

Chirurg 2022 · 93:1007–1018
<https://doi.org/10.1007/s00104-021-01566-8>
Angenommen: 20. Dezember 2021
Online publiziert: 28. Januar 2022
© The Author(s), under exclusive licence to
Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
Springer Nature 2022

Wissenschaftliche Leitung

M. Betzler, Essen
H.-J. Oestern, Celle
P. M. Vogt, Hannover



CME

Zertifizierte Fortbildung

Eigengewebsrekonstruktion der unteren Extremität – Indikation und Technik

Anieto Onochie Matthias Enechukwu¹ · Viola-Antonia Stögner · Peter M. Vogt

¹ Klinik für Plastische, Ästhetische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Medizinische Hochschule Hannover, Hannover, Deutschland

Zusammenfassung

Die Eigengewebsrekonstruktion zur Defektdeckung der unteren Extremität beschreibt ein breites interdisziplinäres Spektrum an konservativen, operativen und interventionellen Behandlungsoptionen. Die Ziele der Rekonstruktion sind ein belastungsstabiler, funktionserhaltender, aber auch ästhetisch ansprechender Wundverschluss, um Betroffenen die Rehabilitation und Wiedereinbeziehung am Gemeinschafts- und Arbeitsleben zu ermöglichen. Abhängig von den Wundbedingungen und etwaigen bestehenden Begleitverletzungen oder -erkrankungen werden in einem patientenindividualisierten Vorgehen der Zeitpunkt und die Art der Defektdeckung gewählt. Der plastische Chirurg sollte hierbei frühestmöglich in die Erstellung eines Behandlungsplans mit eingebunden werden und wählt abhängig von der Lokalisation und Ätiologie des Hautweichteildefektes das passendste und schonendste rekonstruktive Verfahren aus seinem Armamentarium: beginnend beim sekundären Wundverschluss bis hin zu Hauttransplantationen oder lokalen und freien Lappenplastiken.

Schlüsselwörter

Plastische Chirurgie · Defektdeckung · Lappenplastik · Mikrochirurgie · Extremitätenerhalt

Online teilnehmen unter:
www.springermedizin.de/cme

Für diese Fortbildungseinheit
werden 3 Punkte vergeben.

Kontakt

Springer Medizin Kundenservice
Tel. 0800 77 80 777
(kostenfrei in Deutschland)
E-Mail:
kundenservice@springermedizin.de

Informationen

zur Teilnahme und Zertifizierung finden
Sie im CME-Fragebogen am Ende des
Beitrags.



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

Lernziele

Nach Lektüre dieses Beitrags ...

- können Sie die verschiedenen Arten der rekonstruktionspflichtigen Defekte unterscheiden,
- sind Sie in der Lage, zwischen verschiedenen Möglichkeiten der Extremitätenrekonstruktion zu differenzieren,
- haben Sie einen Überblick über die Vor- und Nachteile der verschiedenen operativen Techniken,
- können Sie die perioperativen Risiken und Komplikationsmöglichkeiten der Eingriffe einordnen,
- wissen Sie, wie der ideale Zeitpunkt zur Rekonstruktion zu bestimmen ist.

Hintergrund

Die Extremitätenerhaltende Chirurgie der unteren Extremität beschreibt ein breites interdisziplinäres Spektrum an konservativen, operativen und interventionellen Maßnahmen mit dem gemeinsamen Ziel des Erhaltes der unteren Extremität.

Der Begriff der Extremitätenrekonstruktion sollte heute sowohl den **plastischen Verschluss** des Haut-/Weichteilmantels als auch die **funktionelle Rekonstruktion** umfassen. Nur so lassen sich optimale Behandlungsergebnisse erzielen. Häufig sind schwere Unfälle oder Verbrennungen, ausgedehnte onkologische Resektionen, Fehlbildungen, Infekte sowie chronische Ulzerationen auf dem Boden lokaler oder systemischer Erkrankungen Ursache der deckungspflichtigen Defekte.

Indikation zur Rekonstruktion

Bei der plastisch-chirurgischen Extremitätenrekonstruktion handelt es sich meist um **Sekundäreingriffe**, häufig im interdisziplinären Rahmen. Ungünstig ist es, wenn die Konsultation des plastischen Chirurgen erst nach wiederholt frustranen Verschlussversuchen und bereits vorliegender Wundchronifizierung erfolgt.

Häufige Vorstellungsgründe sind **postoperative Wundheilungsstörungen** nach endoprothetischer oder osteosynthetischer Versorgung, posttraumatische Wunden, Patienten mit Gefäßerkrankungen oder mit stattgehabter oder geplanter Tumorchirurgie.

Ziele der Rekonstruktion

Die plastisch-chirurgische Extremitätenrekonstruktion hat das Ziel, die betroffene Extremität in ihrer **Länge und Funktion** zu erhalten bzw. im Falle einer Amputation einen **belastungsstabilen Stumpf** mit der Möglichkeit einer anschließenden Prothesenversorgung zu schaffen. Dies gilt sowohl für schwere Weichteilverletzungen als auch für komplizierte offene Frakturen mit Verletzung des Hautweichteilmantels.

Abkürzungen

ALT	Anterolateraler Oberschenkelappen
MLD	M.-latissimus-dorsi-Lappen
PAVK	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
VAC	Vacuum-assisted closure therapy (VAC)

Autologous tissue reconstruction of the lower extremity—indications and technique

Autologous tissue reconstruction for defect coverage of lower extremity wounds describes a broad interdisciplinary spectrum of conservative, surgical and interventional treatment options. The goals of reconstruction are a resilient and function-preserving but also esthetically acceptable wound closure, which should enable rehabilitation and the return to participation in social and working life for those affected. Depending on the wound conditions as well as on potentially occurring concomitant injuries and comorbidities, the timing and method of defect coverage is selected in an individualized approach for each patient. It is essential that the plastic surgeon is involved as early as possible in the preparation of a treatment plan and can then select the most appropriate and least invasive reconstructive procedure from the armamentarium, depending on the localization and etiology of the soft tissue defect. These vary from secondary wound closure to skin grafts up to local and free flaps.

Keywords

Plastic surgery · Defect coverage · Free flaps · Microsurgery · Limb preservation

Idealerweise wird Gleiches mit Gleichem ersetzt und die Wunde durch einen **vollschichtigen Weichteilersatz** verschlossen.

Zeitpunkt der Rekonstruktion

Bei Unfällen richtet sich der Zeitpunkt der Rekonstruktion nach Art und Schweregrad der Begleitverletzungen. Bei instabilen Patienten mit schwerer Extremitätenverletzung gilt die Regel **„life before limb“**. In den übrigen Fällen sollte das operative Vorgehen interdisziplinär besprochen werden und Therapieziel und Behandlungsalgorithmus sollten im besten Falle noch in der Notaufnahme festgelegt werden.

► Merke

Bei schweren Extremitätenverletzungen gilt der Grundsatz **„life before limb“**.

Eine endgültige Beurteilung des Ausmaßes der traumatischen Weichteilverletzungen kann jedoch erst intraoperativ nach **radikalem Débridement** aller avitalen Strukturen erfolgen.

In Zusammenschau des Wundausmaßes, des Schweregrades begleitender Frakturen, der Beteiligung neurovaskulärer Strukturen, aber auch des Patientenalters und -gesundheitszustandes, des ursprünglichen Funktions- und Aktivitätsniveaus sowie unter Einbezug der vermeintlichen Patientencompliance und allem voran des Patientenwunsches erfolgt dann die **definitive Rekonstruktionsplanung**.

Häufig bedarf es eines mehrzeitigen Vorgehens mit vorge-schalteten seriellen Débridements und im Falle einer komplizierten Fraktur der Anlage eines **externen Fixateurs**, bevor die betroffene Extremität abschließend rekonstruiert werden kann.

Im eigenen Vorgehen werden wir durch die Unfallchirurgie als plastische Chirurgen bei schweren Extremitätenverletzungen im Rahmen der initial ossären Stabilisierung intraoperativ zur Befund-evaluation hinzugezogen.

Bedarf es im weiteren Verlauf einer freien Lappenplastik, behält die Empfehlung von Godina einer **frühzeitigen Defektdeckung** nach traumatischen Extremitätenverletzungen aus dem Jahr 1986 immer noch ihre Gültigkeit [1]. Sollte hingegen eine zeitnahe Rekonstruktion beispielsweise bei instabilen Patienten, beim Vorliegen offener komplexer Frakturen oder grob kontaminierter Wunden nicht möglich sein, kann unter der Anwendung von Vakuumverbänden zur **temporären Weichteildeckung** die Rekonstruktion zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen [1, 2].

Vergleichbar erhalten uns sekundär zugewiesene Patienten mit chronischen Wunden zunächst eine **intraoperative Wundstatus-erhebung** und ggf. ein weiteres Débridement zur Keimlastreduktion und abhängig vom Befund erfolgt die Planung der Rekonstruktion.

Extremitätenerhalt vs. Amputation

Der Gliedmaßenerhalt sollte stets das primäre Behandlungsziel darstellen.

Nach schweren Traumata, Osteomyelitiden oder Tumorbefall muss jedoch als Ultima Ratio die Indikation einer Amputation kritisch geprüft werden. Der optimale Amputationsstumpf sollte hierbei sensibel, funktions-, belastungsstabil und bewegungsfähig sein. Bei der Bestimmung der **Amputationshöhe** muss neben dem maximalen Längenerhalt die prothetische **Versorgbarkeit des Stumpfes** berücksichtigt werden [3, 4].

► Merke

Vor geplanten Amputationen sollte Patientinnen und Patienten eine ärztliches Zweitmeinungsgespräch ermöglicht werden.

Jede Amputation bleibt jedoch eine **Nutzen-Risiko-Abwägung**. Hier gilt insbesondere im Falle akuter polytraumatisierter Patienten, maligner Prozesse oder fulminanter septischer Infektionen der Leitsatz „life before limb“ [4].

Bei chronischen, nichtheilenden Defekten, funktionslosen Extremitäten oder frustraner vorhergegangener Lappenplastik sollten mit dem Patienten die Vor- und Nachteile einer Amputation, unter holistischer Betrachtung des Gesundheitszustandes des Patienten und der individuellen Behandlungsziele, besprochen werden. Bei nicht vital bedrohten Patienten sollte optional eine unabhängige **ärztliche Zweitmeinung** mit dem Patienten vor einer Amputation besprochen werden.

Beim **diabetischen Fußsyndrom** wird vom Gesetzgeber seit 2021 ein Zweitmeinungsverfahren gefordert, sodass der behandelnde Arzt den Patienten proaktiv über die Möglichkeit einer Konsultation durch einen Zweitmeinenden informieren muss [5, 6].

Vor einer geplanten Amputation sollten Patienten in einem **Peer-Counseling-Gespräch** mit amputierten Personen zusammengebracht werden. Dies soll Betroffenen den direkten Erfahrungsaustausch, etwa im Hinblick auf Reintegration ins private und auch berufliche Leben, mit bereits amputierten Menschen ermöglichen [7].

Präoperative Vorbereitung

Im Rahmen der präoperativen Vorbereitung sollten die folgenden Punkte abgearbeitet werden:

- ausführliche Anamnese,
- klinische Untersuchung mit Erhebung des Gefäßstatus,
- Doppleruntersuchung der Extremität
- Angiographie (± Intervention),
- serielle Fotodokumentation der Wunde,
- Ausschluss und ggf. Behandlung von Komorbiditäten,
- Laboruntersuchungen inklusive Gerinnung und Kontrolle der Infektwerte,
- antibiotische Behandlung abhängig von der mikrobiologischen Wundbesiedlung,
- Erarbeitung eines interdisziplinären Behandlungsplans,
- ausführliches Aufklärungsgespräch über Risiken, Komplikationen, Erfolgsaussichten und alternative Therapieoptionen.

Bildgebende Verfahren

Im Rahmen der präoperativen Vorbereitung erhalten im eigenen Vorgehen alle Patienten mindestens ein **konventionelles Röntgenbild** der betroffenen Region in zwei Ebenen zum Ausschluss einer begleitenden Fraktur oder einer Osteomyelitis als Ursache oder Komplikation einer chronischen Wunde. Abhängig vom Unfallmechanismus sollte additiv eine **Schnittbildgebung** erfolgen.

Vor geplanten, insbesondere freien Lappenplastiken führen wir eine **Becken-Bein-Angiographie** durch. Ziel ist es, hierdurch Gefäßverschlüsse bei Patienten mit peripherer arterieller Verschlusskrankheit (PAVK), aber auch traumatische oder iatrogene Veränderungen der arteriellen Versorgung und des venösen Abflusses zu erkennen. Weiter ermöglicht die Angiographie eine bessere Planbarkeit hinsichtlich der Wahl der Anschlussgefäße. Hierfür stehen die geläufigen angiographischen Modalitäten zur Verfügung.

Bei Patienten mit schwerer Niereninsuffizienz, Schilddrüsen-dysfunktion oder bekannter Allergie gegen die geläufigen Kontrastmittel sollte alternativ auch die Option einer im Vergleich aufwendigeren **CO₂-Angiographie** in Erwägung gezogen werden [8].

Bei der schweren PAVK mit arteriellen Stenosen oder Okklusionen besteht die Option im Rahmen einer digitalen Subtraktionsangiographie mittels **Stents** oder perkutaner transluminaler **Angioplastie** interventionell die Perfusion der Extremität endovaskulär zu optimieren [9, 10].

Zusammengefasst sollte die Wahl der Bildgebung abhängig von der Wundursache, den Komorbiditäten, insbesondere der schweren Niereninsuffizienz, Kontrastmittelunverträglichkeiten, einliegendem osteosynthetischem Material, aber auch nicht-Magnetresonanz(MR)-fähigen Devices z.B. Schrittmacher oder Kochleaimplantaten patientenindividualisiert und stets in enger Rücksprache mit den Kollegen der Radiologie erfolgen.

Die **Farbdopplersonographie** der Gefäße stellt mittlerweile ein unverzichtbares Tool in der Vorbereitung gestielter und freier Lappenplastiken dar. So erlaubt dieses dynamische Bildgebungsverfahren unter anderem die präoperative Bestimmung von



Abb. 1 ▲ Wundkonditionierung mittels mobiler VAC („vacuum assisted closure therapy“)-Pumpe

Blutflussraten und Gefäßkalibern der Anschluss- sowie auch der Empfängergefäße.

Vakuumtherapie

Die „vacuum assisted closure therapy“ (VAC) gilt heute als feste Komponente in der Behandlung von Hautweichteildefekten [2, 11].

Bei diesem Verfahren wird ein Schwamm auf ein sauber débridiertes Wundbett aufgelegt und mithilfe einer luftundurchlässigen Folie an ein **subatmosphärisches Sogsystem** angeschlossen. Durch die VAC-Therapie wird eine **Neoangiogenese** stimuliert, unter welcher sich im besten Falle ein Granulationsgrund bildet, auf welchen im Verlauf eine Spalt- oder Vollhaut transplantiert werden kann [12].

Abhängig von der Defektgröße besteht auch die Möglichkeit, eine **sekundäre Wundheilung** unter konsekutiver Verkleinerung der Schwämme herbeizuführen.

Mittlerweile können Patienten mit kleinen **mobilen VAC-Systemen** in die ambulante Weiterbehandlung entlassen werden mit dem Vorteil einer Reduktion der Krankenhausaufenthaltsdauer (**Abb. 1**).

Nachteil dieser Methode ist jedoch die teils langwierige Behandlung sowie die **eingeschränkten Einsatzmöglichkeiten** im Falle freiliegender neurovaskulärer Strukturen, Knochen und osteosynthetischen Materials. Hier hat sich die Methode jedoch als **Überbrückungsmöglichkeit** vor einer geplanten Lappenplastik bewährt mit dem zusätzlichen Vorteil für Patienten, dass teils schmerzhafte Verbandswechsel auf Intervalle von bis zu 7 Tagen ausgeweitet werden können [2, 13].

Gerade über **Gleitzone**n von Sehnen und Gelenkkapseln, Nerven und Gefäßstraßen kann die vakuuminduzierte Gewebsgranulation durch Verwachsungen funktionell von erheblichem Nachteil sein. Hier sollte eine frühzeitige Lappenplastik geplant werden, mit der die natürlichen polsternden Gewebequalitäten mit ausreichender Gleitfähigkeit rekonstruiert werden können.

Primärer Wundverschluss

Der primäre Wundverschluss sollte, wenn chirurgisch vertretbar, bei allen frischen, nicht kontaminierten Wunden der unteren Extremität angestrebt werden.

Hier ist es wichtig, nach Traumata ein **Kompartmentsyndrom** oder Verletzungen funktioneller Strukturen auszuschließen. Unabhängig ist eine vorherige Wundexploration. Zum Wundverschluss stehen verschiedene Nahtmaterialien zur Verfügung, aus diesen sollte abhängig von der Gewebebeschaffenheit gewählt werden. In unserem Vorgehen verwenden wir **nichtresorbierbare Nahtmaterialien** in der Donati- oder Allgöwer-Rückstichttechnik. Voraussetzung hierfür ist, dass sich die **Wundränder** locker adaptieren lassen, das Gewebe gut durchblutet ist und keine grobe Kontamination vorliegt [14]. Bei grober Kontamination sollte eine sekundäre Wundheilung angestrebt werden, in dubio besteht jedoch auch die Möglichkeit, die Wundränder locker adaptierend zu vernähen, um eine Spülung mittels eingelegter Drainage zu ermöglichen.

Ausnahmen bilden in diesem Zusammenhang **onkologische Eingriffe**, bei fraglichen In-sano-Resektionen sollte der Defekt erst bei sicherer **R0-Resektion** verschlossen werden. Das Intervall bis zum Erhalt der histopathologischen Befunde kann mittels VAC oder temporärem Hautersatz überbrückt werden.

Sekundäre Wundheilung

Die Voraussetzung für eine erfolgreiche sekundäre Wundheilung im Bereich der unteren Extremität ist ein **vitaler Wundgrund**, ohne Freiliegen von Strukturen wie Sehnen, Bändern oder Knochen. Hierzu gibt es eine Vielzahl verschiedener Verbandsstrategien, deren Ausführung den Rahmen dieses Kapitels sprengen würde. Grundsätzlich sei hier erwähnt, dass für eine sekundäre Wundheilung eine **infektfreie** und vitale Wunde vorliegen muss. Dies kann nur nach einem **radikalen Débridement** mit Entfernung aller Nekrosen, Reduktion der bakteriellen Besiedlung und durch die Behandlung des ursächlichen Problems z. B. einer Stauungsdermatitis oder eines schlecht eingestellten Diabetes mellitus erreicht werden. Ausnahmen stellen hier etwa **Strahlenuzera** und exulzerierte Tumoren dar. Gelegentlich werden gerade die Tumorulzerationen als chronische Wunden verkannt, weshalb bei chronischen Wunden stets die Notwendigkeit einer **Wundbiopsie** gegeben ist. Unter chronischen Wunden versteht man jene Wunden, die innerhalb von 30 Tagen nicht epithelialisiert sind [15].

Eine Übersicht über häufige Ursachen chronischer Wunden der unteren Extremität gibt **Tab. 1**.

Durch **einwachsende Myofibroblasten** kommt es bei einer unkomplizierten Heilung im Verlauf zu einer Wundkontraktion und Verkleinerung der Wunde.

Es gilt immer zu bedenken, dass jede Sekundärheilung lediglich einen **narbigen Endzustand** ergibt, welcher z. B. an den Extremitäten zu erheblichen Funktionseinbußen führen kann; insofern sollte eine plastische Weichteildeckung immer frühzeitig in die Strategie einbezogen werden.

Tab. 1 Ursachen chronischer Wunden der unteren Extremität. (Aus [5])

Vaskuläre	Chronisch venöse Insuffizienz
	Periphere arterielle Verschlusskrankheit
	Lymphstau
Infektiös	Mykosen, Bakterien, Viren, Protozoen
Tumoren	Primäre Hauttumoren
	Metastasen
	Lymphome
	Majorlin-Ulkus
Entzündliche	Pyoderma gangraenosum
	Necrobiosis lipoidica diabetorum
Physikalische Schädigung	Dekubitus
	Verbrennung/Erfrörierung
	Strahlung
	Chemikalien
Metabolisch	Diabetes mellitus
	Amyloidose
	Hyperurikämie
Sonstige	Neuropathisch
	Selbstschädigung
	Insektenbisse
	Sichelzellenanämie/Thalasämie

Hauttransplantation

Defektdeckungen mit Hauttransplantaten sind prinzipiell auf jedem vitalen Wundgrund möglich, jedoch handelt es sich um **wenig belastungsstabiles Gewebe**.

Abhängig von der Dicke der entnommenen Haut unterscheidet man zwischen Spalt- und Vollhauttransplantaten. **Spalthaut** wird mithilfe eines **Dermatoms** gewonnen und umfasst in Abhängigkeit von der Einstellung die Epidermis und ein Viertel bis drei Viertel der Dermis. Vorteile sind großflächig Entnahmemöglichkeiten vom Ober- und Unterschenkel, Rücken, Abdomen und der behaarten Kopfhaut bei Kindern [16, 17, 18]. Darüber hinaus kann durch den **Mesh-Vorgang** eine Flächenvergrößerung der Spalthaut um das 1,5- bis 6-Fache der initialen Transplantatgröße erzielt werden.

Vollhauttransplantate hingegen umfassen die gesamte Epidermis und Dermis mit dem Vorteil einer **höheren mechanischen Belastbarkeit**, ästhetisch besseren Ergebnissen und deutlich reduzierter sekundärer Schrumpfung des Transplantats. Nachteil sind die **limitierten Spenderareale** (Leiste, Gesäßfalte, untere Bauchdecke) und die schlechtere Einheilungstendenz im Vergleich zu Spalthauttransplantaten.

Kontraindikationen zur Hauttransplantation sind neben einer groben bakteriellen Kontamination der Wundgrunds, freiliegende Implantate, ein minderdurchbluteter Wundgrund und mechanisch stark belastete Empfängerstellen, wie die Ferse [16, 17, 18].

Die **sekundäre Kontrakturneigung**, insbesondere von Spalthauttransplantaten, muss vor allem im Bereich von Gelenken berücksichtigt werden [16, 17, 18].

Tab. 2 Regionenspezifische Optionen gestielter Lappenplastiken zur Defektdeckung. (Aus [1])

Region der Defektdeckung	Gestielte Lappenplastik	Gefäßversorgung
Oberschenkel-Leisten-Region	M. rectus abdominis	A. epigastrica inferior
	M. gracilis	A. circumflexa femoris medialis
	M. biceps femoris	A. profunda femoris
	M. rectus femoris	A. profunda femoris
Trochanter-region	M. tensor fasciae latae	A. circumflexa femoris lateralis
	M. vastus lateralis	A. circumflexa femoris lateralis/A. profunda femoris
Knieregion	M. gastrocnemius medialis/lateralis	Aa. surales
	M. sartorius (distal gestielt)	A. femoralis
Proximaler Unterschenkel	M. gastrocnemius medialis/lateralis	Aa. surales
Mittlerer Unterschenkel	M.-soleus-Lappen/ M. hemisoleus	A. poplitea
Distaler Unterschenkel	A. dorsalis-pedis-Lappen	A. dorsalis pedis
Knöchel und Achillesregion	M.-suralis-Lappen	A. suralis
	Plantaris-medialis-Lappen	A. plantaris medialis
	M.-peroneus-brevis-Lappen	A. peronea
Ferse und Fußsohle	Plantaris-medialis-Lappen	A. plantaris medialis
Fußbrand	Dorsalis-pedis-Lappen	A. dorsalis pedis

Salvage-Operation mit Spalthauttransplantaten

Bei schwerstkranken Patienten, bei denen extensive Operationen nicht möglich oder vom Patienten nicht gewünscht sind, besteht die Möglichkeit bei freiliegendem Knochen die Kortikalis abzufräsen und hierdurch einen blutenden, transplantatfähigen Wundgrund zu erhalten. Die Spalthaut wird in diesen Fällen direkt auf die **freiliegende Spongiosa** transplantiert. Diese Methode haben wir wiederholt erfolgreich bei bettlägerigen Patienten mit **4^o-Fersendekubitus** anwenden können.

Auch synthetische, temporäre Matrices stellen in solchen Fällen eine Behandlungsoption dar. In der nahen Vergangenheit haben wir vielversprechende Ergebnisse mit der **„biodegradable temporising matrix“** (BTM) gesammelt. Nach Aufbringung der BTM auf einen sauber débridierten Wundgrund kommt es zu einer Vaskularisierung und Zellmigration in die Matrix, wodurch eine Neodermis entsteht [19]. Die endgültige Spalthauttransplantation erfolgt in unserer Abteilung 3 Wochen nach Aufbringung des BTM.

Lappenplastiken

Finden die o.g. Deckungsoptionen keine Anwendung, steht als nächste Stufe der Rekonstruktion die Lappenplastik bereit.



Abb. 2 ▲ Hautweichteildefekt am medialen oberen Sprunggelenk



Abb. 4 ▲ Defektverschluss am medialen oberen Sprunggelenk mit einem freien myokutanen Grazilislappen



Abb. 3 ▲ Myokutaner Grazilislappen

Die **lokale Lappenplastik** beruht auf dem Prinzip der **Verschiebung von Gewebe** aus der unmittelbaren Umgebung der Wunde mit dem Ziel des vollschichtigen Hautweichteilersatzes [20, 21].

Bei der **regionalen Lappenplastik** wird der Lappen aus der Nähe des Defekts gehoben, grenzt aber nicht unmittelbar an [20, 21]. Vorteile der lokalen und regionalen Lappenplastik sind die **sichere autologe Gefäßversorgung** über den Lappenstiel, der mit dem Spenderareal in Verbindung bleibt sowie die erhaltene **Schutzsensibilität** [20].

Durch die Nähe zum Defekt profitiert der Patient auch von einem deutlich **ästhetischeren Ergebnis** durch die vergleichbare Hautdicke, Farb- und Gewebestruktur sowie Behaarung von Spender- und Empfängerregion [20, 21, 22].

Abhängig von der Größe des Lappens kann die Entnahmestelle primär oder mittels Spalthautgegentransplantat verschlossen werden.

Grundlegend unterscheidet man zwischen diffus-perfundierten „**Random-pattern-Lappen**“, die keine definierte gefäßachsenabhängige Blutversorgung besitzen und über den subdermalen Plexus versorgt werden, und definiert-perfundierten „**Axial-pattern-**

Lappen“, die über einen Gefäßstiel eine sichere Perfusion des Lappens gewährleisten [20, 21, 22].

Fernlappen werden aus weiter entfernten Körperregionen gehoben und sind mit Ausnahme der nur noch historisch bedeutsamen Rundstiel-Wanderlappen immer über einen Gefäßstiel versorgt [21].

Des Weiteren können alle Lappen gemäß ihrer **Gewebezusammensetzung** in kutane, fasziokutane, myokutane und osteokutane oder osteomyokutane Lappen klassifiziert werden [21]. Zur Defektdeckung werden diese dann als Vorschiebelappen, Insellappen, Rotationslappen oder Transpositions-lappen gehoben und in den Defekt eingeschwenkt. **Tab. 2** zeigt eine Übersicht der regionenspezifischen Optionen zur lokalen Lappenplastik.

Eine weitere sichere Option stellen **gefäßgestielte Perforatorlappenplastiken** dar. Hierbei erfolgt zunächst die präoperative dopplersonographische Lappenplanung zur Identifizierung des dominanten Perforatorgefäßes [11, 23].

Intraoperativ wird die Lappenplastik unter **Schonung des Perforatorgefäßes** gehoben und, z. B. als Propellerlappenplastik, in den Defekt rotiert [11, 23].

Freie Lappen

Freie Lappenplastiken werden angewandt, wenn die Lokalisation, Defektgröße oder das rekonstruktive Ziel mithilfe lokaler oder gestielter Lappenplastiken nicht erreicht werden kann oder diese zuvor gescheitert sind. Insbesondere Patienten mit ausgedehnten traumatischen Hautweichteildefekten profitieren vom **mikrovaskulär anastomosierten Gewebetransfer** (Abb. 2, 3 und 4).

Ziel ist es hier, eine suffiziente Deckung funktioneller Strukturen, aber auch osteosynthetischen Materials zu ermöglichen, um eine **sichere Knochenheilung** unter einem später belastbaren Hautweichteilmantel herzustellen [11, 24].

Eine zusätzliche **Neurotisation** ermöglicht eine sensible oder motorische Innervation der Lappenplastik. Hierdurch kann nicht nur das Ziel der Defektdeckung verfolgt, sondern vielmehr auch eine funktionelle Rekonstruktion mit begleitendem Wiedererlangen einer Schutzsensibilität erreicht werden [25].

Tab. 3 Universell anwendbare freie Lappenplastiken	
	Lappenart
Radialslappen	Fasziokutan oder osteokutan
Paraskapularlappen	Osteokutan
Anterolateraler Oberschenkellappen	Fasziokutan
Tensor-fasciae-latae-Lappen	Muskulokutan
Vastus-lateralis-Lappen	Muskulokutan
Skapular-/Paraskapularlappen	Adipokutan oder fasziokutan
M.-latissimus-dorsi Lappen	Muskulokutan
M.-gracilis-Lappen	Muskel oder muskulokutan
M.-serratus-anterior-Lappen	Muskel oder muskulokutan
M.-rectus-abdominis-Lappen	Muskel oder muskulokutan

Der osteo- und **osteomyokutane Lappen** beinhaltet zudem ein vaskularisiertes Knochentransplantat und ermöglicht somit die simultane Deckung von Weichteil- und Knochendefekten [11, 26, 27].

Tab. 3 zeigt eine Übersicht der verschiedenen freien Lappenplastiken, die zur Defektdeckung der unteren Extremität angewandt werden können.

Im eigenen Vorgehen hat sich der muskulokutane **M.-latissimus-dorsi-Lappen** (MLD) für komplexe und **ausgedehnte Defekte** der gesamten unteren Extremität mit einem maximalen Ausmaß von 30 × 40 cm etabliert. Für Defekte mit geringerem Gewebebedarf und speziellen Anforderungen an eine schlanke Gestaltung der Weichteilmanschette hat der vielseitig zu gestaltende fasziokutane oder adipokutane **anterolaterale Oberschenkellappen** (ALT) mit dem Vorteil einer **geringeren Hebemorbidity** und häufig besseren ästhetischen Ergebnissen einen festen Stellenwert im Behandlungsspektrum [28].

Ein wichtiges Prinzip ist, dass die mikrovaskuläre **Gefäßanschlussposition** des Lappens außerhalb der Traumazone lokalisiert wird, um mikrovaskuläre Probleme soweit wie möglich zu eliminieren. Dies kann, sofern möglich, durch einen entsprechend langen **Gefäßpedikel** oder aber mittels einer **arteriovenösen Gefäßschleife** erreicht werden.

Um nach dem freien Gewebetransfer ein besseres Einheilen des Transplantats zu ermöglichen, erfolgt ab dem 3. postoperativen Tag zunächst eine ischämische Konditionierung – das sog. **Lappentraining** [27]. In dieser kritischen Phase wird durch die watteelastische Wickelung („**wrapping**“) und das simultane Herunterhängen der Extremität von der Bettkante („**dangling**“) eine Ischämie herbeigeführt, die eine gesteigerte Angiogenese und damit ein besseres Einheilen des Transplantates zur Folge hat. Dies erfolgt über 5 Tage mit konsekutiver Steigerung der Länge der Wrapping- und Dangling-Intervalle [27]. Nach abgeschlossenem Lappentraining wird dann die Entlassung angestrebt.

Die Erfolgsraten freier Lappenplastiken liegen in spezialisierten Zentren heute bei deutlich über 90% [1]. Hier muss allerdings klar zwischen akuten/dringlichen mikrovaskulären Lappenplastiken, etwa in traumatologischen Situationen, und „elektiver“ Mikrochirurgie, wie z. B. der eigengewebstbasierten Brustrekonstruktion, unterschieden werden.

Defektdeckung nach Regionen

Oberschenkel- und Leistenregion

Für großflächige Defekte im Bereich des proximalen Oberschenkels und der Leiste hatte sich der distal gestielte **M.-rectus-abdominis-Lappen** bewährt. Dieser wird proximal abgesetzt und distal gestielt in den Defekt geschwenkt [11]. Für kleine Defekte findet der proximal gestielte M.-gracilis-Lappen hier seine Anwendung [11]. In der Behandlung inguinaler Wundheilungsstörungen in Folge gefäßchirurgischer Eingriffe stellt der proximal gestielte **M.-rectus-femoris-Lappen** eine sichere Deckungsoption dar [29]. Trochantäre Defekte, häufig als Folge von Druckgeschwüren, können mithilfe des **posterioren Oberschenkellappens**, einem M.-tensor-fasciae-latae-Lappen oder M.-vastus-lateralis-Lappen gedeckt werden [11, 30]. Vorteile dieser Lappen sind die weiter vorhandene **Sensibilität**, geringe Hebemorbidity sowie **hohe Belastbarkeit**.

Durch die Vielzahl an Lappenoptionen können die meisten Defekte mit **gestielten Lappenplastiken** gedeckt werden. Besteht hingegen eine posttraumatische oder strahlungsbedingte Destruktion des umliegenden Gewebes, sollten **freie Lappenplastiken** zur Defektdeckung angewandt werden.

Knie- und proximale Unterschenkelregion

Hautweichteildefekte der Knieregion beispielsweise mit freiliegenden Knieprothesen oder der proximalen Unterschenkelregion lassen sich mit dem medialen oder lateralen Gastroknemiuslappen oder alternativ auch mit einem Tibialis-anterior-Lappen versorgen [11].

Im eigenen Vorgehen hat sich der **Gastroknemiuslappen** durch seine **sichere Blutversorgung** und die geringen funktionellen Einschränkungen nach Hebung etabliert. Abhängig von der Lokalisation des Defektes kann der mediale oder laterale Kopf des Gastroknemius gewählt werden [11]. Die Funktion der Plantarflexion wird dabei weiter durch den M. soleus gewährleistet, sodass bei ausgedehnten Defekten auch beide Köpfe des M. gastrocnemius simultan verwendet werden können.

Mittlere Unterschenkelregion

Hier eignet sich der **M. soleus** gut zur Defektdeckung. Bei kleineren Defekten im Bereich des mittleren und proximalen Unterschenkels reicht gelegentlich auch ein longitudinal **geteilter Hemisoleus** geteilter Hemisoleus [31]. Seine Agonisten, M. gastrocnemius und M. plantaris, übernehmen hierbei seine Funktion der plantaren Flexion und Supination des Fußes.

Für eine fasziokutane Rekonstruktion der vorderen Tibia ist das **Brückenlappenprinzip** anwendbar. Dies beschreibt eine Parallelverschiebung einer Gewebebrücke, die von gegenüberliegenden Seiten perfundiert wird. Der durch die Verschiebung entstandene Defekt kann primär verschlossen oder durch ein Gegentransplantat gedeckt werden.

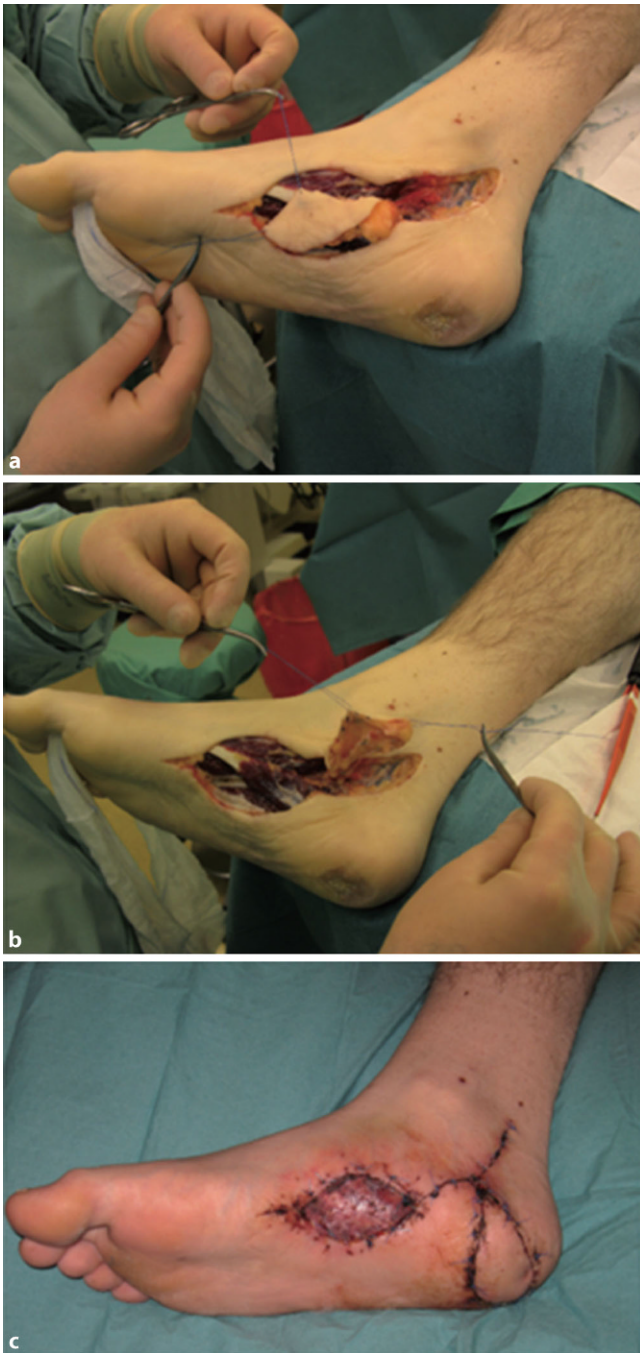


Abb. 5 ▲ a, b Leistenhautbasierter „instep flap“ vom Hohlfußbogen gestielt in den Defekt rotiert mit dem Erhalt einer sensiblen und belastungsstabilen Ferse. c Begleitende Hebedefektdeckung mittels Spalthauttransplantation. (Aus [11])

Distale Unterschenkel-, Knöchel- und Achillesregion

Ein Mangel an verschiebbaren Weichteilen macht die Defektdeckung in diesen Regionen besonders heikel. Rekonstruktionen lassen sich mittels **Suralislappen** erzielen. Gelegentlich kommt es hier zu **venösen Abflussstörungen**, sodass in der Präparation des fasziokutanen Lappens ein ausreichend langer Lappenstiel gewählt werden muss [11, 31]. Ein weiterer Nachteil ist der **Verlust**

der Oberflächensensibilität im Bereich des Außenknöchels [11, 31]. In unserer Klinik hat der regionale **Propellerlappen** daher den Suralislappen ersetzt. Alternativ kann ein M.-peroneus-brevis-Lappen oder ein freier Lappen bei größeren Defekten zur Anwendung kommen.

Ferse und Fußsohle

Ferse und Fußsohle bedürfen einer speziellen Berücksichtigung. Die Sohlenhaut ist einzigartig und eine Eins-zu-Eins-Rekonstruktion nur bei kleinen Defekten möglich, insofern sind alle Lappenplastiken nur Kompromisse. Die Defektdeckung muss hier den **unterschiedlichen Belastungszonen** und funktionellen Aufgaben gerecht werden [11, 24]. Ferse, Fußballen, lateraler Fußrand und die Achillessehneninsertion sind einer deutlich höheren Druckbelastung als die nicht gewichttragende mediale Plantarfläche ausgesetzt [11, 24].

Ein distal **gestielter Suralislappen** ist eine Möglichkeit zur Fersenrekonstruktion. Alternativ kann der leistenhautbasierte „**instep flap**“ vom Hohlfußbogen gestielt an der A. plantaris medialis in den Defekt rotiert werden mit dem Erhalt sowohl einer sensiblen und belastungsstabilen Ferse als auch des proximalen Fußsohlendrittels [11, 24]. Die Hebestelle, welche nicht in der Belastungszone liegt, kann mit einem Hauttransplantat gedeckt werden (Abb. 5). Als „**reverse instep**“ kann derselbe Lappen genutzt werden, um den Vorfuß gleichermaßen zu decken [24]. Regionen, die weniger Belastung ausgesetzt sind, wie das mediale mittlere Fußsohlendrittel können mit Hauttransplantaten oder lokalen Lappenplastiken gedeckt werden.

Bei **größeren Defekten** (Abb. 2) oder fehlenden lokalen Lappenoptionen ist jedoch meist der **freie Gewebettransfer** unumgänglich, etwa mittels Radialislappen, MLD oder Grazilislappen [24]. Zur Vermeidung aufragender Gewebsmassen und eines Shiftings verwenden wir den reinen schlanken Muskelanteil mit Spalthautbedeckung.

Zur Defektdeckung am **Fußrücken** wird, bei freiliegenden Strecksehnen und limitierten lokalen Deckungsoptionen, im eigenen Vorgehen meist unmittelbar eine ALT-Lappenplastik anvisiert.

Komplikationen

Postoperative Komplikationen variieren in Abhängigkeit von dem gewählten Rekonstruktionsverfahren. Nachblutungen, Serome und sekundäre Wundinfektionen und vor allem **Perfusionsstörungen** sind hier insbesondere bei Lappenplastiken zu erwähnen.

Essenziell zur Prävention ist, dass die intraoperativen eingelegten **Redondrainagen** erst bei Sekretionsmengen von unter 50 ml schrittweise gezogen werden.

Weiter empfehlen wir die **Kompressionswickelung** im Bereich der Lappenhebestelle für 6 Wochen zu belassen sowie eine Ultraschallkontrolle im Rahmen der Wiedervorstellung oder durch den weiterbehandelnden Arzt.

Serome können in der Regel abpunktiert werden und nur in seltenen Fällen bedarf es eines Sekundäreingriffes.

Mit dem Patienten sind aber auch evtl. **funktionelle Einschränkungen**, das zu erwartende Narbenbild und/oder die evtl. Not-

wendigkeit der Feinkonturierung bzw. Ausdünnung von Lappenplastiken zu besprechen.

Sollte es zu Schwellungen durch die Destruktion von Lymphabflussbahnen im Rahmen des initialen Traumas gekommen sein, bedarf es häufig intensiver manueller **Lymphdrainage** und des Tragens von **Kompressionsstrümpfen**, häufig auch über mehrere Jahre.

Im Rahmen des Aufklärungsgespräches muss die Möglichkeit eines totalen Transplant- oder Lappenverlustes mit der daraus resultierenden Notwendigkeit von Folgeeingriffen besprochen werden.

Nachsorge

Im Rahmen der Nachsorge ist es unerlässlich, dass sowohl das defektgedeckte Areal als auch die Hebestelle des Hauttransplantats oder der Lappenplastik untersucht werden. Weiter bedarf es der **lebenslangen Pflege** von Hauttransplantaten.

Hypästhesien der Haut nach Defektdeckung sind auch in neurotisierten Lappen eher die Regel, sodass es durch ein Bagatelltrauma oder einen drückenden Schuh zu schmerzlosen Wunden kommen kann. Wir empfehlen unseren Patienten ein **ergotherapeutisches Training** sowie eine tägliche Untersuchung des defektgedeckten Areals auf Blessuren.

► Cave

Durch sekundäre Eingriffe nach Lappenplastiken kann es zu iatrogenen Verletzungen des vaskulären Pedikles kommen.

Bei auftragenden Lappen, die zur Folge haben können, dass Patienten Schwierigkeiten haben passendes Schuhwerk zu finden, kann im Rahmen der Nachsorge eine sekundäre **Lappenausdünnung** zur Feinkonturierung geplant werden [32, 33]. Hierdurch kann eine Verbesserung des ästhetischen und funktionellen Ergebnisses herbeigeführt werden. Das begleitende Risiko eines sekundären Lappenverlustes ist hierbei gering [32, 33]. Im eigenen Vorgehen führen wir diese Korrekturoperationen frühestens nach 12 Monaten durch.

Sollte es zu **traumatologisch-orthopädischen Sekundäreingriffen** und zu einer geplanten Entfernung osteosynthetischen Materials kommen, muss der Lappen häufig erneut angehoben werden. Es ist stets ratsam, den plastischen Chirurgen in die Operationsplanung mit einzubeziehen, um eine iatrogene Verletzung des vaskulären Pedikles zu vermeiden.

Fazit für die Praxis

- Die plastisch-chirurgische Rekonstruktion von Hautweichteildefekten als Teil der Extremitätenerhaltenden Chirurgie ist eine interdisziplinäre Herausforderung.
- Unter Ausschöpfung der plastisch-chirurgischen Möglichkeiten sollte eine patientenindividualisierte Behandlungsstrategie erarbeitet werden.
- Unabhängig von der Ätiologie der Wunden sollte der plastische Chirurg frühestmöglich in die Erstellung eines Behandlungsplans mit eingebunden werden.

- Die innerklinische interdisziplinäre Kooperation und enge Anbindung der Patienten an die weiterbehandelnden Kollegen sind essenziell für den Behandlungserfolg und müssen zur Erhaltung der Ergebnisse fortgeführt werden.
- Bei chronischen, nichtheilenden Defekten, funktionslosen Extremitäten oder frustrierender vorhergegangener Lappenplastik sollten unter holistischer Betrachtung hinsichtlich Begleiterkrankungen und individuellen Behandlungszielen mit dem Patienten die Vor- und Nachteile einer Amputation besprochen werden.

Korrespondenzadresse

Anieto Onochie Matthias Enechukwu

Klinik für Plastische, Ästhetische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover, Deutschland
Enechukwu.Anieto@mh-hannover.de

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Gemäß den Richtlinien des Springer Medizin Verlags werden Autoren und Wissenschaftliche Leitung im Rahmen der Manuskripterstellung und Manuskriptfreigabe aufgefordert, eine vollständige Erklärung zu ihren finanziellen und nichtfinanziellen Interessen abzugeben.

Autoren. A.O.M. Enechukwu: A. Finanzielle Interessen: A.O.M. Enechukwu gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellt als Assistenzarzt in der Abteilung für Plastische, Ästhetische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Hochschule Hannover. V.-A. Stögner: A. Finanzielle Interessen: V.-A. Stögner gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Angestellte als Assistenzärztin in der Abteilung für Plastische, Ästhetische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie der Medizinischen Hochschule Hannover. P.M. Vogt: A. Finanzielle Interessen: P.M. Vogt gibt an, dass kein finanzieller Interessenkonflikt besteht. – B. Nichtfinanzielle Interessen: Direktor der Klinik für Plastische, Ästhetische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Medizinische Hochschule Hannover.

Wissenschaftliche Leitung. Die vollständige Erklärung zum Interessenkonflikt der Wissenschaftlichen Leitung finden Sie am Kurs der zertifizierten Fortbildung auf www.springermedizin.de/cme.

Der Verlag erklärt, dass für die Publikation dieser CME-Fortbildung keine Sponsorengelder an den Verlag fließen.

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.

Literatur

1. Qiu E, Kurlander DE, Ghaznavi AM (2018) Godina revisited: a systematic review of traumatic lower extremity wound reconstruction timing. *J Plast Surg Hand Surg* 52(5):259–264. <https://doi.org/10.1080/2000656X.2018.1470979>
2. Steiert AE, Parteneimer A, Schreiber T et al (2004) Das V.A.C.[®]-System (vacuum assisted closure) als bridging zwischen primärer Osteosynthese und Weichteilrekonstruktion in der Behandlung II°–III° offener Frakturen polytraumatisierter Patienten. *Zentralbl Chir* 129(S01):98–100. <https://doi.org/10.1055/s-2004-822658>
3. Jokuszies A (2011) Amputationen der unteren Extremität. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S253–267
4. Wozniak G (2010) Indikationen zur Amputation. *Gefäßchirurgie* 15(1):11–19. <https://doi.org/10.1007/s00772-009-0720-2>
5. BRD (2021) Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Richtlinie zum Zweitmeinungsverfahren (Zm-RL): Aufnahme des Eingriffs Amputation beim diabetischen Fußsyndrom

6. Hochlenert D (2020) Zweitmeinung vor Amputation beim diabetischen Fußsyndrom nach § 27b Absatz 2 SGB V. *Diabetologie* 16(6):591–594. <https://doi.org/10.1007/s11428-020-00646-3>
7. Matthes I, Matthes G, Beirau M, Ekkernkamp A (2014) Was leistet Chirurgie für die Lebensqualität Amputierter? <https://360-ot.de/was-leistet-chirurgie-fuer-die-lebensqualitaet-amputierter/>. Zugegriffen: 28. Nov. 2021
8. Seifert S (2018) CO₂-Angiographie. In: Teichgräber U, Aschenbach R, Scheinert D, Schmidt A (eds) *Periphere arterielle Interventionen*. Springer, Berlin, Heidelberg, https://doi.org/10.1007/978-3-662-55935-2_11
9. Pomposelli F (2010) Arterial imaging in patients with lower extremity ischemia and diabetes mellitus. *J Vasc Surg* 52(3):815–915. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2010.06.013>
10. Vater AM, Prantl L, Noll M et al (2021) Gefäßdiagnostik vor mikrovaskulärem Gewebettransfer an der unteren Extremität. *Unfallchirurg*. <https://doi.org/10.1007/s00113-021-00988-7>
11. Jokuszies A, Vogt PM (2011) Rekonstruktion an der unteren Extremität. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 223–233
12. Aust M (2011) Grundlagen der Wundbehandlung. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 13–17
13. Kim YH, Hwang KT, Kim JT et al (2015) What is the ideal interval between dressing changes during negative pressure wound therapy for open traumatic fractures? *J Wound Care* 24(11):536–542. <https://doi.org/10.12968/jowc.2015.24.11.536>
14. Zacher M, Högele A, Hanschen M et al (2016) Grundlegende Techniken des Wundverschlusses in der Notaufnahme. *Anaesthesist* 65(4):303–324. <https://doi.org/10.1007/s00101-016-0170-7>
15. Reimers K, Aust M, Sorg H (2011) Biologische Grundlagen der Wundheilung. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 3–11
16. Weyand B (2011) Transplantate. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 77–85
17. Rothenstein M, Breitbart EW (1983) Indikationsstellung für das Freihauttransplantat in der korrekativen Dermatologie. In: Wiebauer G, Gebhart W, Kokoschka EM (Hrsg) *Verhandlungen der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 1. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg, S 329
18. Schubert HM, Brandstetter M, Ensat F et al (2012) Spalthauttransplantation zur Weichteildefektdeckung. *Oper Orthop Traumatol* 24(4):432–438. <https://doi.org/10.1007/s00064-011-0134-7>
19. Li H, Lim P, Stanley E et al (2021) Experience with novoSorb® biodegradable temporising matrix in reconstruction of complex wounds. *ANZ J Surg*. <https://doi.org/10.1111/ans.16936>
20. Souza-Offtermatt G (2004) *Intensivkurs Chirurgie*, 1. Aufl. Elsevier, Urban & Fischer, München
21. Weyand B (2011) Lappenplastiken. In: Vogt PM (Hrsg) *Praxis der Plastischen Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 87–95
22. Petres J, Rompel R (2007) Prinzipien lokaler Lappenplastiken. In: Anonymous *Operative Dermatologie*, 2. Aufl. Bd. 2. Springer, Berlin, Heidelberg, S 173–177
23. Kneser U, Beier JP, Dragu A et al (2013) Gefassgestielte Arteria-peronea-Perforatorlappenplastik. *Oper Orthop Traumatol* 25(2):170. <https://doi.org/10.1007/s00064-012-0200-9>
24. Berger A, Liebau J (2009) Defektdeckung im Fußbereich. In: Berger A, Hierner R (Hrsg) *Plastische Chirurgie*, 1. Aufl. Bd. 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 617–644
25. Rinkinen JR, Diamond S, Lans J et al (2020) Neurotized free tissue transfer for foot reconstruction: a systematic review. *J reconstr Microsurg* 36(1):32. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1694734>
26. Just-Kovač L, Innocenti M, Sauerbier M (2011) Möglichkeiten und Ergebnisse der (freien) vaskularisierten Knochentransplantation im Handbereich. *Obere Extremität* 6(3):189–198. <https://doi.org/10.1007/s11678-011-0130-4>
27. Prantl L, Babilas P, Roll C et al (2008) The use of „fasciocutaneous“ and „osteofasciocutaneous“ parascapular flaps for lower limb reconstruction: a retrospective study of 20 patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 62(7):973–980. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2007.11.070>
28. Philandrianos C, Moullot P, Gay AM et al (2018) Soft tissue coverage in distal lower extremity open fractures: comparison of free anterolateral thigh and free latissimus dorsi flaps. *J Reconstr Microsurg* 34(2):121–129. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1607323>
29. Williams IM, Milling MAP, Shandall AA (2003) Vascularised muscular flaps and arterial graft infection in the groin. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 25(5):390–395. <https://doi.org/10.1053/ejvs.2002.1890>
30. Boyce M, Mett T, Ipaktchi R et al (2018) Defektdeckung mit posteriorem Oberschenkelappen. *Oper Orthop Traumatol* 30(4):245–252. <https://doi.org/10.1007/s00064-018-0546-8>
31. Weber O, Pagenstert G, Gravius S et al (2012) Der ein- und zweizeitige distal gestielte Suralislappen. *Unfallchirurg* 115(11):988–993. <https://doi.org/10.1007/s00113-011-1952-7>
32. Jaramillo del Río A, Hsieh M, Kuo P et al (2019) Optimal result of one-stage secondary debulking procedure after flap reconstruction of the ankle. *Ann Plast Surg* 82(5):560–564. <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001638>
33. Kim TG, Choi MK (2018) Secondary contouring of flaps. *Arch Plast Surg* 45(4):319–324. <https://doi.org/10.5999/aps.2018.00542>



Eigengewebsrekonstruktion der unteren Extremität – Indikation und Technik

Zu den Kursen dieser Zeitschrift: Scannen Sie den QR-Code oder gehen Sie auf www.springermedizin.de/kurse-die-chirurgie

? Welchen Vorteil haben Vollhauttransplantate gegenüber Spalthauttransplantaten in der Defektdeckung?

- Vollhauttransplantate können großflächig am Ober- und Unterschenkel entnommen werden.
- Bei Vollhauttransplantaten besteht die Möglichkeit der Flächenvergrößerung durch Meshen.
- Vollhauttransplantate heilen leichter ein, weil sie die gesamte Dicke der Dermis und Epidermis enthalten.
- Vollhauttransplantate haben eine höhere mechanische Belastbarkeit.
- Eine sekundäre Schrumpfung tritt bei Vollhauttransplantaten nicht auf und hat ein schlechteres ästhetisches Ergebnis zur Folge.

? Zu welchem Zeitpunkt sollte eine freie Lappenplastik zur Defektdeckung einer schweren unteren Extremitätenverletzung erfolgen?

- Innerhalb der ersten 72 h, ansonsten sollte der Defekt mit Spalthaut gedeckt werden.
- Der Zeitpunkt sollte unabhängig von Art und Schweregrad der Begleitverletzungen gewählt werden.
- Der Zeitpunkt der Rekonstruktion sollte interdisziplinär nach Beurteilung des Ausmaßes des Weichteilschadens und der Begleitverletzungen bestimmt werden.
- Vakuumverbände erlauben die Rekonstruktion zu einem späteren Zeitpunkt. Sie

sollten aber nicht bei instabilen Patienten angelegt werden.

- Der ideale Zeitpunkt ist aus hygienischen Aspekten nach 24 h.

? In die Notaufnahme wird ein polytraumatisierter instabiler Patient eingeliefert. In der Polytraumaspirale zeigt sich neben einem offenen Thoraxtrauma mit Lungenkontusionsblutung reichlich freie Flüssigkeit im Abdomen durch eine Milzlazeration. Begleitend besteht eine offene, mehrfragmentäre Unterschenkelfraktur mit freiliegenden und blutenden Gefäßen und schwerem Hautweichteilschaden. Der Patient wird noch in der Notaufnahme massentransfundiert. Nach welchem Leitsatz stellen Sie die Indikation zur Amputation?

- „Safe the life and safe the second limb“
- „Limb before life“
- „Life before limb“
- „Amputate to safe“
- „Über eine blutende Unterschenkelfraktur darf die Sonne weder auf- noch untergehen“

? Postoperative Schwellungen nach erfolgreicher Rekonstruktion von Hautweichteildefekten der unteren Extremität sind häufig bedingt durch die Destruktion von Lymphabflussbahnen. Was raten Sie Ihrem Patienten?

- Intensivierte manuelle Lymphdrainage und das Tragen von Kompressionswäsche verbessert den Lymphabfluss.
- Eine zeitnahe Lappenausdünnungen führt zur Verbesserung des Lymphabflusses.
- Kompressionswäsche führt durch die Kompressionen der verbliebenen Lymphbahnen zur Progredienz der Beschwerden und sollte daher nicht getragen werden.
- Lymphdrainage sollte für nicht länger als 3 Monate erfolgen.
- Das Hochlagern der betroffenen Extremität ist die alleinige Therapie in der Behandlung der Beschwerden.

? Im Rahmen Ihrer Tätigkeit als Hausarzt visitieren Sie einen 88-jährigen dementen bettlägerigen Patienten im Pflegeheim. Klinisch zeigt sich an der rechten Ferse ein 10×8 cm großer deckungspflichtiger 4°-Dekubitus, welcher unter konservativen Maßnahmen in den letzten 3 Monaten nicht zur Abheilung gebracht werden konnte. Wie gehen Sie vor und welche Behandlungsoption können Sie den Angehörigen noch vorschlagen, die sich gegen eine Lappenplastik ausgesprochen haben?

- Abgesehen von der Amputation gibt es neben der Lappenplastik keine weitere chirurgische Therapieoption.
- Die Kortikalis des Kalkaneus kann abgefräst werden und auf die freiliegende Spongiosa Spalthaut transplantiert werden.

Informationen zur zertifizierten Fortbildung

Diese Fortbildung wurde von der Ärztekammer Nordrhein für das „Fortbildungszertifikat der Ärztekammer“ gemäß § 5 ihrer Fortbildungsordnung mit **3 Punkten** (Kategorie D) anerkannt und ist damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Anerkennung in Österreich und der Schweiz: Für das Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) werden die von

deutschen Landesärztekammern anerkannten Fortbildungspunkte aufgrund der Gleichwertigkeit im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt (§ 14, Abschnitt 1, Verordnung über ärztliche Fortbildung, Österreichische Ärztekammer (ÖÄK) 2013). Die Schweizerische Gesellschaft für Chirurgie vergibt 1 Credit für die zertifizierte Fortbildung in „Die Chirurgie“.

Hinweise zur Teilnahme:

- Die Teilnahme an dem zertifizierten Kurs ist nur online auf www.springermedizin.de/cme möglich.
- Der Teilnahmezeitraum beträgt 12 Monate. Den Teilnahmeschluss finden Sie online beim Kurs.
- Die Fragen und ihre zugehörigen Antwortmöglichkeiten werden online in zufälliger Reihenfolge zusammengestellt.

- Pro Frage ist jeweils nur eine Antwort zutreffend.
- Für eine erfolgreiche Teilnahme müssen 70% der Fragen richtig beantwortet werden.
- Teilnehmen können Abonnenten dieser Fachzeitschrift und e.Med- und e.Dent-Abonnenten.

- Die vorbestehende Demenz und die Bettlägerigkeit schließen jede weitere chirurgische Therapie aus.
- Eine Wundbiopsie sollte in diesem Falle nicht vorgenommen werden, da ein Dekubitus Tumorulzeration ausschließt.
- Ein primärer Wundverschluss sollte in diesem Falle angestrebt werden.

? Eine 65-jährige adipöse Diabetikerin mit begleitender peripherer arterieller Verschlusskrankheit (PAVK) stellt sich in Ihrer Klinik zur Verlaufskontrolle nach stattgehabter „Instep-flap“-Rekonstruktion der linken Fußsohle vor 3 Monaten mit einem erneuten Malum perforans im Bereich der Defektdeckung vor. Sie halten eine Amputation im Verlauf für unumgänglich. Wie gehen Sie vor?

- Sie stellen die Indikation zur zeitnahen Amputation und klären die Patientin für die geplante Operation auf, welche Sie am Folgetag durchführen.
- Sie klären die Patientin über eine mögliche Amputation auf. Bei Nachfragen der Patientin informieren Sie sie über die Möglichkeit eines Zweitmeinungsverfahrens.
- Sie klären die Patientin über eine mögliche Amputation auf und informieren die Patientin proaktiv über die Möglichkeit eines Zweitmeinungsverfahrens.
- Sie besprechen mit der Patientin vorrangig lediglich die Vorteile der Amputation und lassen die Nachteile im vermeintlichen Interesse der Patientin bewusst aus.
- Im Falle einer Amputation spielt die prothetische Versorgung keine wesentliche Rolle bei der Wahl der Amputationshöhe.

? Welches Ziel hat die Eigengewebsrekonstruktion der unteren Extremität?

- Anstreben des schnellstmöglichen Wundverschlusses ungeachtet einer möglichen bakteriellen Kontamination der Wunde
- Eine individualisierte Rekonstruktion unter holistischer Betrachtung des Patienten, seiner Begleiterkrankungen und der Behandlungsziele
- Ein ästhetischer Wundverschluss, welcher dem funktionellen Erhalt stets übergeordnet werden sollte

- Eine sekundäre Wundheilung bei freiliegenden Strukturen wie Sehnen, Bänder oder Knochen, um den bestmöglichen Funktionserhalt zu gewährleisten
- Eine sekundäre Lappenausdünnung zur Feinkonturierung spätestens nach 3 Monaten, um das Risiko eines Lappenverlusts zu minimieren

? Was beschreibt den häufig zur Defektdeckung in der Knieregion angewandten Gastroknemiuslappen und muss beachtet werden?

- Es besteht eine erhebliche funktionelle Einschränkung nach Hebung des Lappens.
- Es besteht eine unsichere Blutversorgung des Lappens
- Der mediale und/oder laterale Kopf des Gastroknemius kann zur Defektdeckung verwendet werden.
- Alternativ zum Gastroknemius findet der gestielte Suralislappen in der Knieregion Anwendung.
- Freiliegende Knieprothesen sind eine Kontraindikation zur Anwendung des Gastroknemiuslappens.

? Welche der folgenden Aussagen trifft für die freien Lappenplastiken zu?

- Die Erfolgsrate liegt bei ca. 50%.
- Die mikrovaskuläre Anastomose kann sich auch problemlos innerhalb der Traumazone befinden.
- Abhängig von der Gewebezusammensetzung unterscheidet man zwischen den Lappenarten.
- Der „instep flap“ und „reverse instep flap“ beschreiben häufig angewandte freie Lappenplastiken.
- Freie Lappen können sensibel und motorisch nicht innerviert werden.

? Die präoperative Vorbereitung der Patienten vor einer geplanten Rekonstruktion schließt folgende Maßnahme nicht ein:

- Ausführliche Anamnese und klinische Untersuchung
- Erarbeitung eines interdisziplinären Behandlungsplans
- Serielle Fotodokumentation der Wunden

- Obligate antibiotische Vorbehandlung bei allen offenen Wunden
- Angiographie und Doppleruntersuchungen zur Erhebung des Gefäßstatus