

WUND MANAGEMENT



EWMA Dokument 2013: „Débridement“

Stand der Entwicklung
und Rolle des Débridements:
Aktuelle Übersicht
und Begriffsklärungen

Offizielles Mitteilungsgan
Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW e. V.)
Österreichische Gesellschaft für Wundbehandlung
(AWA)
Schweizer Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW)
Wundnetz Kiel e. V.
Wundverbund Südwest e. V.
Wundzentrum Hamburg e. V.
Wundzentrum e. V.



mhp
Verlag GmbH

Autoren und Herausgeber

R. Strohal (Herausgeber)¹

J. Dissemond²

J. Jordan O'Brien³

A. Piaggese⁴

R. Rimdeika^{5,6}

T. Young⁷

J. Apelqvist (Mitherausgeber)⁸

¹Abteilung für Dermatologie und Venerologie, Landeskrankenhaus Feldkirch – Akademisches Lehrkrankenhaus, Feldkirch, Österreich

²Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Essen, Deutschland

³Centre of Education, Beaumont Hospital, Dublin, Irland

⁴Abteilung für Endokrinologie und Stoffwechsel, Universität Pisa, Italien

⁵Abteilung für Plastische und Rekonstruktive Chirurgie, Universitätskrankenhaus Kaunas, Litauen

⁶Medizinische Fakultät, Litauische Universität für Gesundheitswissenschaften, Kaunas, Litauen

⁷Bangor University, North Wales, Großbritannien

⁸Abteilung für Endokrinologie, Universitätsklinikum Malmö, Schweden

Redaktionelle Unterstützung und Koordination der englischen Originalfassung: Julie Bjerregaard, Sekretariat EWMA

E-Mail: robert.strohal@lkhf.at

Internet: www.ewma.org

Diese Arbeit wurde mit einer nicht zweckgebundenen finanziellen Unterstützung von Ferris Healthcare, FlenPharma, Lohmann und Rauscher, Sorbion und Söring realisiert.

Dieser Artikel unterlag keinem externen Peer Review Prozess.

Die englische Originalfassung wurde vom Übersetzungsbüro Triacom · Per N. Döhler · (www.triacom.com) ins Deutsche übersetzt

Originalveröffentlichung: *Strohal, R., Apelqvist, J., Dissemond, J. et al. EWMA Document: Debridement.*

J Wound Care. 2013; 22 (Suppl. 1): S1-S52.

© EWMA 2013

Alle Rechte vorbehalten. Die Wiedergabe, Vervielfältigung und Verbreitung dieser Publikation ohne schriftliche Genehmigung ist nicht gestattet. Kein Teil dieser Publikation darf ohne vorherige schriftliche Genehmigung der European Wound Management Association (EWMA) oder in strikter Übereinstimmung mit den einschlägigen urheberrechtlichen Bestimmungen reproduziert, in Datenbanken gespeichert oder in irgendeiner Form oder mit irgendwelchen Mitteln – ob mechanisch, elektronisch, durch Fotokopien, als Aufzeichnung oder auf andere Weise – übertragen werden oder in Übereinstimmung mit den einschlägigen Rechtsvorschriften zum Urheberrecht.

Der Herausgeber, der mhp-Verlag und die EWMA haben große Sorgfalt darauf verwendet, dass die hier gemachten Angaben korrekt sind. Jedoch haften weder der mhp-Verlag noch die EWMA oder das Journal of Wound Care für etwaige Fehler, Auslassungen oder Ungenauigkeiten in dieser Publikation.

Herausgegeben im Auftrag der EWMA vom mhp-Verlag GmbH, Marktplatz 13, 65183 Wiesbaden

Homepage: www.mhp-verlag.de

Vorwort der ICW e. V.

„Stand der Entwicklung und Rolle des Debridements“

Sehr geehrte Leserinnen,
Sehr geehrte Leser,

das Debridement gehört zur Therapie chronischer Wunden ebenso wie die Infektbekämpfung oder das hygienische Arbeiten. Obwohl das Debridement damit seit Jahrhunderten als eine der wesentlichen Säulen in der Behandlung chronischer Wunden akzeptiert ist, gibt es immer wieder viele Fragen zur Form des Debridements, zur Intensität der Durchführung, zur Verantwortungsübernahme und auch zum Nutzen bzgl. einer beschleunigten Wundheilung. Also viele Gründe, um sich dem Thema Debridement einmal gesondert anzunehmen.

Dies hat die EWMA (European Wound Management Association) im Jahre 2012 dann auch getan und Anfang 2013 die Ergebnisse einer internationalen Expertengruppe zum Thema Debridement als Konsenspapier im Journal of Wound Care publiziert. Als Kooperationspartner der EWMA ist die Initiative Chronischer Wunden (ICW) stolz, Ihnen dieses Konsenspapier zeitnah in der deutschen Fassung präsentieren zu dürfen.

Die EWMA wurde bereits 1991 gegründet und stellt seitdem auf europäischer aber auch internationaler Ebene eine wichtige Plattform für die Entwicklung solcher Konsensuspapiere da. Der Anspruch, einen internationalen Konsens herzustellen, nimmt in Kauf, dass die individuellen Vorgehensweisen einzelner Länder sich nicht immer in vollem Umfang in einem

solchen Konsensuspapier wiederfinden. Dennoch stellt ein solches Konsensuspapier eine wichtige Grundlage des allgemeinen Verständnisses für das Debridement dar und sollte daher möglichst vielen interessierten Fachleuten zugänglich gemacht werden. Für die Inhalte des Konsensuspapiers stehen die namentlich genannten Mitglieder der Expertengruppe.

Der Vorstand der ICW e. V. begrüßt die Kooperation mit der EWMA und freut sich auf eine lebhaft Diskussion des Konsensuspapiers zum Debridement.

Prof. Dr. med. Knut Kröger für die Initiative Chronische Wunden e. V.



Der Vorstand der Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW e. V.):

V.l.: Veronika Gerber (1. Vorsitzende), PD Dr. Andreas Schwarzkopf (Stellv. Vorsitzender), Bernd Assenheimer (Schriftführer), Prof. Dr. Knut Kröger (Stellv. Schriftführer), Anke Bültemann (Schatzmeisterin), Dr. Heinz-Dieter Hoppe (Stellv. Schatzmeister).

INHALT

- 01 VORWORT DER ICW E. V.
- 04 EINFÜHRUNG
 - 05 Methode
 - 06 Einwilligung des Patienten zum Debridement
- 08 MECHANISCHES DEBRIDEMENT
 - 08 Wet-to-Dry-Debridement mit nasser Gaze
 - 08 Fettgaze
 - 08 Gaze
 - 09 Monofilamentfaser-Pad
 - 09 Schlussfolgerungen
- 10 AUTOLYTISCHE WUNDPRODUKTE, ENZYMATISCHE WUNDPRODUKTE, ABSORBIERENDE WUNDPRODUKTE UND HONIG
 - 10 Autolytische Wundprodukte
 - 12 Enzymatische Wundprodukte
 - 14 Absorbierende Wundprodukte
 - 14 Honig
- 16 BIOLOGISCHES DEBRIDEMENT MIT FLIEGENLARVEN
- 18 TECHNISCHE LÖSUNGEN
 - 18 Techniken für direktes Debridement
 - Jet-Lavage/Hydrochirurgie
 - Ultraschall
 - 19 Techniken für indirektes Debridement
 - Unterdruck
 - Niederfrequenter Ultraschall
 - 20 Schlussfolgerungen



Die Zeitschrift Wundmanagement ist das offizielle Mitteilungsorgan der

- Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW e. V.)
- Österreichischen Gesellschaft für Wundbehandlung (AWA)
- Schweizerische Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW)
- Wundnetz Kiel e. V.
- Wundverbund Südwest e. V.
- Wundzentrum Hamburg e. V.
- Wundzentrum Nord e. V.

INHALT

- 21 CHIRURGISCHES UND SCHARFES DEBRIDEMENT**
- 24 GESUNDHEITSÖKONOMIE
WUNDVERSORGUNG
UND DEBRIDEMENT**
 - 24 Gesundheitsökonomie und Faktoren für die Heilung chronischer Wunden
 - 24 Kosten der Wundversorgung: Evidenzlage
 - 25 Gesundheitsökonomie des Debridements
 - 25 Bedarf an Studien zur Wirtschaftlichkeit des Debridements
- 27 KLINISCHER ALGORITHMUS
ZUM DEBRIDEMENT**
 - 27 Der Prozess
 - 29 Die Auswahl der passenden Methodik
- 30 LITERATURVERZEICHNIS**
- 33 ANHÄNGE**
 - 33 Anhang 1: Review der Fachliteratur zu Debridement-Methoden
 - 34 Anhang 2: Literaturverzeichnis mit Angabe zu Art der Publikation
 - 35 Anhang 3: Sicherheits-Checkliste für Ärzte vor Beginn eines Debridements
 - 36 Anhang 4: Nicht berücksichtigte Artikel zum mechanischen Debridement
- 38 AUTORENHINWEISE WUNDMANAGEMENT
(NICHT TEIL DES ORIGINALDOKUMENTES)**
- 41 IMPRESSUM**

Einführung

| Einleitung

Zur routinemäßigen Versorgung schlecht heilender akuter und chronischer Wunden gehört entweder die Wundreinigung oder das Debridement. Das Debridement ist hierbei eine Grundvoraussetzung, um den funktionellen Prozess der Gewebereparatur einzuleiten und stellt damit eine medizinische Maßnahme von zentraler Bedeutung für die Versorgung schlecht heilender akuter und chronischer Wunden dar.

In den letzten Jahren sind viele verschiedene Debridement-Methoden neu eingeführt worden, die vor allem physikalische Prinzipien und Kräfte nutzen, um den Übergang aus der akuten entzündlichen Phase in den reparativen Zustand zu fördern [1].

Doch trotz der zentralen Rolle des Debridements für die Wundheilung liegt bis heute kein Dokument vor, das diese Informationen zusammenfasst. Mit dem vorliegenden Dokument will die European Wound Management Association (EWMA) einen Überblick über die verschiedenen Optionen geben, die die grundsätzliche Rolle des Debridements klären (Wann und warum debridieren? Wie ist die Evidenzlage?), die Potenziale und Einschränkungen der traditionellen und neuen Debridement-Methoden mit ihren jeweiligen praktischen Anwendungsmöglichkeiten und gesundheitsökonomischen Aspekten beschreiben und einen Algorithmus für die klinische Praxis bereitstellen.

Debridement: Begriffsklärung

Das Wort Debridement kommt ursprünglich aus dem Französischen, wo *débridement* so viel bedeutet wie »von Zügeln befreien«. In der klinischen Medizin wurde die Bezeichnung erstmals von Henri Le Dran (1685–1770) im Zusammenhang mit einem Einschnitt zur Drainage und Zugentlastung verwendet [2].

Heute versteht man unter Debridement die tiefgreifende Entfernung von anhaftendem, abgestorbenem oder kontaminiertem Gewebe aus einer Wunde. Hiervon zu unterscheiden ist die Wundreinigung, die als Entfernung von Verschmutzungen (wie nicht haftenden Stoffwechsel-Abfallpro-

dukten oder Fremdkörpern) definiert ist [3]. Auf der anderen Seite ist das Debridement abzugrenzen von der Wundrevision, der Resektion von funktionellem Gewebe sowie der Amputation. Im Folgenden ist Debridement definiert als Entfernung von nekrotischem Material, festem und viskösem Schorf, seröser Kruste, abgestorbenem und infiziertem Gewebe, Hyperkeratose, Abschilferungen, Eiter, Hämatom, Fremdkörpern, Detritus, Knochensplintern und sonstigen Wundbelägen jeglicher Art mit dem Ziel, die Wundheilung zu fördern.

Debridement wird bisweilen als eine Form der Wundbettvorbereitung beschrieben [4]. Im größeren Zusammenhang betrachtet wird jedoch deutlich, dass nicht nur der Wundgrund für die gute Wundheilung wichtig ist, sondern auch die Wundränder und die wundumgebende Haut. Dies spricht für eine Definition von Debridement, die die Entfernung von Wundbelägen nicht nur vom Wundgrund her, sondern auch von den Wundrändern und der wundumgebenden Haut umfasst. Das vorliegende Dokument zeigt, dass diese umfassendere Sicht auf das Debridement neue Möglichkeiten und Perspektiven der Wundheilung eröffnet.

Bei der praktischen Umsetzung eines globalen Ansatzes der Wundheilung ist das Debridement als ein Prozess zu betrachten, der gegebenenfalls in Verbindung mit anderen Behandlungsansätzen angewendet wird, um günstige Bedingungen für verschiedene klinische Ziele der Wundversorgung zu schaffen. Wir sind der Überzeugung, dass diese Herangehensweise die Erfolgsaussichten auf verschiedenen Ebenen verbessert – von einer höheren Lebensqualität für den Patienten über geringere Geruchsentwicklung, bessere Mikrozirkulation und Normalisierung des biochemischen Mikromilieus einschließlich des Matrix-Metalloproteinase-(MMP-) Gleichgewichts bis hin zur Minimierung austretender Feuchtigkeit und Stimulation der Wundränder. Ein umfassender Debridement-Ansatz zeichnet sich auch dadurch aus, dass sich konkrete, überprüfbare Ziele für das Debridement in jeder Phase der Wundheilung benennen lassen. Die primären Ziele des Debridements sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1
Ziele des Debridements.

Ziele des Debridements	
Entfernen	Nekrose
	Viskösen Schorf
	Trockenen Schorf
	Geschädigtes Gewebe
	Entzündungsquellen
	Infektionsquellen
	Exsudat
	Seröse Krusten
	Hyperkeratose
	Eiter
Verringern	Hämatom
	Fremdkörper
	Detritus
	Sonstige Wundbeläge/ Wundheilungshindernisse
Stimulieren	Geruch
	Flüssigkeitsüberschuss
	Infektionsgefahr
Steigern	Wundränder
	Epithelisierung
	Lebensqualität

Indikationen für das Debridement

Das Debridement als zentraler Bestandteil der Wundversorgung kann bei Wunden aller Art angewandt werden, unabhängig von ihrer Diagnose oder Ursache. Zu klären sind die Indikationsstellung und der Zeitpunkt des Debridements. Eine klare Indikation lässt sich aus der Diagnose der verschiedenen Gewebearten der Wunde bzw. der Art der Wundbeläge und dem Zustand der Wundränder sowie der wundumgebenden Haut ableiten. Anhand einer gewebetypbezogenen Debridement-Definition kann der Kliniker den richtigen Zeitpunkt für das Debridement und die am besten geeignete Methode ermitteln. Daher ist bei der Diagnosestellung zunächst das Problem zu identifizieren (Nekrose, fester/visköser Wundbelag, Infektionsquellen) und zweitens die Wunde anhand der Exsudatmenge als trocken bis nassend einzustufen (Abbildung 1–6).

Tabelle 2
Weitere Entscheidungsparameter für ein Debridement und die Wahl der Methode.

Entscheidungsparameter	
Schmerzen	Fähigkeiten der Betreuungsperson
Umfeld des Patienten	Ressourcen der Betreuungsperson
Präferenz und Einverständnis des Patienten	Vorschriften
Alter und Begleiterkrankungen des Patienten	Leitlinien
Lebensqualität	

Daneben gibt es viele weitere Parameter, welche die Entscheidung für ein Debridement und insbesondere auch die Wahl der am besten geeigneten Methode beeinflussen. Hierzu zählen die Schmerzen, das Umfeld des Patienten, seine Präferenzen, sein Alter, die Fertigkeiten und Ressourcen seiner Betreuungsperson, die Lebensqualität des Patienten sowie rechtlicher Vorschriften und Leitlinien (s. Tab. 2).

Wir verstehen Debridement als integralen Bestandteil eines Ansatzes zur Versorgung von Wundpatienten, der konkrete Ziele zur Herstellung optimaler Verhältnisse in Wundgrund, -rändern und umgebender Haut verfolgt, um so die Heilung zu fördern und zu beschleunigen. Die Indikationsstellung für ein Debridement und die Wahl der Methode richten sich weniger nach der Diagnostik der Wunde, sondern vielmehr nach der Typisierung des Gewebes, das die Wunde bedeckt, sowie dessen Feuchtigkeitsgrad und nach der Situation des Patienten.



Abbildung 1
 Wundrand bedeckt von getrocknetem Exsudat und Hyperkeratose, dadurch potenzielle Beeinträchtigung des physiologischen Wundheilungsprozesses.

I Methode

Das vorliegende Dokument ist das Ergebnis einer allgemeinen Literaturrecherche, ergänzt, um das klinische Fachwissen der Autoren. Seine Zielsetzung ist es, einen aktuellen Überblick über das Debridement und seine Methoden zu geben und einen allgemeinen klinischen Algorithmus vorzuschlagen, der definiert, warum, wann und wie ein Debridement vorzunehmen ist. Diese Arbeit ist somit nicht rein evidenzbasiert und beurteilt auch keine ver-

fügbaren Produkte, da dies zu einem Konflikt mit dem primären Ziel führen würde: die große Vielfalt verfügbarer Debridement-Techniken zu beschreiben, die je nach Wundtyp und Behandlungssituation alle potenzielle Stärken und Schwächen haben.

Die Strategie der Literaturrecherche war darauf ausgelegt, ein breites Spektrum von Methoden und Ergebnissen abzudecken, die den Einsatz unterschiedlicher Debridement-Techniken bei der Wundversorgung dokumentieren. Drei Datenbanken wurden durchsucht: Medline, Embase und Cochrane. Die Recherche fand im Dezember 2011 statt; die verwendeten Suchbegriffe sind in Anhang 1 aufgeführt.

Die für die einzelnen Abschnitte des Dokuments verantwortlichen Autoren wählten – hauptsächlich aus den Ergebnissen der Datenbankrecherche – die für ihren Abschnitt relevante Literatur aus. Die verwendete Literatur umfasst Debridement-Studien unterschiedlicher Art: Pri-



Abbildung 2
 Unterschenkel mit ausgedehnten, anhaftenden Exsudatkrusten, großflächiger Hautschuppung, Hyperkeratose und Detritus, dadurch potenzielle Beeinträchtigung des physiologischen Wundheilungsprozesses; keine umschriebene Ulzeration.



Abbildung 3
Trockener Fibrinbelag; an den Wundrändern ist zu erkennen, dass das Fibrin die Heilung behindert.



Abbildung 4
Anhaftende trockene schwarze Nekrose.



Abbildung 5
Feuchter visköser Wundbelag.



Abbildung 6
Lokale Infektion der Wunde und Wundränder; Biofilm möglicherweise vorhanden.

orität hatten Übersichtsarbeiten, randomisierte kontrollierte Studien (randomized controlled trials, RCT), Vergleichsstudien und Kohortenstudien. In vielen Fällen wurden auch nicht-vergleichende Studien, Fallstudien, in-vitro-Studien und Tierversuche berücksichtigt, wenn zu der jeweils zu behandelnden Technik/Fragestellung keine RCT oder Vergleichsstudien vorlagen.

Ein Literaturverzeichnis mit Angaben zur Art der Studie und des Dokuments ist unter www.ewma.org (Anhang 2) verfügbar.

Ein allgemeines Fazit aus der Literaturrecherche ist die Erkenntnis, dass weitere Studien von hohem Evidenzgrad erforderlich sind, um die Aussagen in diesem Dokument weiter zu untermauern. Solange diese erweiterte Evidenzbasis jedoch noch nicht vorliegt, müssen wir auf

Grundlage unserer Informationen und Erfahrungen, die verfügbaren Methoden des Debridements beschreiben.

Einwilligung des Patienten zum Debridement

Eine umfassende und ganzheitliche Beurteilung des Patienten ist eine notwendige Voraussetzung, um die am besten geeignete Debridement-Methode zu ermitteln. Es verbessert die Erfolgsaussichten, den Patienten in die Planung und Beurteilung der Behandlung einzubeziehen, da der Patient dann besser informiert ist und mit höherer Wahrscheinlichkeit die Behandlungsvorschriften akzeptiert und einhält, sodass die Entfernung des avitalen Gewebes besser gelingt [5].

Bevor eine Behandlung oder Untersuchung begonnen oder eine Versorgungs-

leistung erbracht wird, muss die Einwilligung des Patienten eingeholt werden [6]. Damit die Einverständniserklärung gültig ist, muss die Person, die sie erteilt, zu dieser Entscheidung in der Lage sein oder als hierfür kompetent eingeschätzt werden. Die Einwilligung muss freiwillig erteilt werden, ohne Druck, und die betreffende Person ist so aufzuklären, dass sie eine fundierte Entscheidung treffen kann.

Insbesondere ist sie über die Art der Debridement-Behandlung einschließlich der möglichen Vorteile und Risiken, weiteren Auswirkungen der Behandlung und gegebenenfalls verfügbaren Alternativen aufzuklären [7].

Hierbei ist zu beachten, dass auch ein Elternteil oder Vormund die Einwilligung erteilen kann, wenn die Person, bei der das Debridement durchgeführt werden soll, zu jung (< 18 Jahre) oder aufgrund einer

physischen oder psychischen Erkrankung nicht zu einer eigenständigen Entscheidung in der Lage ist [8]. Es ist wichtig, dass Eltern und Kinder über die vorgesehene Behandlung informiert werden und dass Kinder angehört und in den Entscheidungsprozess einbezogen werden. Wenn sichergestellt ist, dass die Einwilligung rechtlich und ethisch einwandfrei eingeholt wurde, sinkt das Risiko von Rechtsstreitigkeiten, und die Patientenzufriedenheit steigt [9].

Die Einwilligung kann explizit oder implizit erteilt werden. Implizit kann der Patient seine Einwilligung durch eine Handlung ausdrücken, beispielsweise indem er freiwillig in der Klinik zu einer Madentherapie erscheint [10]. Die explizite Einwilligung kann schriftlich oder mündlich erfolgen [11]. In den USA und Großbritannien zum Beispiel ist es üblich, dass die Patienten eine schriftliche Einverständniserklärung unterschreiben, in der steht, dass sie aufgeklärt wurden und dass sie

»Unser Ziel ist es, einen aktuellen Überblick über das Debridement und seine Methoden zu geben und einen allgemeinen klinischen Algorithmus vorzuschlagen, der definiert, warum, wann und wie ein Debridement vorzunehmen ist.«

bewusst einwilligen, sich beispielsweise einem scharfen Debridement ihres nekrotischen diabetischen Fußgeschwürs zu unterziehen.

Die schriftliche Dokumentation der Einwilligung ist der Beleg dafür, dass die vorgeschriebenen Prozesse eingehalten wurden. Sie kann auch als Nachweis dienen, dass der Patient über eine Behandlungsmaßnahme informiert und aufgeklärt wurde, zum Beispiel eine Amputation der unteren Extremität unter Allgemeinanästhesie. Der Patient hat jedoch das Recht, seine Einwilligung jederzeit zurückzuziehen – vor und auch während des Debridements [12].

Unabhängig von der verwendeten Debridement-Technik ist es wichtig, den Patienten angemessen aufzuklären, damit er eine fundierte Entscheidung zur Einwilligung in die Behandlung treffen kann. Dies gilt für alle Debridement-Methoden, nicht nur für das chirurgische und scharfe Debridement. Die Einwilligung ist nicht nur eine Unterschrift auf einem Blatt Papier [13], sie ist eine aktive Beteiligung des Patienten an den Entscheidungen über seine eigene Gesundheit und Versorgung.

Ein Beispiel für eine Einverständniserklärung zum Debridement finden Sie in Anhang 3.

Mechanisches Debridement

| Einleitung

Beim mechanischen Wunddebridement sollen mit trockenen Gazekompressen, Wet-to-Dry-Gazeverbänden, imprägnierten Gaze-Wundaufgaben oder einem Monofilamentfaser-Pad die nicht lebensfähigen Gewebeanteile aus dem Wundgrund entfernt werden.

Nach Durchsicht der einschlägigen Literatur wurde ein großer Teil der Artikel ausgeschlossen, da er keine spezifischen Angaben dazu enthielt, ob das beschriebene Verfahren avitales Gewebe zu debridieren vermag (z. B. Edstrom et al. 1979, Xakellis und Chrischilles 1992, Brown 2000, Piaggese et al. 2000, Caravaggio et al. 2003, Eginton et al. 2003, Wanner et al. 2003, Allie et al. 2004, Cohn et al. 2004, Mouës 2004, Brigido et al. 2006, Huang et al. 2006, Yao et al. 2006, Mouës et al. 2007, Koller et al. 2008, Wang und Teng 2008, El-Nahas et al. 2009, Saba et al. 2009, Martin et al. 2010, Perez et al. 2010, Solway et al. 2010, Brenes et al. 2011, Uccioli et al. 2011, Warriner et al. 2011, Zhen et al. 2011). Die vollständige Literaturangaben sind im Anhang 4 aufgeführt.

| Wet-to-Dry-Debridement mit nasser Gaze

Hintergrund

Das mechanische Debridement ist Berichten zufolge die meistangewendete Debridement-Technik in den USA [14] und seit Jahrzehnten bekannt [15, 16] Es wurde auch eine Nass-Trocken-Phase im Rahmen der Wundreinigung beschrieben [17], die jedoch nicht mit dem im Rahmen des Debridements gebräuchlichen Wet-to-Dry-Dressing zu verwechseln ist.

Ablauf

Eine der Methoden des mechanischen Debridements ist das Wet-to-Dry-Dressing. Dabei wird eine befeuchtete Gazekomresse auf die Wunde aufgelegt. Das avitale Gewebe trocknet aus, verhärtet dabei wieder und verklebt mit der Gaze. Beim Abnehmen der Komresse wird das anhaftende Material mit entfernt.

Anwendungsgebiete

Wet-to-Dry-Dressings werden ausschließlich zur Kurzzeitbehandlung von infizierten nekrotischen Wunden empfohlen [15, 18].

In einer Fallstudie wird über das Debridement mit Wet-to-Dry-Dressings bei einem Patienten mit Dekubitus Grad III berichtet [19]. Darüber hinaus liegt ein Erfolgsbericht über die Anwendung nasser Gaze im Rahmen eines umfassenden Debridement-Behandlungsschemas vor [20].

Beschränkungen

Beim Debridement nach dem Wet-to-Dry-Prinzip wird häufig kein einheitliches Protokoll eingehalten, wodurch ein erhöhtes Infektionsrisiko besteht. Außerdem können Gazerückstände als Fremdkörper im Wundbett zurückbleiben. Als Nachteil des Verfahrens werden neben der Schädigung von gesundem Gewebe und Schmerzen die häufigen Verbandwechsel genannt [15]. Darüber hinaus sind zwar die Kosten der Gaze gering, doch die Anwendung wird als zeit- und kostenaufwendig beschrieben [15, 18].

| Fettgaze

Erfahrungsberichten von Donati und Viganò [21] zufolge verursacht das Debridement mit Fettgaze bisweilen Schmerzen, schädigt das neue Gewebe, führt zu Blutungen im Wundbett bei der Entfernung, erhöht das Infektionsrisiko und verzögert die Reepithelisierung [21]. Barnea et al. [22] verglichen in einer Studie eine Hydrofaser-Wundaufgabe mit Fettgaze und beobachteten bei Patienten, bei denen Spalthaut-Entnahmestellen mit Fettgaze behandelt wurden, signifikant mehr Schmerzen und eine langsamere Epithelisierung ($p < 0,01$).

| Gaze

Hintergrund

Gaze ist die klassische Primärauflage in der Wundversorgung und dient in Studien zur Wundbehandlung häufig als Vergleichsprodukt. Zum Einsatz von Gaze beim Debridement liegen jedoch nur in begrenztem Umfang Informationen und unterstützende Daten vor [23, 24].

Anwendungsgebiete

Eine systematische Cochrane-Analyse identifizierte 10 Studien zu Wundaufgaben und topischen Wirkstoffen für die sekundäre Wundheilung nach Operationen, in denen Gaze als Vergleichsprodukt verwendet wurde. Allerdings wurde in diesen Studien nicht die Dauer bis zum erfolgreichen Debridement als Zielgröße betrachtet, sondern die Zeit bis zur Heilung. In vier der Studien war die Verwendung von Gaze mit signifikant mehr Schmerzen für den Patienten verbunden als die Verwendung anderer Wundaufgaben. Erschwerend kommt hinzu, dass in drei der Studien die Patientenzufriedenheit bei der Behandlung mit Gaze geringer war als bei der Behandlung mit dem jeweils anderen Vergleichsprodukt [25].

Dryburgh et al. [23] ermittelten bei einer systematischen Cochrane-Analyse zum Debridement von Operationswunden drei Studien, in denen nasse (mit verschiedenen Lösungen getränkte) Gaze als Vergleichsprodukt verwendet wurde. Die Autoren gelangten jedoch zu dem Schluss, dass die RCTs (randomisierten kontrollierten Studien) klein und methodisch mangelhaft waren und veraltete Produkte untersuchten und dass keine Evidenz aus RCTs vorliegt, die für eine bestimmte Debridement-Methode spricht [23]. Das Debridement beim diabetischen Fuß-

»Das mechanische Debridement ist Berichten zufolge die meistangewendete Debridement-Technik in den USA [14] und seit Jahrzehnten bekannt.«

syndrom war Gegenstand einer weiteren Cochrane-Analyse, die zwei Studien identifizierte, bei denen Gaze als Behandlungsmaßnahme verwendet wurde [24]. Die Autoren gelangten zu dem Fazit, dass die Anwendung eines Hydrogels die Heilung von diabetischen Ulzera stärker fördert als Gaze oder die Standard-Wundversorgung. Es ist jedoch unklar, ob dieser Effekt auf das Debridement zurückzuführen ist [24].

Beschränkungen

Der wichtigste Punkt, der gegen das Debridement mit Gaze spricht, ist das signifikant höhere Maß an Schmerzen, das mit der Verwendung von Gaze im Vergleich zu anderen Wundaufgaben verbunden wird.

Ein allgemeiner Nachteil der Wundversorgung mit Gaze sind die häufigen Verbandwechsel, zum Beispiel im Hinblick auf die damit verbundenen Schmerzen für den Patienten und den hohen Arbeitsaufwand für das Pflegepersonal [26].

Wirtschaftlichkeit

In einem Health Technology Assessment wurden die klinische Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit verschiedener Debridement-Produkte untersucht, die im Rahmen der Sekundärheilung von Operationswunden eingesetzt werden. Die Untersuchung ergab, dass moderne Wundaufgaben geringere Kosten verursachen als unbehandelte oder imprägnierte Gaze. Zugleich wurde die Qualität der Wirtschaftlichkeitsanalysen in den Studien als gering eingeschätzt [27].

Mehrere Studien belegen jedoch, dass der Personalaufwand, der durch die häufigen Verbandwechsel entsteht, die Wirtschaftlichkeit von Gaze beeinträchtigt [26].

| Monofilamentfaser-Pad

Hintergrund

Ein Produkt mit Monofilamentfasern wurde kürzlich als neue Methode zum mechanischen Debridement eingeführt, um Wundbeläge und abgestorbene Zellen aus dem Wundgrund zu entfernen [28]. Fallstudien belegen, dass Wundbeläge, hyperkeratotischer Detritus und Krusten aus getrocknetem Exsudat in den Faserverbund aufgenommen und so aus der Wunde und von der umgebenden Haut entfernt werden [29].

Ablauf

Die weiche, flauschige Wundkontaktseite wird befeuchtet und dann 2–4 Minuten lang sanft über die Wundfläche gestrichen [30].

Anwendungsgebiete

Das Monofilamentfaser-Pad ist bereits zum Debridement verschiedener Wundtypen eingesetzt worden, darunter chronische Wunden wie Ulcus cruris, diabetisches Fußsyndrom (neuropathisch und neuroischämisch), arterielle Geschwüre, Geschwüre gemischter Ätiologie, Druckgeschwüre ebenso wie akute traumatische Wunden [29, 31]

Eine Reihe kleinerer, prospektiver, nicht-vergleichender Pilot- und Fallstudien [29] ergab nach einmaliger Anwendung auf unterschiedlichen Gewebeuntergründen einschließlich Schorf und nekrotischem Gewebe gute Debridement-Ergebnisse, auch Hyperkeratose wurde wirksam entfernt. Darüber hinaus wird festgehalten, dass das Monofilamentfaser-Pad auch die Abtragung von Detritus bewirkt und dabei das gesunde Granulationsgewebe intakt lässt, einschließlich kleiner Inseln aus vitalem Epithelgewebe [29].

Bei dickem, hartnäckigem und zähem Schorf und hartem nekrotischen Gewebe wird empfohlen, das Gewebe „einzuweichen“, bevor das Produkt angewendet wird [28]. In einer größeren Studie mit 60 Patienten mit chronischen Wunden, von denen 57 (95 %) in die Analyse einbezogen wurden, erwies sich das Monofilamentfaser-Pad bei 93,4 % der Debridement-Behandlungen als wirksam (n = 142) [32].

Vorteile

Das Debridement mit dem Monofilamentfaser-Pad ist mit geringem Zeitaufwand verbunden (2–12 Minuten) [32, 33].

Außerdem ist das Monofilamentfaser-Pad den Aussagen zufolge einfach anzuwenden und verursacht wenig oder keine Schmerzen [31].

Nebenwirkungen

In einigen Fällen wurden Schmerzreaktionen nach der Debridement-Behandlung gemeldet [32].

| Schlussfolgerungen

Es gibt nicht viele Argumente, die für das Debridement mit Wet-to-Dry-Dressings, normaler Gaze oder Fettgaze sprechen. Durch diese Einschränkungen ist diese Methode für den Einsatz in der klinischen Praxis derzeit nicht zu empfehlen. Das Monofilamentfaser-Pad hingegen zeigt Potenzial als schnelle, sichere, einfache und mit begrenzten Schmerzen für den Patienten verbundene Methode, die zu einer breiteren Anwendung des mechanischen Debridements führen könnte. Hierzu ist jedoch die weitere Erforschung dieses Ansatzes erforderlich, einschließlich der klinischen Anwendung bei akuten und chronischen Wunden unterschiedlicher Art.

Autolytische Wundprodukte, enzymatische Wundprodukte, absorbierende Wundprodukte und Honig

| Einleitung

In diesem Kapitel werden verschiedene Debridement-Verfahren mit autolytischen, enzymatischen und/oder absorbierenden Wirkmechanismen beschrieben. Im Handel sind derzeit viele Produkte erhältlich, die verschiedene Wirkstoffkombinationen enthalten und sich für unterschiedliche Wundarten und Heilungsphasen eignen. Wir geben hier einen Überblick über die verschiedenen Produktarten, die in vier große Kategorien unterteilt werden: autolytische Wundprodukte, enzymatische Wundprodukte, absorbierende Wundprodukte und Honig.

| Autolytische Wundprodukte

Hintergrund

Autolytisches Debridement ist ein natürlicher Prozess, der in allen Wunden abläuft und sich durch eine »feuchte« Wundbehandlungsstrategie anregen lässt. Für das autolytische Debridement gibt es viele verschiedene Präparate und Produkte mit unterschiedlichen Eigenschaften, Stärken und Schwächen. Man unterscheidet die folgenden Gruppen:

- a. Hydrogele und hydrogelhaltige Wundprodukte enthalten dreidimensionale, quervernetzte Homo- oder Copolymere, die mit Wasser gesättigt sind. Der Wasseranteil in Hydrogel-Wundprodukte beträgt zwischen 30 % und 90 %. In den meisten Hydrogelen werden Carboxymethylcellulose und andere Gelbildner verwendet [34].
- b. Hydrokolloide sind aus Carboxymethylcellulose, Gelatine, Pektin, Elastomeren und Haftstoffen zusammengesetzt und bilden ein Gel, wenn sie Wundsekret aufnehmen [35]
- c. Wundprodukte mit hohem Absorptionsvermögen, die autolytische und okklusive Eigenschaften miteinander verbinden; zum Beispiel Auflagen mit multifunktionaler Polymermembran-Formu-

lierung und Befeuchtungsmechanismen (zum Beispiel Hydration Response Technology, HRT). Diese Wundprodukte dienen dem Exsudat-Management und der Schaffung eines feuchten, physiologischen Umfelds für das autolytische Debridement [36].

Bei einigen Wundprodukte enthält das dreidimensionale Netz auch hydrophile polymermodifizierte Stärke mit physikalisch gebundenem Jod.

d. Hydrofasern, zum Beispiel Carboxymethylzellulosefasern, bilden ein Gel, wenn sie mit Wundflüssigkeit in Kontakt kommen, und tragen so zur Entfernung von avitalem Gewebe bei. Hydrofaser-Wundprodukte sind sehr saugfähig und wahlweise auch mit Silber und anderen antimikrobiellen Substanzen erhältlich [37]

e. Mehrkomponenten-Wundprodukte: Einige Wundprodukte unterstützen den Debridement-Prozess mit einer Kombination aus autolytischen, absorbierenden und antimikrobiellen Eigenschaften. Hierzu zählt beispielsweise das Enzym-Alginogel aus hydrierten Alginat-Polymeren in einer Polyethylenglykol-(PEG-) / Wasser-Matrix mit einem antimikrobiellen Oxidase-/Peroxidase-Enzymkomplex [38]

Anwendungsgebiete

Autolytische Wundprodukte sind dafür geeignet, bei unterschiedlichen Arten akuter und chronischer Wunden mit nekrotischem Gewebe oder Fibrinbelag den viskösen bis harten Schorf zu durchfeuchten,

aufzuweichen und zu verflüssigen [33]. Hydrogele zum Beispiel werden ausschließlich bei nicht bis mäßig stark nässenden Wunden eingesetzt, während absorbierende Wundprodukte mit autolytischen Eigenschaften, Hydrofasern sowie Kombinations-Wundprodukte für die Behandlung von Wunden mit leichter, mäßiger oder starker Exsudation und viskösem Wundbelag verwendet werden können [39]. Je nach Ausmaß der Exsudation sind verschiedene Produkte erhältlich.

Bei infizierten Wunden kann ein autolytisches Debridement nur dann angewendet werden, wenn die Infektion unter Kontrolle/Behandlung ist.

Ablauf

Autolytische Debridement-Produkte wirken über einen zweifachen Mechanismus: Sie können Feuchtigkeit an trockene Wunden abgeben und Flüssigkeit aus mäßig stark nässenden Wunden aufnehmen. Das Prinzip des autolytischen Debridements beruht auf einem selektiven Debridement durch Freisetzung körpereigener proteolytischer Enzyme wie Kollagenase, Elastase, Myeloperoxidase, Hydroxylase oder Lysozym und durch Aktivierung der Phagozyten. Die Enzyme weichen nekrotisches Gewebe und Beläge in der Wunde auf, zersetzen und lösen sie, sodass die Makrophagen sie verdauen können. Die meisten dieser Enzyme werden von Leukozyten generiert. Ein weiterer Aspekt des autolytischen Debridements beruht auf dem hohen Wassergehalt von beispielsweise Hydrogelen sowie der Feuchtigkeitsabgabe durch absorbierende Wundprodukte, die nekrotisches Gewebe und Fib-

»Autolytisches Debridements ist ein selektives Debridement durch Freisetzung körpereigener proteolytischer Enzyme und Aktivierung von Phagozyten.«

rinbeläge aufquellen lassen und so ihre Ablösung erleichtern.

Für ein autolytisches Debridement müssen in der Wunde optimale Bedingungen für die Aktivität von Leukozyten und Makrophagen geschaffen werden. Hierzu wird ein feuchtes Wundmilieu hergestellt, beispielsweise mit Hilfe von Hydrogelen oder Polymeren/Zuckern, die das gelöste Material physikalisch binden und absorbieren und die Wunde feucht halten.

c. Saugfähige Wundverbände absorbieren und binden Wundsekrete, was die Wundheilung potenziell verzögern kann, und werden häufig in Verbindung mit Mitteln zur Befeuchtung eingesetzt, die verhindern, dass die Wundaufgabe mit der Wunde verklebt, und den Anbietern zufolge die Wundheilung bei bestimmten Arten von Wunden unterstützen (nicht geeignete Wundarten und -lokalisationen siehe Abschnitt »Gegenanzeigen«).

Systeme auf HRT-Basis kombinieren ein kleberfreies Gemisch mechanisch vorbehandelter Cellulosefasern mit Geliemittel. Vergleichende in-vitro-Tests bescheinigen diesen Wundprodukte antibakterielle und antimykotische Eigenschaften und damit das Potenzial, die Behandlung von Wundinfektionen zu unterstützen, indem sie Mikroorganismen einschließen, während gleichzeitig Wundexsudat absorbiert wird [40].

Wundprodukte, die Cadexomer-Jod-Flüssigpartikel und hydrophile polymermodifizierte Stärke enthalten, können zum Teil das Siebenfache ihres Trockengewichts an Exsudat aufnehmen und daraus ein Hydrogel bilden. Auch wenn das Gel das autolytische Debridement fördert, bleibt sein Haupteinsatzgebiet in der Wundtherapie die antimikrobielle Behandlung infizierter Wunden [41, 42].

e. Einige Mehrkomponenten-Wundprodukte enthalten ein Enzym-Alginogel, das den Anbietern zufolge einen Schutzfilm schafft, der Mazeration an den Wundrändern verhindert [38]

Anwendung

Um das autolytische Debridement fachgerecht einzuleiten, wird die Wundaufgabe unmittelbar auf die Wundoberfläche aufgebracht. Da die genaue Art der Anwendung sich je nach Eigenschaften der jeweiligen Wundaufgabe unterscheidet, gelten für die verschiedenen Produkte jeweils eigene Anweisungen der Hersteller.

Zu nicht-absorbierenden autolytischen Wundprodukten ist grundsätzlich anzumerken, dass sie mit einem exsudatabsorberenden Sekundärverband kombiniert werden können, damit das bereits gelöste avitale Gewebe aufgenommen werden kann. Beim autolytischen Debridement wird die Wundaufgabe üblicherweise einmal täglich gewechselt. Gelrückstände können mit Leitungswasser oder steriler Spüllösung entfernt werden [34, 43].

Darüber hinaus sind folgende Punkte zu erwähnen:

a. Bei Hydrogelen ist eine Schichtdicke von mindestens 5 mm erforderlich; kleinere oder tiefere Wunden können vollständig mit dem Gel aufgefüllt werden. Hydrogelfolien sind so aufzulegen, dass sie 2 cm über den Wundrand hinausreichen.

c. Stark absorbierende Wundprodukte sind in einer Stärke von mindestens 3 mm aufzubringen. Die Wundaufgabe ist nach 1–3 Tagen zu wechseln, je nachdem, wie stark die Wunde exsudiert.

Für Cadexomer-Jod gilt die Empfehlung, dass pro Behandlungszyklus die Gesamtdosis 150 g/Woche und die Gesamtdauer der Behandlung 3 Monate nicht überschreiten soll [44].

Vorteile

Für autolytische Debridement-Produkte ist recht gut dokumentiert, dass sie einfach anzuwenden sind und wenig bis keine Schmerzen verursachen. Sie beschädigen kein gesundes Gewebe (selektives Debridement) und fördern den Anbietern zufolge die Bildung von Granulationsgewebe und die Epithelisierung [22, 37]. Bei den meisten dieser Produkte sind nur selten Verbandwechsel erforderlich [45].

Zu den einzelnen Produktgruppen sind noch folgende Punkte anzumerken:

a. Ein weiterer Vorteil der Hydrogelfolien liegt darin, dass sie weitgehend durchsichtig sind, sodass die Wunde beobachtet werden kann, ohne den Verband abzunehmen. Neben dem Debridement wirken bestimmte Hydrogelfolien den Anbietern zufolge außerdem kühlend, was insbesondere bei Patienten mit Verbrennungen zur Schmerzlinderung beitragen kann. Andere Patienten hingegen, die zum Beispiel an einer Arterienkrankung leiden, empfinden die Kühlwirkung potenziell als unangenehm [34]

c. Zu den Stärken der absorbierenden Wundprodukte mit autolytischen Eigenschaften zählen Belagentfernung, Befeuchtung, Sekretabsorption und Schutz [36]. Diese Auflagen sind speziell für stark nässende Wunden ausgelegt und unterstützen das Exsudat-Management.

Polymermembran-Wundprodukte sollen in der Lage sein, durch das Zusammenwirken von Glycerin und Stärke das Gewebe aufzuweichen und das Exsudat zu absorbieren, mit dem Ziel, die Heilung zu fördern [45, 46].

e. Durch die Erzeugung reaktiver Sauerstoffspezies soll der Oxidase-/Peroxidase-Enzymkomplex in den Mehrkomponenten-Produkten antimikrobiell wirken. Einige Mehrkomponenten-Wundprodukte enthalten Alginat-Polymere mit hohem Absorptionsvermögen sowie Polyethylenglykol/Wasser. Diese Mehrkomponenten-Wundprodukte schließen den Anbieternaussagen zufolge Mikroorganismen in das Gel ein und wirken so oxidativ-antimikrobiell [38]

Gegenanzeigen

Eine allgemeine Kontraindikation ist eine bestehende Kontaktsensibilisierung gegen einen Inhaltsstoff der jeweiligen Wundaufgabe. So wird beispielsweise bei vielen autolytischen Wundprodukten Propylenglykol als Konservierungsmittel verwendet, und es ist bekannt, dass bei bis zu 14 % der Patienten mit Ulcus cruris venosum eine Kontaktsensibilisierung gegenüber Propylenglykol vorliegt [47]

Weitere, produktgruppenspezifische Kontraindikationen:

a. Hydrogele und hydrogelhaltige Wundprodukte sind nicht bei blutenden Wunden, Fisteln oder in Körperhöhlen zu verwenden, ebenso nicht bei stark nässenden Wunden. Darüber hinaus sind diese Produkte kontraindiziert bei infizierten Wunden (was jedoch innerhalb von Europa je nach Land und dort erhältlichen Produkten unterschiedlich sein kann) und bei Patienten mit erhöhtem Potenzial für anaerobe Infektionen. Auch bei Patienten mit nekrotischem oder ischämischen Fuß sind diese Produkte nicht anzuwenden [33]

b. Hydrokolloide sind bei Patienten mit Diabetes mellitus oder infizierten Wunden nur mit besonderer Vorsicht anzuwenden.

c/e. Die Anwendung von Wundprodukten mit okklusiven Eigenschaften bei

Tabelle 3
Proteolytische Enzyme in der Wundbehandlung [34].

Ursprung	Enzym	Quelle
Tierisch	Fibrinolytin	Rinderplasma
	Desoxyribonuklease	Rinderpankreas
	Krill-Multienzymkomplex	Antarktischer Krill
	Kollagenase	<i>Paralithodes camtschatica</i>
	Katalase	Pferdeleber
Pflanzlich	Papain	<i>Carica papaya</i>
	Bromelain-Enzymkomplex	Ananas
Bakteriell	Kollagenase	<i>Clostridium histolyticum</i>
	Streptokinase	<i>Streptococcus haemolyticus</i>
	Streptodornase	<i>Streptococcus haemolyticus</i>
	Sutillain	<i>Bacillus subtilis</i>

Wunden mit hoher Exsudatmenge und/oder hoher Temperatur kann die Gefahr einer Infektion mit *Pseudomonas aeruginosa* erhöhen [48].

Absorbierende Wundprodukte sind nicht in der Nähe der Augen oder Schleimhäute, in tiefen Wunden mit schmaler Öffnung sowie auf Wunden in Körperhöhlen anzuwenden, da sie diese austrocknen oder damit verkleben könnten. Wundprodukte mit Befeuchtungsfunktion sind auch bei trockenen oder trocknenden Wundflächen sowie in Regionen, die wenig oder keine Feuchtigkeit benötigen, zu vermeiden.

Wundprodukte, die eine feuchte Wundheilungsumgebung fördern, sind beispielsweise nicht bei nekrotischen Fingern und Zehen infolge einer Ischämie und/oder Neuropathie anzuwenden. Wunden dieser Art müssen wegen Infektionsgefahr trocken gehalten werden.

Cadexomer-Jod ist kontraindiziert bei Patienten mit Jod-Überempfindlichkeit, Hashimoto-Krankheit, Thyreoiditis oder nichttoxischer Struma. Außerdem sind einige Fälle von Hyperthyreose nach Verwendung von Cadexomer-Jod gemeldet worden.

Nebenwirkungen

Mögliche Nebenwirkungen der verschiedenen Produktgruppen:

a. Die Anwendung von Hydrogelen im Übermaß oder bei stark nässenden Wunden kann zu Mazeration der wundumgebenden Haut führen. Mazeration schwächt potenziell die Barrierefunktion der Haut und kann den Wundheilungsprozess stören. Darüber hinaus

kann durch Mazeration eine Eintrittspforte für Infektionen mit Mikroorganismen wie Bakterien oder Pilzen entstehen

c. Im Zusammenhang mit Cadexomer-Jod-Wundprodukte ist über Schmerzen berichtet worden, zum Beispiel Brennen bei der Applikation [44]

Des Weiteren sind verschiedene topisch aufzutragende antimikrobielle Wirkstoffe mit Zytotoxizität, verzögerter Heilung, bakterieller Resistenzbildung gegen gängige Antibiotika sowie allergischer Kontaktdermatitis in Verbindung gebracht worden [49, 50].

Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit autolytischer Debridement-Methoden ist bisher erst in wenigen Untersuchungen gründlich evaluiert worden.

Eine Analyse zur Kosteneffektivität von Cadexomer-Jod-Wundprodukte im Vergleich zu Hydrokolloid- und Fettgaze-Wundprodukte deutet darauf hin, dass die Materialkosten für Cadexomer-Jod-Produkte zwar höher waren, die Gesamtkosten pro Woche jedoch für alle Behandlungsformen vergleichbar waren, da die Cadexomer-Jod-Wundprodukte seltener gewechselt werden mussten. Die Kosten der Verbandwechsel entstanden vor allem durch Personaleinsatz und Fahrten [41, 44, 51].

Eine randomisierte klinische Studie von Caruso [37], die auch eine Wirtschaftlichkeitsanalyse umfasste, ergab potenzielle Kostenvorteile durch seltenere Verbandwechsel, geringeren Pflegeaufwand

und geringeren Verbrauch von methodenspezifischer Medikation und Schmerzmitteln beim Verbandwechsel.

Einige allgemeine Anmerkungen zu möglichen Kostenindikatoren:

- Autolytisches Debridement kann zu den einfachsten und sichersten Methoden des Wunddebridements gezählt werden. Es könnte daher ein geeignetes Instrument für Langzeitpflegeeinrichtungen und die häusliche Pflege sein und dort Einsparungen ermöglichen.
- Da es jedoch längere Zeit dauern kann, bis avitales Gewebe vollständig entfernt ist, wird es schwierig, ein effizientes Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen. Daher sind sowohl die Kosten für die Wundprodukte als auch für die wiederholten Behandlungen zu berücksichtigen.
- Ein weiteres Problem kann sich daraus ergeben, dass Hydrogele gemäß den Spezifikationen in der Regel zum einmaligen Gebrauch bestimmt sind. Die Tube soll also nach Erstanwendung entsorgt werden, egal wie viel Gel sie noch enthält.

Enzymatische Wundprodukte

Hintergrund

Schon seit mehreren hundert Jahren werden Patienten mit chronischen Wunden mit topisch aufgetragenen proteolytischen Enzymen behandelt, zum Beispiel in Form von Fruchtsäften. Aus dem Jahr 1960 stammen die ersten wissenschaftlichen Aufzeichnungen zum effektiven Einsatz proteolytischer Enzyme in der Behandlung von Patienten mit chronischen Wunden (s. Tab. 3). Enzymatisches Debridement ist eine spezielle Form des Wunddebridements mit Gelen oder Salben, die proteolytische Enzyme enthalten, die synergistisch mit den körpereigenen Enzymen zusammenwirken sollen [36].

Anwendungsgebiete

Enzymatisches Debridement kann bei Patienten sinnvoll sein, bei deren Wunden ein mechanisches Debridement nicht möglich oder kontraindiziert ist, zum Beispiel bei Patienten mit Gerinnungsstörungen.

Wirkungsmechanismus

Proteolytische Enzyme dienen im Rahmen des Debridements dazu, Peptidbindungen zu hydrolysieren, damit avitales Gewebe sich leichter aus einer Wunde entfernen lässt. Die verwendeten Enzyme lassen sich in Exo- und Endopeptidasen unterteilen. Exopeptidasen hydrolysieren den Amino- oder Carboxy-Terminus eines Proteins, während Endopeptidasen Peptidbindungen innerhalb des Proteinmoleküls spalten [34].

Matrix-Metalloproteasen (MMPs) sind zinkabhängige Endopeptidasen. Eine Untergruppe dieser Metalloenzyme sind die Kollagenasen. Der menschliche Körper stellt Kollagenasen her, um das physiologische Gleichgewicht beim Auf- und Abbau von Kollagen sicherzustellen. Kollagenasen sind die einzigen Endoproteasen, die menschliches Kollagen mit Dreifachhelix abbauen können, aber weder Keratin noch Fett, Fibrin oder Hämoglobin angreifen.

Nekrotisches Gewebe besteht aus Zelltrümmern, die in extrazelluläre Matrix eingebettet sind. Diese Matrix besteht hauptsächlich aus Kollagen Typ IV, Glykoproteinen und Proteoglykanen. Diese Bestandteile werden unter Einwirkung der Kollagenasen freigesetzt und können anschließend durch Makrophagen und andere Proteasen abgebaut werden. Die entstehenden Kollagenfragmente wiederum regen weitere Fibroblasten und Makrophagen an und lösen so chemotaktische Effekte aus. Kollagen macht 70–80 % des Trockengewichts der Haut aus und ist der Hauptbestandteil der menschlichen Dermis, darum ist auch sein Anteil am avitalen Gewebe hoch.

Im Gegensatz zu den Kollagenasen von Säugetieren spalten bakterielle Kollagenasen die Dreifachhelix-Struktur verschiedener Kollagene an mehreren Stellen und erzeugen so kleinere Peptide, die den beschleunigten weiteren Abbau des Kollagens induzieren. Bakterielle Kollagenasen fördern die Wundheilung, indem sie native Kollagenfaserbündel abbauen und diese Kollagentrümmern in der Wunde weiter zersetzen. Die in der Wundbehandlung meistgenutzten Produkte enthalten die durch *Clostridium histolyticum* gewonnene Kollagenase Clostridiopeptidase A [52–54].

Streptokinase ist eine Fibrin abbauende Kinase, die vorzugsweise bei Arginin-

Valin-Bindungen ansetzt. Streptokinase katalysiert die Bildung von Plasmin aus Plasminogen. Plasmin baut Fibrin, Fibrinogen, Faktor V und Faktor VIII zu Polypeptiden und Aminosäuren ab. Außerdem bildet Plasmin mit menschlichem Plasminogen einen Komplex und bewirkt dadurch eine Konformationsänderung des Plasminogens, bei der dessen aktives Zentrum freigelegt wird. Das Ergebnis ist ein Streptokinase-Plasminogen-Komplex, der Plasminogen aktivieren kann. Daher muss im Wundmilieu Plasminogen vorliegen, damit Streptokinase wirken kann.

Streptodornase ist eine Desoxyribonuklease mit endonukleolytischer Wirkung gegen Doppelstrang-DNA. Streptodornase geht mit freiem Plasminogen einen Komplex ein, der die Umwandlung von Plasminogen zu Plasmin katalysiert. Sie verflüssigt die viskösen Nukleoproteine aus abgestorbenen Zellen und Eiter, lebende Zellen greift sie nicht an. Auf ähnliche Weise kann geronnenes Blut verflüssigt und anschließend resorbiert werden. Dank dieser Eigenschaften ist Streptodornase besonders geeignet für den Einsatz in Kombination mit anderen Enzymen, zum Beispiel Streptokinase. Ein Kombinationspräparat aus Streptokinase und Streptodornase ist im Handel erhältlich.

Papain verdaut nekrotisches Gewebe, indem es fibrinösen Detritus in einem breiten pH-Bereich von 3 bis 12 verflüssigt [52]. Seine volle Wirkung entfaltet es in Gegenwart von Sulfhydrylgruppen, zum Beispiel Cystein. In der Regel wird Harnstoff mit Papain kombiniert. Harnstoff bewirkt auch die Denaturierung von Eiweißen, die sich dadurch leichter durch Papain spalten lassen, und exponiert die benötigten Aktivatoren für Papain in nekrotischem Gewebe [55]. Hierbei ist anzumerken, dass Papain nicht überall auf der Welt im Handel erhältlich ist.

Krill-Enzym (Euphauserase) ist ein komplexes Gemisch aus Endo- und Exopeptidasen, die aus dem Verdauungstrakt des Antarktischen Krills (*Euphausia superba*) gewonnen werden. Die sauren Endopeptidasen sind strukturell verwandt mit Trypsin und Chymotrypsin, der Exopeptidase-Anteil besteht hauptsächlich aus Carboxypeptidase A und B. Bei der Serinprotease Euphauserase wurde große molekulare Ähnlichkeit mit Krabben-Kollagenase festgestellt. Krill-Enzym sorgt für den nahezu vollständigen Abbau von Proteinsubstraten in lösliche freie Aminosäuren [56, 57].

Anwendung

Damit eine Behandlung mit proteolytischen Enzymen ihre volle Wirkung entfalten kann, muss der Wundgrund immer ausreichend feucht sein. Enzymprodukte sollten ein- bis zweimal täglich etwa 2–3 mm dick auf die avitalen Geweberegionen aufgetragen werden.

Vorteile

Die Hauptvorteile von proteolytischen Enzymen im Rahmen des Debridements chronischer Wunden liegen in ihrer einfachen und sicheren Anwendung. Die Behandlung ist unblutig und wird im Allgemeinen als weitgehend schmerzlos empfunden [58]. Auch aufgrund des hochselektiven Wirkungsmechanismus eignet sich diese Debridement-Methode für Langzeitpflegeeinrichtungen sowie die häusliche Pflege.

Gegenanzeigen

Es ist wichtig zu beachten, dass die Enzyme ein feuchtes Milieu benötigen, um wirken zu können. Trockene Wunden sind also eine relative Kontraindikation für die Anwendung von proteolytischen Enzymen. Die gleichzeitige Anwendung von Antiseptika oder Seifen ist zu vermeiden, da einige der Enzyme in deren Gegenwart unwirksam werden. Eine Kontraindikation für Streptokinase sind frische Wunden, da die Fibrinspaltung das Blutungsrisiko erhöht.

Nebenwirkungen

Produkte mit proteolytischen Enzymen können Reizungen der wundumgebenden Haut mit entsprechenden Beschwerden und klinischen Anzeichen einer Entzündung hervorrufen. Dies trifft insbesondere auf Papain zu, für das häufig erhebliche Schmerzen infolge einer entzündlichen Reaktion beschrieben werden [59]. Um die durch Papain hervorgerufenen Schmerzen zu verringern, wurde den Präparaten Chlorophyll zugegeben.

Die Behandlung mit Streptodornase kann infolge der Resorption der durch die Spaltung entstandenen Purine und Pyrimidine zu Fieber, Schüttelfrost und Leukozytose führen. Streptokinase und Streptodornase wirken als Antigene und können daher die Bildung von Antikörpern anre-

gen. In einigen Fällen wurde eine klinisch bedeutsame Kontaktsensibilisierung mit allergischer Kontaktdermatitis beobachtet.

Wirtschaftlichkeit

Proteolytisches Debridement ist eine einfach und sicher anzuwendende Option des konservativen Wunddebridements. Jedoch kann es zusätzliche Kosten verursachen, da es länger dauert, bis das nekrotische Gewebe vollständig entfernt ist, und weil die Produkte vergleichsweise teuer sind.

I Absorbierende Wundprodukte

Hintergrund

Dextranomer ist ein hydrophiles Dextran-Polymer, das als wasserfreies, poröses, kugelförmiges Granulat mit einer Körnchengröße von 0,1 bis 0,3 mm Durchmesser oder als Paste mit Polyethylenglykol angeboten wird. Das Produkt besteht aus unverzweigten Dextran-Polymerketten, die durch Glycerinbrücken zu einem dreidimensionalen Netz verbunden werden.

Anwendungsgebiet

Absorbierende Wundprodukte werden für die Behandlung von leicht, mäßig oder stark nässenden Wunden mit viskösem Wundbelag empfohlen [39].

Wirkungsmechanismus

Absorbierende Wundprodukte sind stark hydrophil und saugen das Exsudat aus der nekrotisch-schorfigen Masse rasch auf. Ein Gramm Dextranomer kann bis zu 4 g Flüssigkeit aufnehmen. Prostaglandine, Hormone und andere kleine Moleküle können in die Matrix der absorbierenden Wundauflage übertreten, während größere Partikel, wie beispielsweise Bakterien oder Wunddetritus, sich an der Oberfläche der Wundauflageschicht konzentrieren. Wenn die Wundauflage gewechselt oder das Granulat ausgewaschen wird, wird das absorbierte und gebundene nekrotische Material mit entfernt [60].

Anwendung

Dextranomer ist in einer Stärke von mindestens 3 mm aufzubringen, und die Wunde muss vorher gereinigt werden. Unter dem Verband muss noch Spielraum für die Ausdehnung der Wundauflage bleiben, da diese ein hohes Flüssigkeitsvolumen aufnimmt. Absorbierende Wundprodukte sind in Abhängigkeit von der Exsudatmenge alle 1–3 Tage zu wechseln. Wenn die Wundauflage eine grau-gelbe Farbe annimmt, ist sie gesättigt und muss entfernt werden.

Vorteile

Absorbierende Wundprodukte sind einfach anzuwenden und selbst für sehr stark nässende Wunden geeignet. Sie unterstützen somit das Exsudat-Management.

Gegenanzeigen

Genau wie absorbierende Wundprodukte mit autolytischer Wirkung sind auch rein absorbierend wirkende Wundprodukte nicht in der Nähe der Augen, in tiefen Wunden mit schmaler Öffnung sowie auf Wunden in Körperhöhlen anzuwenden. Eine weitere Kontraindikation ist eine bestehende Kontaktsensibilisierung gegen einen der Inhaltsstoffe der Wundauflage.

Nebenwirkungen

Neben einigen Fällen von Erythem, leichter Blasenbildung auf der Haut oder Austrocknung des Wundgrunds⁶¹ ist die häufigste Nebenwirkung der Schmerz, wenn die gesättigte Wundauflage aus der Wunde entfernt wird. Die Ursache hierfür sind Adhärenzeffekte.

I Honig

Hintergrund

Die ersten Berichte über die Nutzung von Honig zur Wundversorgung sind bereits über 4.000 Jahre alt [62]. Honig lässt sich als eine Art Kombinationspräparat beschreiben, dabei ist er ein reines Naturprodukt und wird deshalb in einem separaten Abschnitt behandelt. Honig ist eine zähe übersättigte Zuckerlösung und enthält etwa 30 % Glucose, 40 % Fructose, 5 % Saccharose und 20 % Wasser sowie viele andere Substanzen wie Aminosäu-

ren, Vitamine, Mineralien und Enzyme. Für die Wundbehandlung sind sowohl Honigpräparate in der Tube als auch mit Honig imprägnierte Kompressen erhältlich.

Anwendungsgebiete

Honig wird seit jeher verwendet, um die unterschiedlichsten Wunden zu behandeln, die nekrotisches Gewebe oder Wundbeläge enthalten. Weitere Indikationen sind Wundinfektionen, insbesondere bei Erregern wie *Pseudomonas aeruginosa* oder methicillinresistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA) [63].

Ablauf

Honig entzieht durch Osmose dem umliegenden Gewebe Flüssigkeit. Das verringert die Ödembildung und regt in Verbindung mit erhöhter Exsudation das autolytische Debridement an. Die antimikrobielle Wirksamkeit, die Honig zugesprochen wird, lässt sich teilweise durch osmotische Dehydrierung, einen niedrigen pH-Wert zwischen 3,0 und 4,5 sowie die Freisetzung von geringen Mengen Wasserstoffperoxid oder Methylglyoxal erklären [64]. Da Honig ein Naturprodukt ist, variiert seine Wirksamkeit je nach Herkunft stark [65].

Von Honig wird behauptet, dass er entzündungshemmende Eigenschaften hat und zugleich die Immunantwort stimuliert. Der genaue Wirkmechanismus ist zwar bis heute ungeklärt, doch Beobachtungen zufolge bewirkt Honig, dass weniger reaktive Sauerstoffspezies entstehen und mehr TNF- α ausgeschüttet wird [66].

Anwendung

Wie viel Honig anzuwenden ist, richtet sich nach der Exsudatmenge der Wunde. Wir schlagen vor, in typischen Fällen 20 ml Honig auf 10 cm² Wundauflage zu verwenden. Die Häufigkeit des Verbandwechsels richtet sich danach, wie schnell der Honig durch das Exsudat verdünnt wird. Honig ist wasserlöslich und wird leicht ausgespült, selbst wenn er in Körperhöhlen oder Sinus angewandt wird. Bei mäßig bis stark nässenden Wunden kann ein Sekundärverband notwendig sein, um den durch den Primärverband sickenden verdünnten Honig aufzufangen.

»Absorbierende Wundprodukte sind stark hydrophil und saugen das Exsudat aus der nekrotisch-schorfigen Masse rasch auf. Ein Gramm Dextranomer kann bis zu 4 g Flüssigkeit aufnehmen.«

Vorteile

Neben der angeführten Wirkung von Honig im Sinne des autolytischen Debridements werden ihm auch antibakterielle sowie geruchsbindende Eigenschaften zugesprochen.

Gegenanzeigen

Relative Kontraindikationen sind trockene, nekrotische Wunden, da Honig die Austrocknung verstärken kann. Honigprodukte sind nicht anzuwenden bei Patienten mit bekannter Kontaktsensibilisierung gegen die Inhaltsstoffe sowie bei Patienten, die empfindlich auf Bienengift reagieren.

Nebenwirkungen

Nebenwirkungen des Naturprodukts Honig können durch die fehlende Standardisierung und die mögliche Kontamination mit Pestiziden, Antibiotika oder lebensfähigen Sporen einschließlich Clostridien verursacht werden. Allergische Reaktionen auf Honig treten selten auf, sind jedoch in einigen Fällen auf bestimmte Pollen im Honig zurückgeführt worden [67]. Schmerzen in Verbindung mit der Anwendung von Honig könnten durch Säuren und/oder enthaltene organische Verbindungen hervorgerufen werden. In einigen Fällen waren diese Schmerzen oder Beschwerden lediglich temporär vorhanden.

Biologisches Debridement mit Fliegenlarven

Einleitung

Die Wunde von abgestorbenem Gewebe zu befreien ist ein zentraler Bestandteil der Wundversorgung. Die Madentherapie – auch als biologisches Wunddebridement mit Fliegenlarven oder Biochirurgie bezeichnet – ist eine Sonderform des mechanischen Debridements, bei der unter sterilen Bedingungen gezüchtete lebende Maden (meist von der Art *Lucilia sericata*, Goldfliege) in nekrotische oder belegte Wunden eingebracht werden. Das Sekret der Maden enthält antibakteriell wirksame Substanzen, die durch bakteriostatische Effekte die bakterielle Belastung der Wunde verringern, und proteolytische Enzyme sezernieren, die die Wundbeläge abbauen, indem sie die Kollagenmatrix des avitalen Gewebes aufbrechen. Diese Wirkungen fördern die Wundheilung und regen das Wachstum körpereigener Fibroblasten und Chondrozyten an [68].

Das Prinzip der Madentherapie wird schon seit 400 Jahren angewandt – vor allem für das Debridement von Wunden, bei denen die konventionellen Methoden des autolytischen, mechanischen oder chirurgischen Debridements versagen [14]. Im Ersten Weltkrieg wandte Baer erfolgreich sterile Larven zur Behandlung von *Ulcerus cruris* und *Osteomyelitis* an [69]. Mit der Entwicklung von Antibiotika und modernen Operationstechniken verlor die Madentherapie wieder an Bedeutung und wurde nur noch als letztes Mittel bei chronischen Wunden eingesetzt [70]. Seit einigen Jahren erlebt die Therapieform jedoch einen neuen Aufschwung, angesichts der steigenden Zahlen chronischer Wundpatienten und antibiotikaresistenter Bakterienstämme wie MRSA [71].

Ablauf

Die Maden wirken auf drei Ebenen:

- Debridement
- Abtöten von Bakterien
- Anregung des Heilungsprozesses

Die Maden ernähren sich von nekrotischem Gewebe und Exsudat aus der Wunde und entfernen so avitales Gewebe aus der Wunde (Debridement). Die Verdauungssäfte, die die Larven abgeben, enthal-

ten proteolytische Enzyme wie trypsinähnliches Enzym und Kollagenase, die nekrotisches Gewebe selektiv debridieren und lebendiges Gewebe unversehrt lassen [72]. Die Bewegung der Larven regt die Exsudatproduktion an, was zur besseren Durchspülung der Wunde und zur Entfernung von Bakterien beiträgt [73]. Die Larven nehmen das verflüssigte Gewebe auf und neutralisieren in ihrem sauren Verdauungskanal die Bakterien [74]. Bakterien, die nicht bei der Verdauung zerstört werden, werden in einer röhrenförmigen Struktur gefangen, der sogenannten peritrophischen Membran, sodass eine Kontamination durch sie verhindert wird [74]. Außerdem hemmen die Larven die bakterielle Aktivität durch inhibitorisch wirkende Sekrete.

Steenvoorde und Jukema [75]. argumentieren, dass eine ausreichende Anzahl von Larven erforderlich ist, um bestimmte gramnegative Bakterien wie *Escherichia coli* zu eliminieren. Dem hält Van de Plas [76] entgegen, dass die Larven generell antibakteriell wirken und zur Beseitigung von Biofilm beitragen. Das Sekret der Larven enthält auch alkalische Komponenten, die den pH-Wert der Wunde verändern und so Wachstumsfaktoren stimulieren, die Sauerstoffversorgung verbessern und die Wundheilung fördern [77]. In den Studien von Gilead et al. [78] und Sherman [71] wurden Larven mit der vermehrten Bildung von Granulationsgewebe in Verbindung gebracht. Horobin et al. [68] legen nahe, dass dies auf eine breitere Verteilung von Fibroblasten im Wundgrund beruht, die eine wichtige zelluläre Komponente des Granulationsgewebes darstellen.

Der Nutzen des Biodebridements mit Larven ist in der Literatur gut dokumentiert [71, 73, 77–88]. Markevich et al. [86] führten eine RCT durch, an der 140 Patienten mit diabetischem Fußsyndrom teilnahmen. Per Randomisierung wurde entschieden, ob sie entweder mit Hydrogel oder mit Larven behandelt werden ($n = 70$ pro Gruppe). Bei 36 mit Larven behandelten Teilnehmern (51 %), aber nur 19 der mit Hydrogel behandelten Teilnehmer (27 %) ging die Nekrose zurück. Dumville et al. [82] teilten in ihrer RCT zum *Ulcerus cruris* die 267 Teilnehmer per Randomi-

sierung in eine Gruppe mit Freiläufermaden, eine mit Maden in Netzbeuteln und eine mit Hydrogel ein und stellten fest, dass jedwede Behandlung mit Larven zur schnellen Entfernung von nekrotischem Gewebe führte.

Die Madentherapie erlebt derzeit wieder einen Aufschwung, insbesondere bei der Behandlung von Patienten mit therapierefraktären chronischen Wunden, für die aufgrund von Begleiterkrankungen ein chirurgisches Debridement nicht geeignet ist. Die Madentherapie wirkt selektiv und schnell, sie ist einfach und ohne großen Aufwand durchzuführen, bekämpft Infektionen, schlechte Gerüche und Nekrose und ist dabei sicher und wirksam [89]. Allerdings ist die Madentherapie nicht immer für ein Wunddebridement geeignet, und der Patient muss vor Therapiebeginn vollständig untersucht werden.

Anwendung

Die Maden werden entweder frei (als sogenannte Freiläufer) in die Wunde eingesetzt oder in einem auch als Biobag bezeichneten Polyvinylalkohol-Netz. Bei Erhalt sind die Larven bzw. der Biobag auf Aktivität zu überprüfen; wenn keine Aktivität festzustellen ist, ist der Hersteller zu benachrichtigen und Ersatz anzufordern. Um sicherzustellen, dass Therapeuten die Anwendung der Madentherapie in Theorie und Praxis beherrschen, werden Informationen und Schulungen angeboten. Auch Patientenbroschüren sind erhältlich, um die Patienten bei etwaigen Fragen zu Therapie zu unterstützen [33].

Die Exsudatmenge ist ein wichtiger Faktor für die Madentherapie – es muss ausreichend Flüssigkeit vorliegen, damit die Therapie wirken kann.

Freiläufer

Die empfohlene Menge beträgt 10–15 freie Larven pro cm^2 , die unmittelbar in das Wundbett eingesetzt werden. Die sterilen, rund 24–48 Stunden alten Maden werden etwa zweimal wöchentlich appliziert und 48–72 Stunden in der Wunde belassen. Die Wundumgebung wird beispielsweise mit Hydrokolloidstreifen geschützt, und ein steriler Netzverband wird über die Wunde gelegt. Dieses Netz wird mit Klebeband

befestigt, um zu verhindern, dass die Larven entweichen. So kann auch das verflüssigte nekrotische Gewebe austreten und von einem Sekundärverband aufgenommen werden, und auch der Gasaustausch der Larven ist gewährleistet [78].

Biobag

Wahlweise sind die Larven im Netzbeutel erhältlich, dem sogenannten Biobag. Er verhindert, dass die Larven entweichen, und verringert den »Ekelfaktor« für Patienten und Pflegepersonal, die sonst bisweilen ablehnend reagieren. Ein auf die Größe der Wunde abgestimmter Biobag – ein Netzbeutel mit lebenden, sterilen Maden und Schaumgranulat – wird unmittelbar in das Wundbett eingelegt. Der Biobag wird direkt auf den Wundbelag/das nekrotische Gewebe platziert. Die wundumgebende Haut wird mit Zinkpaste oder einer Hydrokolloid-Wundauflage geschützt, um Hautreizungen zu vermeiden [90].

Zwischen den mit Freiläufern und mit Biobags erzielten Ergebnissen besteht kaum ein Unterschied, lediglich bei Wunden in der Nähe von Zehen oder Hautfurchen sind die Freiläufer potenziell besser geeignet [75, 91]. Dumville et al. [82] berichten, dass zwar die Zeit bis zum Debridement in der Freiläufergruppe kürzer war, bei der Gesamtzeit bis zur Heilung jedoch kein Unterschied zwischen den Gruppen bestand. Die Patienten zeigten ebenfalls keine Präferenz zwischen Freiläufern oder Biobags [75, 84]. Sie gaben an, dass ihnen die Abheilung des Geschwürs, die Schmerzlinderung und die Reduktion von Geruch und Exsudat wichtiger waren als die Art der Anwendung. Spilsbury et al. [84] berichten, dass eine Minderheit der Frauen über 70 Jahre (8/35 Frauen, 23 %) eine negative Einstellung zur Madentherapie zeigten und sie als Behandlungsoption ablehnen würden. Die Autoren führen allerdings an, dass die Patientenaufklärung im Vorfeld der Therapie sehr wichtig ist und die Akzeptanz für eine Therapieoption beeinflussen kann.

Vorteile

Die Madentherapie ist eine kostengünstige Debridement-Methode [80, 92], die Schmerzen, Bakterien und Geruchsbildung reduzieren und die Wundheilung fördern kann und dabei wenig bis keine Nebenwirkungen hervorruft [80]. Ein weiterer großer Vorteil der Madentherapie ist, dass die Maden das nekrotische vom le-

bendigen Gewebe lösen und so ein chirurgisches Debridement erleichtern [78]. Die Therapie kann einfach und in jeder Umgebung (stationär/ambulant) angewandt werden und die Maden können 48–72 Stunden in der Wunde belassen werden [78]. Die Biobags – Netzbeutel, die die Larven enthalten – halten die Larven in der Wunde und werden von Personal und Patienten potenziell als angenehmer wahrgenommen [33].

Gegenanzeigen

Kontraindiziert ist die Anwendung von Larven in der Nähe der Augen, im oberen Gastrointestinaltrakt und den oberen Atemwegen sowie bei Patienten mit bekannter Allergie gegen Fliegenlarven, Bierhefe oder Sojaprotein [93]. Ferner ist die Madentherapie nicht geeignet bei Wunden mit freiliegenden Blutgefäßen, die mit tieferliegenden inneren Organen verbunden sind [94], bei Patienten mit verminderter Durchblutung sowie malignen Wunden. Es ist sicherzustellen, dass sich auf gar keinem Fall Wunden über Larven schließen können. Besondere Vorsicht ist angezeigt bei Patienten mit bekannten Risiken einer Blutgerinnungsstörung, bei denen es während der Madentherapie erforderlich werden könnte, Antibiotika zu verabreichen, insbesondere wenn eine *P. aeruginosa*-Infektion auftritt [84]. Eine Madentherapie ist nicht in Körperregionen anzuwenden, auf die Druck ausgeübt wird, da die Larven gequetscht werden und ersticken könnten [33]. Bei sehr großen Exsudatmengen besteht die Möglichkeit, dass die Larven ertrinken.

Nebenwirkungen

Die am häufigsten beobachtete Nebenwirkung sind Schmerzen [71, 73, 77–86, 88]. Diese Schmerzen könnten auf Bewegungen der Larven im Wundbett oder auf Veränderungen des pH-Werts zurückzuführen sein. Vollständig geklärt werden konnte das noch nicht.

Wirtschaftlichkeit

Larven sind teuer (Preise in Deutschland 2013: Freiläufer 88,50 EUR (100 Stck.); Biobag 128,50 EUR (100 Stck.), in anderen Ländern gelten andere Preise), aber sie sorgen zuverlässig für ein schnelles Debridement bei chronischer Wunden [95]. Wayman [92] kam zu dem Ergebnis, dass Larven in der Behandlung des Ulcus cruris kostengünstiger waren als Hydrogel (n = 12), jedoch war die Wirtschaftlichkeits-

analyse nur eingeschränkt aussagekräftig. Sherman [71] berichtet, dass Larven traditionell nur als letztes Mittel angewandt werden und empfiehlt, sie schon in erster oder zweiter Linie einzusetzen, um bei der Therapie Kosten zu sparen.

Mit der Madentherapie können transplantatbedürftige Wunden rasch debridiert werden, da die Ablösung des nekrotischen vom lebenden Gewebe ein chirurgisches Debridement erleichtert [71, 78]. Gilead et al. [78] sprachen sich dafür aus, die Kosten nicht nur anhand der Kosten für die Wundauflage zu beurteilen, sondern auch die Kosten kürzerer Krankenhausaufenthalte sowie niedrigerer Amputations- und Komplikationsraten zu berücksichtigen. In ihrer RCT verzeichnen Dumville et al. [83] jedoch kaum einen Kostenunterschied zwischen der Behandlung mit Hydrogel und der mit Larven. Sie geben durchschnittliche Zusatzkosten von 96,70 GBP pro Patient für die Madentherapie im Vergleich zu der mit Hydrogel an. Was jedoch die Lebensqualität der Patienten betrifft, stellten sie eine schrittweise steigende Kosteneffektivität von rund 8.826 GBP pro gewonnenem qualitätsgewichtetem Lebensjahr (QALY) und von 40 GBP pro Ulcus-freiem Tag fest (QALY 0,011; 95%-KI: -0,067; 0,071). Hier war die Madentherapie leicht im Vorteil, und auch die Dauer bis zur Heilung war etwas kürzer (durchschnittlich 2,42 Tage kürzer als bei der Behandlung mit Hydrogel) [82].

Schlussfolgerungen

Die Madentherapie erlebt derzeit eine Renaissance. Die potenziellen Vorteile wecken zunehmend das Interesse der Patienten, und das medizinische Fachpersonal macht sich immer mehr mit der Behandlungsmethode vertraut [96]. Wichtige Faktoren, die für eine Madentherapie sprechen, sind ihre Wirksamkeit für das Debridement, die antikrobielle Wirkung und die Heilungsförderung bei chronischen Wunden. Sobald das medizinische Personal angemessen geschult ist, ist die Madentherapie schnell und einfach durchzuführen. Sie bekämpft Infektionen, Geruchsbildung und Nekrose und ist dabei sicher und kostengünstig [92]. Allerdings erfordert die Entscheidung für ein Debridement mittels Madentherapie die aktive Einbeziehung des Patienten in die Behandlungsplanung.

Technische Lösungen

| Einleitung

In diesem Abschnitt werden einige der am häufigsten verwendeten technischen Lösungen vorgestellt: Hydrochirurgie, Unterdruck-Wundtherapie (negative-pressure wound therapy, NPWT) und Ultraschall.

Einige dieser Techniken wie Hydrochirurgie und Ultraschall wirken direkt auf die Wunde und können somit als Techniken für direktes Debridement bezeichnet werden. Andere Methoden wie niederfrequenter Ultraschall und NPWT haben eine indirekte Wirkung. Sie aktivieren bestimmte Elemente und schaffen Verhältnisse in der Wunde, die das Debridement fördern. Diese Methoden werden als Techniken für indirektes Debridement zusammengefasst.

Techniken für direktes Debridement

| Jet-Lavage/Hydrochirurgie

Hintergrund

Das Prinzip des Debridements durch Jet-Lavage (Hydrochirurgie) ist eine Weiterentwicklung der Wundspülung (Lavage), die bereits seit dem Altertum bei akuten Wunden und in neuerer Zeit auch bei chronischen Wunden eingesetzt wird.

Wirkungsmechanismus

Bei dieser Methode werden Fremdkörper, Detritus und andere lose Wundbeläge durch Spülung mit Flüssigkeiten aus der Wunde entfernt. Je intensiver und schneller die Spülung ist, desto intensiver ist die auf das Gewebe übertragene Energie und damit auch das Debridement.

In diesem Bereich wurden viele verschiedene Techniken entwickelt und unterschiedliche Produkte auf den Markt gebracht. Einige gehen sanft vor, andere sind so aggressiv, dass sie als chirurgische Instrumente eingestuft werden können [97].

Die sanfteren Verfahren können zur Beseitigung von nekrotischem Detritus, viskösem Schorf und Biofilmen sowie allen

anderen Materialarten mit loser Struktur eingesetzt werden, die eine geringe Festigkeit aufweisen und sich leicht entfernen lassen. Die aggressiveren Verfahren – insbesondere die, die den Venturi-Effekt nutzen – sind in der Lage, gezielt dichtes Bindegewebe und anderes Material zu beseitigen. Je nach Geschwindigkeit und Intensität des Strahls an der Arbeitsspitze ist in einigen Fällen auch der Einsatz auf Knochenstrukturen möglich [98].

Aufgrund ihrer Präzision und Flexibilität können hydrochirurgische Geräte bei vielen verschiedenen Wundarten und Indikationen eingesetzt werden. Ihr Anwendungsgebiet erstreckt sich von venösen Beingeschwüren bis zur postoperativen Versorgung diabetischer Fußgeschwüre [99].

Ein weiterer interessanter Aspekt dieser Technik ist, dass sie mit antiseptischen Lösungen kombiniert werden kann, was die antimikrobielle Wirkung verstärkt, die ein wichtiger Teil des Debridements ist.

Bei Anwendung von Antiseptika der neuen Klassen wie superoxidierte Lösungen oder Lösungen mit Polyhexanid (PHMB), die beide einen neutralen pH-Wert haben, per se nicht Gewebe schädigend sind und aktiv gegen alle Arten infektiösen Materials wirken, können insbesondere hydrochirurgische Instrumente als physikalische und biologische Debridement wirken [100].

Beschränkungen

Die maßgebliche Einschränkung bei dieser Technik besteht darin, dass sie für einige Patienten schmerzhaft sein kann. Aus diesem Grund sollte sie nur angewendet werden, wenn eine angemessene Schmerzkontrolle beispielsweise durch örtliche Betäubung sichergestellt wird [101].

Ein weiterer Nachteil der Jet-Lavage ist, dass sie wegen der Aerosolbildung bei der Anwendung im Verdacht steht, Bakterien zu verbreiten, was zur Kontamination der Umgebung beitragen kann, in der die Jet-Lavage durchgeführt wird [102].

Dies ist zwar eine noch nicht bestätigte Theorie, verdeutlicht aber die Wichtigkeit einer angemessenen Ausbildung des

Personals. Die verantwortlichen Ärzte müssen nicht nur von erfahrenen Fachleuten geschult werden, sondern auch durch ein System unterstützt werden, das die Inzidenz nosokomialer Infektionen regelmäßig überprüft. Die Kontamination der Luft kann durch Einsatz geeigneter Manschetten oder anderer Schutzvorrichtungen verhindert werden, die die Diffusion von Aerosol in die Umgebungsluft stoppen oder deutlich reduzieren [103].

Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für Jet-Lavage-Systeme variieren je nach angewandeter Technik, sind aber generell höher als bei anderen Optionen. Die Unterschiede hängen vor allem von den Kosten für die Verbrauchsmaterialien ab. Andererseits machen die Vorteile einer schnellen, präzisen und effektiven Technik die Jet-Lavage zu einer interessanten Alternative für viele Indikationen im OP-Saal, da ein effektives Debridement komplexer und großer Wunden unter örtlicher Betäubung in nur einer Sitzung möglich ist. Somit ist das Anwendungsgebiet ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit. Die Jet-Lavage ist rentabel, wenn sie für die passenden Indikationen eingesetzt wird, denn in bestimmten Fällen sinken die Kosten für die Krankenhausbehandlung und der stationäre Aufenthalt verkürzt sich.

| Ultraschall

Hintergrund

Die bekannteste Anwendung von Ultraschall (US) in der Medizin ist die diagnostische Bildgebung, wo inzwischen ein Grad an Perfektion erreicht wurde, der den Ultraschall zum Goldstandard in vielen medizinischen und chirurgischen Gebieten macht. Aber auch für Therapiezwecke wurden in letzter Zeit viele Ultraschallanwendungen im Megahertzbereich (MHz) entwickelt. Hierzu zählen chirurgisches Schneiden und Koagulieren in der Laparoskopie sowie beim Debridement chronischer Wunden, was für dieses Dokument von besonderem Interesse ist.

Wirkungsmechanismus

Abhängig von der Frequenz und der Intensität der übertragenen mechanischen Energie kann US viele verschiedene Strukturen wie inaktive Proteine oder Zellkörper angreifen. Die dabei auftretenden Effekte reichen von Zerstörung über Verlagerung bis zu physikalischer Modifikation.

Dank dieser Merkmale kann diese Technik für verschiedene Indikationen und in unterschiedlichen klinischen Situationen angewendet werden, wobei es hauptsächlich um das Debridement geht, aber auch ein begleitender Einsatz in der Reparaturphase möglich ist.

Die Anwendung von US zum Debridement bei der Behandlung verschiedener Arten chronischer Wunden war bis vor Kurzem noch schwierig. Die größte Herausforderung waren technische Probleme bei der Herstellung zuverlässiger und bezahlbarer Instrumente für eine sichere Anwendung am Patienten [104].

Nach beeindruckenden technischen Fortschritten gibt es inzwischen Ultraschallgeräte in verschiedenen Ausführungen für den klinischen Einsatz, die für fast alle Arten chronischer Wunden mit zufriedenstellenden Ergebnissen eingesetzt werden können [105].

Positiv am US ist, dass diese Technik mit hoher Effektivität bei vielen verschiedenen Gewebetypen eingesetzt werden kann – von losem Bindegewebe über Sehnen bis zu Knochen.

Beschränkungen

Ähnlich wie bei der Hydrochirurgie kann die Debridement-Wirkung bei US moduliert werden und unterliegt der Kontrolle des Arztes. Sein Fachwissen und seine Vertrautheit mit der Technik sind entscheidend für die Effektivität des Verfahrens und die Vermeidung potenzieller Komplikationen wie Blutungen und Zerstörung gesunder Strukturen.

Dies ist ein positiver, aber auch gleichzeitig einschränkender Aspekt. Denn die Indikationen für den Einsatz von US hängen auch von der Fähigkeit des Arztes ab. Je nach Häufigkeit der Anwendung, der Leistungsfähigkeit des eingesetzten Instruments und patientenspezifischer Faktoren können sie von sehr einfachen bis zu komplizierten Verfahren reichen.

Ein anderer Aspekt, der für einige Ul-

traschall- und auch hydrochirurgische Geräte relevant ist, ist die Zerstäubung von Material aus dem Wundbett. Diese kann beträchtlich sein, wenn keine fachgerechten Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Deswegen ist die Umgebung, in der das Verfahren durchgeführt wird, von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit von Patient, Arzt und medizinischem Fachpersonal.

Wie bei Jet-Lavage-Systemen müssen Schutzvorrichtungen und Manschetten eingesetzt werden, die jedoch nicht in allen ambulanten Einrichtungen verfügbar sind.

Wirtschaftlichkeit

Erfahrungsgemäß sind die Gesamtkosten beim Einsatz von US höher als die direkten Anschaffungskosten für das Gerät, aber niedriger, wenn man bedenkt, dass die meisten Geräte mit sterilisierbaren Sonden ausgestattet sind und kaum Verbrauchsmaterial anfällt. Dies kann man als Einsparung, aber auch als Beschränkung ansehen, da abhängig von der Anzahl verfügbarer Sonden nur eine begrenzte Anzahl von Patienten pro Sitzung behandelt werden kann.

Techniken für indirektes Debridement

Unterdruck

Hintergrund

Die Unterdruck-Wundtherapie (negative-pressure wound therapy, NPWT) gehört in der Wundversorgung zu den wichtigsten technischen Errungenschaften der letzten 20 Jahre. Sie ist das Ergebnis der wissenschaftlichen Weiterentwicklung einer empirischen Beobachtung durch plastische Chirurgen. Sie bemerkten, dass Unterdruck den Heilungsverlauf bei akuten und chronischen Wunden stark verbessert [106].

Die NPWT soll außerdem über Eigenschaften verfügen, die dem indirekten Debridement zugerechnet werden.

Wirkungsmechanismus

Unterdruck beeinflusst die Wundumgebung auf verschiedenen Ebenen. Er wirkt sowohl auf die Makrostruktur als auch auf

die Mikrostruktur der Wunde und fördert dank seiner komplexen Wirkung die Wundheilung in allen ihren Phasen.

Auf der Makroebene entfernt die NPWT Sekrete und Flüssigkeiten aus der Wunde, reduziert Ödeme um die Wunde, erhöht den lokalen Blutfluss und verringert die Größe des Geschwürs sowie das Risiko einer Kontamination der Wunde von außen [107].

Auf der Mikroebene führt die Stimulation, die der Unterdruck auf die Zelloberflächen und viele Zellelemente in der Wunde ausübt (parallel zu einer Änderung der Transkriptionsaktivität im Zellkern), zu einer positiven Veränderung der Zellform und -funktion. Die NPWT fördert nachweislich Angiogenese, Fibrogenese und die Aktivität von Makrophagen und Leukozyten [108].

Es gibt eine Reihe von Studien zur NPWT, in denen praktisch jede Art von Wunden und Wundversorgung untersucht wurde. Das Spektrum reicht von chronischen bis zu akuten Wunden, von der Herzchirurgie bis zum diabetischen Fuß und von venösen Beingeschwüren bis zum Dekubitus. Für die meisten der untersuchten Anwendungen wurde die o. g. Wirkung bestätigt [109–112].

Eine interessante Option bei der NPWT ist die Kombination mit einer antiseptischen Anwendung. Hierfür wird ein Antiseptikum automatisiert eingebracht, um die Wundbereiche regelmäßig zu spülen (wie es bei einer Osteomyelitis gemacht wird), oder das Antiseptikum wird an das Material, das für den Kontakt zur Wunde genutzt wird, gebunden. Aktuell werden hierfür PHMB imprägnierte Gazen verwendet. So kommt zum indirekten Debridement durch eine NPWT eine antimikrobielle Wirkung hinzu. Die neuen Antiseptika haben ein besseres Wirksamkeits- und Sicherheitsprofil und wurden in verschiedenen Anwendungen erfolgreich geprüft [113].

Beschränkungen

Die wichtigste Kontraindikation für eine NPWT beim Debridement ist, dass diese Technik nicht bei unkontrollierten Infektionen oder nekrotischem Gewebe in der Wunde angewendet werden kann.

Außerdem sollte diese Therapie nicht bei lokalen Ischämien und akuten Blutungen eingesetzt werden oder wenn tiefe Strukturen wie Gefäße, Sehnen, Gelenke oder Knochen in der Wunde freiliegen.

Sollte eine oder mehrere Kontraindikationen vorliegen, können diese durch andere Behandlungsmethoden beseitigt und dann eine NPWT durchgeführt werden [114].

Wenn auf einer Wunde nach ungenügendem Debridement die NPWT angewendet wird, müssen die Verbände häufiger gewechselt werden, da sich das Verbandmaterial schneller mit viskösem Schorf vollsaugt. Dadurch kann es zu Funktionsstörungen bei NPWT-Geräten kommen, was insbesondere in häuslicher Umgebung zu Problemen führt.

Wirtschaftlichkeit

Es gibt viele verschiedene, teilweise sogar mobile oder Einmal-NPWT-Systeme. Eine Einsparmöglichkeit besteht darin, den Patienten mit einem mobilen Gerät nach Hause zu entlassen, bis das Debridement beendet ist, und danach Einmal-NPWT-Systeme zu verordnen, wenn noch weiteres Debridement erforderlich ist [115]. Bei häuslichem Einsatz eines mobilen Systems muss der Arzt sich vorher davon überzeugen, dass der Patient die Behandlung selbst durchführen und das Gerät bedienen kann. Ansonsten können Komplikationen auftreten, die die Lebensqualität des Patienten negativ beeinflussen und zu nicht zufriedenstellenden Behandlungsergebnissen führen.

Die Möglichkeit, den Krankenhausaufenthalt zu verkürzen und das Debridement in einem ambulanten Setting zu unterstützen, verbessert das Wirtschaftlichkeitsprofil der NPWT [116].

I Niederfrequenter Ultraschall

Hintergrund

Niederfrequenter Ultraschall wird als eine Debridement-Alternative betrachtet, beispielsweise zum chirurgischen Debridement [105]. Allerdings wird er häufiger für therapeutische Zwecke eingesetzt.

Ultraschallwellen sollen zudem Bakterien zerstören und Biofilme aufbrechen [117, 118]

Wirkungsmechanismen

Hochfrequenz-Ultraschall arbeitet im Bereich von 1 MHz bis 3 MHz und überträgt die mechanische Energie direkt auf die Strukturen, auf die er angewendet wird. Niederfrequenter Ultraschall (low-frequency ultrasound, LFUS) arbeitet im Kilohertz-Bereich (kHz) und muss nicht unbedingt mit dem Gewebe in Kontakt kommen, um seine Wirkungen zu entfalten [119].

Die bekannten Wirkungsmechanismen des LFUS unterscheiden sich nach der physikalischen und biologischen Modifikation, die sie auf Zellebene auslösen. Sie treten eher im kHz- als im MHz-Bereich auf [120].

Bei der Kavitation bilden sich Mikrobläschen, in denen sich die Schallenergie konzentriert und von denen Scherkräfte auf die Zellstrukturen wirken [121]. Diese Wirkung ist selektiv und führt beispielsweise zur Beseitigung von nekrotischem Gewebe, während gesundes Gewebe nicht in gleichem Ausmaß betroffen ist. Mikroströmungen scheinen eine Folge der Kavitation zu sein, bei der sich Makromoleküle und Ionen um die stationäre Struktur der Zellen linear bewegen. Die Kombination von Kavitation und Mikroströmungen kann die Zellaktivität stören [122].

Ein alternativer Wirkungsmechanismus ist die sogenannte Frequenzresonanz, die mit einer Veränderung der Proteinstruktur und der Aktivierung der Signaltransduktion auf Zellebene zusammenhängt. Dies kann zu einer Reihe von Effekten auf Zellebene führen, die die Wundheilung beeinflussen. Hierzu gehören Leukozytenadhäsion, Verstärkung der Angiogenese und erhöhte Stickoxidproduktion [123].

Wie bei der NPWT können alle diese Wirkungen das Debridement von chronischen Wunden indirekt fördern und den Heilungsprozess voranbringen. LFUS entfalten ihre Wirkung durch eine sterile Spüllösung, die von einer US-Sonde zerstäubt wird und die mechanische Energie auf das Wundbett überträgt.

Klinische Studien haben eine Verbesserung des Heilungsprozesses und positive Wirkungen auf die Mikrozirkulation bei vielen verschiedenen Indikationen für die Behandlung von chronischen Wunden nachgewiesen [124].

Beschränkungen

Das Verdampfen der sterilen Spüllösung ist wahrscheinlich ausschlaggebend für den begrenzten Einsatz dieser Technik. Doch durch die gleichen Schutzmaßnahmen wie beim Hochfrequenz-Ultraschall kann dieses Problem umgangen werden. Außerdem ist für den effektiven Einsatz von LFUS Spezialwissen erforderlich. Dies bedeutet, dass das Personal für den Einsatz dieses Systems geschult werden muss [125].

Wirtschaftlichkeit

Über die Wirtschaftlichkeit von LFUS gibt es keine eindeutigen Aussagen. Man geht jedoch davon aus, dass der Einsatz dieser Technik in der ambulanten Behandlung die Kosten für den Krankenhausaufenthalt der Patienten senken kann und sich auch die Anzahl chirurgischer Eingriffe für das Debridement reduziert.

Schlussfolgerungen

Der Einsatz neuer Techniken für das Debridement im Rahmen der Wundbehandlung ist inzwischen gängige Praxis. Es gibt immer mehr und komplexere Behandlungslösungen für alle möglichen Arten akuter und chronischer Wunden.

Der Arzt muss in jedem einzelnen Fall entscheiden, welches die beste Methode ist und dabei die Indikationen sowie die technischen Merkmale und das Kosten-Nutzen-Verhältnis der gewählten Methode berücksichtigen.

Beschränkungen ergeben sich vor allem daraus, dass diese Techniken relativ neu und ihre Wirksamkeit noch nicht empirisch belegt ist. Somit ist es die Aufgabe von Forschern und Ärzten, die im Bereich der Wundheilung und Grundlagenforschung tätig sind, Studien zu konzipieren und durchzuführen, die diese Technik und ihre Anwendung im vorgesehenen Rahmen prüft.

Chirurgisches und scharfes Debridement

I Einleitung

Chirurgisches und scharfes Debridement sind schnelle Debridement-Methoden, die bereits seit vielen Jahrzehnten eingesetzt werden. Wir definieren »scharfes Debridement« als einen kleineren chirurgischen Eingriff am Krankenbett, bei dem Gewebe beispielsweise mit einem Skalpell oder einer Schere entfernt wird. »Chirurgisches Debridement« definieren wir als Verfahren, das unter Teil- oder Vollnarkose mit verschiedenen chirurgischen Instrumenten durchgeführt wird.

Obwohl das chirurgische Debridement gegenwärtig in der Wundversorgung eine große Rolle spielt, gibt es für seine Vorteile nur wenige wissenschaftliche Belege [24, 126].

Anwendungsgebiete

Generell sollte ein chirurgisches Debridement nur in Erwägung gezogen werden, wenn andere Methoden unwirksam sind oder wenn der Zustand des Patienten ein schnelles, umfassendes Eingreifen erfordert.

Chirurgisches und scharfes Debridement sind angezeigt bei einer festen nekrotischen Gewebeschicht, wenn eine Exzision und eine unmittelbare Transplantation anderen Rekonstruktionsmethoden vorzuziehen sind und wenn eine klare Grenze zwischen vitalem und avitalem Gewebe vorhanden ist [127]. Es gibt allerdings einige Ausnahmen, die im Abschnitt »Gegenanzeigen« auf der nächsten Seite beschrieben werden.

Eine vermutete Beteiligung tiefer Strukturen und Komplikationen sind relative Indikationen für ein chirurgisches Debridement. Gefäßschädigungen führen zu Blutungen, die stark sein können und nur chirurgisch zu stoppen sind. Die Beschädigung von Nerven und Sehnen kann zu Funktionsverlust führen und eine Rekonstruktion erforderlich machen. Selbst ein kleines Debridement an der Fingerspitze in der Nähe von Nagelbett und Matrix kann das Nagelwachstum beeinträchtigen, was dann wieder korrigiert werden muss.

Bei schwerer Wundinfektion kann das chirurgische Debridement eine geeignete Methode sein [128].

Ablauf

Scharfes Debridement ist ein Vorgang, der von medizinischem Personal verschiedener Fachrichtungen vorgenommen werden kann. Dazu gehören beispielsweise Pflegepersonal, Hausärzte, Dermatologen, Fußpfleger und anderes Personal ohne chirurgische Ausbildung. Dabei sind selbstverständlich Behandlungsrichtlinien und gesetzliche Bestimmungen zur Berufsausübung zu beachten, die von Land zu Land unterschiedlich sind. Üblicherweise wird ein scharfes Debridement am Krankenbett oder in der Klinik durchgeführt, aber ein spezielles Behandlungszimmer kann von Vorteil sein.

Das chirurgische Debridement ist ein invasiveres Verfahren, das üblicherweise von einem Chirurgen (Gefäß-, Allgemein-, Trauma-, plastischer Chirurg usw.) in einem für chirurgische Eingriffe ausgestatteten Raum wie OP-Saal oder Behandlungszimmer durchgeführt wird. Aufgrund des invasiven Charakters dieses Verfahrens sind bestimmte Qualifikationen und Erfahrungen sowie eine Spezialausbildung und eine angemessene Ausstattung erforderlich, bevor ein chirurgisches Debridement durchgeführt werden darf. Das chirurgische Debridement kann als separater Eingriff erfolgen oder die Anfangsphase eines rekonstruktiven Eingriffs sein, bei dem nach dem Debridement eine sofortige oder später anschließende Geweberekonstruktion mit Hautersatzmaterial, Hauttransplantaten oder einem zusammengesetzten mikrovaskulären Lappentransplantat vorgenommen wird. Das chirurgische Debridement kann auf die Entfernung von totem Gewebe beschränkt sein, aber die Exzision kann auch auf lebendes Gewebe ausgedehnt werden, um ein vitales Gewebebett zu schaffen. Dies ist wesentlich für die Transplantation, wenn eine sofortige Rekonstruktion durchgeführt wird.

Bei jedem invasiven Debridement (weinig invasives scharfes Debridement oder

weitreichenderes chirurgisches Debridement) sind der Allgemeinzustand des Patienten und die Anforderungen an die Anästhesie zu berücksichtigen. Vor einem Eingriff müssen die serologischen Laboruntersuchungen wie z. B. Blutbild und Blutgerinnung bestimmt werden. Diese Schritte sind wichtig, auch wenn nur ein wenig invasiver Eingriff geplant ist. Wenn aufwändigere Operationen zu erwarten sind, müssen auch weiterführende Laborparameter wie z. B. Elektrolyte bestimmt und ein EKG durchgeführt werden. In diesem Fall sollte der Eingriff unter Teil- oder Vollnarkose erfolgen. Wenn möglich und finanzierbar, sollte das entfernte Gewebe nach dem Debridement mikrobiologisch untersucht werden.

Chirurgisches und scharfes Debridement müssen unabhängig vom Ausmaß des Eingriffes unter sterilen Bedingungen durchgeführt werden. Die Wunde und die wundumgebende Haut müssen mit Antiseptika vorbehandelt und mit sterilen Tüchern abgedeckt werden. Es sind sterile Handschuhe zu tragen, und das Gewebe ist mit sterilen Instrumenten (Skalpell, Schere, Pinzette) zu entfernen. Üblicherweise wird die Wunde nach dem Eingriff mit einer antiseptischen Lösung gereinigt und mit einem sterilen Verband abgedeckt, der ebenfalls Antiseptika enthält [129]. Wenn klinische Zeichen für eine die Wunde gefährdende Kontamination oder Infektion vorliegen, ist es empfehlenswert, Teile des entfernten avitalen Gewebes und etwas vitales Gewebe aus dem Wundrand (Biopsie) einer mikrobiologischen Untersuchung zu unterziehen.

Nach einem Debridement kann es zur Ausbreitung einer Infektion kommen. Dies geschieht häufig durch Nichteinhaltung der Hygienestandards wie eine nicht vorbehandelte Eingriffsstelle oder den Einsatz ungeeigneter Abdecktücher oder nicht steriler Instrumente. Diese Fälle sind zwar selten, kommen aber insbesondere in Institutionen vor, die keine standardisierten Verfahrensanweisungen haben.

Es sollten möglichst immer sterile Einmalinstrumente und Abdecktücher verwendet werden, da die Mehrheit der Wunden eine große Menge von Keimen enthält.

Für das scharfe oder chirurgische Debridement gibt es zahlreiche Angebote verschiedener Hersteller für spezielle OP-Sets mit Abdecktüchern, Gaze und Einmalinstrumenten.

Anwendung

Schmerzen sind ein wichtiges Thema bei der Wundbehandlung. Da die Schmerzen während der Behandlung zunehmen, müssen sie genau überwacht werden. Bei allen Arten des Debridements muss eine geeignete Anästhesie erfolgen. Einige Wunden sind schmerzlos wie beispielsweise diabetische Fußgeschwüre (Neuropathie), Erfrierungen und einige Formen des Dekubitus. In solchen Fällen kann ein scharfes Debridement ohne besondere Narkose erfolgen, aber der Bedarf für orale oder systemische Schmerzmittel muss vor dem Eingriff bedacht werden.

Die Angst des Patienten muss ebenfalls berücksichtigt werden. Jeder Eingriff muss dem Patienten ausführlich erläutert werden. Wenn erforderlich und möglich, muss eine schriftliche Einwilligungserklärung eingeholt werden [130]. Der Patient sollte über jeden Handgriff vorab informiert werden (Injektion, Gewebedehnung, Anbringung des Tourniquets). Kinder und Patienten mit einer niedrigen Schmerzschwelle sollten sediert werden, wenn eine Narkose kontraindiziert ist.

Lokalanästhesie sollte mit Vorsicht eingesetzt werden, da die Anwendung von Anästhetika (Salben, Cremes) nicht ausreichend sein kann und zudem die lokale Immunabwehr beeinflusst. Insbesondere gefäßverengende Wirkstoffe (Epinephrin) können zur Unterdrückung der lokalen Immunreaktion führen und damit die bakterielle Belastung und Infektionsgefahr vergrößern.

Vorteile

Der größte Vorteil des chirurgischen und scharfen Debridements ist die Schnelligkeit, mit der avitales Gewebe beseitigt werden kann. Diese Eingriffe gestatten eine schnelle und effektive Entfernung, sodass der Heilungsprozess sofort beginnen kann. Ein weiterer Vorteil des scharfen Debridements sind die niedrigen Behandlungskosten im Vergleich zum chirurgischen Debridement.

Ein Vorteil des chirurgischen Debridements ist die Möglichkeit, avitales Gewe-

be zu entfernen, das mit anderen Methoden nicht beseitigt werden kann. Diese Methode ist schnell und immer dann unverzichtbar, wenn avitales Gewebe für den Patienten lebensbedrohlich wird. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, die Wunde bei einer direkt anschließenden Rekonstruktion zu schließen.

Es gibt einige Berichte über die Vorteile des chirurgischen Debridements, die sich auf höhere Heilungsraten, besseren Wundstatus und weniger Wundschmerzen nach dem Eingriff beziehen [105, 131–133].

Gegenanzeigen

Chirurgisches und scharfes Debridement sind nicht-selektive Methoden, was das Risiko einer zu radikalen Exzision birgt [52, 134]. Eine übertriebene Exzision kann eine Heilung mit Narbenbildung nach sich ziehen, zu einer beträchtlichen Verzögerung der Heilung führen (bei aggressivem Debridement) oder Schäden in den tiefen Strukturen verursachen. Dies passiert bei scharfem Debridement nur selten, weil diese Methode üblicherweise eingesetzt wird, um kleine Mengen von sichtbarem avitalem Gewebe zu entfernen.

Bedacht und Vorsicht sind erforderlich in Bereichen wie Schläfe, Hals, Achselhöhle, Leiste und anderen Bereichen, wo neurovaskuläre Bündel direkt unter der Haut verlaufen und eine Verletzung wichtiger Strukturen – große Blutgefäße, Nerven, Sehnen – möglich ist. Wenn an solchen Stellen die Entfernung von nekrotischem Gewebe erforderlich ist, muss das chirurgische Debridement von einem erfahrenen Spezialisten vorgenommen werden. Üblicherweise werden diese Eingriffe in speziellen Räumlichkeiten (OP-Saal oder Behandlungszimmer) unter entsprechender Analgesie durchgeführt.

Auch wenn das Risiko nur gering ist, muss eine mögliche Ausdehnung der Wunde in die tieferen Strukturen bedacht und bei der Planung des Eingriffs berücksichtigt werden. Wenn sich Wundtaschen bilden, die tiefe Strukturen wie Blutgefäße, Nerven, Sehnen oder Knochen einbeziehen, kann ein größerer chirurgischer Eingriff erforderlich sein, bei dem die betroffenen Strukturen entfernt und ersetzt werden.

Da chirurgisches und scharfes Debridement sehr invasive Eingriffe sein können, müssen bei der Behandlung von Be-

reichen, die für die Funktion oder aus kosmetischen Gründen wichtig sind (wie Gesicht, Hände, Perineum und Füße), besondere Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden. Eine starke Beschädigung des Gewebes ist zu vermeiden, und für die Behandlung dieser Bereiche sollten alternative Methoden in Betracht gezogen werden.

Es gibt nur wenige Gegenanzeigen für chirurgisches und scharfes Debridement. Die wichtigsten Kontraindikationen sind ein schlechter Allgemeinzustand des Patienten und Blutgerinnungsstörungen. Üblicherweise sind dies relative Kontraindikationen, da das scharfe Debridement ein kleiner Eingriff ist, der den Zustand des Patienten in den meisten Fällen stark verbessert, da er zur Ausschüttung von Zytokinen und Mediatoren der Entzündung führt. Das Debridement wird die Wundheilung auf jeden Fall fördern, wenn die Exzision nicht zu radikal ausgeführt wird.

Eine absolute Kontraindikation für jedes scharfe Debridement ist die Verweigerung des Patienten. In diesem Fall müssen andere Behandlungsmöglichkeiten erwogen werden. Daher sollte möglichst in allen Fällen eine Einwilligungserklärung des Patienten eingeholt werden.

Wirtschaftlichkeit

Zur klinischen Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit dieser Methode im Vergleich zu anderen Debridement-Methoden gibt es kaum wissenschaftliche Erkenntnisse. Aber anhand der notwendigen Ressourcen zur Durchführung dieser Eingriffe lassen sich ungefähr die Kosten abschätzen.

Der Personal- und Materialaufwand ist beim scharfen Debridement relativ gering. Ein scharfes Debridement kann von einer Einzelperson durchgeführt werden. Dazu werden Instrumente wie Skalpell oder Schere, Pinzette und Kürette sowie sterile Materialien wie Abdecktücher, Gaze, Tupfer, Handschuhe und Behälter für Gewebebiopsien benötigt. Außerdem erforderlich sind Antiseptika für die Vorbehandlung der Eingriffsstelle und die nachfolgende Wundreinigung sowie geeignete Verbände. Hierfür werden spezielle Sets mit Abdecktüchern, Gaze und Einmalinstrumenten angeboten.

Im Vergleich dazu sind die Kosten für ein chirurgisches Debridement hoch. Hierzu gehören u. a. die Kosten für den OP-Saal und das OP-Team (Chirurg, OP-Personal,

»Obwohl das chirurgische Debridement gegenwärtig in der Wundversorgung eine große Rolle spielt, gibt es für seine Vorteile nur wenige wissenschaftliche Belege.«

Anästhesist, Narkoseassistenz usw.) sowie für die Narkose und die OP-Materialien. Für das chirurgische Debridement wird außerdem chirurgisches Instrumentarium benötigt, zu dem Scheren, Skalpell, Küretten, Sägen, Bohrer, Osteotome, Pinzetten, Nadelhalter und andere Instrumente in verschiedenen Größen gehören. Häufig müssen Blutungen gestoppt werden, sodass ein Elektrokauter zur Ausstattung gehören sollte. Für jeden operativen Eingriff werden auch sterile Materialien (Kittel und Handschuhe, Abdecktücher, Gaze), Antiseptika und Verbände gebraucht.

Schlussfolgerungen

Das chirurgische und das scharfe Debridement sind schnelle Methoden zur Entfernung von avitalem Material aus Wunden und schließen die Entfernung von nekrotischem Gewebe und Fibrinbelägen von der Wunde und der wundumgebenden Haut ein. Diese Methoden können für alle Wundtypen eingesetzt werden. Trotz ihrer klinischen Effektivität sollten sowohl das scharfe als auch das chirurgische Debridement mit Vorsicht eingesetzt werden, um das Risiko übertriebener Exzision und Wundschädigung zu vermeiden, die die spätere Wundheilung verzögern können.

Alternative Methoden zum scharfen und chirurgischen Debridement sollten erwogen werden, wenn das avitale Gewebe nicht tiefer als in die tiefen Hautschichten reicht oder das Wundbett mit Fibrinbelag oder viskösem Schorf bedeckt ist. In diesen Situationen sind meistens sanftere Debridement-Methoden angezeigt, um eine zu starke Beschädigung des Wundbetts während des Eingriffs zu vermeiden.

Gesundheitsökonomie: Wundversorgung und Debridement

| Einleitung

Das entscheidende Merkmal eines ökonomischen Ansatzes bei der Bewertung von Maßnahmen zur Gesundheitsversorgung ist die explizite Berücksichtigung der Kosten und Behandlungsergebnisse einer Maßnahme. Bei knappen Ressourcen ist es nicht angemessen, die Auswahl nur vom Behandlungsergebnis abhängig zu machen. Eine Nutzenmaximierung für eine Patientengruppe kann zu einer Nutzenverringerung bei einer anderen führen. Wenn nur ein bestimmtes Budget zur Verfügung steht, kann die Entscheidung für eine teurere Therapie zur schnelleren Wundheilung dazu führen, dass insgesamt weniger Patienten behandelt werden können. Eine Wirtschaftlichkeitsbewertung berücksichtigt sowohl den Nutzen als auch die Kosten einer Maßnahme. Die Einschätzung erfolgt anhand des Wertes anderer, nicht genutzter Möglichkeiten.

In den letzten Jahren haben viele positive Beispiele gezeigt, wie man Ressourcen sparsamer einsetzen, Kosten reduzieren und gleichzeitig die gesundheitsbedingte Lebensqualität der betroffenen Patienten verbessern kann. Erfolgreiche Projekte zeichnen sich häufig durch eine ganzheitliche Sichtweise aus, die sowohl Personal- und Materialkosten berücksichtigt als auch die Häufigkeit von Verbandwechseln, die Zeit bis zur vollständigen Heilung und die Lebensqualität. Bei mehreren Projekten stand die Weiterbildung von Ärzten und medizinischem Fachpersonal im Mittelpunkt, was sich zusammen mit einer effektiveren Versorgung von Wunden als äußerst erfolgreich erwiesen hat.

Bei der Analyse des Ressourcenverbrauchs ist es wichtig, das Debridement als integralen Bestandteil der Wundversorgung zu betrachten. Bisher wurde dieser Aspekt bei verschiedenen Debridement-Methoden nicht gründlich untersucht.

Deswegen beinhalten die Ausführungen zur Gesundheitsökonomie des Debridements keine Details zur Wirtschaftlich-

keit bestimmter Methoden, sondern nur allgemeine Informationen zu Kostenstrukturen, wie sie in der Fachliteratur zum Debridement und zur Versorgung von chronischen Wunden beschrieben sind.

| Gesundheitsökonomie und Faktoren für die Heilung chronischer Wunden

Bei Patienten mit schlecht heilendem diabetischen Fußgeschwür und schweren Infektionen wurde festgestellt, dass die Anzahl der chirurgischen Eingriffe, die Dauer des Krankenhausaufenthalts und die Zeit bis zur Heilung die dominierenden Faktoren für hohe Kosten sind [135]. In einer prospektiven Studie, in der Diabetes-Patienten mit Fußwunden bis zur Heilung (mit oder ohne Amputation) nachbeobachtet wurden [136, 137], waren die stationäre Versorgung und die Oberflächenbehandlung der Wunden für die höchsten Kosten verantwortlich. Im Verhältnis zu den Gesamtkosten waren die Kosten für antimikrobielle Arzneimittel, Arztbesuche und orthopädische Hilfsmittel in beiden Patientengruppen niedrig. In der gleichen Studie waren die Gesamtkosten für die Heilung eines Fußgeschwürs stark abhängig vom Schweregrad der Wunde und den Begleiterkrankungen [137].

Untersuchungen zum Ressourcenverbrauch dürfen sich nicht in einzelne Details wie Anzahl der Verbände oder Eingriffe verlieren, sondern müssen die Inanspruchnahme medizinischer Leistungen insgesamt betrachten [138, 139] (Tab. 4) gibt einen Überblick über den Ressourcenverbrauch beim Debridement.

Je nach Perspektive (offizieller Kostenträger oder Privatperson) können im Zusammenhang mit Rehabilitation, Transport, häuslicher Versorgung und sozialen Diensten, Produktivitätseinbußen und erstattungsfähigen Aufwendungen zusätzlich Kosten entstehen.

| Kosten der Wundversorgung: Evidenzlage

Zur Wirtschaftlichkeit des Debridements gibt es kaum aussagekräftige Daten, aber die Ergebnisse von Studien zu den Kosten der Versorgung chronischer Wunden können Informationen über Kostenstrukturen für das Debridement liefern.

Gesamtkosten von Therapien

Oft werden Produktkosten mit Behandlungskosten gleichgesetzt [140], aber der Einkaufspreis für Verbände und Ähnlichem hat selten einen signifikanten Anteil an den tatsächlichen Behandlungskosten [141, 142]. Die Kosten für Verbände sind häufig zu vernachlässigen, wenn man sie mit anderen Kosten vergleicht, die verursacht werden durch: die Häufigkeit des Verbandwechsels, die Arbeitszeit von Ärzten und medizinischem Fachpersonal, die Zeit bis zur Heilung, die Qualität der Heilung (Rezidivvermeidung), die Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit des Patienten und die Art der Versorgungseinrichtung [141, 142]. Einsparungen durch den Einsatz von preiswerteren Verbänden können dazu führen, dass sich die Gesamtkosten erhöhen, weil der Verband häufiger gewechselt werden muss (höherer Arbeitsaufwand beim medizinischen Fachpersonal) und sich die Zeit bis zur Heilung verlängert.

Es gibt eine Reihe von Berichten über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Methoden und Arten von Verbänden zur Behandlung schlecht heilender Wunden. Obwohl viele dieser Produkte teurer als die Vergleichstherapie sind, kann ihr Einsatz kostengünstig sein, wenn damit weniger häufige Verbandwechsel und/oder eine effektivere oder schnellere Heilung einhergehen [136, 143, 144]. Außerdem ist zu bedenken, dass eine Therapie für eine bestimmte Wundart oder Patientengruppe kostengünstig sein kann, für andere aber nicht. Ebenso kann eine Therapie in bestimmten Einrichtungen oder Ländern kostengünstig sein, in anderen aber nicht [138, 139, 145].

Tabelle 4
Ressourcenverbrauch und Debridement.

Ressourcenverbrauch und Debridement	
Chirurgische Eingriffe (Zeit im OP, Zeitaufwand des Arztes, Verbrauchsmaterialien)	Häufigkeit des Verbandwechsels und Person, die den Wechsel vornimmt (Personal, Patient, Angehörige)
Debridement (Material, Anzahl der Anwendungen, Zeit, Art des involvierten Personals)	Verbände, Arzneimittel und andere Verbrauchsmaterialien und Anwendungen
Stationärer Aufenthalt des Patienten (Bettbelegungstage, Klinik)	Antibiotika und andere Arzneimittel (Dauer, Dosis)
Diagnostische und Laboruntersuchungen	Komplikationen und Nebenwirkungen
Am Behandlungsort verbrachte Zeit und Anzahl der Besuche (stationär oder ambulant, Art des involvierten Personals)	Behandlungsergebnisse: Zeit bis zur Heilung, Heilungsrate, Zeitaufwand zur Reinigung des Geschwürs usw.

Zeit bis zur Heilung

Ein Kernthema der meisten Studien sind die hohen Kosten, die mit der längeren Zeit bis zur Heilung schlecht heilender Wunden einhergehen. Meistens standen die Größe des Geschwürs und die Zeit bis zu seiner Heilung in Zusammenhang mit dem Behandlungsergebnis [146, 147] und einem erhöhten Ressourcenverbrauch [148, 149]. Eine Studie von Tennvall et al. [148] bestätigte, dass Beinwunden, die größer als 10 cm² sind und deren Heilung länger (> 6 Monate) andauert, die höchsten Kosten verursachen. Für Schweden wurde beispielsweise errechnet, dass die Behandlungskosten für venöse Beinwunden, die innerhalb von 6 Monaten abheilen, bei 1.827 EUR lagen. Brauchten die Wunden für ihre Heilung länger als 6 Monate, stiegen die Kosten auf 2.585 EUR [148].

Zusatzkosten bei der Versorgung im Krankenhaus und zu Hause

Viele gesundheitsökonomische Studien zu chronischen Wunden konzentrieren sich auf die Reduzierung des Krankenhausaufenthalts und der Behandlungen in Spezialkliniken. Jedoch wird ein Großteil der Ressourcen für die ambulante Pflege zu Hause bereitgestellt. Bei einer Analyse nach Versorgungseinrichtung in den USA war die häusliche Pflege für den größten Teil (48 %) der Gesamtkosten bei der Behandlung venöser Beinwunden verant-

wortlich [141]. Eine britische Studie berechnete für das Jahr 2000, dass die durchschnittlichen jährlichen Behandlungskosten für Beinwunden in einer Spezialklinik 1.205 EUR pro Patient betragen, während es bei Einsatz von kommunalem Pflegepersonal 2.135 EUR pro Patient waren [150]. Die Erkenntnis, dass die häusliche Krankenpflege einen wesentlichen Teil der medizinischen Gesamtkosten ausmacht, legt den Schluss nahe, dass die Förderung einer hochwertigen Versorgung in ambulanten Kliniken die Wirtschaftlichkeit verbessern müsste. Dies wird durch eine schwedische Studie zur Primärversorgung gestützt, in der ein System zur Früherkennung von Unterschenkelwunden und eine Strategie für weniger häufige Verbandwechsel zu einer wesentlichen Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und der Kosten führten [148, 151].

Diese Untersuchungen zeigen, wie wichtig eine gute Organisation und Koordination von Therapiestrategien in der Wundbehandlung sind, um eine optimale Versorgung hinsichtlich der Behandlungsergebnisse und der Kosten zu erreichen.

! Gesundheitsökonomie des Debridements

Das Debridement gilt als wesentlicher Teil der Wundversorgung, aber es gibt nur wenige wissenschaftliche Belege dafür, dass das Debridement als Primärtherapie die

Heilungsförderung unterstützt. Dabei handelt es sich vorrangig um Erfahrungsberichte behandelnder Ärzte und Post-hoc-Analysen randomisierter kontrollierter Studien. Deswegen stehen kaum gesundheitsökonomische Daten zur Verfügung, die sich speziell auf Debridement-Methoden beziehen.

In der Literaturliste in Tabelle 5 sind alle Studien aufgeführt, die eine Wirtschaftlichkeitsanalyse ausgewählter Debridement-Techniken enthalten.

! Bedarf an Studien zur Wirtschaftlichkeit des Debridements

Studien, die auch gesundheitsökonomische Aspekte berücksichtigen, werden immer wichtiger, da man sich inzwischen über die wirtschaftlichen Auswirkungen chronischer Krankheiten im Klaren ist und die Ressourcen der Gesundheitsversorger immer knapper werden. In vielen Ländern könnten solche wirtschaftlichen Daten bei der Zulassung neuer Therapieformen obligatorisch werden.

Da sich die Verfahren zur Kostenerstattung, die Organisation des Gesundheitswesens, die Gehälter des medizinischen Personals und die Einrichtungen in den europäischen Ländern unterscheiden, ist es schwierig, klare gesundheitsökonomische Empfehlungen auszusprechen. Außerdem sind die methodischen Probleme der von uns ausgewerteten Studien ein Indiz dafür, dass das Wissen über die Wirtschaftlichkeitsbewertung in der Wundversorgung generell verbessert werden muss. Das EWMA-Dokument Outcomes in controlled and comparative studies on non-healing wounds enthält einen Überblick über die Methoden zur Wirtschaftlichkeitsbewertung [149]. Eine umfassendere Darstellung der Wirtschaftlichkeitsbewertung bietet Drummond et al. [152].

Tabelle 5
Ressourcenverbrauch und Debridement.

Autor(en) (Datum der Veröffentlichung)	Art und Ergebnisse
Wayman (2000)92	Studie an 12 Patienten mit venösem Beingeschwür, bei denen ein Debridement erforderlich war. Die Madentherapie wurde mit einer Hydrogel-Wundauflage verglichen. Bei allen 6 Patienten in der Maden-Gruppe wurde mit maximal einer Anwendung ein effektives Debridement erreicht. Im Gegensatz dazu waren bei 2 Patienten (33 %) in der Hydrogel-Gruppe auch nach 1 Monat noch Verbände erforderlich. Der Median der Behandlungskosten in der Maden-Gruppe betrug 78,64 GBP; in der Kontrollgruppe waren es 136,23 GBP (Hydrogele, $p < 0,05$).
Soares (2009)93	Im Rahmen einer 12-monatigen RCT zum Vergleich von Madentherapien mit Hydrogel-Therapien beim Debridement von Beinwunden wurden auch die Wirtschaftlichkeit und das Kosten-Nutzen-Verhältnis ausführlich analysiert. Die Madentherapie kostete durchschnittlich 96,70 GBP mehr pro Patient und Jahr als die Hydrogel-Therapie. Die Zeit bis zur Heilung war bei der Madentherapie durchschnittlich um 2,4 Tage kürzer ($p = n/s$), und es zeigte sich eine etwas bessere gesundheitsbedingte Lebensqualität. Man kam zu dem Schluss, dass der gesundheitliche Nutzen und die Kosten der beiden Therapieformen wahrscheinlich ähnlich sind. Allerdings gab es wegen der Abbrecherquote und der Begleiterkrankungen beträchtliche Unsicherheiten bezüglich der Bewertung der Behandlungsergebnisse. Diese ambitionierte Studie zeigt wie komplex und herausfordernd solche Studien zur Wirtschaftlichkeit sind.
Caputo et al. (2008)99	In einer Vergleichsstudie wurde Hydrochirurgie (Versajet, Smith und Nephew) mit herkömmlichem chirurgischen Debridement bei Unterschenkelwunden verglichen. Die Dauer des Verfahrens und die genutzten Verbrauchsmaterialien wurden dokumentiert. Die Schlussfolgerung lautete, dass Hydrochirurgie zu kürzeren Debridement-Zeiten und einem geringeren Verbrauch von gepulster Lavage und Kochsalzlösung führt, was auf potenzielle Kosteneinsparungen hinweist. Beim Vergleich der beiden Therapieformen wurde aber kein Unterschied beim Median der Zeit bis zur Heilung oder der Heilungsquote festgestellt.
Lewis et al. (2001)134	Bei einem systematischen Review zur klinischen Wirksamkeit und zur Wirtschaftlichkeit von Debridement-Produkten bei der Behandlung von Operationswunden zur Sekundärheilung wurde festgestellt, dass es keine Vergleiche zur Wirtschaftlichkeit von verschiedenen modernen Verbänden gab. Alle vier Studien des Reviews verglichen ein autolytisches Debridement mit herkömmlichen Gaze-Verbänden, die mit verschiedenen Antiseptika getränkt waren. Die meisten Studien stellten einen positiven Effekt bei der klinischen Wirksamkeit und der Wirtschaftlichkeit fest, aber die Studien konnten die Überlegenheit eines Verbandes gegenüber einem anderen nicht unterstützen.
Graninck et al. (2006)153	Diese Studie stellte fest, dass die Hydrochirurgie bei verschiedenen akuten und chronischen Wunden die Anzahl der erforderlichen chirurgischen Eingriffe zur Erreichung eines sauberen Wundbetts reduzierte (durchschnittliche 1,2 gegenüber 1,9 Eingriffe pro Patient für Hydrochirurgie bzw. herkömmliches Debridement). Das Einsparpotenzial bei den Kosten für das Debridement wurde aufgrund der geringeren Anzahl von Eingriffen auf 1.900 USD geschätzt.
Mosti (2006)154	Diese retrospektive Studie kommt zu dem Ergebnis, dass beim Einsatz von Hydrochirurgie weniger Krankenhausaufenthalte zum Debridement von schwer heilenden Beinwunden notwendig sind.
Mulder (1995)155	In dieser sehr kleinen retrospektiven Analyse von Hydrogel-Auflagen vs. Wet-to-Dry-Therapien (mit Kochsalzlösung getränkte Gaze) zum Debridement von trockenem Schorf zeigte sich, dass die täglichen Kosten für die Hydrogel-/Polyurethan-Methode höher waren. Allerdings erwies sich die Methode als wirtschaftlicher, wenn man die Dauer bis > 50 % Debridement, den Zeitaufwand für Verbandwechsel und die Menge des benötigten Materials berücksichtigte.

Klinischer Algorithmus zum Debridement

Einleitung

Der in diesem Abschnitt beschriebene Algorithmus reflektiert die übereinstimmende Meinung der an diesem Dokument beteiligten Autoren und basiert auf ihren persönlichen Erfahrungen. Ziel ist es, eine

eindeutige Beschreibung des Behandlungspfades beim Debridement sowie einen Vorschlag für einen strukturierten Ansatz bei der Auswahl der Methode zu liefern.

Der Prozess

Der Behandlungspfad ist im Prozesszyklus in Abbildung 7 dargestellt.

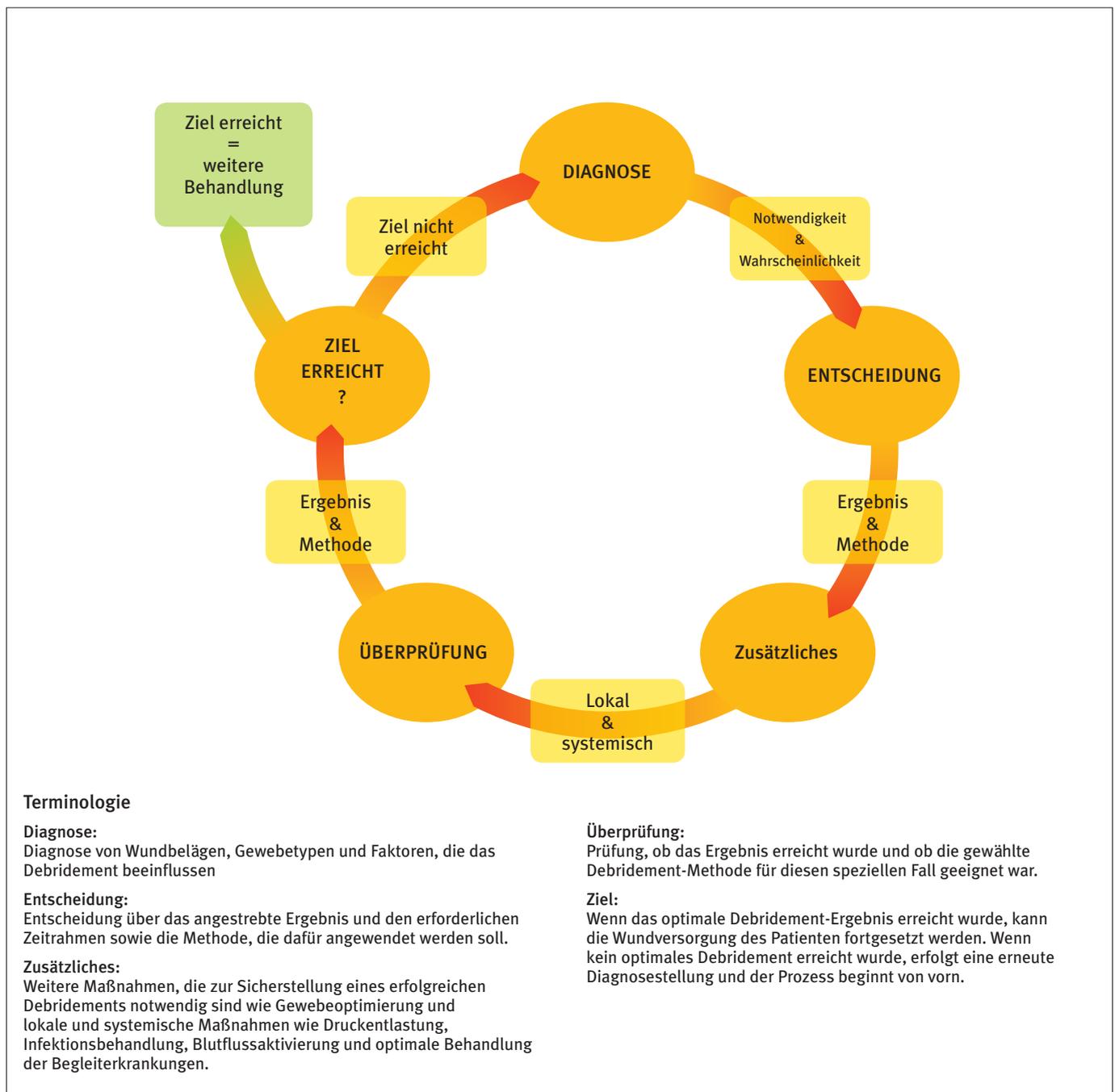


Abbildung 7
Prozesszyklus für das Debridement.

Geringster Zeitaufwand	VORTEILE:	NACHTEILE:
<p>MECHANISCHES DEBRIDEMENT ?</p> <p>JA (left arrow)</p> <p>NEIN (down arrow)</p>	<p>Sehr schnelle Methode</p> <p>Kein spezielles Fachwissen erforderlich (einfache Anwendung)</p> <p>Moderne Produkte für mechanisches Debridement sollen wenig bis keine Schmerzen verursachen</p> <p>Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement).</p>	<p>Herkömmliches Wet-to-Dry-Debridement kann die Infektionsgefahr erhöhen, das Risiko für eine Schädigung von gesundem Gewebe vergrößern und Schmerzen verursachen</p> <p>Nicht effizient bei dickem, ha tnäckigen und zähen Schorf und hartem nekrotischen Gewebe (erfordert vorheriges Einweichen)</p>
<p>SCHARFES DEBRIDEMENT ?</p> <p>JA (left arrow)</p> <p>NEIN (down arrow)</p>	<p>Schnelle Methode</p> <p>Nur geringe Personal- und Materialkosten</p> <p>Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht</p> <p>Geeignet für nässende Wunden und, in einigen Fällen, für infizie te Wunden.</p>	<p>Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden.</p>
<p>MADEN THERAPIE ?</p> <p>JA (left arrow)</p> <p>NEIN (down arrow)</p>	<p>Weniger Schmerzen, Bakterien und Geruchsbildung</p> <p>Geringe Kosten, wenig Ressourcen erforderlich</p> <p>Selektives Debridement</p>	<p>Kann schmerzhaft sein.</p> <p>Kontraindiziert für einige Körperstellen, Patienten mit verminderter Durchblutung, Wunden mit freiliegenden Blutgefäßen, die mit tiefen inneren Organen verbunden sind, und maligne Wunden.</p>
<p>AUTOLYTISCHES ODER ENZYMATISCHES DEBRIDEMENT ?</p> <p>JA (left arrow)</p> <p>NEIN (down arrow)</p>	<p>Einfache Anwendung.</p> <p>Bei seltenen Verbandswechsel können durch geringeren Personalaufwand Kosten gespart werden.</p> <p>Wenig oder keine Schmerzen.</p> <p>Keine Schädigung des gesunden Gewebes (selektives Debridement).</p> <p><i>Autolytisch:</i> mögliches Exsudat-Management bei Wundauflagen mit Absorptions ermögen</p>	<p>Risiko allergischer Reaktionen auf Inhaltsstoffe der Wundauflagen wie Entzündungsrisiko</p> <p>Einige Wundauflagen sind nicht für stark nässende Wunden geeignet (enzymatische und okklusive sowie Hydrogel-Wundauflagen)</p> <p><i>Enzymatisch:</i> Benötigt ein feuchtes Wundmilieu für volle Wirksamkeit und kann zu starker Exsudat-Produktion führen (nicht geeignet für stark nässende Wunden).</p> <p><i>Autolytisch:</i> Der Debridement-Prozess ist zeitaufwendig; kontraindiziert bei infizie ten Wunden.</p>
<p>JET LAVAGE ODER ULTRASCHALL ?</p> <p>JA (left arrow)</p> <p>NEIN (down arrow)</p>	<p><i>Jet-Lavage:</i> Flexible Wirkungsmechanismen (der verschiedenen Produkttypen) und daher für unterschiedliche Wundarten geeignet.</p> <p><i>Ultraschall:</i> Wirkt auf viele verschiedene Strukturen und hat mehrere Effekte, die von Zerstörung über Verlagerung bis zu physikalischer Modifikation eichen.</p>	<p>Die Geräte sind in den verschiedenen Behandlungseinrichtungen nicht generell verfügbar.</p> <p><i>Wirtschaftlichkeit:</i> Gerätekosten sind hoch. Insbesondere bei der Hydrochirurgie entstehen zusätzliche Kosten durch Anwenderschulungen, Behandlungsräume und Narkosen.</p> <p>Kann schmerzhaft sein (wenn keine Schmerzkontrolle erfolgt).</p>
<p>CHIRURGISCHES DEBRIDEMENT</p>	<p>Effizient bei Wunden mit einer festen nekrotischen Gewebeschicht.</p> <p>Geeignet für nässende Wunden und, in einigen Fällen, für infizie te Wunden.</p>	<p>Erfordert Kosten und Ressourcen für geschultes Personal, Narkose, Behandlungsraum/OP-Saal usw.</p> <p>Die Beschaffung der erforderlichen Ressourcen kann sehr zeitaufwendig sein.</p> <p>Risiko, dass vitales Gewebe entfernt wird.</p> <p>Infektionsgefahr, wenn Hygienestandards nicht eingehalten werden.</p> <p>Nicht geeignet bei Patienten mit verminderter Durchblutung.</p> <p>Besondere Vorsichtsmaßnahmen sind bei der Behandlung von Bereichen zu ergreifen, die für die Funktion oder aus kosmetischen Gründen wichtig sind.</p>
Höchster Zeitaufwand		

Abbildung 8 Auswahl der Methode: Vorteile und Nachteile der verschiedenen Methoden.

| Die Auswahl der passenden Methoden

Abbildung 8 zeigt einen Ansatz, der die Auswahl der Debridement-Methode unterstützt. Als Ausgangspunkt haben wir die Behandlungsdauer sowie die Verfügbarkeit der Methoden in den verschiedenen Behandlungssituationen gewählt, um ein einfaches Modell für den Einsatz in der klinischen Praxis zu erstellen. Auf jeden Fall müssen bei der Wahl der Debridement-Methode folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Schmerzen
- Umfeld des Patienten
- Präferenz und Einverständnis des Patienten

- Alter und Begleiterkrankungen des Patienten
- Lebensqualität
- Fähigkeiten der Betreuungsperson
- Ressourcen der Betreuungsperson
- Vorschriften und Leitlinien

Bevor eine Auswahl zwischen klinisch relevanten und für den Patienten angemessenen Optionen getroffen wird, sollte die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Me-

thoden berücksichtigt werden. Wirtschaftliche Aspekte sowie Vor- und Nachteile einzelner Methoden wurden in diesem Dokument bereits im Detail beschrieben. Abbildung 8 liefert dazu eine Übersicht.

Abschließend möchten wir betonen, dass jede der aufgeführten Methoden die beste Option für einen individuellen Patienten oder eine bestimmte Therapiesituation sein kann.

»... eine eindeutige Beschreibung des Behandlungspfades beim Debridement sowie einen Vorschlag für einen strukturierten Ansatz bei der Auswahl der methode zu liefern.«

Literaturverzeichnis

1. HINCHLIFFE RJ, VALK GD, APELQVIST J. ET AL.: A systematic review of the effectiveness of interventions to enhance the healing of chronic ulcers of the foot in diabetes. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008; 24; (Suppl. 1): 119–144.
2. O'BRIEN M: Exploring methods of wound debridement. *Br J Comm Nurs.* 2002; 7: 10–18.
3. OXFORD ENGLISH DICTIONARY. Available from: <http://oxforddictionaries.com/>
4. GETHIN G, COWMAN S, KOLBACH DN: Debridement for venous leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 7: CD008599.
5. VOWDEN KR, VOWDEN P: Wound debridement. Part 2: sharp techniques. *J Wound Care.* 1999; 8: 291–294.
6. DEPARTMENT OF HEALTH (DH): Reference guide to consent for examination or treatment. DH, 2001.
7. FISHER-JEFFES LF, BARTON C, FINLAY F: Clinicians' knowledge of informed consent. *J Med Ethics.* 2007; 33: 181–184.
8. DEPARTMENT OF HEALTH (DH): Seeking consent: working with children. DH, 2001.
9. PAPE T: Legal and ethical considerations of informed consent. *AORN J.* 1997; 65: 122–127.
10. KANERVA A, SUOMINEN T, LEINO-KILPI H: Informed consent for short stay surgery. *Nurs Ethics.* 1999; 6: 483–493.
11. FISHER F, McDONALD NJ, WESTON R: *Medical Ethics Today: Its practice and Philosophy.* Lattimer Trend, 1995.
12. VICTORIAN HEALTHCARE ASSOCIATION (VHA): Informed Consent for Treatment/Intervention VHA Clinical Governance in Community Health Discussion Paper, 2009.
13. LECLERCQ WK, KEULERS BJ, SCHELTINGA MR ET AL: A review of surgical informed consent: past, present, and future. A quest to help patients make better decisions. *World J Surg.* 2010; 34: 1406–1415.
14. RODEHEAVER GT: Pressure ulcer debridement and cleansing: a review of current literature. *Ostomy Wound Manage.* 1999; 45. (Suppl. 1A): 80S–85S.
15. ENEROTH M, VAN HOUTUM WH: The value of debridement and vacuum-assisted closure (V.A.C.) therapy in diabetic foot ulcers. *Diabetes Metab Res Rev.* 2008; 24; (Suppl. 1): S76–80.
16. ARMSTRONG M, PRICE P: Wet-todry gauze dressings: fact and fiction *Wounds.* 2004; 16: 56–62.
17. KAMMERLANDER G, ANDRIESEN A, ASMUSSEN P ET AL: Role of the wet-to-dry phase of cleansing in preparing the chronic wound bed for dressing application. *J Wound Care.* 2005; 14: 349–353.
18. OVINGTON LG: Hanging wet-to-dry dressings out to dry. *Home Healthc Nurse.* 2001; 19: 477–484.
19. SPOELHOF GD, IDE K: Pressure ulcers in nursing home patients. *Am Fam Physician.* 1993; Vol 47: 1207–1215.
20. NASH MS, NASH LH, GARCIA RG, NEIMARK P: Nonselective debridement and antimicrobial cleansing of a venting ductal breast carcinoma. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999; 80: 118–121.
21. DONATI L, VIGANO M: Use of the hydrocolloidal dressing Duoderm for skin donor sites for burns. *Int J Tissue React.* 1988; 4: 267–272.
22. BARNEA Y, AMIR A, LESHEM D: et al. Clinical comparative study of Aquacel and paraffin gauze dressing for split-skin donor site treatment. *Ann Plast Surg.* 2004; 53: 132–136.
23. DRYBURGH N, SMITH F, DONALDSON J, MITCHELL M: Debridement for surgical wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 3, CD006214.
24. EDWARDS J, STAPLEY S: Debridement of diabetic foot ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010; 1, CD003556.
25. VERMEULEN H, UBBINK DT, GOOSSENS A ET AL: Dressings and topical agents for surgical wounds healing by secondary intention. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004; 1, CD003554.
26. RAGNARSON TENNVALL G, APELQVIST J: Cost-effective management of diabetic foot ulcers: a review. *Pharmacoeconomics.* 1997; 12: 42–53.
27. LEWIS R, WHITING P, TER RIET G ET AL: A rapid and systematic review of the clinical effectiveness and cost effectiveness of debriding agents in treating surgical wounds healing by secondary intention. *Health Technol Assess.* 2001; 5: 1–141.
28. BENBOW M: Using debrisoft for wound debridement. *J Comm Nurs.* 2001; 25: 5, 17–18.
29. HAEMMERLE G, DUELLI H, ABEL M, STROHAL R: The wound debrider: a new monofilament fibre technology. *Br J Nurs.* 2011; 20: 6; (Suppl.), S35–42.
30. DAM W, WINTHER C, RASMUSSEN, GS: Methods for cleaning and debridement of wounds — experiences with Debrisoft. *SAR.* 2011; 19: 182–184.
31. VOWDEN K, VOWDEN P: DEBRISOFT: Revolutionising debridement. *Br J Nurs.* 2011; 20: 20 (Suppl.), S1–S16.
32. BAHR S, MUSTAFI N, HÄTTIG P ET AL: Clinical efficacy of a new monofilament fibre-containing wound debridement product. *J Wound Care.* 2011; 20: 242–248.
33. GRAY D, ACTON C, CHADWICK P ET AL: Consensus guidance for the use of debridement techniques in the UK. *Wounds UK.* 2011; 7: 77–84.
34. DISSEMOND J: Modern wound dressings for the therapy of chronic wounds [in German]. *Hautarzt.* 2006; 10: 881–887.
35. BOUZA C, MUNOZ A, AMATE JM: Efficacy of modern dressings in the treatment of leg ulcers: a systematic review. *Wound Repair Regen.* 2005; 13: 218–229.
36. KÖNIG M, VANSCHIEDT W, AUGUSTIN M, KAPP H: Enzymatic versus autolytic debridement of chronic leg ulcers: A prospective randomised trial. *J Wound Care.* 2005; 14: 320–323.
37. CARUSO DM, FOSTER KN, BLOME-EBERWEIN SA ET AL: Randomized clinical study of Hydrofiber dressing with silver or silver sulfadiazine in the management of partial-thickness burns. *J Burn Care Res.* 2006; 27: 298–309.
38. VANDENBULCKE K, HORVAT LI, DE MIL M ET AL: Evaluation of the antibacterial activity and toxicity of 2 new hydrogels: a pilot study. *Int J Low Extrem Wounds.* 2006; 5: 109–114.
39. JULL AB, RODGERS A, WALKER N: Honey as a topical treatment for wounds. *Cochrane Database Syst Rev.* 2008; 4, CD005083.
40. WIEGAND C, ABEL M, RUTH P, HIPLER UC: Comparison of the antimicrobial effect of two superabsorbent polymer-containing wound dressings in vitro. 4th International Workshop on Wound Technology (IWWT), Paris, 2012.
41. APELQVIST J, RAGNARSON TENNVALL G: Cavity foot ulcers in diabetic patients: a comparative study of cadexomer iodine ointment and standard treatment. An economic analysis alongside a clinical trial. *Acta Derm Venereol.* 1996; 76: 231–235.
42. MOSS C, TAYLOR AE, SHUSTER S: Comparison of cadexomer iodine and dextranomer for chronic venous ulcers. *Clin Exp Dermatol.* 1987; 12: 413–418.
43. SIGN (SCOTTISH INTERCOLLEGIATE GUIDELINES NETWORK), PART OF NHS QUALITY IMPROVEMENT SCOTLAND: Management of Chronic Venous Leg Ulcers — A National Clinical Guideline. SIGN, 2010.
44. Hansson C, Persson LM, Stenquist B et al: The effects of Cadexomer iodine paste in the treatment of venous leg ulcers compared with hydrocolloid dressing and paraffin gauze dressing. *Int Dermatol.* 1998; 37: 390–396.
45. NATIONAL PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL (NPUAP) AND EUROPEAN PRESSURE ULCER ADVISORY PANEL (EPUAP). PREVENTION AND TREATMENT OF PRESSURE ULCERS: Clinical Practice Guideline. NPUAP/EPUAP, 2009.
46. YASTRUB DJ: Relationship between type of treatment and degree of wound healing among institutionalized geriatric patients with stage II pressure ulcers. *Care Manage J.* 2004; 5: 213–218.
47. FREISE J, KOHAUS S, KÖRBER A ET AL: Contact sensitization in patients with chronic wounds: Results of a prospective investigation. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2008; 22: 1203–1207.
48. BOWLER PG, JONES SA, DAVIES BJ, COYLE E: Infection control properties of some wound dressings. *J Wound Care.* 1999; 8: 499–502.
49. DE LA BRASSINNE M, THIRION L, HORVAT LI: A novel method of comparing the healing properties of two hydrogels in chronic leg ulcers. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2006; 20: 131–135.
50. BEST PRACTICE STATEMENT: The Use of Topical Antiseptic/Antimicrobial Agents in Wound Management (2nd edn). *Wounds UK*, 2011.
51. SUNDBERG J, MELLER R A: retrospective review of the use of cadexomer iodine in the treatment of chronic wounds. *Wounds.* 1997; 9: 68–86.
52. Falabella AF: Debridement and wound bed preparation. *Dermatol Ther.* 2006; 19: 317–325.
53. PULLEN R, POPP R, VOLKERS P, FUSGEN I: Prospective randomized double-blind study of the wounddebriding effects of collagenase and fibrinolysin/deoxyribonuclease in pressure ulcers. *Age Ageing.* 2002; 31: 126–130.
54. RAMUNDO J, GRAY M: Collagenase for enzymatic debridement: a systematic review. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2009; 36: 4–11.
55. SHAPIRA E, GILADI A, NEIMAN Z: Use of water insoluble papain for debridement of burn eschar and necrotic tissue. *Plast Reconstr Surg.* 2005; 52: 279.
56. HELLGREN L, MOHR V, VINCENT J: Proteases of Antarctic krill — a new system for effective enzymatic debridement of necrotic ulcerations. *Experientia.* 1986; 42: 403–404.
57. MEKKES JR, LE POOLE IC, DAS PK ET AL: Efficient debridement of necrotic wounds using proteolytic enzymes derived from Antarctic krill: a doubleblind, placebo-controlled study in a standardized animal wound model. *Wound Repair Regen.* 1998; 6: 50–57.

58. DISSEMOND J, GOOS M: Conditioning of chronic wounds with proteolytic enzymes [in German]. *Hautarzt*. 2003; 54: 1073–1079.
59. SMITH RG: Enzymatic debriding agents: an evaluation of the medical literature. *Ostomy Wound Manage*. 2008; 54: 8, 16–34.
60. GOODE AW, GLAZER G, ELLIS BW: The cost effectiveness of Dextranomer and Eusol in the treatment of infected surgical wounds. *Br J Clin Pract*. 1979; 33: 325–328.
61. HEEL RC, MARTON P, BROGDEN RN ET AL: Dextranomer: a review of its general properties and therapeutic efficacy. *Drugs*. 1979; 18: 89–102.
62. DISSEMOND J, GOOS M: Options for debridement in the therapy of chronic wounds [in German]. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2004; 2: 743–751.
63. GREENWOOD D: Honey for superficial wounds and ulcers. *Lancet*. 1993; 341: 8837, 90–91.
64. SCHNEIDER LA, KÖRBER A, GRABBE S, DISSEMOND J: Influence of pH on wound healing: a new perspective for wound therapy? *Arch Dermatol Res*. 2007; 298: 418–420.
65. GETHIN G, COWMAN S: Manuka honey vs. hydrogel — a prospective, open label, multicentre, randomised controlled trial to compare desloughing efficacy and healing outcomes in venous ulcers. *J Clin Nurs*. 2009; 18: 466–474.
66. TARTIBIAN B, MALEKI BH: The effects of honey supplementation on seminal plasma cytokines, oxidative stress biomarkers and antioxidants during 8 weeks of intensive cycling training. *J Androl*. 2012; 33: 449–461.
67. BAUER L, KOHLICH A, HIRSCHWEHR R ET AL: Food allergy to honey: pollen or bee products? Characterization of allergenic proteins in honey by means of immunoblotting. *J Allergy Clin Immunol*. 1996; 97 (1 Pt 1): 65–73.
68. HOROBIN A, SHAKEESHEFF K, PRITCHARD D: Maggots and wound healing: an investigation of the effects of secretions from *Lucilia sericata* larvae upon the migration of human dermal fibroblasts over a fibronectin-coated surface. *Wound Repair Regen*. 2005; 13: 422–433.
69. BAER WS: The treatment of chronic osteomyelitis with the maggot (larvae or blowfly) *J Bone Joint Surg*. 1931; 13: 428–475.
70. MARGOLIN L, GIALANELLA P: Assessment of the antimicrobial properties of maggots. *Int Wound J*. 2010; 7: 202–204.
71. SHERMAN RA, SHIMODA KJ: Presurgical maggot debridement of soft tissue wounds is associated with decreased rates of postoperative infection. *Clin Infect Dis*. 2004; 39: 1067–1070.
72. CHAMBERS L, WOODROW S, BROWN AP ET AL: Degradation of extracellular matrix components by defined proteinases from the greenbottle larva *Lucilia sericata* used for clinical debridement of non healing wounds. *Br J Dermatol*. 2003; 148: 14–23.
73. SHERMAN RA: Maggot versus conservative debridement therapy for the treatment of pressure ulcers. *Wound Repair Regen*. 2002; 10: 208–214.
74. MUMCUOGLU KY, MILLER J, MUMCUOGLU M ET AL: Destruction of bacteria in the digestive tract of the maggot of *Lucilia sericata*. *J Med Entomol*. 2001; 38: 161–166.
75. STEENVOORDE P, JUKEMA GN: The antimicrobial activity of maggots in vivo results. *J Tissue Viability*. 2004; 14: 97–101.
76. VAN DER PLAS MJA, JUKEMA GN, WAI SW ET AL: Maggot excretions/secretions are differentially effective against biofilms of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother*. 2008; 61: 377–379.
77. WOLLINA U, LIEBOLD K, SCHMIDT W ET AL: Biosurgery supports granulation and debridement in chronic wounds- clinical data and remittance spectroscopy measurement. *Int Soc Dermatol*. 2002; 41: 635–639.
78. GILEAD L, MUMCUOGLU KY, INGBER A: The use of maggot debridement therapy in the treatment of chronic wounds in hospitalised and ambulatory patients. *J Wound Care*. 2012; 21: 78–85.
79. Cullen, A: Spinal cord injury: using maggots to ease the pressure. *Wounds UK*. 2009; 5: 82–85.
80. PAUL LAG, AHMAD NW, LEE HL ET AL: Maggot debridement therapy with *Lucile cuprina*: a comparison with conventional debridement in diabetic foot ulcers. *Int Wound J*. 2009; 6: 39–46.
81. RODGERS A: Maggots for the management of purpura fulminans in a paediatric patient. *Wounds UK*. 2009; 5: 141–145.
82. DUMVILLE J, WORTHY G, BLAND JM ET AL: Larval therapy for leg ulcers (VenUS 11): randomised controlled trial. *BMJ*. 2009; 338: b773.
83. SHERMAN RA: Maggot therapy for treating diabetic foot ulcers unresponsive to conventional therapy. *Diabetes Care*. 2003; 26: 446–451.
84. SPILSBURY K, CULLUM N, DUMVILLE J ET AL: Exploring patient perceptions of larval therapy as a potential treatment for venous leg ulceration. *Health Expect*. 2008; 11: 148–159.
85. COURTENAY M, CHURCH JC, RYAN TJ: Larva therapy in wound management. *J R Soc Med*. 2000; 93: 72–74.
86. MARKEVICH YO, MCLEOD-ROBERTS J, MOUSLEY M, MOLLOY E: Maggot therapy for diabetic neuropathic foot wounds. *Diabetologia*. 2000; 43 (Suppl. 1): A15.
87. BRADLEY M, CULLUM N, SHELDON T: The debridement of chronic wounds: a systematic review. *Health Technol Assess*. 1999; 3: 17, 1–78.
88. MUMCUOGLU KY, INGBER A, GILEAD L ET AL: Maggot therapy for the treatment of intractable wounds. *Int J Dermatol*. 1999; 38: 623–627.
89. WAYMEN J, WALKER A, SOWINSKI A ET AL: Larval debridement therapy: a cost-effective alternative to hydrogel in necrotic venous ulcers: a randomized trial. *Br J Surg*. 2000; 87: 507.
90. EVANS H: Larvae therapy and venous leg ulcers: reducing the 'Yuk factor'. *J Wound Care*. 2002; 11: 407–408.
91. BLAKE FAS, ABROMEIT N, BUBENHEIM M: The biosurgical wound debridement: experimental investigation of efficiency and practicability. *Wound Repair Regen*. 2007; 15: 756–761.
92. WAYMAN J, ANNE W, SOWINSKI A, WALKER MA: The cost effectiveness of larval therapy in venous ulcers. *J Tissue Viability*. 2000; 10: 91–94.
93. DRISDELLE R: Maggot debridement therapy: a living cure. *Nursing*. 2003; 33: 17.
94. RICHARDSON M: The benefit of larval therapy in wound care. *Nurs Stand*. 2004; 19: 7, 70–74.
95. SOARES MO, IGLESIAS CP, BLAND M ET AL: Cost effectiveness analysis of larval therapy for leg ulcers. *BMJ*. 2009; 338: b825.
96. MARGOLIN L, GIALANELLA P: Assessment of the antimicrobial properties of maggots. *Int Wound J*. 2010; 7: 202–204.
97. BROWN LL, SHELTON HT, BORNSIDE GH, COHN I, JNR: Evaluation of wound irrigation by pulsatile jet and conventional methods. *Ann Surg*. 1978; 187: 170–173.
98. GRANICK MS, TENENHAUS M, KNOX KR, ULM JP: Comparison of wound irrigation and tangential hydrodissection in bacterial clearance of contaminated wounds: results of a randomized, controlled clinical study. *Ostomy Wound Manage*. 2007; 53: 4, 64–70.
99. CAPUTO WJ, BEGGS DJ, DEFEDE JL ET AL: A prospective randomised controlled clinical trial comparing hydrosurgery debridement with conventional surgical debridement in lower extremity ulcers. *Int Wound J*. 2008; 5: 288–294.
100. DRAEGER RW, DAHNERS LE: Traumatic wound debridement: a comparison of irrigation methods. *J Orthop Trauma*. 2006; 20: 83–88.
101. GRAVANTE G, DELOGU D, ESPOSITO G, MONTONE A: Versajet hydrosurgery versus classic escharotomy for burn débridement: a prospective randomized trial. *J Burn Care Res*. 2007; 28: 720–724.
102. BOWLING FL, STICKINGS DS, EDWARDS-JONES V ET AL: Hydro debridement of wounds: effectiveness in reducing wound bacterial contamination and potential for air bacterial contamination. *J Foot Ankle Res*. 2009; 8: 13.
103. DAESCHLEIN G, LEHNERT W, ARNOLD A ET AL: Hygienic safety of a new hydrodynamic wound debridement system. *Dermatol Surg*. 2010; 36: 1426–1438.
104. NUSSBAUM EL, BIEMANN I, MUSTARD B: Comparison of ultrasound/ultraviolet-C and laser for treatment of pressure ulcers in patients with spinal cord injury. *Phys Ther*. 1994; 74: 812–825.
105. HERBERGER K, FRANZKE N, BLOME C ET AL: Efficacy, tolerability and patient benefit of ultrasound-assisted wound treatment versus surgical debridement: a randomized clinical study. *Dermatol*. 2011; 222: 244–249.
106. MORYKWAWS MJ, ARGENTA LC, SHELTON-BROWN EI, MCGUIRT W: Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment. Animal studies and basic foundation. *Plast Surg*. 1997; 38: 553–562.
107. LORÉE S, DOMPMARTIN A, PENVEN, K ET AL: Is vacuum-assisted closure a valid technique for debriding chronic leg ulcers? *J Wound Care*. 2004; 13: 249–252.
108. SAXENA V, HWANG CW, HUANG S ET AL: Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 114: 1086–1096.
109. ARMSTRONG DG, LAVERY LA, DIABETIC FOOT STUDY CONSORTIUM: Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2005; 366: 9498, 1704–1710.
110. BLUME PA, WALTERS J, PAYNE W ET AL: Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2008; 31: 631–636.
111. MOUËS CM, VAN DEN BEMD GJ, HEULE F, HOVIUS SE: Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2007; 60: 672–681.
112. WANNER MB, SCHWARZL F, STRUB B ET AL: Vacuum-assisted wound closure for cheaper and more comfortable healing of pressure sores: a prospective study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 2003; 37: 28–33.
113. TIMMERS MS, GRAAFLAND N, BERNARDS AT ET AL: Negative pressure wound treatment with polyvinyl alcohol foam and polyhexanide antiseptic solution instillation in posttraumatic osteomyelitis. *Wound Repair Regen*. 2009; 17: 278–286.
114. Stannard JP, Volgas DA, Stewart R et al: Negative pressure wound therapy after severe open fractures: a prospective randomized study. *J Orthop Trauma*. 2009; 23: 552–557.

115. BRAAKENBURG A, OBDEIJN MC, FEITZ R ET AL: The clinical efficacy and cost effectiveness of the vacuum-assisted closure technique in the management of acute and chronic wounds: a randomized controlled trial. *J Plast Reconstr Surg.* 2006; 118: 390–397.
116. WU SC, ARMSTRONG DG: Clinical outcome of diabetic foot ulcers treated with negative pressure wound therapy and the transition from acute care to home care. *Int Wound J.* 2008; 5 (Suppl. 2): 10–16.
117. ENSING GT, ROEDER BL, NELSON JL ET AL: Effect of pulsed ultrasound in combination with gentamicin on bacterial viability in biofilms on bone cements in vivo. *J Appl Microbiol.* 2005; 99: 443–448.
118. ENSING GT, NEUT D, VAN HORN JR ET AL: The combination of ultrasound with antibiotics released from bone cement decreases the viability of planktonic and biofilm bacteria, an in vitro study with clinical strains. *J Antimicrob Chemother.* 2006; 58: 1287–1290.
119. VOIGT J, WENDELKEN M, DRIVER V, ALVAREZ OM: Low-frequency ultrasound (20–40kHz) as an adjunctive therapy for chronic wound healing: a systematic review of the literature and meta-analysis of eight randomized controlled trials. *Int J Low Extrem Wounds.* 2011; 10: 190–199.
120. TAN J, ABISI S, SMITH A, BURNAND KG: A painless method of ultrasonically assisted debridement of chronic leg ulcers: a pilot study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2007; 33: 234–238.
121. WEBSTER DF, POND JB, BYSON M, HARVEY W: The role of cavitation in the in vitro stimulation of protein synthesis in human fibroblasts by ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 1978; 4: 343–351.
122. NYBORG WL: Ultrasonic microstreaming and related phenomena. *Br J Cancer.* 1982; 45: 156–160.
123. JOHNS LD: Nonthermal effects of herapeutic ultrasound the frequency resonance hypothesis. *J Athl Train.* 2002; 37: 293–299.
124. ENNIS WJ, VALDES W, GAINER M, MENESES P: Evaluation of clinical effectiveness of MIST ultrasound therapy for the healing of chronic wounds. *Adv Skin Wound Care.* 2006; 19: 437–446.
125. RAMUNDO J, GRAY M: Is ultrasonic mist therapy effective for debriding chronic wounds? *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 2008; 35: 579–583.
126. LEBRUN E, TOMIC-CANIC M, KIRSNER RS: The role of surgical debridement in healing of diabetic foot ulcers. *Wound Repair Regen.* 2010; 18: 433–438.
127. BRIGIDO SA: The use of an cellular dermal regenerative tissue matrix in the treatment of lower extremity wounds: a prospective 16-week pilot study. *Int Wound J.* 2006; 3: 181–187.
128. ZEITANI J, BERTOLDO F, BASSANO C ET AL: Superficial wound dehiscence after median sternotomy: surgical treatment versus secondary wound healing. *Ann Thoracic Surg.* 2004; 77: 672–675.
129. AL-ARABI YB, NADER M, HAMIDIAN-JAHROMI AR, WOODS DA: The effect of the timing of antibiotics and surgical treatment on infection rates in open long-bone fractures: A 9-year prospective study from a district general hospital. *Injury.* 2007; 38: 900–905.
130. HAYCOCKS S, CHADWICK P: Sharp debridement of diabetic foot ulcers and the importance of meaningful informed consent. *Wounds UK.* 2008; 4: 51–56.
131. CARDINAL M, EISENBUD DE, ARMSTRONG DG ET AL: Serial surgical debridement: A retrospective study on clinical outcomes in chronic lower extremity wounds. *Wound Repair Regen.* 2009; 17: 306–311.
132. WILLIAMS D, ENOCH S, MILLER D ET AL: Effect of sharp debridement using curette on recalcitrant nonhealing venous leg ulcers: A concurrently controlled, prospective cohort study. *Wound Repair Regen.* 2005; 13: 131–137.
133. STEED DL, ATTINGER C, BREM H ET AL: Guidelines for the prevention of diabetic ulcers. *Wound Repair Regen.* 1996; 16: 169–174.
134. LEWIS R, WHITING P, ter Riet G ET AL: A rapid and systematic review of the clinical effectiveness and costeffectiveness of debriding agents in treating surgical wounds healing by secondary intention. *Health Technol Assess.* 2001; 5: 14, 1–131.
135. RAGNARSON TENNVALL G, APELQVIST J, ENEROTH M: Costs of deep foot infections in patients with diabetes mellitus. *Pharmacoeconomics.* 2000; 18: 225–238.
136. RAGNARSON TENNVALL G, APELQVIST J: Health-economic consequences of diabetic foot lesions. *Clin Infect Dis.* 2004; 39 (Suppl. 2): S132–139.
137. APELQVIST J, RAGNARSON TENNVALL G, PERSSON U ET AL: Diabetic foot ulcers in a multidisciplinary setting. An economic analysis of primary healing and healing with amputation. *J Int Med.* 1994; 235: 463–471.
138. PROMPERS L, HUIJBERTS M, APELQVIST J ET AL: High prevalence of ischaemia, infection and serious comorbidity in patients with diabetic foot disease in Europe. Baseline results from the EURODIALE study. *Diabetologia.* 2007; 50: 18–25.
139. PROMPERS L, HUIJBERTS MSP, SCHAPER NC ET AL: Resource utilisation and costs associated with the treatment of diabetic foot ulcers. Prospective data from the Eurodiale Study. *Diabetologia.* 2008; 51: 1826–1834.
140. BALLARD-KRISHNAN S, VAN RIJSWIJK L, POLANSKY M: Pressure ulcers in extended care facilities: report of a survey. *J Wound Ostomy Continence Nurs.* 1994; 21: 4–11.
141. OLIN JW, BEUSTERIEN KM, CHILDS MB ET AL: Medical costs of treating venous stasis ulcers: evidence from a retrospective cohort study. *Vasc Med.* 1999; 4: 1–7.
142. KERSTEIN MD, GEMMEN E, VAN RIJSWIJK L ET AL: Cost and cost effectiveness of venous and pressure ulcer protocols of care. *Dis Manage Health Outcomes.* 2005; 9: 651–663.
143. POSNETT J, GOTTRUP F, LUNDGREN H, SAAL G: The resource impact of wounds on health-care providers in Europe. *J Wound Care.* 2009; 18: 154–161.
144. BOULTON AJM, VILEIKYTE L, RAGNARSON TENNVALL G, APELQVIST J: The global burden of the diabetic foot disease. *Lancet.* 2005; 336: 1719–1724.
145. PERSSON U, WILLIS M, ÖDEGAARD K, APELQVIST J: The cost-effectiveness of treating diabetic lower extremity ulcers with becaplermin (Regranex). A care model with an application using Swedish cost data. *Value Health.* 2000; 3 (Suppl. 1): 39–46.
146. MARGOLIS DJ, GROSS EA, WOOD CR, LAZARUS GS: Planimetric rate of healing in venous ulcers of the leg treated with pressure bandage and hydrocolloid dressing. *J Am Acad Dermatol.* 1993; 28: 418–421.
147. FALANGA V, SAAP LJ, OZONOFF A: Wound bed score and its correlation with healing of chronic wounds. *Dermatol Ther.* 2006; 19: 383–390.
148. RAGNARSON TENNVALL G, HJELMGREN J: Annual costs of treatment for venous leg ulcers in Sweden and the United Kingdom. *Wound Repair Regen.* 2005; 13: 13–18.
149. GOTTRUP F, APELQVIST J, PRICE P: Outcomes in controlled and comparative studies on non-healing wounds: Recommendations to improve the quality of evidence in wound management. *J Wound Care.* 2010; 19: 237–268.
150. POSNETT J, FRANKS PJ: The costs of skin breakdown and ulceration in the UK. In: Pownall, M. (ed). *Skin Breakdown — The Silent Epidemic.* Smith & Nephew Foundation, 2010.
151. OIEN RF, RAGNARSON TENNVALL G: Accurate diagnosis and effective treatment of leg ulcers reduce prevalence, care time and costs. *J Wound Care.* 2006; 15: 259–262.
152. DRUMMOND MF, SCHULPHER MJ, TORRANCE GW ET AL: Methods for the economic evaluation of health care programmes (3rd edn). Oxford University Press, 2005.
153. GRANICK M, BOYKIN J, GAMELLI R ET AL: Toward a common language: surgical wound bed preparation and debridement. *Wound Repair Regen.* 2005; 14 (Suppl. 1): 1–10.
154. MOSTI G, LABICHELLA ML, PICERNI P ET AL: The debridement of hard to heal leg ulcers by means of a new device based on Fluidjet technology. *Int Wound J.* 2005; 2: 307–314.
155. MULDER GD: Cost-effective managed care: gel versus wetto-dry for debridement. *Ostomy Wound Manage.* 1995; 41: 2, 68–74.

Anhang 1:

Review der Fachliteratur zu Debridement-Methoden

Bei der Erstellung dieses Positionspapiers zum Debridement, das von der European Wound Management Association (EWMA) herausgegeben wird, wurde die einschlägige Fachliteratur berücksichtigt. Hierfür wurden drei Datenbanken durchsucht: Medline, Embase und Cochrane.

Die Suchstrategie war darauf ausgelegt, ein breites Spektrum an Methoden und Ergebnissen abzudecken, die den Einsatz unterschiedlicher Debridement-Techniken bei der Wundversorgung dokumentieren.

Es wurden die folgenden englischen Suchbegriffe verwendet:

- 1 debridement
- 2 gauze OR wet-to-dry
- 3 dressings OR alginate OR hydrofiber OR hydrofibre OR hydrocolloid OR granuflex OR tegasorb OR aquacel OR combiderm OR duoderm
- 4 hydrogel OR intrasite OR sterigel OR granugel OR nugel OR purilon OR vigilon
- 5 zinc oxide
- 6 hypochlorite OR hydrogen peroxide
- 7 malic acid OR benzoic acid OR salicylic acid OR propylene glycol
- 8 iodoflex OR iodisorb
- 9 dextranomer OR cadexomer OR xerogel OR eusol OR debrisan
- 10 dakin
- 11 collagenase OR fibrinolytic OR proteolytic OR trypsin OR streptokinase OR varidase
- 12 papain
- 13 honey
- 14 maggot OR larva
- 15 jet lavage (versajet OR fluidjet)
- 16 ultrasound
- 17 negative pressure OR vacuum assisted closure
- 18 laser
- 19 electrical stimulation
- 20 surgical OR sharp
- 21 pain
- 22 granulation
- 23 cost

Jeder Suchbegriff (2–23) wurde mit dem ersten Suchbegriff kombiniert, und die in den Datenbanken gefundenen Texte wurden dokumentiert. War die Anzahl der gefundenen Texte zu hoch (> 500), wurde die Suche auf klinische Studien eingegrenzt.

Methode zur Quellenauswahl

Nachdem die Texte für jede Kategorie gemäß der oben erwähnten Suchstrategie gefunden waren, wurden sie auf ihre Eignung für den geplanten Review geprüft. Bei einer ersten Durchsicht wurden solche Texte ausgeschlossen, die den Zweck des Reviews nicht erfüllten. Außerdem wurden doppelte Zitate gelöscht. Daraus ergab sich die unten genannte Anzahl von Zitaten. Man beachte, dass diese Zitate sich nicht gegenseitig ausschließen, d. h., einige Zitate können in mehr als einer Kategorie vorkommen.

	Suchbegriff	Zitierungen
2	gauze OR wet-to-dry	64
3	dressings OR alginate OR Hydrofiber OR hydrofib e OR hydrocolloid OR granuflex OR tegasorb OR aquacel OR combiderm OR duoderm	204
4	hydrogel OR Intrasite OR sterigel OR granugel OR nugel OR purilon OR vigilon	130
5	zinc oxide	14
6	hypochlorite OR hydrogen peroxide	107
7	malic acid OR benzoic acid OR salicylic acid OR propylene glycol	25
8	iodoflex OR iodisorb	21
9	dextranomer OR cadexomer OR xerogel OR eusol OR debrisan	81
10	dakin	10
11	collagenase OR fibrinolytic OR proteolytic OR trypsin OR streptokinase OR varidase	231
12	papain	52
13	honey	57
14	maggot OR larva	38
15	versajet OR fluidje	5
16	ultrasound	25
17	negative pressure OR vacuum-assisted closure	61
18	laser	27
19	electrical stimulation	15
20	surgical OR sharp	68
21	pain	106
22	granulation	62
23	cost	86

Anhang 2:

Literaturverzeichnis mit Angabe zu Art der Publikation,
siehe: <http://ewma.org/english/publications/ewma-debridement-document.html>

Anhang 3: Sicherheits-Checkliste vor Beginn eines Debridements

Adressaufkleber des Patienten (Name etc.) Klinik: Datum des Eingriffs: Art des Eingriffs:	Geburtsdatum: Zeitpunkt des Eingriffs:
Debridement-Checkliste	
Jede Zeile ausfüllen: Ja = J; Nein = N; nicht zutreffend = n. z.	
Überprüfung patientenbezogener Daten	
Beurteilung des Patienten	
Vollständige Wundbeurteilung	
Debridement-Methode: Patienten aufgeklärt und Verfahren besprochen	
Schriftliche Einwilligungserklärung eingeholt	
Vorbereitung von Geräten, Instrumenten und Materialien	
Relevante Laborberichte sind vorhanden (Hb, Gerinnung usw.)	
Gefäßuntersuchung (ABI, Sonographiebefunde usw.)	
Analgetika dokumentiert	
Alle bekannten Allergien berücksichtigt	
Durchzuführender Eingriff dokumentiert	
Markierung der Eingriffsstelle unter Berücksichtigung der Patientenposition	
Eingriff dokumentiert	

Unterschrift:

Anhang 4:

Nicht berücksichtigte Artikel zum mechanischen Debridement

1. EDSTROM LE, ROBSON MC, MACCHIAVERNA JR, SCALA AD: Prospective randomized treatments for burned hands: nonoperative vs operative. Preliminary report. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1979; 13: 131–135.
2. Xakellis GC, Chrischilles EA: Hydrocolloid versus saline-gauze dressings in treating pressure ulcers: a cost-effectiveness analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1992; 73: 463–469.
3. BROWN GS: Reporting outcomes for stage IV pressure ulcer healing: a proposal. *Adv Skin Wound Care.* 2000; 13: 277–283.
4. PIAGGESI A, BACCETTI F, RIZZO L ET AL: Sodium carboxyl-methyl-cellulose dressings in the management of deep ulcerations of diabetic foot. *Diabet Med.* 2001; 18: 320–324.
5. CARAVAGGI C, DE GIGLIO R, PRITELLI C ET AL: HYAFF 11-based autologous dermal and epidermal grafts in the treatment of noninfected diabetic plantar and dorsal foot ulcers: a prospective, multicenter, controlled, randomized clinical trial. *Diabetes Care.* 2003; 26: 2853–2859.
6. EGINTON MT, BROWN KR, SEABROOK GR ET AL: A prospective randomized evaluation of negative-pressure wound dressings for diabetic foot wounds. *Ann Vasc Surg.* 2003; 17: 645–649.
7. WANNER MB, SCHWARZL F, STRUB B ET AL: Vacuum-assisted wound closure for cheaper and more comfortable healing of pressure sores: a prospective study. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2003; 37: 28–33.
8. ALLIE DE, HEBERT CJ, LIRTZMAN MD ET AL: Novel treatment strategy for leg and sternal wound complications after coronary artery bypass graft surgery: bioengineered Apligraf. *Ann Thorac Surg.* 2004; 78: 673–678.
9. COHN SM, LOPEZ PP, BROWN M ET AL: Open surgical wounds: how does Aquacel compare with wet-to-dry gauze? *J Wound Care.* 2004; 13: 10–12.
10. MOUËS CM, VOS MC, VAN DEN BEMD GJ ET AL: Bacterial load in relation to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomized trial. *Wound Repair Regen.* 2004; 12: 11–17.
11. BRIGIDO SA: The use of an acellular dermal regenerative tissue matrix in the treatment of lower extremity wounds: a prospective 16-week pilot study. *Int Wound J.* 2006; 3: 181–187.
12. HUANG WS, HSIEH SC, HSIEH CS ET AL: Use of vacuum-assisted wound closure to manage limb wounds in patients suffering from acute necrotizing fasciitis. *Asian J Surg.* 2006; 29: 135–139.
13. YAO C, YAO P, WU H, ZHA Z: Acceleration of wound healing in traumatic ulcers by absorbable collagen sponge containing recombinant basic fibroblast growth factor. *Biomed Mater.* 2006; 1: 33–37.
14. MOUËS CM, VAN DEN BEMD GJ, HEULE F, HOVIUS SE: Comparing conventional gauze therapy to vacuum-assisted closure wound therapy: a prospective randomised trial. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2007; 60: 672–681.
15. KOLLER J, BUKOVCAN P, ORSÁG M ET AL: Enzymatic necrolysis of acute deep burns—report of preliminary results with 22 patients. *Acta Chir Plast.* 2008; 50: 4, 109–114.
16. WANG JW, TENG YJ: Efficacy of ionic silver dressing and gel in local treatment of dog bite wounds: a randomised control study [in Chinese]. *J Clin Rehabil Tissue Eng Res.* 2008; 12: 2659–2662.
17. EL-NAHAS M, GAWISH H, TARSHOBY M, STATE O: The impact of topical phenytoin on recalcitrant neuropathic diabetic foot ulceration. *J Wound Care.* 2009; 18: 33–37.
18. SABA SC, TSAI R, GLAT P: Clinical evaluation comparing the efficacy of aquacel ag hydrofiber dressing versus petrolatum gauze with antibiotic ointment in partial-thickness burns in a pediatric burn center. *J Burn Care Res.* 2009; 30: 380–385.
19. MARTIN FT, O’SULLIVAN JB, REGAN PJ ET AL: Hydrocolloid dressing in pediatric burns may decrease operative intervention rates. *J Pediatr Surg.* 2010; 45: 600–605.
20. PEREZ D, BRAMKAMP M, EXE C ET AL: Modern wound care for the poor: a randomized clinical trial comparing the vacuum system with conventional saline-soaked gauze dressings. *Am J Surg.* 2010; 199: 14–20.
21. SOLWAY DR, CLARK WA, LEVINSON DJ: A parallel open-label trial to evaluate microbial cellulose wound dressing in the treatment of diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2011; 8: 69–73.
22. BRENES RA, SOBOTKA L, AJEMIAN MS ET AL: Hyaluronate-iodine complex: a new adjunct for the management of complex sternal wounds after a cardiac operation. *Arch Surg.* 2011; 146: 1323–1325.
23. UCCIOLI L, GIURATO L, RUOTOLO V ET AL: Two-step autologous grafting using HYAFF scaffolds in treating difficult diabetic foot ulcers: results of a multicenter, randomized controlled clinical trial with long-term follow-up. *Int J Low Extrem Wounds.* 2011; 10: 80–85.
24. WARRINER RA 3RD, CARDINAL M, TIDE INVESTIGATORS: Human fibroblast-derived dermal substitute: results from a treatment investigational device exemption (TIDE) study in diabetic foot ulcers. *Adv Skin Wound Care.* 2011; 24: 306–311.
25. ZHEN ZJ, LAI EC, LEE QH ET AL: Conventional wound management versus a closed suction irrigation method for infected laparotomy wound – a comparative study. *Int J Surg.* 2011; 9: 378–381.

WUND MANAGEMENT

Autorenhinweise

| Einreichen des Manuskriptes

Das Manuskript sollte in elektronischer Form (Text als Word- und PDF-Datei; Abbildungen in druckfähiger Form im tif-, eps oder jpg-Format mit einer Auflösung von 300 dpi) unter folgender Adresse eingereicht werden:

Redaktion WUNDMANAGEMENT
mhp-Verlag GmbH
Marktplatz 13, D-65183 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)611-50593-135
Fax: +49 (0)611-50593-130
E-Mail: wm@mhp-verlag.de

Mit der Einreichung versichern die Autoren, dass Ihr Beitrag bisher weder publiziert noch an anderer Stelle zur Publikation eingereicht wurde.

Ferner bestätigt der/die korrespondierende Autor/in, dass alle genannten Autoren/innen an der Arbeit beteiligt waren und mit der vorliegenden Version sowie mit der Veröffentlichung in Wundmanagement einverstanden sind. Die Autoren/innen sollten zur Sicherheit eine Kopie des gesamten Manuskripts aufbewahren. Nach Eingang des Manuskripts erhält der/die korrespondierende Autor/in eine Eingangsbestätigung.

| Peer-Review-Verfahren

Die Entscheidung, ob ein Beitrag zur Publikation angenommen, abgelehnt oder zur Überarbeitung an den/die Autor/in zurückgeschickt wird, erfolgt im anonymisierten Peer-Review-Verfahren. In das Peer-Review-Verfahren werden bei Original- und Übersichtsarbeiten mindestens zwei Gutachter/innen mit einbezogen. Artikel aus der Praxis werden von mindestens einem/einer Gutachter/in nach praxisrelevanten Kriterien begutachtet. Bei konträren Gut-

Diese Hinweise basieren auf den „Uniform Requirements“ des Internationalen Komitees Medizinischer Zeitschriftenredakteure. Sie finden die detaillierten Richtlinien unter <http://www.icmje.org/>.

achten wird ein/e weitere/r Gutachter/in in das Peer-Review-Verfahren einbezogen.

| Publikationen in Wundmanagement

Das Recht der redaktionellen Bearbeitung und der typographischen Gestaltung ist dem Verlag vorbehalten. Vor Drucklegung erhält der/die Autor/in Korrekturabzüge zur Imprimatur, die auf Druck- und sachliche Fehler zu kontrollieren sind. Der/Die Autor/in sendet den für druckreif erklärten Abzug fristgerecht an den Verlag zurück. Wird die dafür von der Redaktion angegebene Frist nicht eingehalten, behält sich der Verlag eine Zurückstellung vor. Von Original-, Übersichtsarbeiten oder Beiträgen aus der Praxis erhält der/die korrespondierende Autor/in kostenlos eine PDF-Datei zur persönlichen Verwendung.

Definitionen

Originalarbeiten

sind experimentelle oder epidemiologische Untersuchungen zur Beantwortung einer wissenschaftlichen Fragestellung. Sie sind gegliedert in Einleitung, Methode, Ergebnisse und Diskussion. Die Einleitung sollte neben einer kurzen Darstellung von Sinn und Zweck der Arbeit wichtige Informationen enthalten, die zum Verständnis der Arbeit beitragen. Material und Methoden sollte in einer für jeden Leser nachvollziehbaren Weise beschrieben werden. Im Abschnitt Ergebnisse sollten die selbst gewonnenen Daten ohne jede Wertung in Text

und Tabellen oder Abbildungen präsentiert werden und im anschließenden Diskussionsteil diskutiert und Schlussfolgerungen gezogen werden.

Übersichtsarbeiten

enthalten eine Zusammenfassung der aktuellen Literatur zu einem bestimmten Thema und geben dem Leser einen ausführlichen Überblick über den derzeitigen Status quo in der Wissenschaft. In einer Einleitung wird das Thema der Arbeit dargestellt. Die Übersicht stellt die einschlägigen wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum Thema dar und in einer Schlussbetrachtung werden die Arbeiten bewertet und ggf. Konsequenzen dargestellt.

Aus der Praxis

Beiträge aus der Praxis enthalten Falldarstellungen, Erfahrungsberichte oder praxisbezogene Untersuchungen, die nicht den Umfang und das Design einer Originalarbeit haben. In der Einleitung werden Hintergrund oder Anlass des Beitrages dargestellt. Methoden und Ergebnisse können zusammengefasst dargestellt werden. In der Diskussion werden die aus den Beobachtungen gezogenen Konsequenzen diskutiert und ggf. mit einigen Literaturstellen belegt.

| Was Sie beim Erstellen des Manuskriptes beachten sollten

– Die **Länge des Manuskripts** sollte einen Umfang von 6.000 Wörter nicht überschreiten (enthält Zusammenfassung in

- Deutsch und Englisch, Text, Danksagung und Literatur).
- Die **Titelseite** enthält den Titel in deutscher und englischer Sprache, die Namen und Titel aller Autoren/innen sowie die Namen und vollständigen Adressen des Instituts bzw. der Abteilung, in dem die Arbeit angefertigt wurde. Der/Die korrespondierende Autor/in sollte eindeutig gekennzeichnet sowie dessen Fax-Nummer und E-Mail-Adresse angegeben werden. Die Schlüsselwörter sollten in deutscher und englischer Sprache angegeben werden.
 - Die **Zusammenfassung** in deutscher und englischer Sprache sollte jeweils nicht mehr als 250 Wörter umfassen. Bei Originalarbeiten wird die Zusammenfassung in Studiendesign, Methodik, Ergebnisse sowie Schlussfolgerung gegliedert und in Kürze den Hintergrund, die grundsätzlichen Methoden, die wichtigsten Ergebnisse und die Schlussfolgerungen dargestellt.
 - Zur besseren **Gliederung** werden Überschriften und Unterüberschriften verwendet, Fußnoten sollten vermieden werden.
 - Die **Danksagung** benennt alle Personen, die darüber hinaus mitgearbeitet, Material zur Verfügung gestellt haben etc. bzw. Institutionen, die zur Finanzierung des Projekts beigetragen haben.
 - Wundmanagement veröffentlicht bei allen Artikeln der Rubriken „Originalarbeit, Übersicht, Praxis“ eine Erklärung zu einem möglichen **Interessenkonflikt**. Die Angabe möglicher Interessenkonflikte dient der besseren Transparenz für die Redaktion und vor allem für die Leser. Selbstverständlich spricht ein möglicher Interessenkonflikt allein in der Regel nicht gegen die wissenschaftlichen Aussagen eines Manuskriptes. **Detaillierte Informationen und das Formular zum Interessenkonflikt** finden Sie unter: www.mhp-verlag.de/media/interessenkonflikt_autoren.pdf
 - Eine **schriftliche Einverständniserklärung der Patienten** für die Teilnahme an einer Studie muss vorliegen.
 - Eine Erklärung über die **Einhaltung der Menschen- sowie Tierrechte** bei der Durchführung einer Studie muss vorliegen.
 - Die **Literatur** sollte im „Vancouver Style“ zitiert werden (Br Med J 1988; 286: 401–405).

Die zitierten Publikationen werden numerisch entsprechend der Reihenfolge ihrer

ersten Erwähnung im Text aufgelistet und im Text als arabische Ziffern in eckigen Klammern gekennzeichnet (... wurde beobachtet [11...]). Die Referenzen in Abbildungen und Tabellen werden entsprechend ihrer Nennung im Text nummeriert. Alle Referenzen werden am Ende des Artikels in alphabetischer Reihenfolge aufgelistet. Es darf nur Literatur zitiert werden, die in direktem Zusammenhang mit der Publikation steht. Im Literaturverzeichnis dürfen nur wissenschaftliche Publikationen aufgeführt werden, die bereits veröffentlicht wurden oder zur Veröffentlichung angenommen, aber noch nicht gedruckt wurden (Verweis: im Druck).

Bei sechs oder weniger Autoren/innen werden alle Namen angegeben; bei sieben und mehr Autoren/innen werden nur die ersten drei angegeben und et al. hinzugefügt. Die Autoren garantieren für die Richtigkeit der Literatur, für die korrekte Nennung der Referenzen sowie für die Übereinstimmung der im Text angegebenen Referenzen mit den in der Literaturliste angegebenen Literaturhinweisen.

Zitierweise von Journals

1. Armstrong DG, Lavery LA, Diabetic Foot Study Consortium: Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005; 366 (9498): 1704–1710.

Die Titel der Journals werden nach dem Index Medicus abgekürzt.

Zitierweise von Büchern

1. Washington JA, Barry AL. Dilution test procedures. In: Lennette EH, Spaulding EH, Truant JP, Eds. *Manual of Clinical Microbiology*, 2nd edn. Washington, DC: American Society for Microbiology 1979; 410–417.

– Beim Einreichen des Manuskriptes soll die folgende **Reihenfolge** eingehalten werden: Titelseite, Text, Literatur, Tabellen, Abbildungen, Legenden.

– **Tabellen** müssen mit einem aussagekräftigen Titel versehen und mit arabischen Ziffern nummeriert sein (Tabelle 1, 2, 3 etc.), wobei die Nummerierung in der Reihenfolge ihrer Erwähnung im Text erfolgt. Gegebenenfalls notwendige Erklärungen können in Fußnoten angegeben werden.

– Die **Abbildungen** sollen in druckfähiger Form als jpg-Format mit einer Auflösung von 300 dpi eingereicht werden. Sie werden mit arabischen Ziffern nummeriert (Abbildung 1, 2, 3 etc.), wobei die Nummerierung in der Reihenfolge ihrer Erwähnung im Text erfolgt. Für jede Abbildung wird eine kurze Legende benötigt. Bitte beachten Sie: Es ist Aufgabe des Autors, die Nachdruckerlaubnis für Tabellen und Abbildungen usw. aus anderen Publikationen oder nicht publizierten Quellen zu beschaffen.

– **Rechtschreibung** und Abkürzungen nach Duden, SI und DIN; Art- und Gattungsnamen von Organismen sollen kursiv geschrieben werden. Bei Erstnennung von Organismen sollten diese ausgeschreiben werden, danach soll der Gattungsnamen mit dem Anfangsbuchstaben abgekürzt werden (z. B. *L. sericata*).

Originalität und Copyright

Mit der Druckfreigabe erhält der Verlag das ausschließliche Nutzungsrecht zur Vervielfältigung und Verbreitung. Jedoch darf der Urheber/der Autor den Artikel nach Ablauf eines Jahres seit Erscheinen für seine eigene Online-Publikation nutzen (§ 38, Abs. 1 Urheberrecht).

Fragen?

Wenn Sie Fragen haben, können Sie sich gerne an die Redaktion wenden:

Dr. Barbara Springer
Tel.: +49 (0)611 50593-135
E-Mail: wm@mhp-verlag.de

Verlag

mhp-Verlag GmbH, Marktplatz 13
D-65183 Wiesbaden
Tel.: +49 (0)611 50593-131, Fax: -130
E-Mail: info@mhp-verlag.de
Internet: www.mhp-verlag.de

Inhaber

ACM Unternehmensgruppe GmbH,
Wiesbaden
Prof. Dr. Hans-Günther Sonntag,
Dossenheim
Frau Barbara Kirschner, Bad Homburg
SynCen Synergie Centrum GmbH,
Mitterberghütten

Redaktion

Dr. Barbara Springer, Anschrift s. o.
Tel.: (0611) 50593-135, Fax: -130
E-Mail: wm@mhp-verlag.de

V.i.S.d.P.

Andreas Klein, Geschäftsführer,
Anschrift wie Verlag

Anzeigenverwaltung

Walter Bockemühl, Anschrift s. o.
Tel.: +49 (0)611 50593-132, Fax: -130
E-Mail: anzeigen@mhp-verlag.de



Es gilt die Anzeigenpreisliste
Nr. 7/2013.

Druck: Druckerei Chmielorz GmbH,
Wiesbaden-Nordenstadt

Erscheinungsweise: zweimonatlich

Jahresabonnement: € 44,60, Einzelheft:
€ 10,- (jeweils inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten).
E-Paper: € 48,00 (inkl. MwSt.).
Kombination Print + E-Paper: € 56,60
(inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten). Für
die Mitglieder folgender Vereine ist der
Bezug im Mitgliedsbeitrag enthalten: ICW
e. V., Österreichische Gesellschaft für
Wundbehandlung (AWA), Schweizerische
Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW),
Wundnetz Kiel e. V., Wundverbund Süd-
west e. V., Wundzentrum Hamburg e. V.,
Wundzentrum Nord e. V.

Organ

Die Zeitschrift Wundmanagement ist das
offizielle Mitteilungsorgan der Initiative
Chronische Wunden e. V., der Österrei-
chischen Gesellschaft für Wundbehandlung
(AWA), der Schweizerische Gesellschaft
für Wundbehandlung (SAfW), des Wund-
netzes Kiel e. V., des Wundverbundes Süd-
west e. V., des Wundzentrums Hamburg
e. V. und des Wundzentrums Nord e. V.

Wichtige Hinweise:

Alle Beiträge und Abbildungen sind
urheberrechtlich geschützt. Jede Ver-
wertung, die nicht ausdrücklich vom
Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der
vorherigen schriftlichen Zustimmung des
Verlages. Alle Rechte, auch die der auszugs-
weisen Vervielfältigung und Verbreitung,
sind dem Verlag vorbehalten.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen,
Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw.
in dieser Zeitschrift auch ohne besondere
Kennzeichnung, berechtigt nicht zu der
Annahme, dass solche Namen im Sinne
der Warenzeichen- und Markenschutz-
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären
und daher von jedermann benutzt werden
dürften.

Haftung

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffent-
lichungen können Herausgeber und Redaktion
trotz sorgfältiger Prüfung nicht übernehmen.
Mit Namen gekennzeichnete Artikel geben die
Meinung des Verfassers wieder, die nicht mit der
Meinung des Herausgebers identisch sein muss.
Eine Gewähr für Angaben von Dosierungsan-
weisungen und Applikationsformen kann nicht
übernommen werden. Derartige Angaben müs-
sen vom Absender im Einzelfall anhand ande-
rer verbindlicher Quellen auf ihre Richtigkeit
überprüft werden. Für den Inhalt außerhalb des
redaktionellen Teiles (insbesondere Anzeigen,
Industrienachrichten, Kongressinformationen
usw.) übernehmen Schriftleitung, Beirat und
Verlag keine Gewähr. Autoren, die mit vollem
Namen genannt werden und nicht Mitglied der
Redaktion sind, veröffentlichen ihren Beitrag in
alleiniger Verantwortung. Redaktion und Verlag
haften für diese Beiträge nicht.

Schriftleitung

Prof. Dr. Knut Kröger, Krefeld
Prof. Dr. Eva-Maria Panfil, Bern (CH)

Herausgeberbeirat

Prof. Dr. C. Can Cedidi, Bremen
Veronika Gerber, Spelle
Dr. Thomas Karl, Frankfurt
Dr. Elmar Schäfer, Hamburg
PD Dr. Andreas Schwarzkopf, Aura
Dr. Wolfgang Tigges, Hamburg

Editorial Board

Bernd Assenheimer, Tübingen
Prof. Dr. Matthias Augustin, Hamburg
Anke Bültmann, Hamburg
Prof. Dr. E. Sebastian Debus, Hamburg
Prof. Dr. Joachim Dissemond, Essen
Prof. Dr. Robert Hierner, Essen
Dr. Heinz-Dieter Hoppe, Quedlinburg
Dr. Nils Lehmann, Essen
Dr. Karl-Christian Münter, Hamburg
Prof. Dr. Eva-Maria Panfil, St. Gallen (CH)
Dr. Sebastian Probst, Winterthur (CH)
Kerstin Protz, Hamburg
PD Dr. Gunnar Riepe, Boppard
Claudia Schwarzkopf, Aura
Prof. Dr. Jürgen Stausberg, München
Dr. Jürg Traber, Kreuzlingen (CH)
Dr. Ralf Weise, Friesoythe
Prof. Dr. Gerald Zöch, Wien (A)



WUND MANAGEMENT

JA

ich abonniere die Zeitschrift „Wundmanagement“

- Printversion zum Preis von 44,60 EUR (inkl. MwSt. + Versandkosten)
 E-Paper zum Preis von 48,00 EUR (inkl. MwSt.)
 Kombiversion (Print + E-Paper) zum Preis von 56,60 EUR (inkl. MwSt. + Versandkosten)

Das Abonnement verlängert sich automatisch um ein Jahr, wenn keine schriftliche Kündigung
bis spätestens sechs Wochen vor Ende des Kalenderjahres erfolgt.

Die Bestellung ist innerhalb von zwei Wochen schriftlich widerrufbar. Es gilt das Fax- oder
Poststempel-Datum. Unsere Faxnummer: 0611/50593-11.

- Ich bezahle nach Rechnungserhalt
 Bitte buchen Sie den Rechnungsbetrag von folgendem Konto ab:

Geldinstitut: _____

Konto-Nr.: _____ BLZ: _____

Unterschrift: _____

Absenderangaben

Titel, Name, Vorname: _____

Straße, Hausnummer: _____

PLZ, Ort: _____

E-Mailadresse: _____

Stempel, Unterschrift und Datum:

