

CHIRURGISCHE ALLGEMEINE

ZEITUNG FÜR KLINIK UND PRAXIS

Elektronischer Sonderdruck
für Dr. med. Christian Huber

Guided Tissue Regeneration unter NPWT

CHAZ (2017) 18: 291–296
© Kaden Verlag, Heidelberg

Diese PDF-Datei darf nur für nichtkommerzielle Zwecke
verwendet werden und nicht in privaten, sozialen und
wissenschaftlichen Plattformen eingestellt werden.

www.chirurgische-allgemeine.de



Christian Huber, Margret Hund-Georgiadis, Xavier Jordan,
Patricia Kuhfuss, Roland de Roche

Guided Tissue Regeneration unter NPWT

Neue Technik der Rekonstruktion bei Ulzera der Fußsohle

Unabhängig von der Ätiologie stellt die Rekonstruktion von Ulzera der gewichtstragenden Fußsohle hohe Anforderungen an die behandelnden Teams. Diese Läsionen finden sich meist an der Ferse oder über den Grundgelenken der Zehen, vorzugsweise an den belasteten Strahlen I und V. Wegen der einmaligen histologischen Beschaffenheit und speziellen Architektur des Gewebes der Sohle versagen jedoch klassische plastisch-chirurgische Rekonstruktionen wie Hauttransplantate, fasziokutane oder Muskellappen, sobald diese Ersatzgewebe erneut belastet werden. Eher zufällig stieß man angesichts der zahlreichen Dekubitus-Patienten in der Klinik für Neurorehabilitation und Paraplegiologie, REHAB Basel, auf einen Mechanismus der Geweberegeneration unter NPWT. Der Beitrag stellt anschauliche Fallbeispiele vor.

Atiologisch kommen für tiefe Wunden im Bereich der Fußsohle vorwiegend Dekubitus bei verschiedenen neurologischen Krankheiten wie posttraumatische Rückenmarksverletzungen, Wirbelsäulentumoren und Fehlbildungen in Frage. Wesentlich häufiger ist das typische Malum perforans beim diabetischen Fußsyndrom. Ferner kommen nicht traumatische Defekte der Fußsohle vor beim Charcot-Fuß (neuropathische Arthropathie), der chronisch-venösen Insuffizienz, der pAVK oder einer Druckstelle durch eine Orthese. Alle diese Defekte liegen mehrheitlich in den gewichtstragenden Zonen der Fußsohle. Sie verursachen hohe Kosten für das Gesundheitssystem, die pro Ulkus auf 1250 bis 25000 Euro geschätzt werden. Zusätzlich ist der jeweilige Patient von einer lang andauernden Gehunfähigkeit, eventuellem Arbeitsausfall und einer erheblichen psychischen Belastung betroffen [1, 2].

Transplantiertes Gewebe aus anderen Körperregionen kann Fußsohlen-typische Eigenschaften nicht ersetzen

Anatomisch besteht die Fußsohle aus fibroadipösem Gewebe, unterteilt durch bindegewebige Septen aus kollagenen und elastischen Faserzügen, die fest an der Plantaraponeurose verankert sind. Durch diese hydropneumatische Fußsohlenarchitektur ist das Sohlengewebe geeignet, Druck und Scherkräfte aufzufangen. Besonders an der Ferse kann ein Verlust der nicht verschieblichen, festen fasziokutanen Verbindung der fibroadipösen Platte, die für die axiale Belastung wichtig ist, nicht mehr kompensiert wer-

den. Diese komplexe und einzigartige Polsterkonstruktion kann mit keinem Gewebersatz aus einer anderen Körperregion adäquat ersetzt werden. Die komplexe Gewebearchitektur der Fußsohle erlaubt keine „standardisierte“ Methode zur plastisch-chirurgischen Wiederherstellung derartiger Defekte. Selbst aufwändige Rekonstruktionen durch mikrochirurgisch transplantierte Lappenplastiken haben sich nicht bewährt. Weder die stabile Verankerung am Skelett der Sohle, noch eine ausreichende Verschieblichkeit gemäß dem Luftkammer-Prinzip ist mit einem mikrovaskulären Gewebersatz zu erreichen; eine ausreichende Belastbarkeit der Fußsohle ist deshalb nicht mehr gegeben. Transplantiertes Gewebe aus anderen Körperregionen kann die Fußsohlen-typischen Eigenschaften nicht annehmen. Eine dauerhafte Druckbelastung ist deshalb nicht möglich und ein Rezidiv des Ulkus meist die logische Folge.

Mikrovaskuläre Lappen an der unteren Extremität sind technisch heikel, haben eine hohe Komplikations- und Rezidivrate

Jeder Wundverschluss, auch an der Fußsohle, erfolgt nach dem Prinzip der rekonstruktiven Leiter [3]. Als erste Behandlungsoption steht der Primärverschluss bei kleineren Wunden zur Diskussion; diese Methode ist nur bedingt nutzbar, da immer eine Narbe in der Belastungszone bleibt und so einen Locus minoris resistentiae schafft. Bei vorhandenem Granulationsgewebe in der Tiefe kann mit einem Spalthauttransplantat technisch einfach gedeckt werden; Spalthaut ist aber empfindlich gegen-

über Scherkräften und neigt zu chronisch instabilen Narben. Bei tieferen Läsionen der Grade III und IV nach Seiler muss bis zum oder sogar mit Knochen débridiert und in der Regel mit einem Lappen gedeckt werden. Bei kleineren Läsionen können Nahlappenplastiken verwendet werden. Hier werden Gewebe aus der direkten Nachbarschaft in den Defekt verschoben, insbesondere als Z-Plastik, VY- oder Rhomboid-Lappenplastik, technisch anspruchsvoller mit dem *Instep foot flap* aus der unbelasteten Sohle. Bei Nahlappen ist zu beachten, dass sich der Entnahmedefekt stets außerhalb der Belastungszone befinden sollte. Für größere Ulzera werden große Verschiebe- und Rotationslappen benötigt. Spezielle Problemstellungen können in Ausnahmefällen mit dem Filet-Lappen einer amputierten Zehe oder einem Suralis-Insel-lappen gelöst werden. Am Ende der Eskalationsleiter, wenn alle lokoregionalen Lappenplastiken versagen, kommen freie mikrochirurgische Lappen als Muskellappen (z. B. Latissimus dorsi oder Gracilis) oder als fasziokutane Lappen (z. B. „anterolateral thigh“-Lappen ALT oder lateraler Oberarmlappen) zum Einsatz [4]. Allerdings sind diese mikrovaskulären Lappen an der unteren Extremität technisch heikel, weisen eine hohe Komplikationsrate, später wegen der ausgeprägten Unterschiede zur normalen Anatomie der Sohle eine schlechte Belastbarkeit und eine hohe Rezidivrate für Ulzera auf. Die rekonstruktive Leiter weist also für jegliche Rekonstruktion des Sohlenweichgewebes eine große Anzahl brüchiger Sprossen auf.

Eine Duplex-Doppler-Sonographie zur Orientierung über die Durchblutung ist eine aussagekräftige Basisuntersuchung

Neben diesen chirurgisch-technischen Erwägungen ist bei Läsionen der Fußsohle auch eine ganze Reihe internistischer Komorbiditäten zu berücksichtigen. Einen hohen Stellenwert hat die Abklärung der aktuellen Durchblutungssituation. Die Durchführung einer orientierenden Duplex-Doppler-Sonographie zur Orientierung über die venöse und arterielle Durchblutung ist eine aussagekräftige Basisuntersuchung. Für die Planung und Durchführung von Lappenplastiken, vor allem vor mikrochirurgischen Eingriffen, ist meist die Angiographie erforderlich; zudem kann oft in derselben Sitzung durch endoluminale Dilatation die Durchblutung deutlich verbessert werden. Zudem muss auf den Verzicht von Noxen wie v. a. Nikotin hingewiesen werden. Eine zusätzliche Verschlechterung der Durchblutung durch den nikotinbedingten Vasospasmus ist für eine eventuelle Lappenplastik und generell für die Wundheilung an der unteren Extremität kritisch [5]. Beim Diabetiker ist eine optimale Einstellung Voraussetzung für eine regelrechte Wundheilung. Eine mögliche Autoimmunerkrankung oder Vaskulitis sollte als Ursache eines chronischen Ulkus im Vorfeld ausgeschlossen werden.

Eher zufällig wurde Guided Tissue Regeneration unter NPWT als neues rekonstruktives Prinzip entdeckt

Bei den zahlreichen Dekubitus unter den Patienten des REHAB Basel, Klinik für Neurorehabilitation und Paraplegiologie, stieß der verantwortliche Leiter des Fachbereichs Plastische Chirurgie und Letztautor dieses Beitrags, Roland de Roche, eher zufällig auf einen Mechanismus der Geweberegeneration unter NPWT (negative pressure wound therapy). Ein beidseitiger Sitzbeindekubitus bei einem morbid adipösen jungen Tetraplegiker mit metabolischem Syndrom und COPD, der bei früheren Eingriffen in Bauchlage zweimal reanimiert werden musste und deshalb als inoperabel galt, präsentierte sich mit zwei Dekubitus (Seiler III) über beiden Sitzbeinen. Aus der Not heraus führten wir lediglich eine radikale Entfernung der Nekrosen nach der Pseudotumortechnik (nach Guttman) durch und versorgten die Wunde mit NPWT. Zu unserer großen Überraschung entstand innerhalb von zwei Monaten ein Narbengewebe, das von seiner Verschieblichkeit, palpatorisch sowie im Ultraschall von gesunden Weichteilen nicht zu unterscheiden war. Der Patient hat übrigens seit 15 Jahren kein Rezidiv mehr erlitten!

Entscheidend für den gewünschten Heilungsverlauf ist ein initiales Débridement bis in allseits gesundes, gut durchblutetes Gewebe

Nach diesem anekdotischen Erlebnis bei einem Patienten mit doch sehr stark kompromittiertem Wundheilungs-Potential haben wir das Konzept der *Guided Tissue Regeneration* unter NPWT für Defekte der Fußsohle entwickelt. Die rasch wuchernde Vermehrung von Granulationsgewebe und dessen Umwandlung in eine fibröse oder fibroadipöse Narbe mit entsprechender Wundschumpfung kann unter dem Sog der NPWT kontrolliert und in die gewünschte Richtung gezogen werden, was wir mit dem Begriff *Guided Tissue Regeneration* umschreiben. Entscheidend für diesen gewünschten Ablauf der Heilung ist ein initiales Débridement bis in allseits gesundes, gut durchblutetes Gewebe. Nach der kompromisslosen Resektion des Ulkus weit im Gesunden (Pseudotumortechnik nach Guttman) [6] erfolgt im Anschluss eine oft mehrmonatige NPWT, in der Regel vorerst mit Gaze zur aktiven Stimulierung des Wundgrundes [7–9]. Diese Phase der Wundheilung erfordert vor allem Geduld und Ausdauer von Patient und Behandlern. Nach dem Prinzip der *Guided Tissue Regeneration* entsteht aus dem gesunden Wundgrund ein Granulationsgewebe, das die Wunde langsam kontrahiert und schließlich zu einem stabilen und wieder belastbaren Ersatzgewebe ausreift [8–11]. Die Epithelialisierung erfolgt meist spontan vom Wundrand. Palpatorisch und im Ultraschall ist das Geweberegenerat nicht von normalem Sohlengewebe zu unterscheiden. Der Aufbau der Belastung muss nach abge-

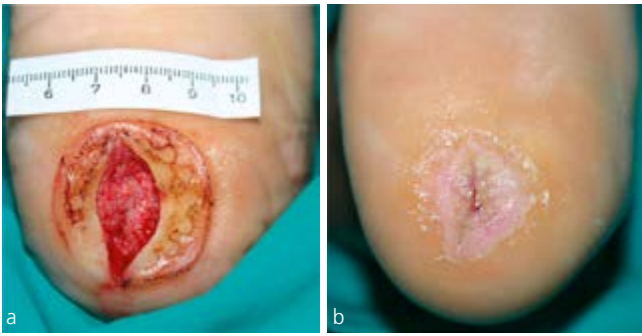


Abbildung 1 a) Erster postoperativer Wechsel der NPWT mit stabilen Granulationen im Wundgrund. Die gesamte Narbe (b) zeigt sich gut verschieblich, geschmeidig und homogen. Keine Druckulzera mehr im Verlauf. Gehen unter Vollbelastung ist problemlos möglich!

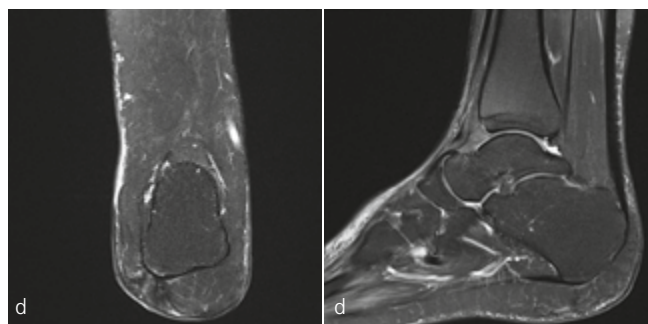


Abbildung 2 a) Die Patientin nach zwei Wochen. b) Endergebnis der Guided Tissue Regeneration und Beleg (c), dass das Geweberegenerat zentral in der Belastungszone der Ferse liegt. d) Das MRT zeigt die perfekte Integration der gut durchbluteten plantaren Narbe.

schlossener Wundheilung langsam steigend begonnen werden. In den letzten fünf Jahren konnten wir so sechs Patienten erfolgreich behandeln. Ein Patient verstarb während der Therapie in der Folge eines Sturzes an einem Hämatothorax nach Rippenfraktur (schwere Gerinnungsstörung bei Leberzirrhose). Wir berichten über diese erste Serie von Patienten, welche erfolgreich mit dieser innovativen, wenig invasiven Methode behandelt wurden.

Bereits nach einer Woche zeigte sich eine stabile Granulation am Wundgrund

Fall 1: 1958 geborene Patientin mit tiefer inkompletter Querschnittlähmung. Sie konnte zu dieser Zeit stehen und wenige Schritte gehen. Im Verlauf kam es durch einen Knochensporn aufgrund einer konsolidierten Trümmerfraktur des Kalkaneus zu rezidivierenden Dekubitus im Fersenbereich. Als Therapie folgte dann die tiefe Nekrektomie, d. h. eine vollständige Exzision minderdurchbluteter Gewebe in der Pseudotumortechnik und Entfernung der ABP (acute bony prominence), anschließend die *Guided Tissue Regeneration* mit NPWT mit Gaze unter einem Sog von 125 mmHg (→ Abb. 1). Bereits nach einer Woche zeigte sich eine stabile Granulation am Wundgrund. Die NPWT konnte nach fünf Wochen abgesetzt werden, die Epithelialisierung unter Feuchtverbänden war zwei Wochen später vollständig erfolgt. Die Nachkontrollen ergaben bei deutlich gesteigerter Belastung keine Ulzera mehr [7].

MRT der Fußsohle zeigt eine mit Geweberegenerat vollständig verheilte Defektzone

Fall 2: 1985 geborene Patientin mit tiefer inkompletter Querschnittlähmung nach Resektion eines myxopapillären Ependymoms von BWK 7–SWK2 und anschließender Radiotherapie 2008. Im Verlauf der Rehabilitation erlernte sie Stehen und Gehen für wenige Schritte mit Unterschenkelschienen wegen Lähmung der Peronealmuskulatur beidseits. Im Verlauf kam es leider zu rezidivierenden Dekubitus im linken Fersenbereich. Wir entschieden uns auch hier zur Nekrektomie bis auf das Periost, anschließend NPWT (Renasys Go® von Smith & Nephew) mit Gaze, Sog zwischen 80 und 100 mmHg. Auch hier kam es zu einer raschen Granulation bereits nach zwei Wochen.

Die NPWT konnte nach acht Wochen bei fast vollständig aufgranulierter Wundkavität beendet werden. Eine vollständige Epithelialisierung zeigte sich nach Umstellung auf Feuchtverbände drei Wochen später. Es konnte eine langsam aufbauende Belastung in neu angepassten Schienen mit einer regelmäßigen Überwachung durch Druckmessung der Fußsohle (→ Abb. 2a) begonnen werden.

Nach etwa vier Monaten konnte die Patientin ohne Belastungslimit wieder frei an Unterarmgehstöcken mit Unter-

schenkelschienen gehen. Auch hier zeigt sich die gesamte Narbe als gut verschieblich, geschmeidig und homogen. Im Verlauf kam es zu keiner Wiederholung der Druckläsion. Die Patientin ist weiterhin regelmäßig zur Weichgewebekontrolle, zur sorgfältigen Abtragung der Hyperkeratosen durch unsere Podologinnen und für die Physiotherapie in unserer Wundambulanz. Das Gehen unter Vollbelastung an Unterarmstücken ist weiterhin problemlos möglich! Ein im November 2015 durchgeführtes MRT der Fußsohle zeigt eine mit Geweberegenerat vollständig verheilte Defektzone (→ Abb. 2d). Kontrastmittel wird aufgenommen, eine gute Vasikularisierung des Regenerats ist vorhanden.

Die überschießende plantare Verhornung wird regelmäßig durch eine Fach-Podologin entfernt

Fall 3: Die 1949 geborene Patientin stellte sich bei bestehendem diabetischem Fußsyndrom und einer Charcot-Arthropathie beidseits mit einem großen Defekt über der linken Ferse vor (→ Abb. 3a). Zudem imponierte bereits initial eine massive Verhornung im gesamten Fersenbereich. Es erfolgte eine operative Nekrektomie und eine Rekonstruktion des Fersenweichgewebes unter der NPWT. Die wieder entstandene dicke und hyperkeratotische Verhornung am Wundrand und im Bereich der gesamten Ferse führte nach vollständigem Verschluss dann leider zu einem Rezidiv. Es erfolgte eine erneute operative Nekrektomie und Rekonstruktion des Fersenweichgewebes mittels NPWT, was nach langer problematischer Heilungsphase über mehrere Wochen auch bei diesem Mal schlussendlich vollständig gelang (→ Abb. 3b). Die überschießende plantare Verhornung wird nun regelmäßig durch eine Fach-Podologin entfernt. Die fehlende regelmäßige Entfernung dieser Hornplatte sehen wir als Ursache des Rezidivs und auch als Ursache der initialen Weichgewebläsion an. Unter der regelmäßigen Kontrolle der Podologin und unter einer angepassten Schuhversorgung ist die Patientin seitdem rezidivfrei (→ Abb. 3c).

Der Patient konnte in der Phase der NPWT ohne Einschränkung arbeiten und war in seinem Alltag kaum behindert

Fall 4: Der 52-jährige Patient erkrankte im Alter von 15 Jahren an einem Ewing-Sarkom des Kalkaneus. Die fehlende Einwilligung der Eltern in eine Unterschenkel-Amputation führte zu einem Behandlungskompromiss mit Amputation des Tuber calcanei und Radiotherapie. Nach langjährig rezidivierenden, zermürbend schmerzhaften Dekubitus stellte er sich schließlich zur Unterschenkel-Amputation vor. Wir diskutierten mit dem Patienten einen letzten Versuch zur Erhaltung des sensiblen und belastbaren Fußes mit der *Guided Tissue Regeneration*. Es erfolgte die Nekrektomie mit Teilentfernung der betroffenen Achillessehnen-Insertion und des nekrotischen



Abbildung 3 a) Initialer Weichgewebedefekt der linken Ferse. b) Am Ende der Therapie ist die Wunde fast vollständig epithelialisiert. c) Derbe Hyperkeratosen müssen regelmäßig durch die Fach-Podologin entfernt werden, um die Belastung der harten Hornhaut und damit ein neues Risiko für Druckulzera zu verhindern. Unter der regelmäßigen podologischen Kontrolle kam es zu keinem Rezidiv mehr.

(bestrahlten und devitalen) eburnisierten Knochengewebes im Fersenbereich im Dezember 2015 (→ Abb. 4a). Im Anschluss erfolgte die *Guided Tissue Regeneration* mit NPWT, Gaze unter 80mmHg Sog. Erwartungsgemäß verlief die Wundheilung im bestrahlten Gewebe sehr langsam; es waren zwei Nachdébridements in Narkose erforderlich. Gleichzeitig konnte eine stetige Verbesserung der Gewebewitalität beobachtet werden. Nach bereits sechs Wochen war ein Gehen unter Vollbelastung im angepassten Schuh wieder möglich und die Schmerzen bei Belastung nahmen signifikant ab. Der Patient konnte als selbständiger Kaufmann in der Phase der NPWT ohne Einschränkung arbeiten und war in seinem Alltag kaum behindert. Nach sechs Monaten zeigte sich eine vollständig epithelialisierte, stabile Narbe im gesamten Belastungsgebiet der Ferse; die ehemals große Ulzeration im belasteten Bereich der Ferse ist durch diese „geführte“ Heilung signifikant weiter nach dorsal und kranial verzogen und minimiert die Narbe in der Auflagefläche. Auch bei die-



Abbildung 4 a) Nach Nekrektomie und NPWT mit beginnenden Granulationen im bestrahlten Wundbett. b) Zwei Monate später. c) Am Ende der Therapie ist die Narbe durch die „geführte“ Gewebeschrankung weitgehend aus der Belastungszone verschwunden. Derbe Hyperkeratosen müssen regelmäßig durch die Fach-Podologin entfernt werden, um die Belastung der harten Hornhaut und damit ein neues Risiko für Druckulzera zu verhindern.

sem Patienten ist eine regelmäßige fachgerechte podologische Nachbehandlung unerlässlich (→ Abb. 4c).

Leider verstarb der Patient während der Behandlung an einem Hämatothorax nach Rippenfraktur

Fall 5: Ein 1948 geborener Patient mit Polyneuropathie bei Diabetes mellitus, einem metabolischen Syndrom und äthylischer Leberzirrhose stellte sich in unserer Wundambulanz mit einem stark sezernierenden, seit rund einem Jahr bestehenden Dekubitus der linken Ferse vor. Bei der initialen Nekrektomie mit Entfernung von osteomyelitisch zerfallener Spongiosa des Kalkaneus kam es aufgrund der Gerinnungsstörung bei Leberzirrhose zu einer transfusionspflichtigen Massenblutung aus dem spongiösen Knochen. Deshalb verzögert Beginn mit NPWT, Gaze unter 120 mmHg. Im Verlauf waren ambulant noch mehrmalige Débridements wegen

Guided Tissue Regeneration mit NPWT im Bereich der Fußsohle

Pro

- Gute Anheftung am Wundgrund
- Homogene Auffüllung mit stabilem Ersatzgewebe
- Klinisch nicht vom ursprünglichen Sohlenweichgewebe zu unterscheiden
- Volle Belastbarkeit nach Ausheilung

Kontra

- Geduld!! und Compliance notwendig
- Häufige ambulante Vorstellungen während der NPWT
- Langfristige podologische Nachbetreuung wie beim diabetischen Fußsyndrom

zusätzlicher Drucknekrosen am Wundrand notwendig, jedes Mal gefolgt von einer schwer stillbaren Blutung. Der Sog der NPWT musste bis auf 60 mmHg reduziert werden, bis keine Randnekrosen mehr auftraten.

Nach bereits zwei Monaten zeigten sich stabile und saubere Granulationen aus der Tiefe. Ein Gehen unter Teilbelastung im angepassten Schuh war möglich. Vor allem im Belastungsbereich der Ferse zeigten sich schnell belastungsstabile Wund- und Hautverhältnisse, da sich die Wunde durch Schrumpfung nach kranial verschob und plantar gesundes Gewebe in die belastete Zone zog. Leider verstarb der Patient während der Behandlung an einem Hämatothorax nach Rippenfraktur.

Im Verlauf von inzwischen acht Jahren kam es zu keinem Dekubitus im Bereich der Fußsohle mehr

Fall 6 schließlich zeigt ein Anwendungsbeispiel über dem belasteten Grundgelenk der Großzehe: Ein 1971 geborener Patient, Fußgänger mit einer inkompletten Paraplegie sub Th 12 ASIA C nach Wirbelkörperfraktur, stellte sich ambulant mit einem rezidivierenden Dekubitus durch eine Überbelas-

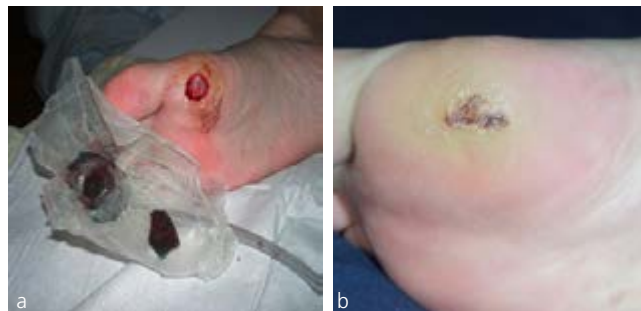


Abbildung 5 a) Befund bei Umstellung der NPWT von Gaze auf PU-Schaum. b) Acht Wochen postoperativ bei Beginn des Belastungsaufbaus.



2016, 21 x 24 cm, gebunden,
VI, 146 Seiten
Euro 29,50
ISBN 978-3-942825-45-0



2015, 17 x 24 cm, gebunden,
XVIII, 267 Seiten, 147 Abbildungen
in über 200 Einzeldarstellungen
(teilweise in Farbe)
Euro 49,90
ISBN 978-3-942825-21-4

tung in der Unterschenkelschiene über dem Grundgelenk der rechten Großzehe vor. Die Nekrektomie erfolgte bis auf die noch intakte Gelenkkapsel. Nach vier Wochen NPWT mit Gaze/100 mmHg Sog und vollständiger Entlastung der Extremität war die vital granulierende Wunde auf Hautniveau aufgefüllt und deutlich geschrumpft (→ Abb. 5a). In dieser Situation wechselten wir bis zur weitgehenden Epithelialisierung auf den Polyurethanschaum als Interface, der den Wundgrund weniger aktiv stimuliert als Gaze und so das zarte neue Epithel nicht ständig wieder zerstört. Acht Wochen nach dem Eingriff konnte bei fast vollständiger Epithelialisierung wieder mit der Mobilisierung in der angepassten Schiene begonnen werden (→ Abb. 5b). Im Verlauf von inzwischen acht Jahren kam es auch bei diesem Patienten zu keinem Dekubitus im Bereich der Fußsohle mehr. ■■■

Literatur

1. Sorensen JL, Jorgensen B, Gottrup F (2004) Surgical treatment of pressure ulcers. *Am J Surg [Suppl 1A]* 188: 42–51
2. Langemo DK, Melland H, Hanson D, et al (2000) The lived experience of having a pressure ulcer: a qualitative analysis. *Adv Skin Wound Care* 13: 225–235
3. Blume PA, Donegan R, Schmidt BM (2014) The role of plastic surgery for soft tissue coverage of the diabetic foot and ankle. *Clin Podiatr Med Surg* 31: 127–150
4. Pögl D, Stalder N, Kempny T (2015) Plastische Deckungsmöglichkeiten chronischer Ulzera am Fuß. *Orthopäde* 44: 25–32
5. Van Adrichem LN, Hoegen R, Hovius SE, et al (1996) The effect of cigarette smoking on the survival of free vascularized and pedicled epigastric flaps in the rat. *Plast Reconstr Surg* 97: 86–96
6. de Roche R (2012) in [11], S 91–93
7. de Roche R (2012) in [11], S 227–228
8. Willy C (2005) Das Prinzip der Vakuumtherapie. In: Willy C (Hrsg) *Die Vakuumtherapie, Grundlagen, Indikation, Fallbeispiele, praktische Tipps*. Lindqvist, Berlin, S 12–13
9. Willy C (2005) Die experimentellen Grundlagen II – Druckwerte unter Vacuumtherapieschwämmen – eine In-vitro-Untersuchung. In: Willy C (Hrsg) *Die Vakuumtherapie, Grundlagen, Indikation, Fallbeispiele, praktische Tipps*. Lindqvist, Berlin, S 76–90
10. Wetzel-Roth W (2012) Wund-Unterdrucktherapie beim Decubitus. In: [11], S 117–126
11. de Roche R; Hrsg (2012) Störfall Decubitus. *Handbuch zur gesundheitsökonomischen Bedeutung, Prävention, konservativen und chirurgischen Therapie*. REHAB, Basel

Priv.-Doz. Dr. med. Roland de Roche
REHAB Basel
Postfach
CH-4012 Basel
✉ roland.de.roche@merianiselin.ch

Zu bestellen bei jeder Buchhandlung oder unter info@kaden-verlag.de direkt bei:



Kaden Verlag GmbH & Co. KG
Maaßstraße 32/1, 69123 Heidelberg
Telefon (06221) 1377600
info@kaden-verlag.de
www.kaden-verlag.de