
- Mbaidjol Z, Rothenberger J, Chetany R (2019) A scientometric analysis of the 50 most cited articles for reconstruction of the lower extremity. *Surg Res Pract* 2019:3068028. <https://doi.org/10.1155/2019/3068028>
- Li X, Cui J, Maharjan S, Lu L, Gong X (2016) Reconstruction of the foot and ankle using pedicled or free flaps: perioperative flap survival analysis. *PLoS ONE* 11(12):e167827. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167827>
- AlMugareni FM, Pak CJ, Suh HP, Hong JP (2020) Best local flaps for lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 8(4):e2774. <https://doi.org/10.1097/gox.0000000000002774>
- Koshima I, Fukuda H, Utunomiya R et al (1989) The anterolateral thigh flap: variations in its vascular pedicle. *Br J Plast Surg* 42:260–262
- Kimata Y, Uchiyama K, Ebihara S et al (2000) Anterolateral thigh flap donor-site complications and morbidity. *Plast Reconstr Surg* 106:584–589
- Kuo YR, Jeng SF, Kuo MH et al (2001) Free anterolateral thigh flap for extremity reconstruction: clinical experience and functional assessment of donor site. *Plast Reconstr Surg* 107:1766–1771
- Spindler N, Al-Benna S, Ring A et al (2015) Free anterolateral thigh flaps for upper extremity soft tissue reconstruction. *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW* 4:Doc5. <https://doi.org/10.3205/iprs000064>
- Akdeniz Doğan ZD, Çavuş Özkan M, Tuncer FB, Saçak B, Çelebiler Ö (2018) A comparative clinical study of flap thickness: medial sural artery perforator flap versus anterolateral thigh flap. *Ann Plast Surg* 81(4):472–474
- Bhadkamkar MA, Wolfswinkel EM, Hatef DA et al (2014) The ultra-thin, fascia-only anterolateral thigh flap. *J Reconstr Microsurg* 30(9):599–606. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1361843>
- Miller M, Pet MA, Schmitt WP, Colohan SM (2017) Fascia only anterolateral thigh flap for coverage of a dorsal foot defect after sarcoma excision. *Eplasty* 17:ic7
- Schaverien M, Saint-Cyr M (2008) Perforators of the lower leg: analysis of perforator locations and clinical application for pedicled perforator flaps. *Plast Reconstr Surg* 122:161–170
- Bliemel C, Aigner R, Giessler GA, Ruchholtz S (2017) Soft tissue management in ankle fractures. *OUP* 5:266–272. <https://doi.org/10.3238/oup.2017.0266-0272>
- Engel H, Lin CH, Wei FC (2011) Role of microsurgery in lower extremity reconstruction. *Plast Reconstr Surg* 127(Suppl 1):228S–238S
- Hsu KC, Tsai WH, Ting PS et al (2017) Comparison between anterolateral thigh, radial forearm, and peroneal artery flap donor site thickness in Asian patients—a sonographic study. *Microsurgery* 37:655–660
- Broos PL, Bisschop AP (1991) Operative treatment of ankle fractures in adults: correlation between types of fracture and final results. *Injury* 22:403–406
- Ng A, Barnes ES (2009) Management of complications of open reduction and internal fixation of an-

- kle fractures. Clin Podiatr Med Surg 26(1):105–125. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2008.09.008>
21. Hoiness P, Engebretsen L, Stromsoe K (2001) The influence of perioperative soft tissue complications on the clinical outcome in surgically treated ankle fractures. Foot Ankle Int 22:642–648
 22. Saad NH, Pontell ME, Winters BS, Daniel J, Saad A (2017) The periosteal medial femoral condyle free flap: a new option for soft tissue reconstruction of the distal lower extremity. Ann Plast Surg 79(4):372–376
 23. Ring A (2018) Sekundäre Rekonstruktionen funktioneller Defekte der Hand durch mikrovaskuläre Femur-Periost- und Saphenus-Faszien-Lappen. German Medical Science GMS, Düsseldorf <https://doi.org/10.3205/18dgpae132> (Doc132)
 24. Ring A (2018) Rekonstruktion postoperativer Weichteildefekte im Fußbereich mittels vaskularisiertem Femur-Periost- und Saphenus-Faszien-Lappen. In: Deutsche Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen. Vereinigung der Deutschen Ästhetisch-Plastischen Chirurgen. 49. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft der Plastischen, Rekonstruktiven und Ästhetischen Chirurgen (DGPRÄC), 23. Jahrestagung der Vereinigung der Deutschen Ästhetisch-Plastischen Chirurgen (VDÄPC). Bochum, 13.-15.09.2018. <https://doi.org/10.3205/18dgpae096>
 25. Ring A, Beutel H, Udrescu GA et al (2021) Mikrovaskuläre Rekonstruktion von Defekten am Fuß durch freien Femur-Periostlappen. Orthopade. <https://doi.org/10.1007/s00132-020-04064-7>
 26. Lakhiani C, DeFazio MV, Han K, Falola R, Evans K (2016) Donor-site morbidity following free tissue harvest from the thigh: a systematic review and pooled analysis of complications. J Reconstr Microsurg 32(5):342–357. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1583301>

Reconstruction of posttraumatic soft tissue defects of the ankle using free fascial flaps from the anterolateral thigh

Background: Free fascial flaps from the anterolateral thigh (ALT) were used to reconstruct soft tissue defects after trauma to the ankle. This modification was compared to the conventional fasciocutaneous method.

Material and methods: The defect size, the thickness of the subcutaneous fat layer on the thigh and the extent of the soft tissue covering the ankle were determined retrospectively. The evaluations were compared between fascial (Fo) and fasciocutaneous flaps (Fc). The foot and ankle outcome score (FAOS) was used. Esthetic outcome surveys were carried out.

Results: A total of 18 isolated fractures of the ankle were evaluated. In 94% of the cases a closed soft tissue damage predominated. After fracture fixation using a plate, soft tissue defects with a mean area of $40.4 \pm 13.1 \text{ cm}^2$ ($28\text{--}76 \text{ cm}^2$) developed. The thickness of the soft tissue covering over the affected malleoli increased significantly in both groups as a result of the flap surgery (4.5 ± 0.7 vs. $21.1 \pm 6.4 \text{ mm}$, $p < 0.05$). A significant difference was found when comparing the body mass index (BMI) between the groups (Fc $26.3 \pm 3.4 \text{ kg/m}^2$ vs. Fo $30.1 \pm 4.2 \text{ kg/m}^2$, $p < 0.05$). For both groups there was a positive correlation ($r = 0.843$) between the BMI and the thickness of the epifascial fat layer of the thigh. The FOAS survey revealed 75.9 ± 28.9 and 47.9 ± 32.4 points, respectively, for “function in daily life” and “foot and ankle-related quality of life”. The esthetic reconstruction result was rated as “acceptable” by 55% and as “good” by 45%.

Discussion: The modified method of a free fascial flap from the ALT can be useful in situations where a bulky flap makes it difficult to fit it into the defect.

Keywords

Wound · Surgical side infection · Free tissue transfer · ALT · Microsurgery