

WUND MANAGEMENT

Schwerpunkt: Kaltes Atmosphärenplasma in der
Wundbehandlung

Übersichtsarbeit

- Physikalisches Plasma: Science Fiction oder eine neue Option in der Wundbehandlung?
- Kalte Plasmen zur Heilung chronischer Wunden
- Kaltplasma-Anwendungen bei Wundinfektionen mit Fremdkörperbeteiligungen

Originalarbeit

- Der Einfluss von humanem Wundexsudat auf die antibakterielle Wirksamkeit verschiedener antiseptischer Polyurethan-Schaumstoffauflagen: Eine *in-vitro*-Analyse

Pflegelexikon

- Informationen zur Verordnung der podologischen Therapie

Images

- Marjolin-Ulkus

5

Offizielles Mitteilungsorgan: Initiative Chronische Wunden e.V. (ICW e.V.) |
Österreichische Gesellschaft für Wundbehandlung (AWA) | Schweizerische Gesellschaft
für Wundbehandlung (SAfw) | Wundnetz Berlin Brandenburg e.V. | Wundnetz Kiel e.V. |
Wundzentrum Hamburg e.V. | Wundzentrum Nord e.V.

Unsere L&R Behandlungsempfehlung: In 3 Schritten zur erfolgreichen Wundversorgung.

Wundbettvorbereitung

mit Debrisoft

Monofilamentfaser-Kompresse

- schnell sichtbare Ergebnisse
- einfach in der Handhabung
- schmerzarm in der Anwendung

Wundversorgung mit Suprasorb P+PHMB

Antimikrobieller Schaumverband
für infektgefährdete und infizierte
Wunden

- effektive, antimikrobielle Wirksamkeit
- schnelle und anhaltende Wirkung
- zuverlässiges Exsudatmanagement

Kompression mit Rosidal TCS

Zweikomponenten-Kompressionssystem

- dritter Schritt und wichtige Maßnahme für den Wundheilungsprozess bei UCV – Kompression zur Entstauung
- zwei Komponenten verbrauchsfertig und handlich im Set kombiniert
- Safe-Loc-System: sicheres Anlegen unter vollem Zug

1



Schritt 1
Wundbettvorbereitung

2



Schritt 2
Wundversorgung

3



Schritt 3
Kompression



Prof. Dr. med.
Ewa Stürmer,
Gasteditorin

Sehr geehrte Leserin, Sehr geehrter Leser,

regelmäßig werden uns von Seiten der Forschung und Industrie neue Methoden und Therapien zur Verbesserung und Beschleunigung der Wundheilung präsentiert. Das Portfolio an Möglichkeiten, eine Wunde zu „bearbeiten“, scheint keine Grenzen zu kennen. Es fällt nicht immer leicht, Unterschiede und Gemeinsamkeiten von Produkten und Anwendungen zu erkennen und diese gezielt für den individuellen Patienten zu beachten und umzusetzen.

Dieser Ausgabe der Zeitschrift WUNDmanagement befasst sich deshalb mit einer Therapieform, die zumindest einzigartig in der Wundtherapie ist: Kaltes Atmosphärenplasma. Es ist eine komplexe Mischung bestehend aus Ozon, geladenen Atomen, Molekülen und einzelnen Elektronen, UV-Strahlung und hohen elektrischen Feldern, die biologisch aktiv sind.

Was Kaltplasma genau ist, wofür es eingesetzt wird und über welche Mechanismen es voraussichtlich wirkt, stellt Ihnen Herr Opländer in seinem Beitrag dar. Es ist tatsächlich noch nicht vollständig geklärt, wie kaltes Atmosphärenplasma in der Wundheilung wirkt. Experten aus Forschung und Praxis bescheinigen jedenfalls nicht-thermischen Plasmaquellen ein hohes Innovationspotenzial.

Im Folgenden erläutert Herr Masur in seinem Beitrag die „Plasmamedizin“, d.h. den Schritt vom Laborwissen in die Praxis. Ausschließlich aus der Klinik, genauer aus der Herzchirurgie, berichtet Herr Hilker mit einigen Fallbeispielen über Erfahrungen der Kaltplasma-Anwendung bei Driveline-Infektionen (Hautdurchtritt des Kabels des Kunstherzens). Er setzt Kaltplasma allerdings nicht nur bei bereits manifesten Infektionen ein, sondern nutzt es auch prophylaktisch.

Derzeit ist die Anwendung des kalten Atmosphärenplasmas nicht im Positivkatalog der GKV gelistet; sie kann aber im Einzelfall genehmigt werden.

Um den Bogen des ersten Gedankens an das große Portfolio in der Wundtherapie zu schließen, findet sich in dieser Ausgabe die deutsche Version eines Artikels aus dem Journal „Wound Repair and Regeneration“ (2018) zu einer *in-vitro*-Effektivitätsuntersuchung von Wundauflagen, die PHMB oder Silber enthalten. Es ist schon erstaunlich, wie Wundexsudat die antibakterielle Wirkung verändern kann.

Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen bei der Lektüre und freue mich auf Ihre Rückmeldungen

Ihre Ewa Stürmer

200
JAHRE

In zwei Schritten zur Wundheilung

Effektive Wundreinigung und Epithelisierung mit HydroTherapy

Um eine rasche und unkomplizierte Wundheilung zu ermöglichen, sollte das Therapiemanagement die zwei Wundheilungsphasen effizient begleiten. Aufeinander abgestimmte Produkte, wie sie die Hydro Therapie von PAUL HARTMANN anbietet, ermöglicht eine effektive Wundreinigung sowie optimale Epithelisierung in zwei Schritten für eine Vielzahl von Wunden. HydroClean® reinigt, debridiert und aktiviert die Wunden durch seinen speziellen Saug-Spül-Mechanismus. Ein Wechsel auf HydroTac® beschleunigt durch die einzigartige AquaClear Gel Technologie die Epithelisierung.

Schritt eins: effektive Wundreinigung

Nicht immer läuft eine Wundheilung unkompliziert ab, denn viele Faktoren – von einer erhöhten Proteasenaktivität bis hin zu Infektionen – können den Prozess beeinflussen. Damit es gar nicht erst so weit kommt, ist eine effektive Wundreinigung gefragt. Autolytisches Débridement ist das Mittel der Wahl, um die körpereigenen Heilungsprozesse optimal zu unterstützen. Darunter versteht man das Aufweichen und Ablösen von Nekrosen und Fibrinbelägen durch hydroaktive Wundauflagen. Die Wundkissen HydroClean® und HydroClean® mini geben Ringerlösung an die Wunde ab, wodurch eine sanfte Reinigung und effektive Wundbettvorbereitung gewährleistet ist. Die Wunde wird dauerhaft feucht gehalten, der pH-Wert stabilisiert und die Elektrolytversorgung der Zellen sichergestellt. Die abgelösten Beläge werden zusammen mit dem Exsudat und möglichen Bakterien ins Wundkissen gespült und sicher im Superabsorber-Saugkern gebunden.¹⁻³ Beste Voraussetzungen, damit ein Anstieg des Wundbett-Granulationsgewebes um über 280% erreicht werden kann.⁴ Mit einer Liegezeit auf der Wunde von bis zu drei Tagen bleiben häufige, belastende Verbandwechsel erspart und die Wundheilung kann in Ruhe vonstattengehen. Das wirkstofffrei wirkende, hydroaktive Wundkissen ist zudem hauchdünn und gut zu modellieren. So können selbst kleinste und schwer zugängliche Wundhöhlen, wie sie beispielsweise bei venösen Beinulcera und dem diabetischen Fußsyndrom vorkommen, bereits im ersten Schritt optimal versorgt werden.

Schritt zwei: aktive Epithelisierung

Im Anschluss bietet sich ein Wechsel auf HydroTac® an. Ab Mitte der Granulationsphase fördert der mit einer einzigartigen AquaClear Gel Technologie ausgestattete beschichtete Schaumverband ein ideales Wundheilungsklima. Die Gelschicht besteht aus hydratisierten

Polyurethanen, stellt so das optimale Feuchtigkeitsmanagement sicher und sorgt darüber hinaus für eine Anreicherung von Wachstumsfaktoren um das bis zu Dreifache. Dadurch werden die biologischen Effekte wie Zellproliferation und -migration in Richtung Wundverschluss stimuliert. Dies ermöglicht eine 23,5% schnellere Epithelisierung als eine silikonierte Wundauflage.⁵

Weiterführende Informationen erhalten Sie unter:

<https://www.hartmann.info/de-DE/Medizinisches-Wissen/Wunde/local/de/HydroTherapy>

Quellen:

1. Bruggisser R. Bacterial and fungal absorption properties of a hydrogel dressing with a superabsorbent polymer core. *J Wound Care* 2005, 14(9):438-442.
2. Eming S, et al. The inhibition of matrix metalloproteinase activity in chronic wounds by a polyacrylate superabsorber. *Biomaterials* 2008, 29(19):2932-2940.
3. Davies L, et al. (2017). An Assessment of Biofilm Disruption and Bacteriostatic Capabilities of an Autolytic Debridement Dressing. *Wounds UK Annual Conference*. Harrogate, 13.–15. November 2017
4. Hodgson, H. et al. (2017). A multicentre, clinical evaluation of a hydro-responsive wound dressing: the Glasgow experience. *Journal of Wound Care* 26(11), S. 643–650.
5. Smola H. Stimulation of epithelial migration – novel material based approaches. Mündliche Präsentation bei: EWMA Konferenz; 13.-15. Mai 2015; London, UK.



Inhalt

Besuchen Sie uns auf
www.wund-online.de.

Editorial 241

Aktuelle Informationen 244

ÜBERSICHTSARBEIT

Physikalisches Plasma: Science Fiction oder eine neue Option in der Wundbehandlung?

| C. Opländer 247

Kalte Plasmen zur Heilung chronischer Wunden

| K. Masur, J. Schmidt, E. K. Stürmer, T. von Woedtke 253

Kaltplasma-Anwendungen bei Wundinfektionen mit Fremdkörperbeteiligungen

| L. Hilker, T. von Woedtke, K. Masur, K.-D. Weltmann, H.-G. Wollert 260

ORIGINALARBEIT

Der Einfluss von humanem Wundexsudat auf die antibakterielle Wirksamkeit verschiedener antiseptischer Polyurethan-Schaumstoffauflagen: Eine *in-vitro*-Analyse

| J.-D. Rembe, C. Fromm-Dornieden, J. Böhm, E. K. Stürmer 268

PRODUKTFOKUS

Kaltplasma als neue Behandlungsoption bei häufig auftretenden Wundsituationen im klinischen Alltag: eine Pilot-Fallserie

| R. Strohal, G. Hämerle 275

BLICKPUNKT

Posterpreis für „Eine unhygienische Reise“

| K. Protz, J.H. Timm 283

Pflegelexikon

Informationen zur Verordnung der podologischen Therapie | K. Protz 284

Images

Marjolin-Ulkus | J. Dissemont 288

Rubriken

Nachrichten des Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW) 289

Nachrichten der Österreichischen Gesellschaft für Wundbehandlung (AWA) 292

Nachrichten der Schweizerischen Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW) 294

Nachrichten des Wundzentrum Hamburg e. V. 297

Buchbesprechungen 300

Termine 301

Neues aus der Industrie 302

Impressum

Titelbild: Mit freundlicher Genehmigung des Institut für Plasmaforschung und Technologie e. V.

Beilagen: Diese Ausgabe enthält Beilagen des Transfernetzwerkes Bildung, des Uniklinikums Regensburg und des Wundkongress Bad Staffelstein

Die Zeitschrift Wundmanagement ist das offizielle Mitteilungsorgan folgender Gesellschaften:

Initiative Chronische Wunden e. V. (ICW e. V.) | Österreichische Gesellschaft für Wundbehandlung (AWA) | Wundzentrum Hamburg e. V. | Wundnetz Berlin Brandenburg e. V. | Schweizerische Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW) | Wundnetz Kiel e. V. | Wundzentrum Nord e. V.



Aktuelle Informationen

Wundheilung – Ein Kernthema im Forum „Pflege@home“ auf der REHACARE 2018

Das Thema Wunde und Wundheilung ist ein Kernthema im Forum „Pflege@home“ – dem Weiterbildungsforum auf der REHACARE. Schirmherr des Thementages am Mittwoch, 26. September, ist **Professor Knut Kröger**, Chefarzt der Klinik für Angiologie am Heilig Klinikum Krefeld.

Das Thema ist aus seiner Sicht mit strukturellen Problemen behaftet, die gelöst werden müssen, um Besserung für die Patienten zu bringen.

Der Hintergrund: Das Entlass-Management läuft in der Regel gut, wenn der Patient weiß, worum es geht und bei ihm die Fäden zusammen laufen. Schwierig ist es, wenn ein Patient nicht aktiv beteiligt ist und andere etwas für den Patienten regeln. Die Tücken liegen dann im Detail und nicht alles lässt sich mit einer guten Dokumentation regeln, sondern auch eine funktionierende Kommunikation wird benötigt.

So muss klar geregelt sein, dass alle Informationen aus der stationären Einrichtung zu den tatsächlich pflegenden Personen vor Ort gelangen – schon ein zufälliger Schicht-Tausch kann den Informationsfluss kappen – ein einfaches Beispiel: Die tatsächlich pflegende Person ist nicht diejenige, mit der der Krankenhaus-Arzt kommuniziert hat. Sie legt – wegen fehlender Information – den Verband anders an als zuvor besprochen war, was unter Umständen zu einer Verschlechterung der Patientensituation führen kann.



Pflege@home-Veranstaltung 2017: Vortrag Jun.Prof. Dr. Katrin Balzer „Dekubitus- Risikoeinschätzung in der ambulanten Versorgung“.

Reha-Einrichtungen stehen genauso unter Kostendruck wie die Akut-Krankenhäuser. Sie möchten den Patienten mit geschlossen Wunden in gut rehabilitationsfähigem Zustand übernehmen. Akut-Krankenhäuser wollen aber einen Patienten mit einer verzögerten Wundheilung nicht unnötig lange im Krankenhaus behalten, da dies Ressourcen bindet. Eigentlich müssten der Rehabilitationsmediziner und der Arzt des Akut-Krankenhauses gemeinsam am Bett des Patienten stehen, damit der eine weiß, was den anderen antreibt. Dieses Zusammenwirken ist aber im System nicht vorgesehen.

Insbesondere bei Patienten mit chronischen Wunden muss die Therapie der Wundheilung angepasst werden. Da es nur wenige Ärzte gibt, die sich mit Wundheilung beschäftigen, überlassen viele Ärzte das gerne den Pflegediensten. Als Krankenhaus hat man keine Möglichkeit, den Patienten nach 3 bis 4 Wochen noch einmal zu sehen, um zu beurteilen, ob der Heilungsprozess gut voranschreitet.

Oft sind pflegende Angehörige eingebunden – auch hier gibt es mehrere „Aber“: Vielfach sind Angehörige bereit zur Hilfe sind aber berufstätig und können sich nur abends um den zu Pflegenden kümmern. Ehepartner sind oft wegen ihres Alters oder einer eigenen Krankheit nur eingeschränkt einzubinden. Dazu kommt: Wir müssen uns vor Augen halten, dass pflegende Angehörige in der Regel pflegerische Laien sind. Das war mit einer der Gründe für die Entstehung des Forums „Leben mit Pflege@home“: Es geht auch um die Verbesserung des Wissens bei den Angehörigen und um die Verbesserung der Kommunikation zwischen den beruflich Pflegenden und den pflegenden Angehörigen. Dadurch kann insgesamt die Situation verbessert werden.

Wir brauchen einen besseren Dialog zwischen Klinik, Hausarzt, Pflegekräften und pflegenden Angehörigen – und auch den Krankenkassen. Alle müssen miteinander reden und die konkrete Situation erkennen.

Es fehlt die Definition des gemeinsamen Ziels. Das Miteinander muss verbessert werden. Das wird aber nicht honoriert.

Das größte Problem für mich ist, dass der Mehrwert der strukturierten und abgesprochenen Überleitung von der stationären in die ambulante Pflege für jeden einzelnen nicht erkannt wird. Überleitung wird bisher als Mehrbelastung empfunden.

Profitieren soll der Patient, aber so lange der Patient als Ware angesehen wird, die hin und her geschoben wird, und das Entlass-Management als Mehrbelastung verstanden wird, wird es nicht gelebt.

Besuchen Sie uns vom 26.-28.09.2018 im Forum „Leben mit Pflege@home“ auf der RehaCare in Düsseldorf. Weitere Informationen finden Sie unter <https://www.pflegeakademie-niederrhein.de/messen/reha-care-2018/reha-care-2018.html>.

Heike Senge

Geschäftsführung/Inhaberin
Pflegeakademie Niederrhein
Hausbroicher Str. 218, 47877 Willlich

Bananenschalen statt Pflaster?

Forschung zur heilenden Kraft der Banane an der Jacobs University

Bananen schmecken nicht nur gut, sie heilen auch. Statt mit einem Pflaster werden in vielen Entwicklungsländern offene Wunden mit Bananenblättern oder -schalen bedeckt, selbst größere Wunden lassen sich erfolgreich behandeln. Ein Team von Wissenschaftlern an der Jacobs University Bremen um den Chemie-Professor **Dr. Nikolai Kuhnert** hat nun die heilende Kraft von Bananen genauer unter die Lupe genommen und 70 verschiedene Inhaltsstoffe identifiziert, die für die Wundheilung verantwortlich sein könnten.

Den Anstoß für das Forschungsprojekt gab eine von der Alexander von Humboldt Stiftung finanzierte Gastprofessur der aus Nigeria stammenden Pharmazeutin Prof. Dr. Mubo Sonnibare an der Jacobs University. Im westlichen Afrika wie in weiten Teilen Asiens sind Bananen traditionelle Heilmittel. Allerdings handelt es sich dabei nicht um die in deutschen Supermärkten gängige Cavendish-Banane, der keine Heilkraft zu-

geschrieben wird, sondern um *Musa acuminata*, eine andere Pflanzenart.

Wie Kaffee oder Tee zeichnet sich die Banane durch viele polyphenolische, also aromatische Verbindungen aus. Einige wirken antibakteriell und desinfizierend, was zum Schutz einer Wunde vor bakteriellen Infektionen beiträgt. Andere wiederum wirken adstringierend, also zusammenziehend – ein Effekt, der etwa auf der Zunge spürbar ist. Wenn diese Verbindungen auf die Haut treffen, verändern sie deren Eiweiße und bilden eine Art Schutzschicht über der Wunde.

Um genau festzustellen, welche Heilkraft die einzelnen Verbindungen haben, müssten weitere, aufwändige Versuche durchgeführt werden, denn für die Wundheilung spielt eine ganze Reihe von Faktoren eine Rolle. „Durch die Forschung haben wir ein tieferes Verständnis über ein traditionelles Arzneimittel gewonnen“, sagt Kuhnert. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden jetzt im „Journal of Food Measurement and Characterization“ veröffentlicht.

Quelle

Sonibare, M. A.; Ayoola, I. O.; Gueye, B.; Abberton, M. T.; D'Souza, R.; Kuhnert, N., Leaves metabolomic profiling of *Musa acuminata* accessions using UPLC–QTOF–MS/MS and their antioxidant activity. *Journal of Food Measurement and Characterization* 2018, 1–14.

Prof. Dr. Nikolai Kuhnert

Professor of Analytical Chemistry,
Jacobs Universität Bremen
E-Mail: n.kuhnert@jacobs-university.de

Zur Erstattungsfähigkeit von Verbandstoffen

Seit Mitte 2016 steht die Erstattungsfähigkeit von Verbandstoffen nun auf dem Prüfstand. Mit der Novellierung des Heil- und Hilfsmittelversorgungsgesetzes (HHVG) hat der Gesetzgeber zum ersten Mal den Begriff des Verbandmittels definiert. In der Folge wurde der Gemeinsame Bundesauschuss (G-BA) beauftragt eine Abgrenzung von Verbandmittel zu sonstigen Produkten zur Wundversorgung vorzunehmen. Diese Abgrenzung wurde durch den G-BA zum 19.04.2018 fristgerecht erstellt und dem Bundesgesundheitsministerium (BMG) zur Genehmigung zugestellt¹.

Der G-BA hat zur Abgrenzung der Verbandstoffe die Produktgruppen in drei Kategorien unterteilt (Siehe auch die Pressemitteilung der ICW vom 24.04.2018²):

1. Eineindeutige Verbandmittel sind Verbandmittel ohne ergänzende Eigenschaften, wie beispielsweise Mullkompressen, Verbandwickel oder einfache Pflaster. Die hier aufgeführten Produktgruppen sind abschließend aufgezählt und uneingeschränkt erstattungsfähig.
2. Verbandmittel mit ergänzenden Eigenschaften (z. B. feucht haltende Verbandmittel) sind beispielsweise Hydrokolloidverbände, Alginate oder Superabsorber. Produkte in dieser Kategorie sind weiterhin erstattungsfähig, wenn die Hauptwirkung durch die ergänzenden Eigenschaften nicht beeinträchtigt wird
3. Sonstige Mittel zur Wundbehandlung, müssen sich zunächst einer Nutzenbewertung gemäß § 31 Absatz 1 Satz 2 SGB V unterziehen. Hier gibt es noch keine Nennungen, da die Hersteller die Aufnahme für ihre Produkte beantragen müssen.

Bei näherer Betrachtung der aufgeführten Produktgruppen, ist zu erkennen, dass die gängigen Basisprodukte für die weiterhin zu Lasten der Gesetzlichen Krankenversicherungen (GKV) erstattungsfähig bleiben würden. Einzig Produkte mit antimikrobiellen Eigenschaften, welche ihre Wirkstoffe (Silber oder PHMB) in die Wunde entlassen und Hydrogele in Gelform würden nach dieser Einteilung aus der Erstattung herausfallen. Hersteller dieser Produkte können auf dem Umweg der sogenannten Nutzenbewertung ihre Produkte in die Kategorie 3 aufnehmen lassen. Prinzipiell sind diese Verfahren im Sinne der Patientensicherheit wünschenswert. Dieser Prozess ist allerdings langwierig und aufwendig, so das hier Versorgungslücken für die Betroffenen zu fürchten wären.

Diese Abgrenzung hat in der Fachwelt für einiges Aufsehen gesorgt, da wichtige Produktgruppen zur Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden nicht mehr erstattungsfähig gewesen

wären und somit die Betroffenen entweder die Produkte nicht mehr zur Verfügung gehabt hätten oder mit eigenen Mitteln finanzieren müssen. Nach der Veröffentlichung des Beschlusses gab es viel Unruhe unter den Beteiligten Gruppen. Einige Kostenträger haben den Beschluss, welcher noch nicht rechtkräftig war, bereits in Teilen umgesetzt und Informationen herausgegeben, nachdem Hydrogele nicht mehr erstattet würden. Hierdurch kam und kommt es zu Irritationen bei Vorordnern, die beispielsweise Hydrogele auf Privatrezepten verordnen und Betroffenen, die von heute auf morgen die benötigte Therapie nicht mehr erhalten oder selbst zahlen müssen (s. Text im Kasten auf der nächsten Seite).

Das Bundesgesundheitsministerium hat am 27.06.2018 den Beschluss des G-BA allerdings in zentralen Punkten beanstandet und zusätzlich gerügt, dass der G-BA „eine selbständige inhaltlich eingrenzende Bestimmung des Verbandmittelbegriffes vorgenommen (hat), für die es keine Ermächtigungsgrundlage gibt³“.

Insbesondere beanstandet das BMG dem Beschluss in folgenden Punkten:

1. „Die Eingrenzung des Verbandmittelbegriffs auf Produkte, deren ergänzende Eigenschaft (...) ausschließlich auf physikalischem Weg erreicht wird, steht dem Gesetzestext entgegen, der hinsichtlich der ergänzenden Wirkungen keine Einschränkungen diesbezüglicher Art vornimmt.“
2. „Durch die Definition der therapeutischen Wirkung wird der Verbandmittelbegriff enger gefasst, als es der Gesetzgeber in Gesetzeswortlaut und -Begründung vorgesehen hat. Eine vollständige Ausgrenzung von Verbandmitteln mit ergänzenden, nicht physikalischen therapeutischen Wirkungen auf die Wundheilung kann weder dem Gesetzestext selbst noch dem Willen des Gesetzgebers entnommen werden.“
3. „Das Kriterium der Risikoklassifizierung steht insbesondere der Gesetzesbegründung entgegen. Danach sollen antimikrobiell wirkenden Wundversorgungsprodukten nicht die Verbandmittel-eigenschaft abgesprochen werden.“

Mit der Beanstandung hat sich das BMG eindeutig gegen die im Beschluss gefassten Kriterien ausgesprochen und sieht antimikrobiell wirksame Wundaflagen als

¹ <https://www.g-ba.de/informationen/beschluesse/3292/>

² https://www.icwunden.de/fileadmin/Presse/Pressemitteilungen/Pressenmitteilung_G-BA_Beschluss_2018_04_24.pdf

³ https://www.g-ba.de/downloads/40-268-5093/2018-04-19_AM-RL_Abschnitt%20P_Verbandmittel_BMG.pdf

smith&nephew
ALLEVYN® LIFE
NON-BORDERED
 Silikon-Schaumverbände

Mehr Leistung unter Druck

NEU



Superabsorber-Verschlusskern –
 minimiert das Risiko von Leckagen



Zuschneidbar*



Exzellente Aufnahme –
 auch unter Kompression

Jetzt Muster und Informationen
 erhalten unter:
www.allevynlifenb-wm.de

Wir stehen Medizinern und Pflegenden seit
 über 150 Jahren unterstützend zur Seite.

Referenzen unter www.allevynlifenb.de

* Bitte denken Sie daran beim Zuschneiden Einmalhandschuhe zu tragen und eine sterile Schere zu nutzen.

© 2018 Smith & Nephew GmbH; ° Warenzeichen von Smith & Nephew; Alle Warenzeichen anerkannt; PI80108; AVM-AWC-13824; Für einen Gesamtüberblick über die Produkteigenschaften lesen Sie bitte die Gebrauchsanweisung.

wichtige Therapieoption bei infizierten und infektgefährdeten Wunden an. Hauptkritikpunkt des BMG ist die selbständige inhaltlich eingrenzende Bestimmung des Verbandmittelbegriffs durch den G-BA, für die es laut BMG keine Ermächtigungsgrundlage gibt, somit würde der Verbandmittelbegriff enger gefasst werden, als es der Gesetzgeber beabsichtigt hat.

Gegen die Beanstandungen hat der G-BA Rechtsmittel beim Landessozialgericht in Berlin-Brandenburg eingelegt. Hierzu heißt es aus der Pressemitteilung des G-BA vom 25.07.2018: „Der G-BA wird zur Klärung der aufgeworfenen Rechtsfragen Rechtsmittel gegen die Teilbeanstandung des BMG einlegen und hat zudem entschieden, weder den Beschluss vom 19. April 2018 zu ändern noch zu veröffentlichen. Damit ergibt sich der Anspruch der Versicherten auf Versorgung mit Verbandmitteln vorerst unmittelbar aus § 31 Abs. 1a SGB V. (...“

Wann es schlussendlich zu einer Einigung in diesem Fall kommen wird, ist somit noch nicht abzusehen. Bis dahin bleibt für die Betroffenen und deren Behandler erst einmal alles auf dem jetzigen Stand, sprich alle als Verbandmittel zugelassenen Produkte zur Behandlung von chronischen Wunden belieben uneingeschränkt erstattungsfähig.

Der BVMed hat aktuell ein Infoblatt herausgegeben, das über die Verordnungs- und Erstattungsfähigkeit von Verbandmitteln informiert (www.bvmed.de)

Björn Jäger

Pflegetherapeut Wunde ICW e.V.
 Vorstandsmitglied ICW e. V.

Wichtiger Hinweis

Der Gesetzgeber hat bewusst eine Übergangsfrist von 12 Monaten benannt, in welcher alle bisherigen Produkte weiterhin erstattet werden. Ziel der Übergangsfrist ist das Verhindern von Versorgungsbrüchen für die Betroffenen. Diese Übergangsfrist beginnt mit Veröffentlichung der Abgrenzungskriterien des G-BA im Bundesanzeiger. Bisher sind die Kriterien zu Abgrenzung noch nicht abschließend erarbeitet und somit auch nicht veröffentlicht. Somit sind alle bisherigen Wundversorgungsprodukte weiterhin uneingeschränkt erstattungsfähig. Im Zweifelsfall sollten Betroffene Wiederspruch bei Ihren Krankenkassen einlegen!

**Björn Jäger, Pflegetherapeut Wunde
 Vorstandsmitglied ICW e.V.**

ÜBERSICHTSARBEIT

Physikalisches Plasma: Science Fiction oder eine neue Option in der Wundbehandlung?

Physical plasma: Science Fiction or an alternative option in wound therapy?

C. Opländer

ZUSAMMENFASSUNG

Ionentorpedos und Plasmakanonen sind Begriffe des Science-Fiction-Genres. Tatsächlich haben diese dennoch einen reellen wissenschaftlichen Hintergrund. Der Plasmazustand im physikalischen Sinne ist neben fest, flüssig und gasförmig der vierte Aggregatzustand, den Materie einnehmen kann. Im bekannten Universum befindet sich mehr als 99% der sichtbaren Materie im Plasmazustand. Auf der Erde können verschiedene Arten von Plasma physikalisch hergestellt und technisch genutzt werden, z.B. in der Oberflächenbeschichtung und Sterilisation. Einige Plasmen können sogar in der Wundbehandlung eingesetzt werden, da diese in der Umgebungsluft ohne große Hitzeentwicklung generiert werden können (CAP; cold atmospheric plasma). Man nutzt direkte und indirekte Plasmaquellen für die Erzeugung von CAP. Indirekte Plasmaquellen (Plasma-jets) zeichnen sich dadurch aus, dass das generierte Plasma in einem bestimmten Gas gezündet und durch den Gasstrom an den gewünschten Ort geleitet wird. Bei einer direkten Plasmaquelle entsteht das Plasma zwischen einer Plasmalektrode und dem zu dem behandelnden Objekt bzw. der zu behandelnden Oberfläche. CAP enthält viele reaktive Spezies (Ionen, Radikale), welche u.a. für die antibakterielle Wirkung verantwortlich sind. Diese können aber auch andere biologische Effekte induzieren. So ist z.B. das in einigen CAP gebildete Stickstoffmonoxid (NO) ein essentieller Mediator in der Wundheilung und fördert die dermale Mikrozirkulation. Auch Stickstoffdioxid sowie Wasserstoffperoxid könnten das Wundheilungsgeschehen positiv beeinflussen. Die Wechselwirkung von CAP mit Wundflüssigkeit/Haut führt oft zu einer Anreicherung von NO-Derivaten, die ebenfalls eine NO-ähnliche Aktivität entfalten

können. Wir stellen hier neben den physikalischen Grundlagen eine Reihe vielversprechende Ergebnisse von experimentellen Laborstudien verschiedener Arbeitsgruppen vor, die das klinische Potential von Plasmaquellen bzw. CAP für die Behandlung chronischer Wunden demonstrieren.

SCHLÜSSELWÖRTER

Kaltplasma, antibakterielle Effekte, Radikale, multiresistente Keime, Behandlungsoption, chronische Wunden

SUMMARY

Ion torpedoes and plasma cannons are terms of the science fiction genre. In fact, behind these terms there is a real scientific background. In the physical sense the plasma state is next to solid, liquid and gaseous the fourth state of matter. In the known universe more than 99% of the visible matter is in the plasma state. On Earth, various types of plasma can be physically produced and used technically, e.g. in surface coating and sterilization. Some plasma can be generated in the ambient air without excessive heat (CAP, cold atmospheric plasma) and therefore could be used in wound treatment. There are direct and indirect plasma sources for the production of CAP. Indirect plasma sources (plasma jets) generate plasma in a particular gas. Through the gas stream the plasma is directed to the desired location. In the case of a direct plasma source, the plasma is formed between a plasma electrode and the object or the surface to be treated. CAP contains many reactive species (ions, radicals), which i.a. are responsible for antibacterial effects. However, these species can also induce other biological effects. For example, nitric oxide (NO), formed in some CAPs, is an essential mediator in wound healing and promo-

Korrespondierender Autor

PD Dr. Christian Opländer
Institut für Translationale Wundforschung
Zentrum für Biomedizinische Ausbildung und Forschung (ZBAF)
Fakultät für Gesundheit / Humanmedizin
Universität Witten/Herdecke
Stockumer Straße 10
58453 Witten
E-Mail: christian.oplaender@uni-wh.de

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des Internationalen Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

Zitierweise

C. Opländer: Physikalisches Plasma: Science Fiction oder eine neue Option in der Wundbehandlung? WUNDmanagement 2018; 12(5): 247-252.

Manuskriptdaten

Eingereicht: 26.06.2018
Revidierte Fassung
angenommen: 24.07.2018

tes dermal microcirculation. Nitrogen dioxide and hydrogen peroxide could also have a positive effect on the wound healing process. The interaction of CAP with wound fluid/skin often leads to an accumulation of NO derivatives, which can also show a NO-like activity. In addition to the physical fundamentals, we present here a series of promising results from experimental laboratory studies of various research groups demonstrating the clinical potential of plasma sources or CAP for the treatment of chronic wounds.

KEYWORDS

Cold plasma, antibacterial effects, radicals, multi-resistant germs, therapy option chronic wounds

Science Fiction oder bereits Realität?

In vielen Science-Fiction-Filmen und -Romanen wird Plasma in Form von Plasmakanonen, Torpedos und Blasern als Waffe verwendet. Die tödliche und zerstörerische Wirkung dieser (noch) fiktionalen Waffen wird größtenteils über den Transfer von Wärmeenergie beschrieben, die oft zu schweren Verbrennungen bei getroffenen Lebewesen führt oder zur Materialzerstörung durch Schmelzen. Diese auf den ersten Blick fiktionalen Ideen haben tatsächlich einen reellen wissenschaftlichen Hintergrund, und verschiedene Arten von Plasma werden schon längere Zeit in vielen Bereichen in Industrie und Forschung angewandt.

Was ist Plasma?

Der Plasmazustand im physikalischen Sinne beschreibt einen weiteren Aggregatzustand der Materie, das heißt, neben fest, flüssig und gasförmig kann man durch Zuführung weiterer Energie die Moleküle in einem Gas weiter anregen. Diese Anregung führt häufig zur Emittierung von Photonen bzw. elektromagnetischer Strahlung im sichtbaren und UV-Bereich, daher leuchtet das Plasma. Bei stärkerer Anregung können freie Elektronen entstehen, das heißt, die Elektronen werden so beschleunigt, dass sie ihre normale Umlaufbahn um ihr Atom verlassen und mit anderen Molekülen interagieren können. Die zurückgebliebenen Atome werden somit zu reaktiven Ionen, die wiederum zu neuen Verbindungen reagieren können. Bei größeren Gasmo-

lekülen, die aus mehreren Atomen bestehen, können durch eine Anregung oder Wechselwirkung mit freien Elektronen auch wieder freie reaktive Teilstücke entstehen, die natürlich auch mit anderen Molekülen/Atomen im Gas sowie sich im Plasma befindlichen Objekten reagieren können. Auch wird das Plasma elektrisch leitend, welches eine wichtige Eigenschaft in der tech-

nischen und medizinischen Nutzung des Plasmas darstellt.

In der Natur ist Plasma als vierter Aggregatzustand häufig, mehr als 99% der sichtbaren Materie im Weltraum befindet sich im Plasmazustand. Dazu zählen die Sonne, Sterne, der Sonnenwind und interstellare Materie. Auf der Erde kann man Polarlichter und Blitzen als natürliche Plasmen bezeichnen.

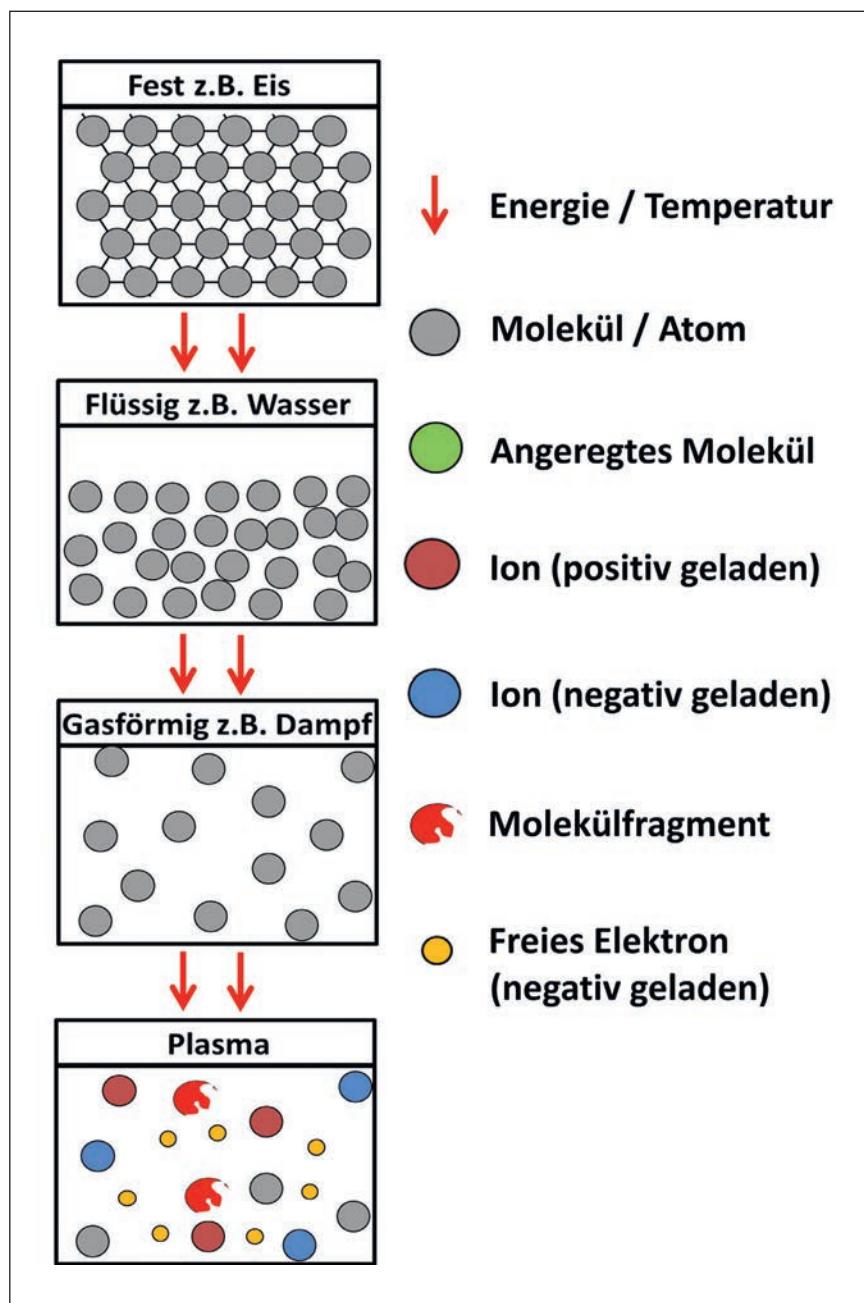


Abbildung 1 Plasma ist der vierte Aggregatzustand. Neben fest, flüssig und gasförmig kann durch weitere Zufuhr von Energie der Plasmazustand als vierter Aggregatzustand erreicht werden. Dieser zeichnet sich aus durch das Vorhandensein von freien Elektronen, angeregten und ionisierten Molekülen sowie z.T. hoch-reaktiven Molekülfragmenten und freien Radikalen. Gleichzeitig entstehen oft UV-Strahlung, sichtbares Licht, Wärmestrahlung und weitere elektromagnetische Wellen und Felder.

Auch Feuer bzw. heiße Flammen zeigen Plasmaeigenschaften, die der Mensch schon seit der Steinzeit nutzt.

Technische Nutzung von Plasma

Da natürliche Plasmaquellen schwer technisch nutzbar sind, hat sich der Mensch durch den technischen Fortschritt die Möglichkeit geschafft, verschiedene Arten von Plasma künstlich herzustellen. Je nach Anwendung werden verschiedene Techniken verwendet. Eine weit verbreitete Anwendung ist z.B. das Plasmaschweißen/-schneiden, wobei mittels Hochspannung ein sehr heißer Lichtbogen (10.000–25.000°C) in einem Gasstrom erzeugt wird, der sogar härteste Metalllegierungen schneiden kann.

In der Industrie sind aber auch kältere Plasmaprozesse als vielseitiges Werkzeug etabliert. Insbesondere Anwendungen wie Beschichtung, Ätzen von Halbleiterelementen, Aktivierung von Kunststoffen und Reinigung bzw. Oberflächenbehandlung von Materialien wie Kunststoffen, Metallen, Glas, Karton, Textil und Verbundstoffen sind unverzichtbar in nahezu allen fertigenden Industriebereichen von Automobilbau, Elektronik, Verpackungstechnik bis zur Textilfertigung. Leuchtmittelröhren, Energiesparlampen und Plasmafernseher sind weitere technische Beispiele, die auf einer Plasmaentwicklung im Niederdruck beruhen, aber mehr und mehr durch die effizientere LED-Technik abgelöst wird.

Nutzung von Plasma in der Medizin

Plasma wird schon länger für medizinische Zwecke verwendet. So kann mittels Argon-Plasma-Koagulation eine zuverlässige und einfache Blutstillung erreicht werden. Auch das Beschichten von Implantaten wird durch Plasmaprozesse ermöglicht.

Es ist absehbar, dass neben den etablierten Sterilisationsverfahren wie Autoklavierung, chemische Sterilisation und Gammsterilisation die Plasmasterilisation eine immer größere Rolle, insbesondere bei hitzeempfindlichen Materialien, z.B. OP-Materialien, spielen wird [1]. Das Verfahren ist materialschonender und in Studien konnten sogar sehr problematische Prionen deaktiviert werden [2].



Abbildung 2 Zertifizierte Plasmaquellen für den klinischen Gebrauch in Deutschland:

- A** Der *kINPen Med* ist eine indirekte Plasmaquelle und nutzt das Edelgas Argon zur Generierung des Plasmastrahls.
- B** Die *PlasmaDerm*-Geräte sind direkte Plasmaquellen und in verschiedenen Größen erhältlich. Sie nutzen die Umgebungsluft und als Gegenelektrode die Patientenhaut für die Generierung des Plasmas.
- C** Der *SteriPlas* ist eine Mikrowellen-betriebene indirekte Plasmaquelle, die auch das Edelgas Argon für die Generierung des Plasmas nutzt.

Nutzung von Plasma in der Wundbehandlung

Bemerkenswert ist vor allem der keimtötende Effekt von Plasmen, so dass der Einsatz von Plasma bei der Behandlung von kontaminierten chronischen Wunden nahe lag. Für diese Zwecke wurden Kaltplasmaquellen (CAP; cold atmospheric plasma) konzipiert, die, wie der Name schon sagt, keine hohe Temperaturentwicklung haben und zudem in der normalen Umgebungsluft angewendet werden können. Die Basiskonzepte dieser Plasmaquellen werden im Folgenden erklärt.

Kaltplasmaquellen

Bei vielen Kaltplasmaquellen wird im Prinzip zwischen zwei Elektroden eine hohe Spannung angelegt, welche ein starkes elektrisches Feld erzeugt. Dieses Feld wirkt auf die Gasmoleküle, welche sich zwischen den Elektroden befinden, und ist zum Teil in der Lage, Elektronen (negativ geladen) aus den Molekülen und Verbindungen herauszureißen und Richtung positiv geladener Elektrode zu beschleunigen. Gleichzeitig entstehen auch positiv geladene Ionen (Moleküle, denen Elektronen fehlen), welche zur negativen Elektrode wandern. Damit kein Lichtbogen entsteht, wird ein hochfrequenter Wechselstrom angelegt, so dass die Elektronen zwischen den Elektroden hin und her pendeln. Damit diese nicht abfließen, wird eine Elektrode durch einen Nichtleiter abgeschirmt. Die viel größeren positiv geladenen Ionen sind viel träger und kommen dem schnellen Spannungs- bzw. Feldwechsel nicht hinterher. Sie verharren mehr oder weniger an ihrer Position, während die herumfliegenden Elektronen auf diese Ionen, aber auch auf andere, noch intakte Gasmoleküle treffen können und diese anregen oder sogar die Elektronenbindungen, die die Atome im Molekül zusammenhalten, spalten. Daher entsteht ein Kaltplasma (teilionisiertes Gas). Dieses kann dann weiter mit der Umgebungsluft reagieren. Abhängig von der verwendeten Gasart bzw. des Gasgemisches können viele verschiedene chemische und physikalische Prozesse im Plasma und der Luft, die das Plasma umgibt, stattfinden. Letztendlich entstehen oft UV-Strahlung und viele reaktive Spezies (Ionen, Radikale), welche u. a. für die antibakterielle Wirkung verantwortlich gemacht wer-

den. Diese können aber auch andere biologische Effekte induzieren. So ist z. B. das in einigen CAP gebildete Stickstoffmonoxid (NO) ein essentieller Mediator in der Wundheilung und fördert die dermale Mikrozirkulation [3]. Auch Ozon, Stickstoffdioxid sowie Wasserstoffperoxid könnten das Wundheilungsgeschehen beeinflussen [4, 5]. Man unterscheidet im Allgemeinen zwischen direkten und indirekten Kaltplasmaquellen.

Direkte Plasmaquelle

Bei der direkten Plasmaquelle wird eine Elektrode durch das zu behandelnde Objekt ersetzt und mittels hoher Wechselspannung nur die Ladung auf der anderen elektrisch isolierten Elektrode geändert. Dabei entsteht zwischen dem ungeladenen Objekt (z. B. Haut) und der Elektrode eine starke alternierende elektrische Felddifferenz, die ausreicht, um den Plasmaentstehungsprozess zu initiieren. Als Resultat entsteht, ohne dass ein großer Strom durch den Patienten fließt, ein Kaltplasma direkt zwischen Objekt (Haut) und der Elektrode, so dass die wirksamen Plasmabestandteile direkt am Wirkungsort erzeugt werden. Das klinisch zugelassene Plasmagerät PlasmaDerm® der Firma CINOZY funktioniert nach diesem Prinzip.

Indirekte Plasmaquelle

Bei der indirekten Plasmaquelle wird das entstandene Kaltplasma zwischen den zwei Elektroden mittels eines Gasstroms durch eine Düse weggeleitet. Das verwendete Gas, welches das Plasma zwischen den Elektroden „rausbläst“, wird bei diesem Prozess ebenfalls wieder ionisiert, so dass eine kontinuierliche Plasmaflamme bzw. Plasmajet entsteht, welche zum Wirkungsort Wunde geleitet wird. Der klinisch zugelassene kINPen MED der Firma Neoplas tools GmbH funktioniert nach diesem Prinzip und wird mit dem Edelgas Argon betrieben.

Ein etwas anderes Prinzip, das hier nicht genauer erläutert wird, ist die Anregung des Gases mittels Mikrowellen. Es entsteht auch ein Plasmajet bzw. eine Plasmafackel und kann, wie im Falle des klinisch zugelassenen und mit Argon betriebenen Plasmageräts SteriPlas der Firma Adtec, für die Behandlung von Wunden eingesetzt werden.

Experimentelle Vorstudien zur antimikrobiellen Wirkung

Plasma ist bekannt für seine antimikrobielle und sterilisierende Wirkung. Viele Studien zeigen auch eine deutliche Reduzierung der Keimlast durch Kaltplasma, auch bei multiresistenten Problemkeimen. In einer Laborstudie verglich die Arbeitsgruppe um Daeschlein (2016) das Plasmaderm-System mit dem kINPen und konnte eine vergleichbare toxische Wirkung der unterschiedlichen Kaltplasmabehandlungen (drei Sekunden) auf alle getesteten Pathogene, u. a. antibiotika-resistente Stämme von *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* wie auch dem Pilz *Candida albicans* finden [6]. Ebenfalls konnte der SteriPlas als Kaltplasmajet die Anzahl von Bakterien, darunter auch *Staphylococcus aureus*, auf Agarplatten deutlich reduzieren [7]. In dieser Studie erfolgte zudem erstmalig eine Kaltplasmaanwendung auf Ratten mit definierten Wunden, welche mit *Staphylococcus aureus* oder *Pseudomonas aeruginosa* kontaminiert wurden. Auch unter diesen Bedingungen nahm die bakterielle Kontamination nach Kaltplasmabehandlung signifikant ab und man fand gleichzeitig Hinweise für eine schnellere Wundheilung bzw. einen schnelleren Wundverschluss.

Weitere Studien waren nötig, um zu zeigen, ob sich diese vielversprechenden Ergebnisse auch auf den Menschen

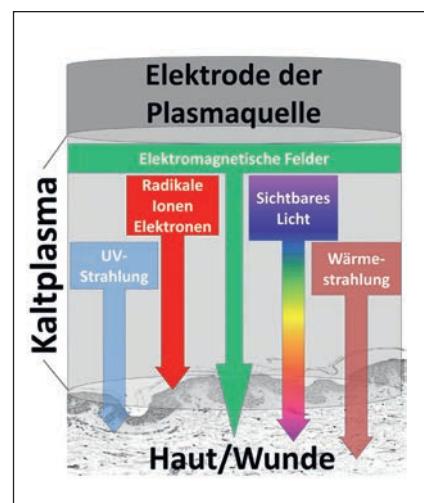


Abbildung 3 Kaltplasma besteht aus vielen biologisch-wirksamen Faktoren. Anhand des Schemas werden die wirksamen Faktoren einer direkten Plasmaquelle gezeigt, die möglicherweise auf die Haut bzw. Wunde einen Effekt haben könnten. Viele dieser Faktoren wirken zudem antimikrobiell.

übertragen lassen. Vorher mussten vor allem aber mögliche toxische Effekte des Kaltplasmas für die menschliche Haut weitgehend ausgeschlossen werden.

Hautverträglichkeit des Kaltplasmas

Es gibt viele Methoden, zu zeigen, ob Kaltplasma hautschädigend sein könnte. Bevor Patienten oder Probandenstudien in Frage kommen, kann mittels *in-vitro*-Experimenten das gewebeschädigende Potential des Kaltplasmas geschätzt werden. Neben der Zellkultur und Tierversuchen, insbesondere am Schwein, sind Testungen an einer 3D-Gewebekultur oder Experimente an humanen vitalen Hautexplantaten zielführend. Keiner der obengenannten Kaltplasmaquellen zeigte in den vor klinischen Versuchen an Tier- oder Hautmodellen eine gewebeschädigende Wirkung bei kurzer und mittlerer Behandlungsdauer (0–5 min) [5, 8, 9], während in zahlreiche Studien eine zeit- bzw. dosisabhängige Zelltoxizität in Zellkulturversuchen beobachtet werden konnte. Hier sollte aber bedacht werden, dass die behandelten Zellen außerhalb ihres natürlichen Umfelds naturgemäß empfindlicher sind und direkt dem Kaltplasma auf kurze Distanz ausgesetzt werden. In ihrer natürlichen Umgebung sind Zellen in ihrem Gewebe und dessen extrazellulärer Matrix eingebettet und dementsprechend weniger dem Plasma exponiert. Weitere Faktoren könnten die Teilungsraten sein, da insbesondere teilungsfreudige Zellen, wie Zellkulturversuche gezeigt haben, empfindlich auf Kaltplasma reagieren, während ruhende Zellen längere Behandlungszeiten aushalten können [10]. Diese erzielten Ergebnisse sind insbesondere interessant für den Einsatz von Kaltplasmen in der Krebstherapie, da hier schnellwachsende Tumorzellen möglicherweise selektiv eliminiert werden könnten, ohne dass umgebende gesunde Gewebe bzw. Zellen zu schädigen. Auch längere Behandlungsdauer (> 5 min) könnte im Gewebe zu Schädigungen führen, so dass für den klinischen Einsatz der Kaltplasmaquellen eine sichere Behandlungszeit von den Herstellern definiert wurde. Dabei zeigen sich je nach Bauart deutliche Unterschiede in Behandlungsart und -dauer. Mit dem kINPen MED mit seiner im Vergleich schmalen

Düse (1 cm²) wird der zu behandelnde Bereich mit 5 mm/s abgefahrene und es wird empfohlen, mit dem Kaltplasma-jet maximal nur 3 s auf einer Stelle zu verweilen. Der Adtec SteriPlas kann durch seinen breiteren Kaltplasmastrahl einen größeren Bereich abdecken (5 cm²). Hier wird eine Behandlungszeit von 2 min empfohlen. Das PlasmaDerm Gerät kann aufgrund seiner Bauart und je nach verwendeter Behandlungselektrode auch größere Flächen (22,5 cm²) auf einmal behandeln. Ein empfohlener Behandlungszyklus beträgt 90 s.

Einsatz des Kaltplasmas in der Wundbehandlung

Bereits vor 2010 wurde die antibakterielle Wirkung des Vorgängers der Plasmaquelle Adtec Steriplas in einer klinischen Studie (36 Patienten) bestätigt. In infizierten chronischen Wunden konnte eine signifikante Reduktion (34%) der bakteriellen Last durch mehrfache Kaltplasmabehandlungen (7–8 × 5 min) erreicht werden [11]. Das Nachfolgemodel Mircoblaster beta, welchem in etwa der heutige SteriPlas entspricht, wurde in einer weiteren klinischen Studie (14 Patienten) untersucht [12]. Es konnte gezeigt werden, dass hinsichtlich des Sicherheitsaspekts auch eine zweiminütige Behandlung ausreichend für die Verringerung der Bakterienanzahl in chronischen Wunden ist. Die Reduktion betrug 23,5% nach durchschnittlich 15–16 tägiger Behandlung.

Die antibakterielle Wirksamkeit des Plasmaderm-Systems wurde in einer Phase-I-Studie an 7 Patienten mit chronischen Wunden getestet [13]. Eine mehrfache Behandlung (3 ×/Woche, 8 Wochen) war unbedenklich, und im Vergleich zur Kontrollgruppe (n = 7) konnte eine signifikante Verminderung der bakteriellen Kolonisierung bzw. eine Vergrößerung der bakterienfreien Zone gesehen werden. Eine Studie mit 34 Patienten mit chronischen Wunden zeigte auch die antibakteriellen Effekte der kINPen-Behandlung. Die besten Ergebnisse wurden in einer Kombinationsbehandlung mit einem Antiseptikum erreicht [14].

Schlussbetrachtung

Die immer älter werdende Bevölkerung, die damit steigende Morbidität und insbesondere die steigende Patien-

tenzahl mit metabolischem Syndrom werden die Zahl chronischer Wunden in den nächsten Jahren und Jahrzehnten deutlich anwachsen und die Behandlungskosten dementsprechend explodieren lassen. Zunehmende Antibiotikaresistenzen werden die Situation weiter verschärfen. Der Einsatz von Kaltplasma stellt eine potentielle Behandlungsalternative für kontaminierte oder infizierte chronische Wunden unterschiedlicher Ätiologie dar. Die bisherigen Ergebnisse hinsichtlich antimikrobieller Effekte, nicht nur im Labor, sondern auch in der kontaminierten Wunde, sind vielversprechend. Ob eine Kaltplasmabehandlung bei chronischen Wunden den Heilungsprozess beschleunigt bzw. in Gang setzen kann, wird intensiv untersucht. Die beschriebenen Plasmageräte können bereits als CE-zertifizierte Medizinprodukte in Praxen und Wundheilungsambulanzen genutzt werden, und viele positive Effekte wurden in Fallbeispielen beschrieben. Dennoch sind für eine objektive Effektbeurteilung der Kaltplasmatherapie multizentrische, plazebokontrollierte und randomisierte klinische Studien mit größeren Patientenzahlen notwendig. Ohne eine hinreichende Evidenz ist davon auszugehen, dass die Kaltplasmatherapie von den Krankenkassen nicht allgemein anerkannt wird bzw. nur in Ausnahmefällen die Kosten erstattet werden. So würden auf der einen Seite finanziell schwache Patienten von einer potentiell erfolgreichen Therapie ausgeschlossen, während auf der anderen Seite ein „Geschmäckle“ bleibt, dass eine eventuell nutzlose Behandlung teuer an den verzweifelten, aber finanziell starken Patienten gebracht wird.

Literatur

1. Moreau M, Orange N, Feuilloley MGJ. Non-thermal plasma technologies: new tools for bio-decontamination. Biotechnol Adv. 2008;26(6):610–7.
2. Keudell Av, Awakowicz P, Benedikt J, Raballand V, Yanguas-Gil A, Opretzka J, et al. Inactivation of Bacteria and Biomolecules by Low-Pressure Plasma Discharges. Plasma Processes and Polymers. 2010;7(3-4):327–52.
3. Frank S, Kämpfer H, Wetzler C, Pfeilschifter J. Nitric oxide drives skin repair: novel functions of an established mediator. Kidney Int. 2002;61(3):882–8.
4. Fitzpatrick E, Holland OJ, Vanderlelie JJ. Ozone therapy for the treatment of chronic wounds: A systematic review. Int

- Wound J. 2018 [Epub ahead of print].
5. Balzer J, Heuer K, Demir E, Hoffmanns MA, Baldus S, Fuchs PC, et al. Non-Thermal Dielectric Barrier Discharge (DBD) Effects on Proliferation and Differentiation of Human Fibroblasts Are Primary Mediated by Hydrogen Peroxide. *PLoS ONE*. 2015;10(12):e0144968.
6. Daeschlein G, Napp M, Podewils Sv, Lutze S, Emmert S, Lange A, et al. In Vitro Susceptibility of Multidrug Resistant Skin and Wound Pathogens Against Low Temperature Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ) and Dielectric Barrier Discharge Plasma (DBD). *Plasma Processes and Polymers*. 2016;11(2):175–83.
7. Ermolaeva SA, Varfolomeev AF, Chernukha MY, Yurov DS, Vasiliev MM, Kaminskaya AA, et al. Bactericidal effects of non-thermal argon plasma in vitro, in biofilms and in the animal model of infected wounds. *J Med Microbiol*. 2011;60(Pt 1):75–83.
8. Daeschlein G, Scholz S, Ahmed R, Majumdar A, von Woedtke T, Haase H, et al. Cold plasma is well-tolerated and does not disturb skin barrier or reduce skin moisture. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2012;10(7):509–15.
9. Isbary G, Köritzer J, Mitra A, Li YF, Shimizu T, Schroeder J, et al. Ex vivo human skin experiments for the evaluation of safety of new cold atmospheric plasma devices. *Clinical Plasma Medicine*. 2013;1(1):36–44.
10. Babington P, Rajjoub K, Canady J, Siu A, Keidar M, Sherman JH. Use of cold atmospheric plasma in the treatment of cancer. *Biointerphases*. 2015;10(2):029403.
11. Isbary G, Morfill G, Schmidt HU, Georgi M, Ramrath K, Heinlin J, et al. A first prospective randomized controlled trial to decrease bacterial load using cold atmospheric argon plasma on chronic wounds in patients. *Br J Dermatol*. 2010;163(1):78–82.
12. Isbary G, Heinlin J, Shimizu T, Zimmerman JL, Morfill G, Schmidt HU, et al. Successful and safe use of 2 min cold atmospheric argon plasma in chronic wounds: results of a randomized controlled trial. *Br J Dermatol*. 2012;167(2):404–10.
13. Brehmer F, Haensle HA, Daeschlein G, Ahmed R, Pfeiffer S, Gorlitz A, et al. Alleviation of chronic venous leg ulcers with a hand-held dielectric barrier discharge plasma generator (Plasma-Derm((R)) VU-2010): results of a monocentric, two-armed, open, prospective, randomized and controlled trial (NCT01415622). *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology : JEADV*. 2015;29(1):148–55.
14. Klebes M, Ulrich C, Kluschke F, Pätzelt A, Vandersee S, Richter H, et al. Combined antibacterial effects of tissue-tolerable plasma and a modern conventional liquid antiseptic on chronic wound treatment. *J Biophotonics*. 2015;8(5):382–91.

5. Auflage 2018

Arne Simon
Rheolikos Furtwängler
Hermann Laws
Jeanette Greiner
Thomas Lehrnbecher
Roland A. Ammann
Freimut Schilling
Norbert Graf

GPOH

Evidenzbasierte Empfehlungen zur Anwendung dauerhaft implantiert er, zentralvenöser Zugänge in der pädiatrischen Onkologie

Im Auftrag der Gesellschaft für pädiatrische Onkologie und Hämatologie
5. überarbeitete Auflage, 2018

mhp Verlag GmbH Wiesbaden

mhp

**Evidenzbasierte Empfehlungen
zur Anwendung dauerhaft
implantiert er zentralvenöser Zugänge**

Auswahl eines geeigneten Katheters, Vorbereitung zur Implantation, Prävention mechanischer Komplikationen, Verbandwechsel, Hautantiseptik, Systemwechsel am CVAD, Infusionslösungen, Spülung und Block, Fotostrecken zur Portpunktion und zum Handling von Broviac-Kathetern in der pädiatrischen Onkologie

Bestellinformationen über: <http://shop.mhp-verlag.de/>

A. Simon, R. Furtwängler, H. J. Laws, J. Greiner, Th. Lehrnbecher, R. A. Ammann, F. Schilling, N. Graf, im Auftrag der GPOH
5. Auflage 2018, 84 Seiten, DIN A5, 13,80 EUR zzgl. Versandkosten
ISBN 978-3-88681-155-7

Das Autorenhonorar geht als Spende an die Deutsche Kinderkrebsstiftung

ÜBERSICHTSARBEIT

Kalte Plasmen zur Heilung chronischer Wunden

Cold plasma for chronic wound healing

K. Masur, J. Schmidt, E. Stürmer, T. von Woedtke

ZUSAMMENFASSUNG

In den vergangenen zwei Jahrzehnten wurde ein neues Forschungsgebiet etabliert - die Plasmamedizin. Hierbei handelt es sich um ein Beispiel für die interdisziplinäre Wissenschaft, die Physik, Biologie und Medizin miteinander vereint. Ziel ist dabei die Nutzung kalter physikalischer Plasmen, also teilweise ionisierter Gase, für klinische Anwendungen. Plasma wird auch als der vierte Aggregatzustand nach fest, flüssig und gasförmig bezeichnet, den man durch Zufuhr von Energie zu einem Gas erreichen kann (Abb. 1). Dabei ist es den Physikern und Ingenieuren gelungen, dass die Energie hierbei nur auf die Elektronen übertragen wird, was dazu führt, dass diese Gase ihren angeregten Zustand schon bei niedrigen Temperaturen erreichen - meist zwischen 30°C und knapp über 40°C. Somit sind die kalten Plasmen für die Anwendung an lebenden Zellen und Geweben geeignet, weil thermische Schäden ausgeschlossen werden können. Kalte Plasmen wirken zeitlich und räumlich begrenzt, weisen antibakterielle Eigenschaften auf, steigern die Mikrozirkulation und damit die Sauerstoffsättigung im behandelten Gewebe und haben einen positiven Einfluss auf molekulare Prozesse der Wundheilung. Durch eine Plasmabehandlung kann eine Reduktion von Matrix-Metallo-Proteinasen (MMPs) genauso beobachtet werden wie ein Absinken proinflammatorischer Zytokine. In Verbindung mit einem professionellen Wundmanagement stellt kaltes Plasma eine neue Alternative in der Behandlung chronischer Wunden dar.

SCHLÜSSELWÖRTER

Kaltes Plasma, Redox-Balance, Mikrozirkulation, antimikrobiell, chronische Wunden, Plasmamedizin

SUMMARY

Over the past two decades, a new field of research has been established - plasma

medicine. This is an example of interdisciplinary science combining physics, biology and medicine. The aim is the medical use of cold physical plasmas, which are partially ionized gases, for clinical applications. Plasma is called the fourth state of matter after solid, liquid and gaseous (Fig 1). By supplying energy each gas can be converted into its excited state - into a plasma. The trick that the physicists and engineers have achieved in generating cold plasmas is the fact that the energy is transferred to the electrons only, which causes these gases to reach their excited state even at low temperatures - usually between 30°C and 40°C. Thus, the cold plasmas are suitable for application on living cells and tissues, because thermal damages can be ruled out. Cold plasmas are temporally and spatially limited, have antibacterial properties, increase the microcirculation and thus the oxygen saturation in the treated tissue. Plasmas have a positive influence on the molecular processes of wound healing. After a plasma treatment, a reduction of Matrix Metallo-Proteinases (MMPs) can be observed, as well as a decrease of pro-inflammatory cytokines in the wound fluids. Combined with professional wound management, cold plasma is a new alternative in the treatment of chronic wounds.

KEYWORDS

cold plasma, redox balance, microcirculation, antimicrobial, chronic wounds, plasma medicine

Was untersucht die Plasmamedizin?

Die therapeutische Anwendung kalter Plasmen in der Klinik stellt eine Herausforderung sowohl für die Medizin als auch für die Plasmaphysik dar. Um Zellen und Gewebe selektiv zu stimulieren, und mögliche Risiken zu vermeiden, ist es notwendig zu wissen, wie die Plasmen und ihre verschiedenen Kompo-

Korrespondierender Autor

Dr. Kai Masur
Leibniz-Institut für
Plasmaforschung und
Technologie (INP)
Felix-Hausdorff Str. 2
17489 Greifswald
E-Mail: kai.masur@inp-greifswald.de;

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des Internationalen Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

Zitierweise

K. Masur, J. Schmidt, E. Stürmer, T. von Woedtke:
Kalte Plasmen zur Heilung chronischer Wunden.
WUNDmanagement 2018;
12(5) 253-259.

Manuskriptdaten

Eingereicht: 12.7.2018
Revidierte Fassung
angenommen: 20.08.2018

nenten generiert werden können und um die entsprechenden Betriebsparameter den gewünschten Bedingungen anzupassen [1]. Zurzeit kommen für die klinische Anwendung verschiedene Gerätetypen zum Einsatz, die sich in der Art der Plasmaerzeugung unterscheiden: Mikrowellenentladungen, Atmosphärendruck-Plasmajets (APPJ) und dielektrische Barrierenentladungen (DBD). Während bei den dielektrischen Barrierefeldern das Plasma direkt an der Oberfläche erzeugt wird und diese meist ohne zusätzlichen Gasfluss betrieben werden, wird bei den Plasmajets das Plasma aufgrund des Gasstromes ausgeleitet und der sogenannte Effluent für die Behandlung der Zellen und Gewebe genutzt.

Trotzt der körperverträglichen Temperaturen weisen kalte Plasmen alle Bestandteile auf, die für Plasmen allgemein bekannt sind. Sie enthalten freie Elektronen und Ionen, elektromagnetische Felder, eine gewisse Menge an sichtbarem Licht wie auch unsichtbarer ultravioletter (UV-) bzw. Infrarot-Strahlung (Wärme) sowie angeregte Spezies. Besonders die angeregten Sauerstoff- und Stickstoff-Spezies (engl.: reactive oxygen species (ROS); reactive nitrogen species (RNS)) wie z.B.: Stickstoffmonoxid (NO), Wasserstoffperoxid (H_2O_2), Hydroxylradikale ($HO\cdot$) sowie atomarer Sauerstoff sind in Kombination mit der UV-Strahlung und den elektrischen Feldern für biologische Wirksamkeit verantwortlich (siehe Abb. 2) [2].

In den allermeisten Fällen spielen Flüssigkeiten eine wesentliche Rolle in

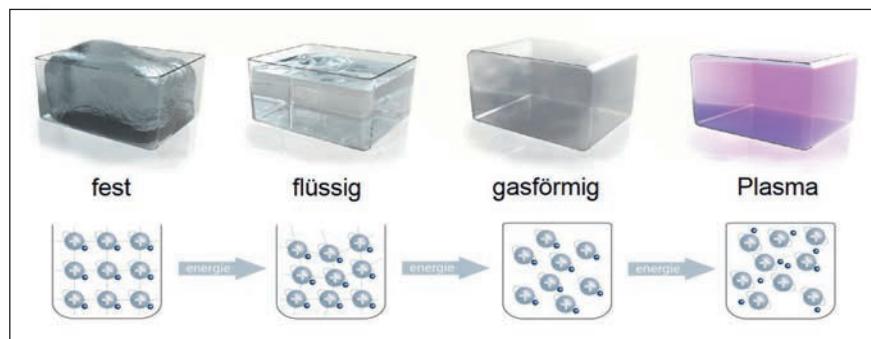


Abbildung 1 Darstellung der vier Aggregatzustände: fest, flüssig, gasförmig und Plasma, die durch Energiezufuhr in den jeweils nächsten überführt werden können. In der unteren Zeile ist die zunehmende Beweglichkeit der Teilchen aufgrund der erhöhten Energie dargestellt, bis hin zu freibeweglichen Elektronen und Ionen im Plasmazustand.

der Vermittlung der Plasmareaktivität, da die Plasmen zunächst auf eine flüssige Phase treffen, bevor sie mit biologischer Materie interagieren. Dies trifft sowohl bei Versuchen in Zellkultur zu (wo sie zunächst auf die Nährmedien treffen), aber auch bei der Behandlung von Wunden, welche sehr oft ein feuchtes Milieu beinhalten. Selbst intakte Haut weist einen nicht zu verachtenden Anteil an Feuchtigkeit auf, mit der das Plasma reagieren kann. Da die im Plasma generierten Spezies sehr reaktionsfreudig sind, weisen sie nur sehr kurze Lebenszeiten auf, sodass meist erst die sekundären Reaktionsprodukte und demnach langlebigen Spezies auf die Körperzellen treffen und mit diesen interagieren. Dies hat den positiven Effekt, dass kalte Plasmen zeitlich und räumlich sehr begrenzt wirken, und somit eine sehr gezielte Behandlung zulassen.

Der Argon-Plasmajet kINPen Med®

Alle im folgenden geschilderten Ergebnisse beruhen auf Behandlungen mit dem Argon Plasmajet kINPen Med® (neoplas tools GmbH Greifswald) (Abb 3). Bei einer Gasflussrate von 5 Liter Argon pro Minute beträgt die Temperatur an der Spitze des Effluenten ca. 30°C [3]. Die Behandlung findet immer mit einem Spacer statt, sodass ein Abstand von 12 mm gewährleistet ist. Alle Wunden wurden mit 30 bis 60 Sekunden pro Quadratzentimeter behandelt, indem mäanderförmig darüber hinweg gestrichen wurde.

Kalte Plasmen können Mikroorganismen abtöten

Bereits sehr früh wurde erkannt, dass man mithilfe kalter physikalischer Plasmen Mikroorganismen inaktivieren und abtöten kann. Hier ist beson-

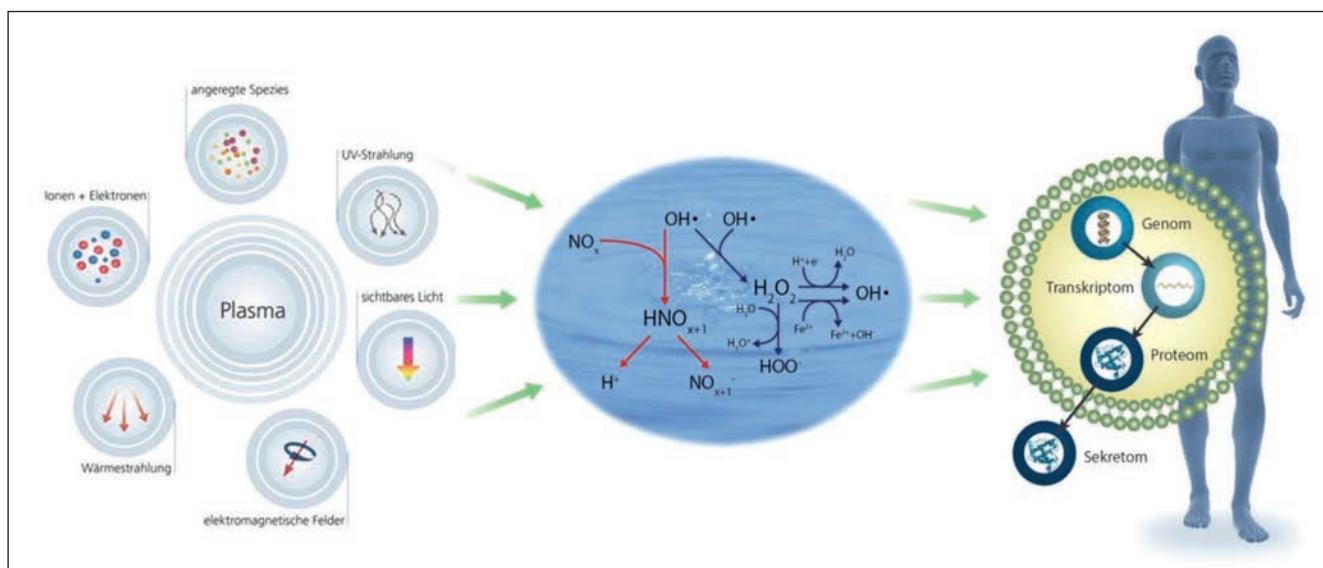


Abbildung 2 Darstellung der Zusammensetzung des Plasmas, der Transportwege der reaktiven Spezies und der Wirkweise kalter physikalischer Plasmen durch Interaktionen mit biologischen Systemen.

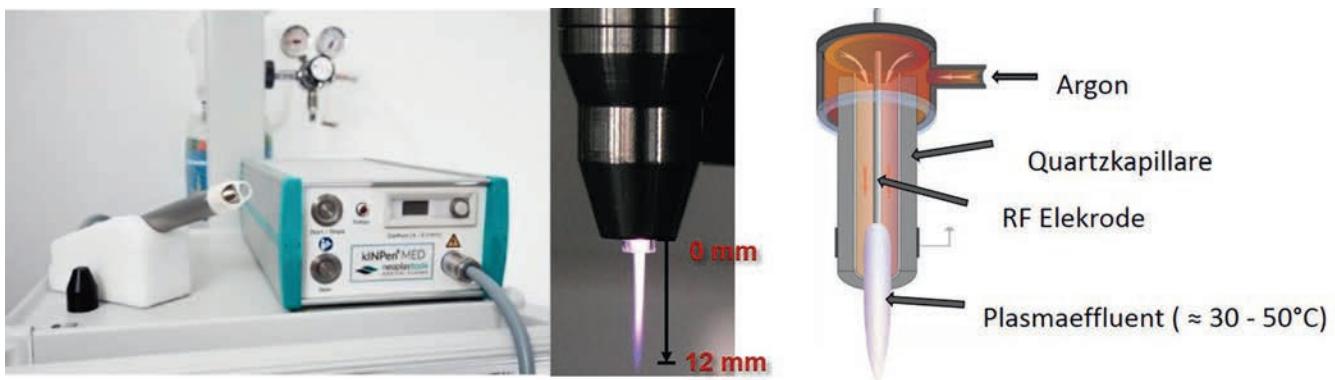


Abbildung 3 Argon-Plasmajet kINPen Med® mit schematischer Darstellung des Aufbaus der Plasmaquelle

ders die Wirkung der reaktiven Sauerstoff- und Stickstoff-Spezies (ROS/RNS) in Kombination mit dem im Plasma generierten UV-Licht zu nennen. Reaktive Sauerstoffspezies wie Ozon oder auch Hypochlorit werden schon seit langem aufgrund ihrer antibakteriellen Eigenschaften zur Desinfektion eingesetzt. Da in kalten Plasmen eine Vielzahl von ROS und RNS gebildet werden, wurden diese Komponenten auch frühzeitig auf ihr Potential zum Abtöten verschiedener Bakterien und Pilze untersucht [4]. Abbildung 4 zeigt einen üblichen Hemmhoftest, wie er im Rahmen von Plasmauntersuchungen durchgeführt wird.

Deutlich erkennbar ist hierbei, dass der eigentliche Hemmhof wesentlich größer wird (gestrichelter Kreis mit ca. 2,5 cm²) als die zunächst klein erscheinende Wirkfläche des hier gezeigten Plasmajets (Durchmesser des Effluenten ca. 2 mm – markiert durch die Pfeile). Dass der Hemmhof wesentlich größer wird, liegt an der Diffusion und Verwirbelung der reaktiven Spezies, so dass letztlich auf einer vergleichsweise großen Fläche Bakterien abgetötet werden. Ein weiterer Vorteil des Jetplasmas ist, dass die angeregten Spezies mit dem Gasstrom auch in Spalten und

Vertiefungen eindringen können, wie sie in vielen Wunden vorzufinden sind. Besonders die Spaltgängigkeit des Plasmas stellt einen wesentlichen Vorteil einer Plasmabehandlung chronisch infizierter Wunden im Vergleich zu derzeitigen Standardbehandlungen mit flüssigen Antiseptika dar, weil diese aufgrund der Oberflächenspannung nicht in alle Spalten eindringen können.

Kaltes Plasma tötet multiresistente Keime

Der wesentliche Vorteil kalter Plasmen in der Therapie chronisch infizierter Wunden ist die Tatsache, dass Plasma auch multiresistente Keime abtöten kann. Dabei ist es genauso hoch-effektiv wie in der Beseitigung nicht-resistenter Bakterien [5]. Hemmhoftests mit klinischen Isolaten multiresistenter Bakterien ergaben vergleichbar große Hemmhöfe bei allen getesteten Stämmen. Dies ist eine zentrale Überlegenheit der Plasma-Behandlung, insbesondere vor dem Hintergrund der wachsenden Zahl an Infektionen mit multiresistenter Keimen infizierter Wunden und der Tatsache, dass die Anzahl resistenter Bakterienstämme steigt, aber

immer weniger neue Antibiotika entwickelt werden.

Wie wirken kalte Plasmen auf menschliche Zellen?

Mit dem Fokus auf den zukünftigen Einsatz kalter Plasmen in der Heilung chronischer Wunden, aber auch, um die Wirkweise kalter physikalischer Plasmen besser zu verstehen und deren Wirksamkeit zu verbessern, wurden zunächst Versuche mit kultivierten humanen Immunzellen, Hautzellen (Keratinozyten) und Bindegewebzellen (Fibroblasten) durchgeführt [6]. Im Rahmen dieser Untersuchungen wurde festgestellt, dass jede Zellart, aber auch jedes Gewebe eine unterschiedliche Sensibilität gegenüber Plasma aufweist. Dies ist zum Teil bereits durch die Funktion der Zellen, aber auch durch deren Position im Körper begründet. So repräsentieren Keratinozyten eine Art äußere Barriere des Körpers und sind täglich Umwelteinflüssen wie UV-Strahlung, aber auch Radikalen und anderen angeregten Spezies ausgesetzt. Reaktive Sauerstoffspezies sind keine unbekannten Substanzen in unserem Körper, im Gegenteil, sie werden aufgrund der Sauerstoffatmung jederzeit in unseren Körperzellen während der Zellatmung in den Mitochondrien generiert und müssen entsprechend abgefangen und unschädlich gemacht werden. Während jede Körperzelle aufgrund der Sauerstoffverwertung zur Energieproduktion geringe Mengen an ROS bildet, gibt es auch körpereigene Prozesse, bei denen gezielt große Mengen an Radikalen und anderen angeregten Spezies gebildet werden. Speziell bei der Bekämpfung von Infektionen spielen reaktive Sauerstoff- und Stickstoff-Spezies eine wesentliche Rolle. Besonders



Abbildung 4 Plasmabehandlung einer Bakterienkultur auf einer Agarplatte (links) und nach 24 h entstandener Hemmhof (zum Größenvergleich rechts noch einmal mit Plasmajet)

die sogenannten Fresszellen (Makrophagen und neutrophile Granulozyten) können, nachdem sie Mikroorganismen aufgenommen haben, große Mengen an ROS bilden, um diese Erreger abzutöten und abzubauen.

Einen weiteren Aspekt in der Rolle der angeregten Spezies spielt die Tatsache, dass sie eine regulatorische Funktion in den Zellen besitzen. Adaptive Reaktionen im Zusammenhang mit Umweltstressoren sind für das Überleben der Zellen entscheidend. Unter Bedingungen, bei denen zelluläre Redox- und Abwehrmechanismen überlastet sind, bewirkt die selektive Oxidation kritischer Methionine innerhalb ausgewählter Proteinsensoren eine Herunterregulierung des Energiestoffwechsels und die weitere Erzeugung reaktiver Sauerstoffspezies [7]. Durch die Oxidation von Methionin- und Cystein-gruppen in Sensormolekülen können reaktive Spezies Signalmoleküle in den Zellen modulieren und somit Eingriff in zelluläre Prozesse nehmen.

Insgesamt kann man die Wirkung reaktiver Spezies auf die Zellen als eine Beeinflussung der Redox-Balance bezeichnen. Hiermit ist gemeint, dass in allen sauerstoff-atmenden Zellen eine Art Gleichgewicht oder vielmehr ein Fluss an reaktiven Spezies vorliegt und ein ausgeklügeltes System von biologischen Aktionen diese Redox-Balance aufrechterhält (Abb. 5a). Dabei hat jede Zellart, aber auch jedes Gewebe eine unterschiedliche Fähigkeit, mit diesen natürlichen körpereigenen (endogenen) oder auch von außen einwirkenden (exogenen) oxidativen Einflüssen umzugehen. Das anti-oxidative Potential einer Zelle beschreibt die Gesamtheit aller Prozesse, die zum Erhalt der Redox-Balance beitragen.

Aufgrund von Erkrankungen oder Stoffwechselstörungen kann es zu einer Beeinflussung dieser Redox-Balance kommen, was sich meist in einem Ungleichgewicht zwischen den in den Zellen befindlichen ROS und den entsprechenden molekularen Gegenmaßnahmen des Körpers widerspiegelt (Abb. 5b). Oft werden dann entweder zu viele reaktive Spezies gebildet, oder die Aktivität der radikalabbauenden Enzyme wie Katalase oder Superoxid-Dismutase ist unzureichend. Aber auch durch unterschiedliche Umwelt-einflüsse wie Radikale aus Abgasen

oder Zigarettenrauch, Ozon aus Druckern oder durch erhöhte Sonnenstrahlung an heißen Tagen, kann es zu einer erhöhten Konzentration an reaktiven Stickstoff- und Sauerstoff Spezies kommen. Diese werden über die Haut

selbst oder über die Atmung und Blutbahn aufgenommen, was auch zu einem Anstieg von ROS/RNS in den Zellen führt.

Aufgrund dieser exogenen oder endogenen Prozesse wiesen die Zellen eine

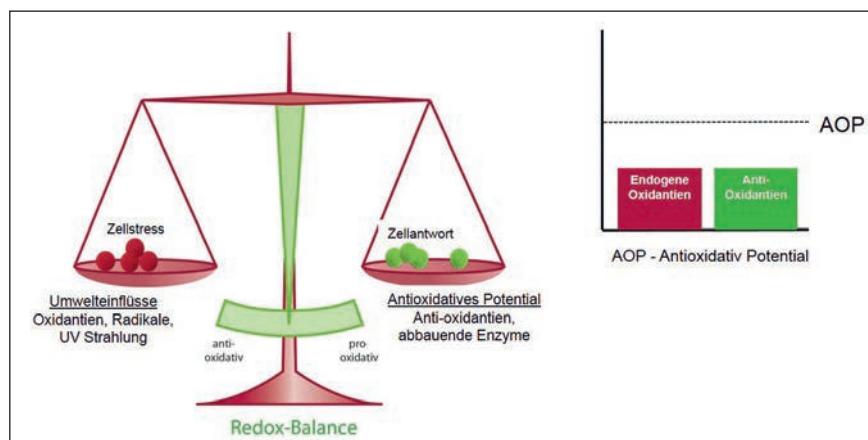


Abbildung 5a Redox-Balance einer Zelle mit ausgewogenem anti-oxidativem Potential

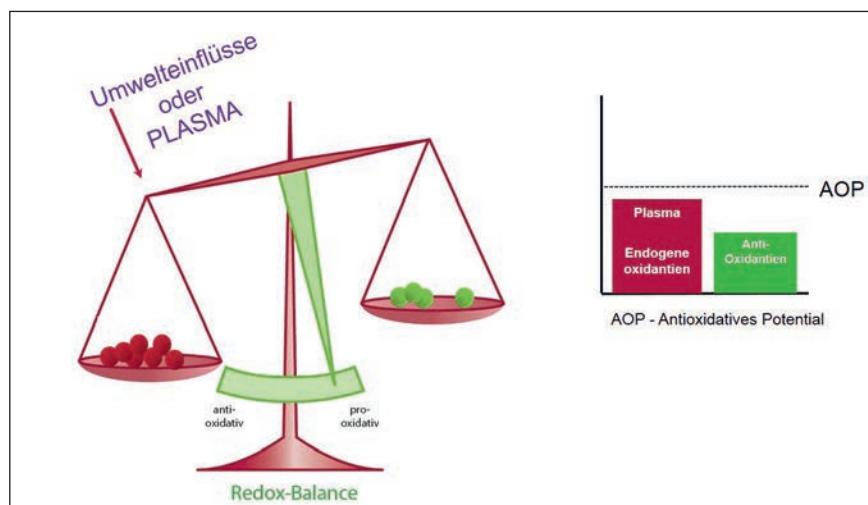


Abbildung 5b Gestörte Redox-Balance aufgrund einer erhöhten Einwirkung von Oxidantien (reaktiven Spezies aus der Umwelt, oder künstlich zugeführt durch eine Plasma-Behandlung)

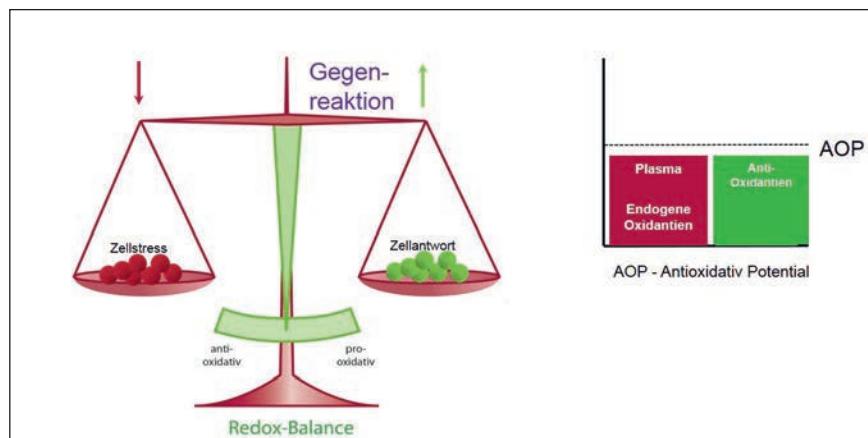


Abbildung 5c Wiederhergestellte Redox-Balance durch Aktivierung zellulärer Maßnahmen zur Steigerung des anti-oxidativen Potentials



Abbildung 6 Bilder des Wundheilungsverlaufes einer chronischen Wunde am linken Unterschenkel

veränderte Redox-Balance auf, was eine zelluläre Gegenreaktionen auslöst, welche letztlich der Wiederherstellung der zellulären Redox-Balance und zum Angleichen des antioxidativen Potentials führt, solange das antioxidative Potential der jeweiligen Zellart nicht überschritten wird (Abb. 5c)

Um dies bewerkstelligen zu können, verfügen Zellen über sogenannte Redox-Sensoren, wie Nrf-2/Keap-1, ein Molekülpaar, das bei steigenden ROS-Konzentrationen in den Zellen zur Trennung der beiden Moleküle führt, woraufhin Nrf-2 als Transkriptionsfaktor in den Zellkern wandert und dort Gene aktiviert, die für eine entsprechende Gegenreaktion der Zelle notwendig sind [8]. Hierbei kommt es zur Aktivierung von Reparaturprozessen, der Ausschüttung von Antioxidantien und Enzymen zum ROS-Abbau (wie Katalase), aber auch zur Freisetzung von Botenstoffen, die umliegende Zellen aktivieren und warnen sollen. Insgesamt kann dies zu einer Steigerung des Zellwachstums und einer vermehrten Zellwanderung führen. All diese Prozesse sind notwendig, um beispielsweise eine Wunde zu Heilung anzure-

gen – und können somit durch eine gezielte Plasmabehandlung beeinflusst werden.

All diese Mechanismen macht man sich in der Plasmamedizin zunutze. Speziell bei der Heilung chronischer Wunden ist eine Modulation der Redox-Balance von großem Interesse. Viele chronische Wunden weisen eine geringe Durchblutung auf, was zu einer verminderten Sauerstoffsättigung im Gewebe führt. Körpereigene Gegenmaßnahmen, die auf Reaktionen von Sauerstoff bzw. Sauerstoffradikalen und anderen reaktiven Spezies beruhen, können in solchen Wunden mit gestörter Redox-Balance nicht volumnäßig sichergestellt werden. Stoffwechselstörungen wie Diabetes mellitus zusammen mit einer verringerten Sauerstoffversorgung führen dazu, dass Immunzellen in chronischen Wunden nicht mehr in vollem Umfang ihren Aufgaben nachkommen können. Hierbei ist die Phagozytose sowie der anschließende Abbau der aufgenommenen Mikroorganismen mithilfe von ROS eingeschränkt. Hier tritt die Wirksamkeit kalter physikalischer Plasmen besonders hervor.

Erste Einsätze kalter Plasmen zur Heilung chronischer Wunden: Ein Fallbeispiel

Die ersten Plasmageräte wurden 2013 in Deutschland als Medizinprodukte der Klasse 2A für die Behandlung von chronischen Wunden und erregerbedingten Erkrankungen der Haut zugelassen. Seitdem ergaben sich neue Therapiemöglichkeiten für die Wundheilung, Geweberegeneration und die Behandlung von Hautinfektionen. Eine Hauptaufgabe der Plasmamedizin war dabei die Einführung der Plasmaquellen in die klinische Erprobung. Nur so kann die Sicherheit der Plasmabehandlung bei Patienten gewährleistet werden [9].

Seitdem wurden viele Patienten im Rahmen von Fallstudien erfolgreich behandelt. Beispielhaft ist in Abb. 6 der Heilungsverlauf einer 64-jährigen Patientin mit einer chronischen Wunde am linken Unterschenkel dargestellt. Im Verlauf von knapp 20 Plasmabehandlungen über 5 Monate konnte eine komplette Abheilung der Wunde erreicht werden. Dabei wurde die Wunde in der frühen Phase zunächst zweimal wöchentlich für jeweils 30 bis 60 Sekunden pro Quadratzentimeter mit Plasma behandelt. Nach Abklingen der Inflammation wurde die Behandlung auf einmal alle zwei Wochen beschränkt.

Kaltes Plasma fördert die Mikrozirkulation und Sauerstoffsättigung des Gewebes

Neben der rein optischen Betrachtung der Wunden und dem Vermessen der Wundflächen besteht auch die Möglichkeit, neue Analysemethoden wie die Hyperspektral-Technologie einzusetzen, um sich beispielsweise die Auswirkung der Wundbehandlung mit kalten Plasmen auf die Sauerstoffsättigung und die Mikrozirkulation (NIR-Perfusion (NIR = near infrared)) des behandelten Gewebes anzuschauen. Die

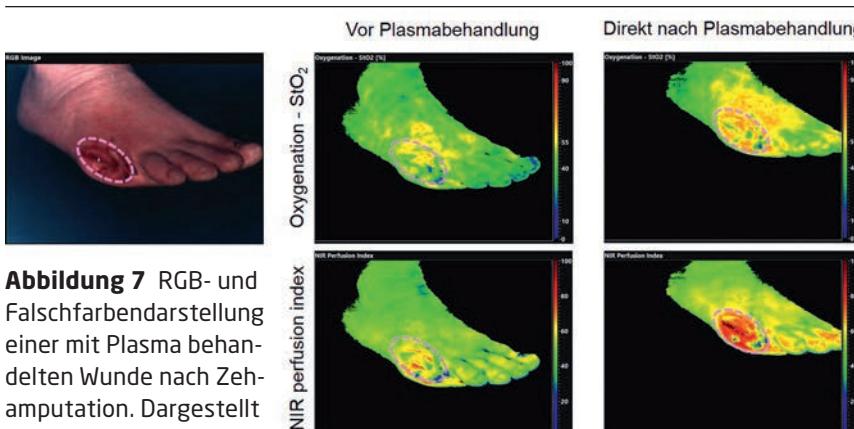


Abbildung 7 RGB- und Falschfarbendarstellung einer mit Plasma behandelten Wunde nach Zehamputation. Dargestellt in der oberen Reihe das Farbbild (links) sowie die Sauerstoffsättigung der Haut vor Plasma (Mitte) und direkt nach Plasmabehandlung (rechts). Die unteren Bilder zeigen die Mikrozirkulation des Gewebes als Falschfarbendarstellung des NIR perfusions-Index jeweils vor Plasma (Mitte) und nach Plasma (rechts)

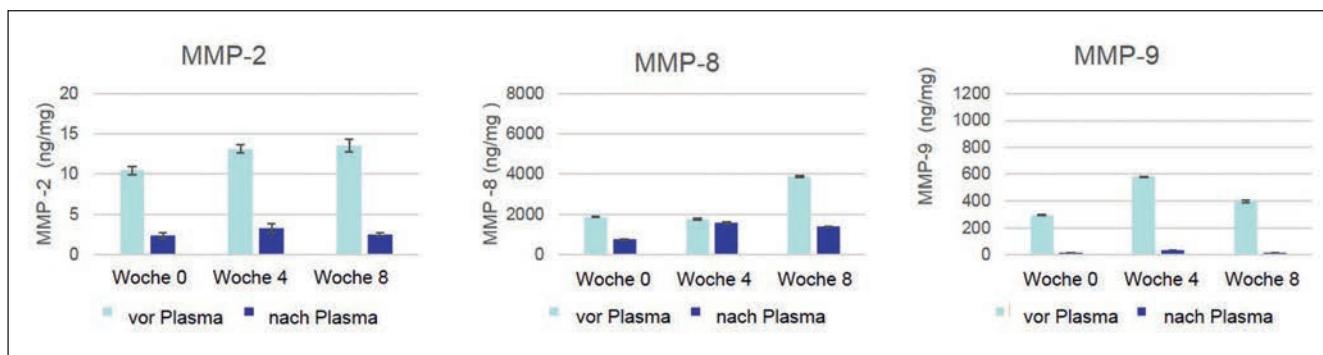


Abbildung 8 Reduktion von Matrix-Metalloc Proteinase-8 und -9 durch 60 s Plasmabehandlung innerhalb einer achtwöchigen Therapie

Hyperspektraltechnologie (der Firma Diaspective Vision) nutzt die Absorption des eingestrahlten Lichtes, welches bei diesem Gerät einen Bereich von 500 bis 1000 nm abdeckt und in jeweils 5 nm Schritten analysiert und ausgewertet wird [10]. Hierbei stehen blaue und grüne Farbtöne für jeweils geringe Werte, wohingegen eine gelb-orange bis rote Färbung hohe Werte darstellt. Die Abbildung 7 verdeutlicht eine signifikante Steigerung der Sauerstoffsättigung (oben rechts) sowie der Mikrozirkulation (unten rechts). Hierbei wurde nur die durch den Kreis markierte Fläche für 60 Sekunden pro Quadratzentimeter mit Plasma behandelt. Besonders eindrücklich lässt sich die Wirkung des Plasmas anhand der gesteigerten Mikrozirkulation in der unteren Reihe (NIR perfusion index) erkennen, wo eine deutliche Rotfärbung eine signifikante Steigerung der Gewebedurchblutung verdeutlicht.

Kaltes Plasma moduliert Prozesse der Wundheilung auf molekularer Ebene

Messungen an Wundexsudaten haben ergeben, dass eine Plasmabehandlung zu einer signifikanten Reduktion zahlreicher pro-inflammatorischer Faktoren wie IL-6 und IL-8 führt und zudem einen positiven Einfluss auf den in chronischen Wunden erhöhten Level an Matrix-Metalloc-Proteinasen (MMP) aufweist. In Abbildung 8 ist der zeitliche Verlauf der MMP-8- und MMP-9-Konzentration im Wundexsudat eines Patienten dargestellt: Die in den chronischen Wunden erhöhten MMP-Werte sind nach der Plasmabehandlung innerhalb von zwei Monaten signifikant reduziert.

Ebenso konnte eine deutliche Reduktion der Interleukin-6(IL-6)-Konzentration in der Wundflüssigkeit nachgewiesen werden (Abb 9). Bei mehreren Patienten waren pro-inflammatorische Marker wie IL-6 durch eine Plasmabehandlung über 60 Sekunden signifikant verringert.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Einsatz kalter physikalischer Plasmen einen innovativen Ansatz in der Heilung chronischer Wunden darstellt. Begleitet von einer konventionellen Wundversorgung, die ein Beheben bestehender arterieller/venöser Durchblutungsstörungen sowie ein professionelles Debridement umfassen sollte, bietet die Plasmatechnologie

zahlreiche Vorteile, welche ergänzend eingesetzt werden sollten: Plasma wirkt bakterizid und beseitigt somit weitere eventuell nach dem Debridement verbliebene Keime aus der Wunde. Weiterhin wirkt sich eine Plasmabehandlung positiv auf die Wundheilung aus, indem es den Level an bindegewebsabbauenden Enzymen reguliert und pro-inflammatorische Zytokine verringert. Das Bild wird durch die Steigerung der Mikrozirkulation und damit einer Verbesserung der Sauerstoffversorgung abgerundet. Somit stellt kaltes Plasma eine einzigartige Alternative zu herkömmlichen Behandlungsmethoden dar, indem es verschiedene positive Effekte in sich vereint.

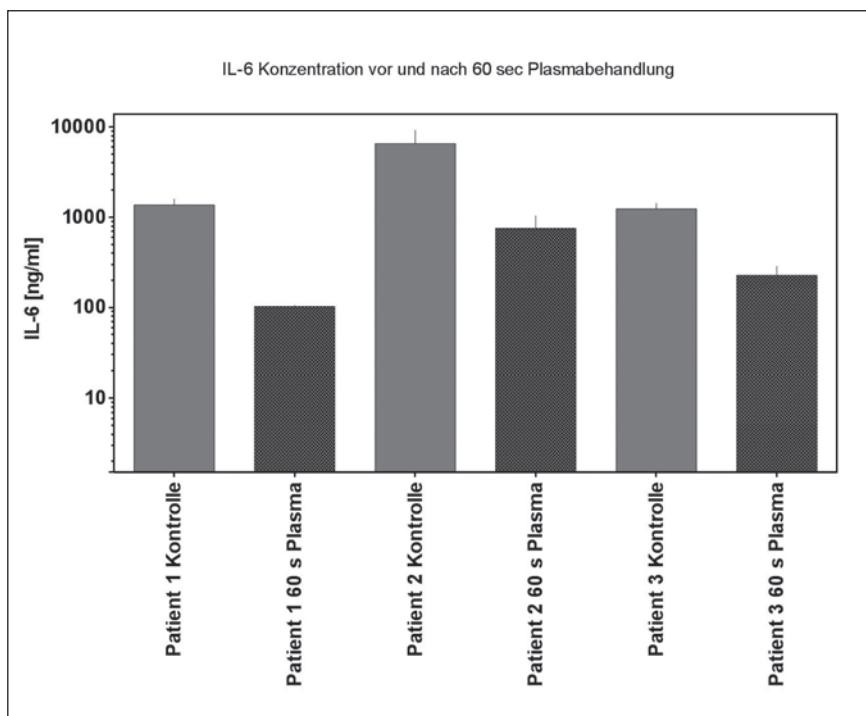


Abbildung 9 Reduktion des pro-inflammatorischen Interleukin-6 durch 60s Plasmabehandlung (3 Patienten)

Literatur

1. Weltmann KD, von Woedtke T: Basic requirements for plasma sources in medicine. *Eur Phys J-Appl Phys* 2011, 55(1).
2. von Woedtke T, Reuter S, Masur K, Weltmann KD: Plasmas for medicine. *Phys Rep* 2013, 530(4):291–320.
3. Weltmann KD, Kindel E, Brandenburg R, Myer C, Bussiahn R, Wilke C, von Woedtke T: Atmospheric Pressure Plasma Jet for Medical Therapy: Plasma Parameters and Risk Estimation. *Contributions to Plasma Physics* 2009, 49(9):631–640.
4. Daeschlein G, von Woedtke T, Kindel E, Brandenburg R, Weltmann K-D, Jünger M: Antibacterial Activity of an Atmospheric Pressure Plasma Jet Against Relevant Wound Pathogens in vitro on a Simulated Wound Environment. *Plasma Processes and Polymers* 2010, 7(3-4):224–230.
5. Daeschlein G, Napp M, von Podewils S, Lutze S, Emmert S, Lange A, Klare I, Haase H, Gumbel D, von Woedtke T et al: In Vitro Susceptibility of Multidrug Resistant Skin and Wound Pathogens Against Low Temperature Atmospheric Pressure Plasma Jet (APPJ) and Dielectric Barrier Discharge Plasma (DBD). *Plasma Processes and Polymers* 2014, 11(2):175–183.
6. Hasse S, Tran TD, Hahn O, Kindler S, Metelmann HR, von Woedtke T, Masur K: Induction of proliferation of basal epidermal keratinocytes by cold atmospheric-pressure plasma. *Clinical and Experimental Dermatology* 2016, 41(2):202–209.
7. Bigelow DJ, Squier TC: Thioredoxin-dependent redox regulation of cellular signaling and stress response through reversible oxidation of methionines. *Molecular BioSystems* 2011, 7(7).
8. Schmidt A, Dietrich S, Steuer A, Weltmann K-D, von Woedtke T, Masur K, Wende K: Non-thermal Plasma Activates Human Keratinocytes by Stimulation of Antioxidant and Phase II Pathways. *Journal of Biological Chemistry* 2015, 290(11): 6731–6750.
9. Karrer S, Arndt S: Plasma medicine in dermatology. Mechanisms of action and clinical applications. *Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 2015, 66(11):819–828.
10. Holmer A, Tetschke F, Marotz J, Malberg H, Markgraf W, Thiele C, Kulcke A: Oxygenation and perfusion monitoring with a hyperspectral camera system for chemical based tissue analysis of skin and organs. *Physiol Meas* 2016, 37(11).



3M™ Tegaderm™ Schaumverbände Einfach genial – Leben Sie mit uns den Fortschritt



Mit jeder Generation besser

Unsere 3M Tegaderm Schaumverbände wurden für Ihre unterschiedlichsten Anforderungen optimiert – denn Lebensqualität und Fortschritt sind uns wichtig. Die innovativen Wundverbände ermöglichen eine einfache und wirtschaftliche Anwendung für ein effektives Exsudatmanagement in allen Wundheilungsphasen.

Mehr erfahren Sie unter:

[www.fresenius-kabi.com/de/
medizinprodukte/
moderne-wundversorgung](http://www.fresenius-kabi.com/de/medizinprodukte/moderne-wundversorgung)

**FRESENIUS
KABI**
caring for life

Fresenius Kabi Deutschland GmbH | fresenius-kabi.com/de | T 0800 / 788 7070 (078)

ÜBERSICHTSARBEIT

Kaltplasma-Anwendungen bei Wundinfektionen mit Fremdkörperbeteiligung in der Herzchirurgie

Cold atmospheric plasma for the treatment of foreign body associated infections in Cardiac Surgery

L. Hilker, T. von Woedtke, K. Masur, Kl.-D. Weltmann, H.-G. Wollert

Korrespondierender Autor

Dr. Lutz Hilker
Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Klinikum Karlsburg, Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpommern
Greifswalder Straße 11
17495 Karlsburg
E-Mail: hilker@drguth.de

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des Internationalen Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

Zitierweise

L. Hilker, T. von Woedtke, K. Masur, Kl.-D. Weltmann, H.-G. Wollert: Kaltplasma-Anwendungen bei Wundinfektionen mit Fremdkörperbeteiligung in der Herzchirurgie. WUNDmanagement 2018; 12(5): 260-267.

Manuskriptdaten

Eingereicht: 12.07.2018
Revidierte Fassung angenommen: 13.08.2018

ZUSAMMENFASSUNG

Nach Herz- und Gefäß-Operationen auftretende Wundheilungsstörungen in anatomisch schwierigen Regionen bei adipösen Patienten bzw. mit Fremdkörperbeteiligung stellen eine große Herausforderung für die behandelnden Ärztinnen und Ärzte dar. Ein wichtiger Bestandteil der Therapie dieser Wundheilungsstörungen sind Maßnahmen und Anwendungen, die zur Reduktion des Risikos für Infektionen bei chirurgischen Eingriffen führen oder nach deren Auftreten zu einer zeitnahen Abheilung führen.

In der Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie des Klinikums Karlsburg wird seit über fünf Jahren bei Wundheilungsstörungen das seit 2013 als Medizinprodukt zugelassene Kalt-Plasmagerät „kinPen Med“ angewendet. Die zum größten Teil bei Destination-Therapie-Patienten mit Linksherzunterstützungssystemen (LVAD) gemachten Erfahrungen bei der Anwendung von kaltem Atmosphärendruckplasma zeigen, dass es eine hohe desinfizierende und regenerierende Potenz hat. Die einzelnen Anwendungen erfolgten dabei an der Drive-line-Austrittsstelle, bei und nach Abszessentlastung bei freiliegender Drive-line sowie intraoperativ im Rahmen von und nach Drive-line-Verlagerungen.

SCHLÜSSELWÖRTER

Drive-line-Infektionen, Kaltplasma, Wundinfektion, LVAD

Dr. med Lutz Hilker

Prof. Dr. med. Hans-Georg Wollert

Klinik für Herz- und Gefäßchirurgie, Klinikum Karlsburg, Herz- und Diabeteszentrum Mecklenburg-Vorpommern

Dr. med. Kai Masur

Prof. Dr. Klaus-Dieter Weltmann

Prof. Dr. Thomas von Woedtke
Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (INP), Greifswald

SUMMARY

Wound healing disorders occurring in cardiac and vascular surgeries in anatomically difficult regions in obese patients or with foreign body involvement are major challenges for the treating physicians. An important part of the therapy are measures and applications that reduce the risk of wound infections, surgical interventions or lead to a timely healing after their occurrence.

After more than five years of use of the approved since 2013, the medical device kinPen Med speak the most in Destination Therapy patients with left heart support systems (LVAD) experience in the application of cold atmospheric pressure plasma for its disinfecting and regenerating potency. Applications were performed at the driveline exit site, during and after abscess relief with the driveline exposed, and intraoperatively as part of and after driveline relocation.

KEYWORDS

Drive-line infections, cold plasma, wound infection, LVAD

Einleitung

Patienten mit hautdurchtretenden Implantaten sind an den Fremdkörper-Haut-Kontaktstellen grundsätzlich infektionsgefährdet. Im ungünstigsten Fall kommt es zu aufsteigenden Wundinfektionen mit nachfolgenden Bakteriämien und daraus resultierenden septischen Verläufen. Die Mortalität in solchen Fällen ist sehr hoch. Auch bei Patienten mit den derzeit am weitesten verbreiteten Linksherzunterstützungssystemen (LVAD; Fa. HeartWare/Medtronic oder Fa. Heartmate/Abbott) muss die Energieversorgung der Pumpe über ein im linken oder rechten Mittelbauch ausgeleitetes Polyethylen-beschichtetes,

partiell Teflon-ummanteltes Stromkabel, die sogenannte Driveline, erfolgen. Hier besteht ein erhebliches Infektionspotential und häufig sind aufsteigende Driveline-Infektionen (DI) und deren Folgen lebenszeitbegrenzend.

Zur Prävention oberflächlicher Wundheilungsstörungen sind bei LVAD-Patienten regelmäßige Verbandswechsel erforderlich. Hierfür werden sowohl der Patient als auch deren nächste Angehörige bzw. ein vor Ort befindlicher Pflegedienst geschult. Bei Hautirritationen an den Austrittstellen erfolgt dieser Verbandswechsel täglich, ansonsten bei unauffälligen Wundverhältnissen 2 bis 3 × wöchentlich. Dabei wird in der Regel eine zentrifugale Wischdesinfektion mit Chlorhexidin oder Octenidin durchgeführt. Anschließend wird die Driveline-Austrittsstelle in Sandwich-Technik mittels steriler Kompressen und Pflaster verbunden, wobei abschließend neben der Wunde eine Fixation der Driveline an der Bauchwand durch ein spezielles Hollister- bzw. Uri-med-Pflaster erfolgt, um eine Zugentlastung zu erreichen. Dies ist wesentlich, da jegliche Krafteinwirkung auf die Driveline-Austrittsstelle bzw. dauerhafte mechanische Zugbeanspruchung ein wesentlicher Faktor für das Auftreten von oberflächlichen Wundheilungsstörungen ist. Ein zweiter, nur durch den Patienten zu beeinflussender Faktor ist die alimentär bedingte Bauchdeckenadipositas, welche in der Regel zu einer Eintrichterung der Driveline-Austrittsstelle führt. Hier besteht die Gefahr von mechanischer Mazeration am

Trichterrand durch die Driveline selbst und einer nachfolgenden Superinfektion durch Hautkeime (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, Co-cynebakterien).

Kommt es zu einer oberflächlichen Driveline-Hautdurchtrittsinfektion mit seröser oder putrider Sezernierung und Rötung der Austrittsstelle, ist nach durchgeführtem Abstrich Antibiotogramm-ge-recht mittels Antibiotikum, sowie durch tgl. Verbandswechsel zu behandeln. Ist hierdurch keine Verbesserung zu erreichen bzw. kommt es zu einem Fortschreiten der Infektion in die Tiefe, ist eine lokale chirurgische Sanierung mit Hautexzision und nachfolgender ggf. Vakuumtherapie bzw. sekundärem Wundverschluss erforderlich. Dies erfordert häufig langwierige stationäre Aufenthalte mit unter Umständen rezidivierenden Wundheilungsstörungen. Weitergehende Therapien beinhalten ein Freilegen und schließlich Verlegen der Driveline bzw. als Ultima ratio einen kompletten Systemwechsel bzw. eine High-Urgency-Herztransplantation mit hohen Operationsrisiken.

Da insbesondere bei diesen Patienten orale Antibiotikatherapien mit gewebegängigen Präparaten häufig zur Ausbildung von Resistzenzen der Erreger führen, ist die Suche nach neuen Methoden zur nachhaltigen Wunddesinfektion und Beschleunigung der Wundheilung eine wissenschaftliche Aufgabe mit hoher Priorität. Kalte Atmosphärendruckplasmen scheinen eine neue Option in der Therapie dieser schwerwiegenden Wundinfektionen zu sein.

Bereits seit den 70er Jahren sind Atmosphärendruckplasmen zur Anwendung in und am menschlichen Körper medizinisch etabliert. So gibt es den sogenannten Argon-Plasma-Coagulator (APC), dessen Einfluss nach bisherigen Erkenntnissen zu keinerlei Nebenwirkungen im benachbarten Gewebebereich geführt hat. Die bisher bekannten Wirkkomponenten von kalten Atmosphären-druckplasmen sind reaktive Stickstoff- und Sauerstoffspezies (RNS, ROS), UV-Strahlung und elektrische Felder. Sie werden in verschiedenen Plasmaquellen in unterschiedlichem Maß wirksam. Dabei werden die RNS und ROS durch Einkopplung von elektrischer Energie in üblicherweise nicht biologisch wirksame Gase wie Argon, Helium, Stickstoff, Sauerstoff, Luft, sowie deren Gemischen und anschließende Wechselwirkung mit angrenzenden Medien kurzzeitig und lokal gebildet. Grundsätzlich kommen diese reaktiven Spezies auch im menschlichen Körper im Rahmen des normalen Stoffwechsels vor, wo sie teilweise wichtige Funktionen zur Steuerung und Vermittlung physiologischer und pathologischer Prozesse haben. Kurzzeitig erhöhte Dosen der RNS und ROS werden durch körpereigene Systeme entgiftet. Lediglich dauerhaft erhöhte Konzentrationen führen zu so genanntem chronischen oxydativen Stress, dessen Folge gesundheitliche Schäden sind. Da Plasmabehandlungen zumeist lokal und zeitlich begrenzt sind, ist der Eintrag dieser ROS und RNS in das Gewebe und das einhergehende Nebenwirkungsrisiko außerordentlich gering.

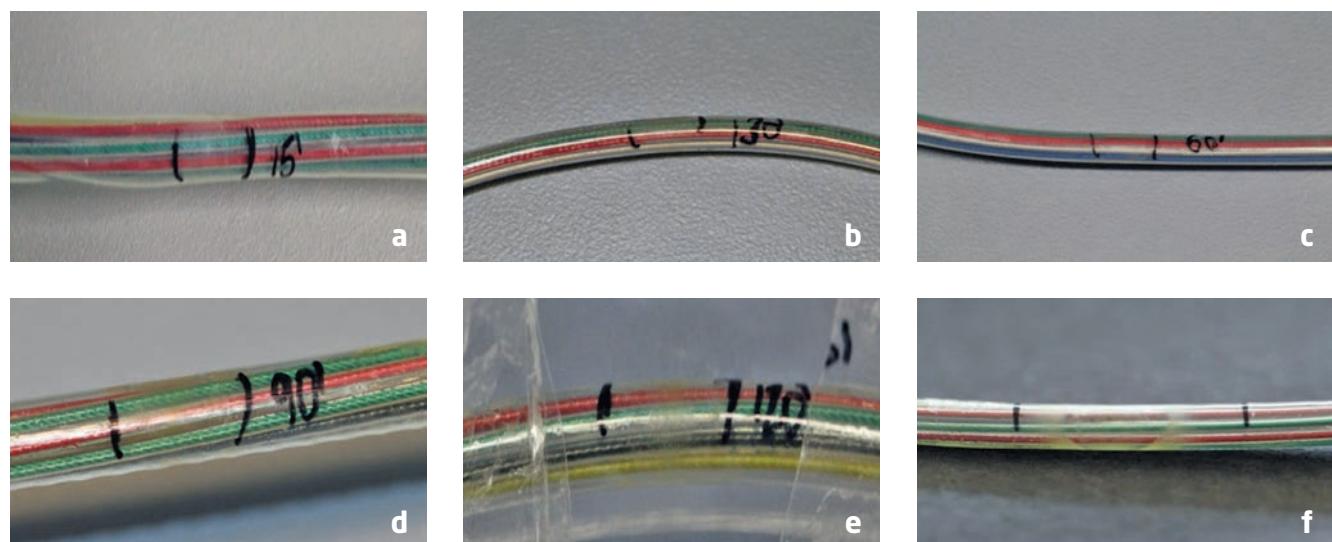


Abbildung 1 Effekte von Kaltplasma-Dauerapplikation auf Driveline-Isolierungen der Firma HeartWare/Medtronic.
a) - f) nach 15, 30, 60, 90, 120 und 240 min.

Die antimikrobielle sowie wundheilungsfördernde Wirkung kalter Atmosphärendruckplasmen konnte bereits nachgewiesen werden. Es sind bisher keine unerwünschten schwerwiegenden Nebenwirkungen im Ergebnis dieser Plasmabehandlung bekannt geworden [1]. Aufgrund der derzeitigen Anwendungsfelder zur Unterstützung von Heilungsprozessen mit besonderem Schwerpunkt auf der Behandlung chronischer Wunden sowie der Behandlung entzündlicher Hauterkrankungen erschien uns der „kINPen med“ (Fa. neoplas Tools, Greifswald) für die Behandlung beginnender Driveline-Infektionen einerseits wegen seiner antimikrobiellen Wirkung, andererseits bei regelrechter Dosierung Säugetierzellen und -gewebe nicht letal beeinflussenden, mit gezieltem und kontrollierbar modifizierendem Plasmaeffekte besonders geeignet.

In Voruntersuchungen (2014) am Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (INP) in Greifswald wurde zunächst der Einfluss des „kINPen med“ auf die Driveline-Isolierung (Polyurethan) untersucht. In einem entsprechenden Versuchsaufbau wurden Driveline-Proben punktuell über einen Zeitraum von 15 bis zu 240 min mit dem Plasmajet behandelt und die Ergebnisse fotodokumentiert (Abb. 5a–f). Im Ergebnis zeigte sich eine leichte Verfärbung des Polyurethan-Mantels ab einer Behandlungszeit von 60 min, ohne dass Isolationsdefekte auftraten (Abb. 1c). Nach 240 min Bestrahlung zeigte sich eine deutlich verstärkte Verfärbung, jedoch weiterhin ohne Auftreten von Isolationsdefekten (Abb. 1f, bisher nicht publiziert). Zusätzlich wurde, um elektromagnetische Einflüsse auf die Pumpe bzw. den Controller auszuschließen, eine Plasmaanwendung an der Driveline bei an einem Controller angeschlossenen Pumpendummy durchgeführt. Hierbei zeigte sich keinerlei Einfluss auf die Pumpenfunktion bzw. die Controller-Parameter.

Case Reports

Die erste erfolgreiche Anwendung des kalten Atmosphärendruckplasmas in der Klinik für Herzchirurgie des Klinikum Karlsruhe erfolgte im September 2014 bei einem Patienten mit implantierteter HeartWare-Pumpe als Destination-Therapie nach fulminantem Myo-



Abbildung 2 Karlsruher Plasma-Trolley zurbettseitigen Plasmaanwendung

kardinfarkt [2]. Die Anwendung mit dem „kINPen med“ wird stets bettseitig durchgeführt. Dabei wird die erforderliche Argon-Gasflasche zusammen mit dem Plasmagenerator auf einem Trolley fixiert und ist somit mobil (Abb. 2).

Das Handstück mit dem Plasmastrom wird in ca. 8 mm Abstand rotierend über den Wundbereich geführt, so dass die Applikationsdauer eine Minute pro Quadratzentimeter nicht überschreitet. Von großem Vorteil ist dabei der Jet-Charakter des Devices, da hierdurch Fissuren, Kanäle und Wundhöhlen optimal ausgestrahlt werden können. Die bereits veröffentlichten Fallberichte [2, 3] sollen im Folgenden durch LVAD-Patienten ergänzt werden:

Diagnose Patient 1: Oberflächliche Driveline-Infektion

Der 68-jährige Patient wies Anzeichen einer beginnenden Infektion des Driveline-Hautdurchtritts zwei Jahre nach HeartWare-LVAD-Implantation bei kardigenem Schock aufgrund eines Herzinfarktes auf. Die zunächst stark gerötete und putride sezernierende Wunde (Erreger: *Clostridium difficile*) verschlechterte sich unter Antibiotikum-gerechter Therapie mit Clindamycin. Es kam zur Ausbildung einer umschriebenen Hypergranulation mit weiterhin bestehenden Infektzeichen. Die Antibiotikagabe musste abgebrochen werden, da die Bakterien resistent gegen das applizierte Antibiotikum geworden waren.

Nach einmaliger lokaler Silbernitrat-Applikation erfolgte an 12 aufeinander folgenden Tagen jeweils über eine Minute die Applikation von kaltem Atmosphärendruckplasma. Hypergranulation, Sezernierung und Rötung waren soweit rückläufig, dass der Patient darauf folgend entlassen werden konnte. Nach vier weiteren wöchentlich ambulanten Plasma-Behandlungen war die Wunde komplett abgeheilt [2]. Nach 6 Monaten stellte sich der Patient erneut wegen infektiöser Komplikationen an der Driveline-Austrittsstelle in der Ambulanz vor. Es zeigte sich eine Hypergranulation der Wunde mit trüber Sezernierung bei 7 Uhr (Abb. 3a). Ein weiterer Therapiezyklus mit kaltem Atmosphärendruckplasma gemäß o. g. Schema wurde angeschlossen. Die Infektheilung schritt wie in Abb. 3 dargestellt voran. Der Patient ist bis zum heutigen Tag unauffällig (3f).

Diagnose Patientin 2: Aszendierende Driveline-Infektion mit operativer Revision und intraoperativer Kaltplasmaanwendung

Bei einer 55-jährigen Patientin mit Z. n. LVAD-Implantation (Fa. HeartWare/Medtronic) bei nicht-ischämischer Kardiomyopathie kam es akzentuell zu Zug auf die Driveline. Dies hatte zur Folge, dass es über Mikroläsionen der Haut zu einer durch die Hautflora getriggerten, aufsteigenden Driveline-Infektion kam (Abb. 4b). Zunächst wurde der bereits in Fallbeispiel 1 beschriebene konservative Ansatz verfolgt. Nach nur kurzeitiger Befundbesserung traten jedoch Zeichen einer beginnend aszendierenden Driveline-Infektion auf (Abb. 4c). Eine operative Revision wurde erforderlich: Nach spindelförmiger Exzision der Wundränder und Spülung erfolgte eine Lateralisierung der Driveline mit intraoperativer Kaltplasmaanwendung über zwei Minuten (Abb. 4d). Die mittels Prolene-Rückstichnähten verschlossene Wunde wurde in 2-tägigen Abständen mit Kaltplasma behandelt. Es kam zwar nach Entfernung der Fäden durch erneuten Zug auf die Driveline zu einem leichten Prolaps, die Wunde blieb jedoch im Folgenden unter erneuter 6-wöchiger Kaltplastatherapie reizlos und trocken (Abb. 4e). Auch der aktuelle Status ist reizlos (Abb. 4f).

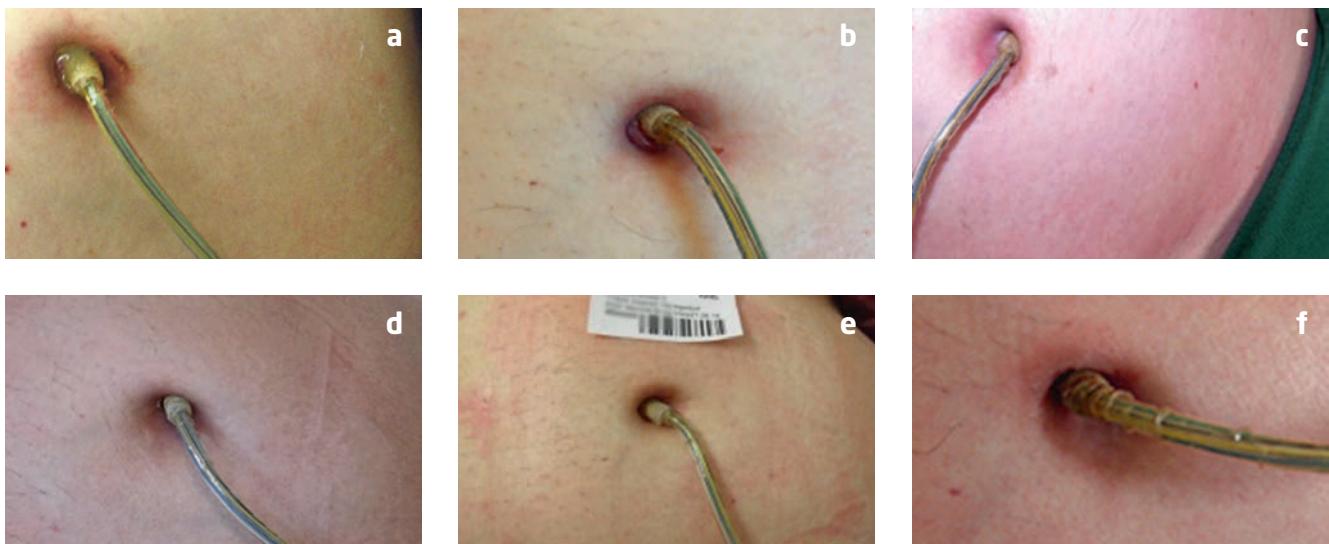


Abbildung 3 Rezidiv einer oberflächlichen Driveline-Infektion an der Driveline-Austrittsstelle bei 8 Uhr. a) Ausgangszustand, b) vor lokaler Anwendung von Silbernitrat, c) nach 19-maliger Anwendung von CAP, d) nach 25-maliger Anwendung von CAP, e) bei Entlassung, f) 2 Jahre später

Diagnose Patient 3: Driveline-Abszess

Diesem 55-jährige Patienten war bei ischämischer Kardiomyopathie ein LVAD zur Destination-Therapie implantiert worden. Ein halbes Jahr nach Implantation kam es zu einer oberflächlichen Driveline-Infektion mit Nachweis von *Staphylokokkus aureus* im Abstrich. Der konservative Ansatz hatte bei dieser Infektion keinen Erfolg, so dass ebenfalls ein operatives Vorgehen indiziert war. Hierunter kam es zu einer kompletten Abheilung. Weitere 6 Monate später zeigte sich jedoch bei einer

geplanten Kontrolluntersuchung eine erneute Wundsezernierung mit Nachweis eines multisensiblen *Staphylokokkus aureus* (Abb. 5a). Die Computertomographie zeigte eine leichte Infiltration im aszendierenden Driveline-Verlauf (Abb. 5b). Bei fehlenden bzw. allenfalls geringen Entzündungszeichen wurde der Patient zunächst ambulant mit oraler Clindamycin-Gabe behandelt. Nach weiteren 4 Wochen kam es zu einer flächigen Rötung ca. 5 cm oberhalb des Driveline-Hautdurchtritts. Sowohl in der Computertomographie als auch sonographisch zeigten

sich ein $2 \times 1 \text{ cm}^2$ großer Abszess. Es bestand die Indikation zur chirurgischen Sanierung (Abb. 5c).

Intraoperativ bestätigte sich der Befund. Im intraoperativen Abstrich wurde erneut die Staphylokokken-Infektion nachgewiesen. Am Wundgrund zeigte sich die freiliegende Driveline-Filzummantelung (Abb. 5d). Nach distal fand sich ein Kanal bis zum Driveline-Hautdurchtritt, nach proximal ein weiterer Kanal mit einer Länge von ca. 2 cm. Da eine Behandlung tiefer Wundhöhlen mit Octenidin aufgrund seiner bekannten Zytotoxizität nicht zu emp-

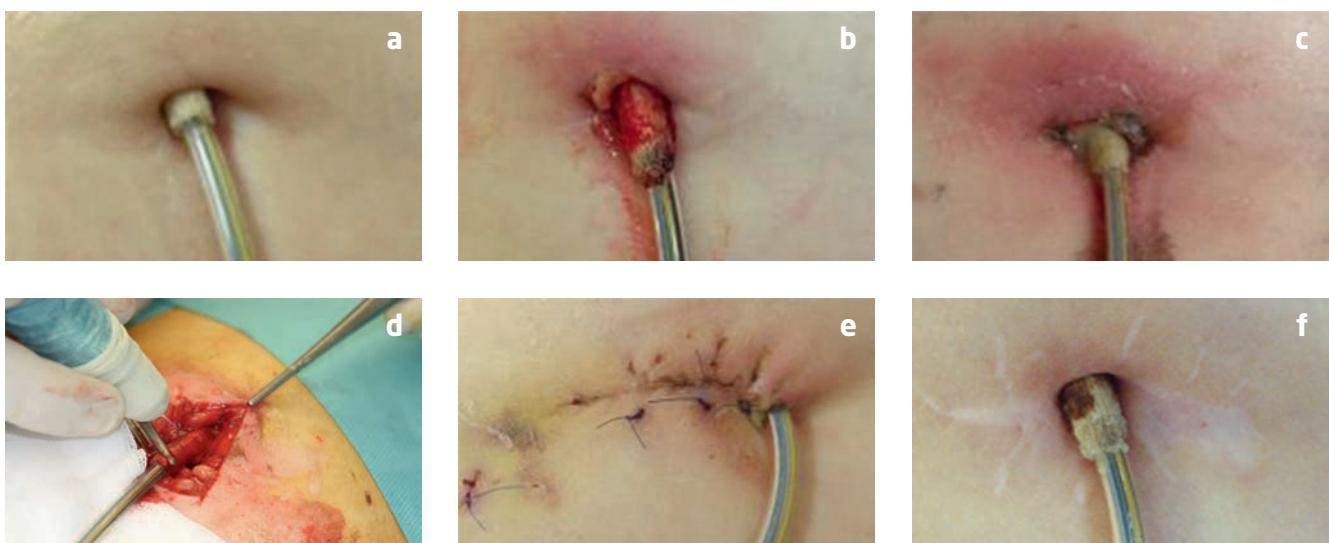


Abbildung 4 Ascendierende Driveline-Infektion mit operativer Therapie und intraoperativer Kaltplasmaanwendung. a) Ausgangszustand, b) putride Sezernierung mit Hypergranulation bei 11 Uhr, c) nach Therapieversuch mit Silbernitrat und Kaltplasma. Die Wunde ist trocken, jedoch jetzt deutliche Zeichen einer ascendierenden Driveline-Infektion. d) Operative Sanierung mit Lateralisierung des Driveline-Exits und intraoperativer Kaltplasma-Anwendung. e) Status am 13. postoperativen Tag nach 6-maliger oberflächlicher Plasma-Anwendung. f) Reizloser Status 1 Jahr später.

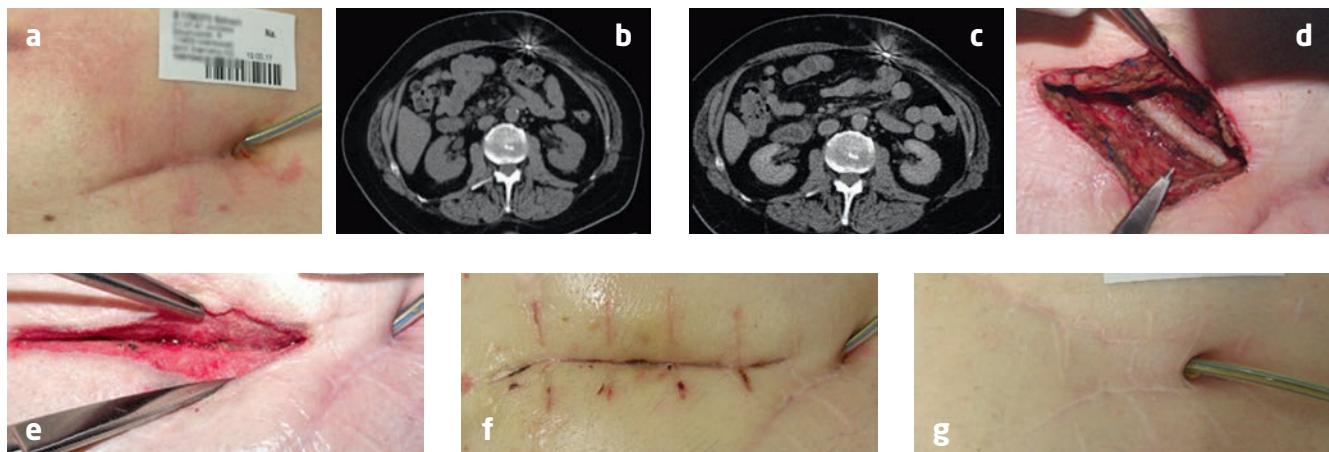


Abbildung 5 Abszess im Bereich der aufsteigenden Driveline mit operativer Entlastung und nachfolgender VAC-Plasma-Therapie. a) Sezernierende Driveline-Austrittsstelle, deutliche Rötung im aszendierendem Driveline-Verlauf. b) Geringgradige Gewebeinfiltration über der Driveline in der abdominalen Computertomographie. c) Deutliche Zunahme des Befundes im Sinne eines Abszedierungs. d) Operative Abszess-Entlastung - in der Tiefe ist die Filz-ummantelte Driveline sichtbar. e) Zustand nach 28 Tagen Therapie mit VAC-Plasma-Verbänden mit 3-tägigem Verbandswechsel. Die Driveline ist komplett durch Granulationsgewebe bedeckt, ein Sekundärverschluss ist möglich. f) Status 24 Tage nach Sekundärnaht. g) Status 6 Monate nach Sekundärnaht.

fehlten ist, wurde mit Wasserstoffperoxyd gespült und anschließend 5-minütig Kaltplasma appliziert. Abschließend wurde zusätzlich Rifampicin in die Kanäle instilliert. Postoperativ erfolgte die Anlage eines Vakuum-Verbändes. Bei jedem der folgenden 3-tägigen Verbandswechsel wurde ebenfalls Kaltplasma appliziert. Im Folgenden kam es zur vollständigen Granulation der Wunde um die Driveline (Abb. 5e). Bei unauffälligen Wundabstrichen konnte nach 28 Tagen die Sekundärnaht erfolgen. Die einliegende Redon-Drainage wurde ab dem

5. postoperativen Tag zentimeterweise herausgekürzt. Die Kaltplasma-Therapie erfolgte weiter täglich auf der Naht und an der Driveline-Austrittsstelle. Nach weiteren 11 Tagen war die Wundsituation vollkommen reizlos, so dass der Patient in die ambulante Therapie entlassen werden konnte (Abb. 5f). Nach weiteren sechs Monaten zeigt sich weiterhin eine komplett reizlose Driveline-Austrittsstelle (Abb. 5g).

Diagnose Patient 4:
Schwere aszendierende *Pseudomonas-aeruginosa*-assoziierte

Driveline-Infektion mit intraoperativer Driveline-Relocation und Plasmatherapie

Ein 76-jähriger Patienten mit dilatativer Kardiomyopathie erhielt eine LVAD-Implantation (Fa. HeartWare/Medtronic) als Destination-Therapie. 6 Monate postoperativ kam es zu einer oberflächlichen Driveline-Infektion, die erfolgreich wie im Fallbeispiel 1 behandelt werden konnte. Weitere 4 Monate später zeigte sich ein Entzündungsrezidiv (Abb. 6a), diesmal mit Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* im Wundabstrich. Ein erneuter konservativer

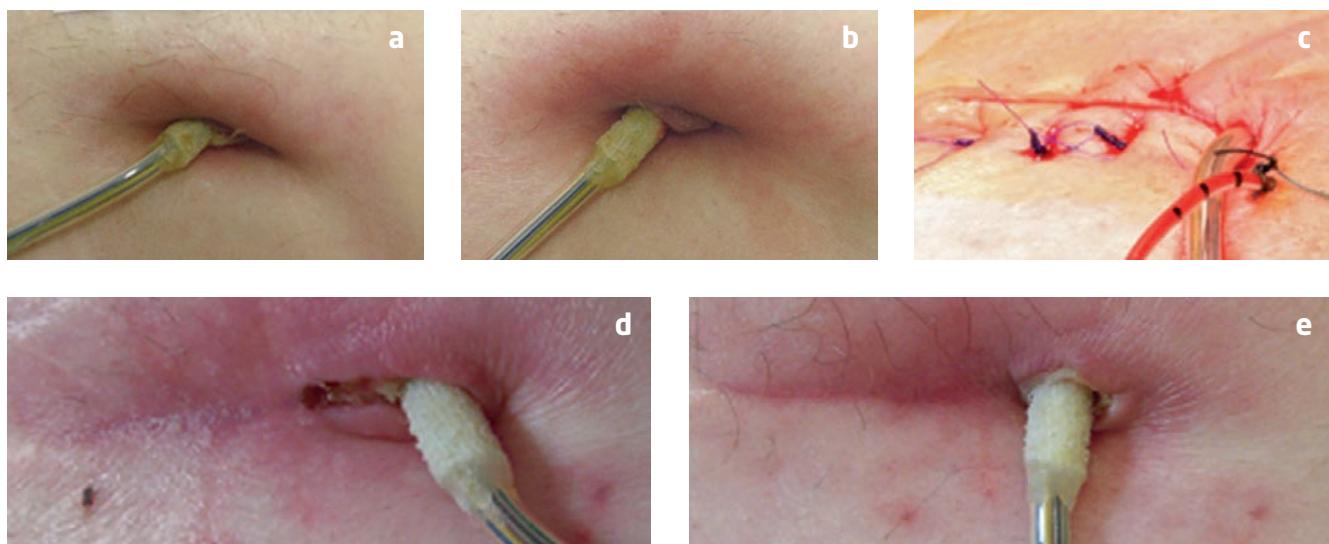


Abbildung 6 Rezidiv einer superfizialen, beginnend aszendierenden Driveline-Infektion, Besiedlung mit *Pseudomonas aeruginosa*. a) Ausgangszustand mit seröser Sezernierung, Hypergranulation bei 2 Uhr. b) Nach 30 Tagen konservativer Therapie keine Besserung. c) Nach Driveline-Exzision und Lateral-Verlagerung. d) 3 Wochen postoperativ noch Wunddehiszenz und Rötung. e) Auch 5 Wochen postoperativ zeigt sich die Wunde leicht gereizt.

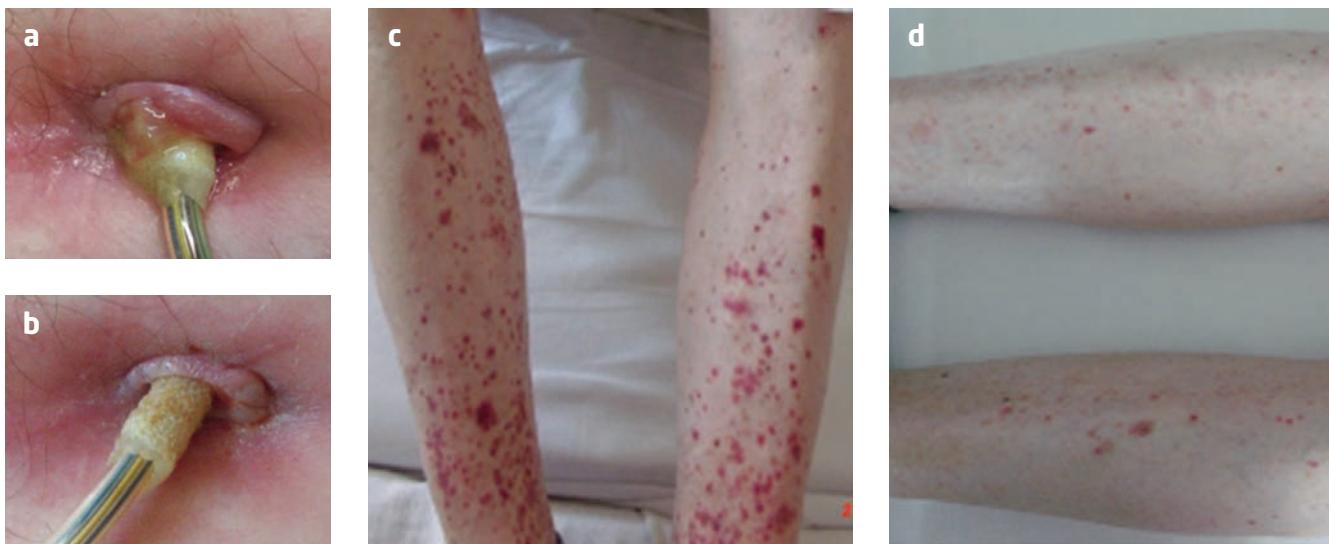


Abbildung 7 *Pseudomonas aeruginosa*-bedingte Sezernierung assoziiert mit infekt-assoziierten Bein-Effloreszenzen.
a) *Pseudomonas*-infizierte Sezernierung. b) Weitestgehend trockene, hypertrophe Driveline-Austrittsstelle nach Antibiotika- und Kaltplasma-Therapie. c) Infektassoziierte fleckförmige Petechien an den Unterschenkeln. d) Abklingen der Hauteffloreszenzen.

Ansatz mit Plasmaapplikation und Antibiotika-Therapie – zunächst mit Tazobactam, später kontinuierlich mit Cefazidim – führte zu keinem Erfolg (Abb. 6b), so dass die Indikation zur operativen Wundrevision gestellt wurde.

Der Eingriff erfolgte wie in Case Report 2 beschrieben. Postoperativ wurde die antibiotische Therapie fortgesetzt und täglich Kaltplasma angewendet. Auffällig war eine anhaltende Rötung der Driveline-Austrittsstelle, sowie leichte Sekretion mit Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*. Bei klinisch

und paraklinisch sonst unauffälligem Patienten erfolgte die Entlassung.

Vier Wochen später stellte sich der Patient mit einem weiterhin sezernierenden, *Pseudomonas*-infizierten, jetzt hypertrophen Driveline-Hautdurchtritt (Abb. 7a), latent erhöhtem CRP-Wert sowie punktförmigen Effloreszenzen an den Beinen (Abb. 7b) vor. Eine erneute stationäre Therapie mit kontinuierlicher Ceftazidim-Applikation und Kaltplasma-Applikation wurde erforderlich. Intracavitäre Vegetationen wurden mittels transoesophagealer

Echokardiographie ausgeschlossen. Die Wundsituation besserte sich (Abb. 7c), die als infekt-assoziiert gedeuteten Effloreszenzen klangen weitgehend ab (Abb. 7d). Der Patient wurde wieder entlassen.

Aufgrund einer akuten Verschlechterung der Wundsituation erfolgte nach weiteren 14 Tagen die erneute stationäre Aufnahme. Bei beginnend aszendierender Driveline-Infektion wurde nun die Indikation zur operativen Revision gestellt. Insgesamt waren weitere drei Revisionsoperationen in monatlichen

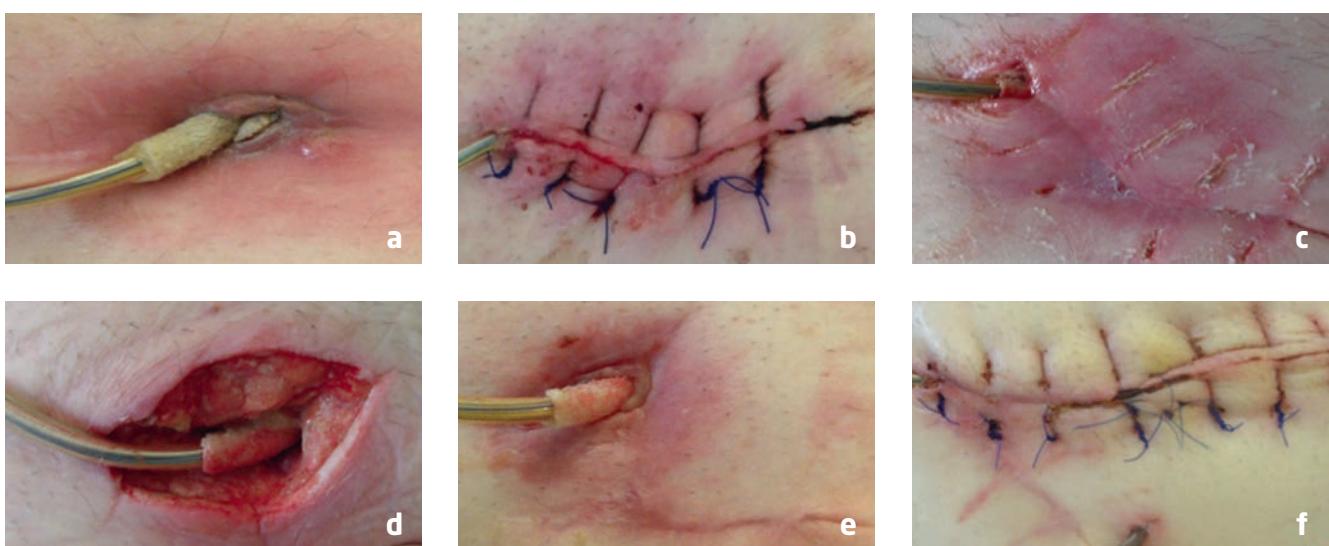


Abbildung 8 Wiederholte Wundinfektionen bei *Pseudomonas*-assozierter Driveline-Infektion. a) Erneut zunehmende Wunddehiszenz und -rötung. b) Erneute operative Lateralverlagerung mit Kaltplasmaanwendung. c) Unter Kaltplasma-Therapie fortbestehende Entzündungsreaktion. d) Wundrevision mit Vacuum-Verbandsanlage. e) Auch nach Granulation unter VAC- und Kaltplasmatherapie fortbestehende Wundrötung. f) Erneute Wundrevision mit Freilegung der Driveline bis nach subxiphoidal, Einlage eines Gentamicin-Schwammes und Wundverschluss.

Abständen trotz Kaltplasmatherapie aufgrund zunehmender Wundinfektion erforderlich. Es kam in der Folge zu mehrmaligen Resistenzwechseln der *Pseudomonas*-Bakterien mit letztendlicher Ausbildung eines 3-MRGN-*Pseudomonas*-Stammes. Die Kaltplasmatherapie wurde trotzdem in Kombination mit einem 3-tägigen Verbandswechsel fortgeführt. Hierunter granulierte die Wunde zwar zu, es verblieb jedoch eine Hautrötung. Auch in den Wundabstrichen konnten weiterhin eine *Pseudomonas*-Spezies nachgewiesen werden, so dass im Rahmen einer erneuten Wundrevision die gesamte Driveline bis in die subxiphoidale Region freigelegt werden musste. Ein Biofilm und eine ePTFE-Ummantelung der Driveline musste chirurgisch entfernt werden. Abschließend wurde ein Gentamicin-Schwamm eingelegt und die Wunde verschlossen (Abb. 8f). Nach weiteren 14 Tagen war eine erneute stationäre Aufnahme bei verschlechterter Wundsituation notwendig (Abb. 9a).

Eine operative Driveline-Relocation erfolgte. Dabei wurde die Driveline bis nach subxiphoidal mobilisiert, desinfiziert, nach Applikation von 10.000IE Heparin dekonnektiert, in einem sterilen Ultraschallkopf-Überzieher und einer 32er Thoraxdrainage verpackt (Abb. 9c) und anschließend so auf die Gegenseite tunneliert, dass im oberen Winkel möglichst wenig von der Driveline zu sehen war. Da während dieses Manövers die Pumpe steht, muss unter anästhesiologischer Kreislaufunterstützung zügig vorgegangen werden. Binnen einer Minute sollte der Controller wieder konnektiert sein. Im weiteren wurde das alte Drivelinebett (Abb. 9e) solange dreitätig mit VAC-Wechseln und Plasmaapplikationen behandelt, bis der craniale Driveline-Rest übergranuliert war (Abb. 9f). Der Neo-Driveline-Exit wurde täglich mit Kaltplasma behandelt (Abb. 9g). Der Patient konnte rasch in die Häuslichkeit entlassen werden. Die Wundsituation ist seit nunmehr 6 Monaten weitestgehend blande (Abb. 9h).

Zusammenfassend lässt sich aufgrund des Heilungsverlaufes dieses Patienten schließen, dass *Pseudomonas aeruginosa*-besiedelte Wundinfektionen auch unter Kaltplasma-Therapie eine ausgesprochene Herausforderung darstellen.

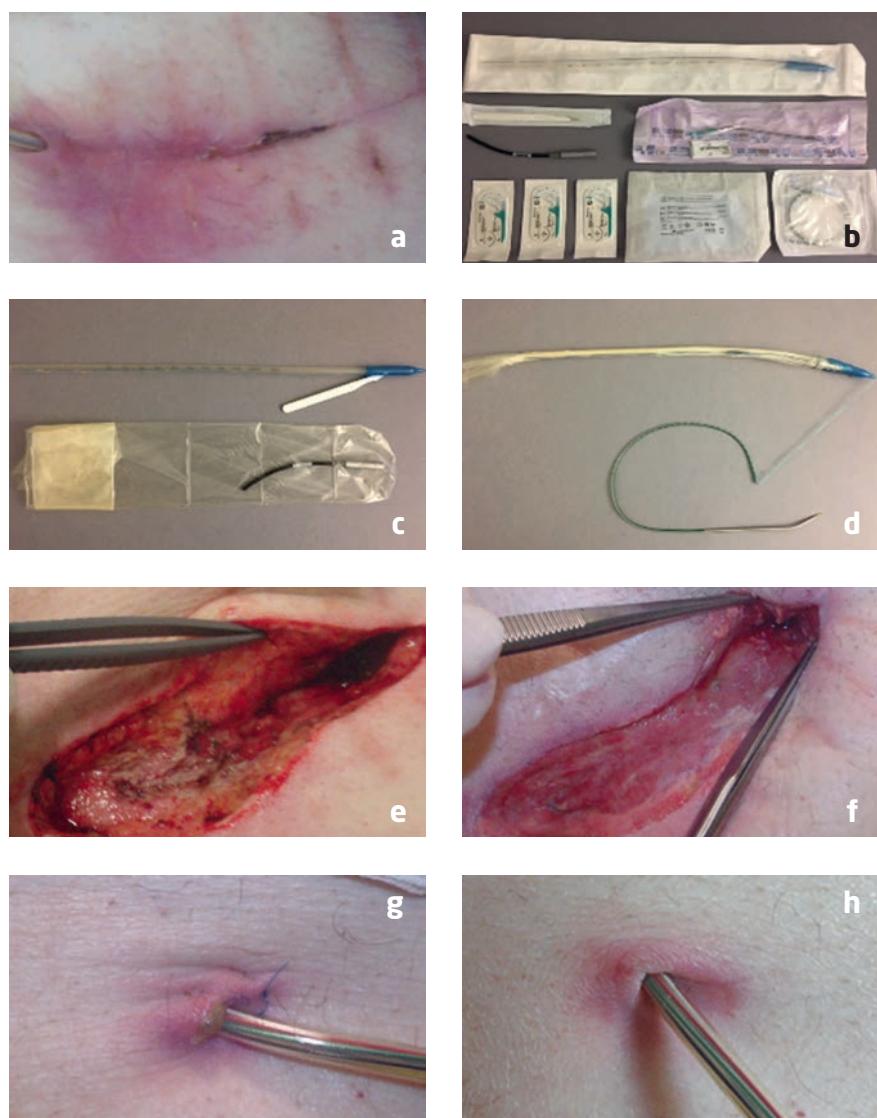


Abbildung 9 Driveline-Relocation-Therapie. a) Erneute Sezernierung mit zunehmender flächiger Rötung. b) Erforderliches Material zur Driveline-Tunnelierung. c) Positionierung des Pumpensteckers in der Drainage. d) Fertige Konstruktion zur sterilen Driveline -Relocation nach Hilker. e) Altes Driveline-Bett - im oberen Winkel in der Tiefe befindet sich der freie Driveline-Rest. f) Übergranulation der Driveline unter VAC- und Kaltplasma-Therapie. g) Postoperativer Drive-line-Neo-Exit. h) Aktueller Driveline-Status.

Diagnose Patient 5: Sternale Infektion mit Graft-Beteiligung

Gerade bei adipösen und aufgrund ihres Alters weniger mobilen Patienten mit begleitendem Diabetes mellitus kommt es im Rahmen von chirurgischen Eingriffen häufiger als gewöhnlich zu Wundheilungsstörungen. Diese 59-jährige Patientin mit nichtschämischer Kardiomyopathie war, trotz ausgeprägter Adipositas mit einem Körpergewicht von 140 kg, mit einem LVAD (Firma HeartWare/Medtronic) als Destination-Therapie versorgt worden. Zwei Monate postoperativ kam es zu einem

septischen Nierenversagen. Ursächlich war eine Bakterämie aufgrund einer *Staphylokokkus-aureus*-Infektion. Bei leichter Rötung im medialen Sternumbereich zeigte sich hier sonographisch und computertomographisch ein prästernaler Abszess. In der Computertomographie war die sehr nahe Lage des Outflow-Graftes der Herzpumpe zum Sternum auffällig. Es fiel die Entscheidung zur operativen Revision.

Intraoperativ bestätigte sich nicht nur der CT-Befund. Es zeigte sich zusätzlich eine über eine Draht-Cerclage bestehende Mitbeteiligung der vorderen und hinteren Sternum-Tabula, sowie des dahinter liegenden Outflow-

Graftes (Abb. 10b). Es erfolgte eine Sequester-Entfernung und nach Desinfektion die lokale Applikation von Kaltplasma. Im weiteren Heilungsverlauf wurde unter VAC- und Kaltplasma-Therapie über 7 Wochen eine Übergranulation des Defektes erreicht (Abb. 10c), so dass ein sekundärer Wundverschluss erfolgen konnte. Unter Kaltplasma-Applikation der Wunde heilte diese innerhalb von 8 Tagen zügig ab (Abb. 10d, 10e). Im weiteren Verlauf blieb die Patientin für ein Jahr unauffällig und stellte sich aber danach wieder ambulant mit einer oberflächlichen Driveline-Infektion vor, die auf oben geschilderte Therapie gut ansprach.

Ausblick

Inzwischen ist die Kaltplasma-Anwendung im Klinikum Karlsburg bei Patienten mit Driveline-Infektionen trotz bisher fehlender Erstattung durch die Krankenkassen etabliert. Vielfach konnten hier potentiell drohende Pumpe-nexplantationen verhindert werden. Insbesondere die einfache,bettseitige Händelbarkeit und der die Applikation in tiefe Fissuren und Kanäle ermögli-chende Jet-Charakter des Devices waren bei der Anwendung bei unseren Patienten von Vorteil. Die Verträglich-keit der Anwendungen ist dabei bisher sehr gut. Lediglich bei frischen Haut-

mazerationen kann es zu kurzzeitigen schmerzartigen Missemfindungen kommen.

Inzwischen kommt Kaltplasma bei den verschiedensten komplizierten Wundsituationen zum Einsatz und zeigt hier wiederholt sein Potential zur Beschleu-nigung der Wundheilung [3]. Weitergehende Forschungsarbeit zu den Eigenschaften, Potentialen und Applikationsmöglichkeiten unterschiedlicher Plasmen sind erforderlich, um Wunden in unterschiedlichen Körperbereichen mit unterschiedlichen Erregern optimal behandeln zu können. Hierfür bie-ten sich folgende Arbeitsgebiete an:

- Plasmamodifikationen zur optimale-n Anwendung bei Wunden unter-schiedlicher Genese in unterschied-lichen Körperregionen und bei Vorhandensein unterschiedlicher Erreger
- Möglichkeiten der Plasmasterili-sation von chirurgischem Instrumen-tarium während operativer Eingriffe
- Effekte einer Plasmaatmosphäre während Operationen in Körper-höhlen
- Plasmawunddesinfektion vor primären und sekundären Wund-verschlüssen
- Plasmawundnahtbehandlung in der frühen postoperativen Phase

- Plasmaoberflächenaktivierung vor dem Einbringen von Implantaten
- Plasmaoberflächenmodifikation zur Verbesserung der Biokompatibilität von Implantaten

Letztendlich ist zu hoffen und nach unseren Erfahrungen auch zu erwar-ten, dass neben den schon jetzt offensichtlichen Patientenvorteilen in Zu-kunft auch die sozioökonomischen Vor-teile durch bzw. nach Plasmaanwen-dungen erkannt werden und bei einer endlich einzuführenden ausgewogenen Vergütung zu einer breiten Akzeptanz dieser Methode in der Ärzteschaft und bei den Patienten führen wird.

Literatur

1. von Woedtke T, Schmidt A, Bekeschuß S, Wende C: "Introduction to Plasma Medi-cine" Comprehensive Clinical Plasma Medicine, Hrsg. Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD, Springer 2018, Pages 201-211.
2. Hilker L, von Woedtke T, Weltmann KD, Wollert HG: „Cold atmospheric plasma: a new tool for the treatment of super-ficial driveline infections“ European Jour-nal of Cardio-Thoracic Surgery, Volume 51, Issue 1, 1 January 2017, Pages 186-187.
3. Hilker L, von Woedtke T, Titze R, Welt-mann KD, Motz W, Wollert HG: “The use of cold atmospheric pressure plasma (CAP) in Cardiac Surgery” Compre-hensive Clinical Plasma Medicine, Hrsg. Metel-mann HR, von Woedtke T, Weltmann KD, Springer 2018, Pages 201-211.

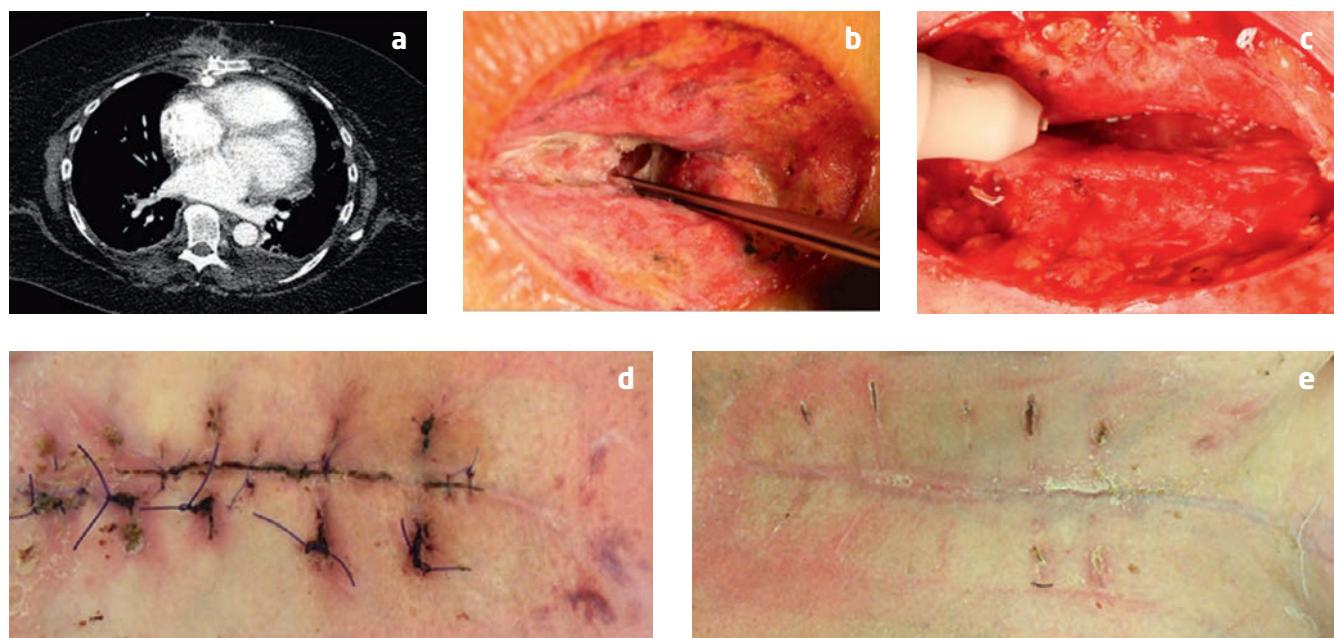


Abbildung 10 Sternale Wundinfektion mit Kontakt zum LVAD-Ausflussgraft. a) Computertomographisch zeigt sich ein prästernaler Abszess, direkt unterhalb des Sternums befindet sich das LVAD-Outflow-Graft. b) Intraoperativer Befund: über eine Drahtcerclage lokale Mit-Infektion des Sternums mit Beteiligung des Outflow-Graftes. c) Unter V.A.C./Kaltplasma-The-rapie weitgehende Übergranulation des Defektes, so dass ein sekundärer Wundverschluss möglich ist. d) Sekundärnaht unter Plasma-Therapie 8 Tage postoperativ. e) Abgeheilte Wunde.

FALLBEISPIEL

Der Einfluss von humanem Wundexsudat auf die antibakterielle Wirksamkeit verschiedener antiseptischer Polyurethan-Schaumstoffauflagen: Eine *in-vitro*-Analyse*

The influence of human acute wound fluid on the antibacterial efficacy of different antiseptic polyurethane foam dressings: an *in vitro* analysis

J.-D. Rembe, C. Fromm-Dornieden, J. Böhm, E. K. Stürmer

Korrespondierender Autor

Julian-Dario Rembe
Stockumer Straße 10
58453 Witten
E-Mail: julian-dario.rembe@uni-wh.de

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des Internationalen Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) besteht.

Zitierweise

J.-D. Rembe, C. Fromm-Dornieden, J. Böhm, E. K. Stürmer: Der Einfluss von humanem Wundexsudat auf die antibakterielle Wirksamkeit verschiedener antiseptischer Polyurethan-Schaumstoffauflagen: eine *in-vitro*-Analyse. WUNDmanagement 2018; 12(5) XX-XX

Manuskriptdaten

Eingereicht: 12.07.2018
Revidierte Fassung angenommen: 08.08.2018

* Der vorliegende Artikel ist eine freie Übersetzung des englischen Artikels: Rembe JD, Fromm-Dornieden C, Boehm JK, Stürmer EK. The influence of human acute wound fluid (AWF) on the antibacterial efficacy of different antiseptic polyurethane foam dressings: an *in-vitro* analysis. WRR 2018 Jan;26(1): 27-35. doi: 10.1111/wrr.12612. Epub 2018 Mar 8. Mit freundlicher Genehmigung der Zeitschrift WRR.

ZUSAMMENFASSUNG

Hintergrund: Die Behandlung infizierter chronischer Wunden ist weiterhin eine Herausforderung im klinischen Alltag. Lokale Interaktionen antimikrobieller Wundauflagen mit dem Wundmilieu sind noch immer unklar. Ziel der vorliegenden Untersuchung war deshalb die Analyse der Wirkung humanen Exsudates akuter Wunden (AWF) auf die Effektivität antimikrobieller Schaumstoffwundauflagen, geprüft an typischen Wundkeimen in einem experimentellen *in-vitro*-Ansatz.

Methoden: Mittels eines modifizierten mikrobiellen Reduktionsversuch (basierend auf ISO EN 20743) erfolgte die Testung der antimikrobiellen Wirksamkeit von acht Polyurethan-Wundauflagen, mit entweder einer Silberform oder Polyhexanid, als antimikrobiellem Wirkstoff, gegen *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa*. Nach 2, 4, 6 und 24 Stunden Einwirkzeit erfolgte die Auswertung der antimikrobiellen Wirkung mit und ohne „Belastung“ durch AWF.

Ergebnisse: Haupteinflussfaktor der Wirksamkeit scheint die spezifische Form und Konzentration der in den Wundauflagen enthaltenen antimikrobiellen Wirkstoffe (ionisches oder nanokristallines Silber, Silber Sulfadiazin, 0,1

J.-D. Rembe

E. K. Stürmer

Institut für Translationale Wundforschung, Zentrum für biomedizinische Ausbildung und Forschung (ZBAF), Universität Witten/Herdecke, Witten

C. Fromm-Dornieden

J. Böhm

Institut für Forschung in der operativen Medizin (IFOM), Universität Witten/Herdecke, Campus Köln-Merheim, Köln

oder 0,5 % Polyhexanid) zu sein. Einige Wundauflagen (zwei mit nanokristallinem und eine mit ionischem Silber) zeigten eine signifikante Wirksamkeitsreduktion unter dem Einfluss von AWF. Ohne AWF-Belastung waren Polyhexanid und Silber vergleichbar gut wirksam gegen *P. aeruginosa*, während Polyhexanid gegen *S. aureus* und *E. coli* in der Effektivität überlegen war. Unter Belastung mit AWF glich sich die Wirksamkeit von Silber an oder übertraf Polyhexanid (*P. aeruginosa*) sogar.

Schlussfolgerung: Im artifiziellen Wundmilieu zeigten besonders einige Silberformen eine deutlich reduzierte Wirksamkeit. Basierend auf diesen experimentellen Ergebnissen sollte die Interaktion antimikrobieller Wundauflagen mit dem realen Wundmilieu genauer erforscht werden, um die erwartete antimikrobielle Wirksamkeit zu gewährleisten.

SCHLÜSSELWÖRTER

Wundexsudat, Antiseptis, Schaumstoffwundauflagen, Wundinfektion, Silber, Polyhexanid

SUMMARY

Background: Treating infected wounds still represents a major challenge in medical care. Various interactions of antiseptic dressings with the wound environment regarding antimicrobial efficacy remain unclear. Therefore, we aimed to investigate the influence of human acute wound fluid (AWF) on the antimicrobial performance of different antiseptic foam dressings *in-vitro* against common bacterial wound pathogens.

Methods: The antimicrobial performance of eight antiseptic polyurethane foam dressings containing either a sil-

ver formulation or polyhexanide were investigated against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa* using a modified Time-Kill-Assay based on ISO EN 20743. After 2, 4, 6 and 24 hours, the antimicrobial efficacy with and without AWF challenge was assessed.

Results: The specific formulation and concentration of the antiseptic contained in the dressings (ionic or nanocrystalline silver, silver sulfadiazine, polyhexanide 0,1%/0,5%), seemed to play a key role. For certain dressings (two nanocrystalline and one ionic silver dressing) the antimicrobial efficacy was significantly reduced under the influence of AWF. Unchallenged the efficacy of polyhexanide was comparable to silver against *P. aeruginosa* and even significantly superior against *S. aureus* and *E. coli*. Challenged with AWF the efficacy of silver adjusted or even exceeded polyhexanide (*P. aeruginosa*).

Conclusion: Within a challenging wound environment, especially some silver formulations demonstrated a reduced efficacy. Based on these in-vitro results, the interactions of antiseptic dressings with wound exsudate and the challenging wound (micro)environment should be more extensively investigated, in order to guarantee the preservation of expected efficacy.

KEYWORDS

Wound fluid, antiseptic, foam wound dressing, wound infection, silver, polyhexanide

Einleitung

Postoperative Wundinfektionen treten weltweit bei 1–8%, mit lokalen Varianten, aller chirurgischen Patienten auf und machen damit 20–30% der nosokomialen Infektionen aus [1–3]. Im Falle chronischer Wunden kann nahezu jede Wunde als zumindest kolonisiert angesehen werden [4], wobei laut aktuellen Übersichtsarbeiten 78% aller nicht-heilenden Wunden sogar mit einem Biofilm besiedelt sind [5]. Die Wundinfektion ist dabei ein Prädiktor für eine beeinträchtigte und verzögerte Wundheilung [6, 7]. Darüber hinaus führen chronisch persistierende Wundinfektionen zu erhöhtem therapeutischen Aufwand, verminderter Lebensqualität, persistierendem Schmerz, sozialem Rückzug sowie erhöhten Therapiekos-

ten und bergen das stete Risiko einer systemischen Infektion.

Prävention und Behandlung infektiöser Komplikationen ist daher von höchster Bedeutung im klinischen Alltag und stellt Behandelnde vor Herausforderungen. Eine Vielzahl antimikrobieller Spülösungen, Antiseptika und antimikrobieller Wundauflagen stehen zur Auswahl und neue Varianten, Substanzen und Kombinationen werden regelmäßig vorgestellt. Substanzen zur lokalen Antiseptik oder als Wirkstoffe in Wundauflagen umfassen Silber, Octenidin, Polyhexanid, Povidon-Iod, Natrium-Hypochlorit und viele mehr. Für einige Substanzen können Empfehlungen in bestimmten klinischen Anwendungssituationen ausgesprochen werden, jedoch fehlt es gerade bei antimikrobiellen Wundauflagen und deren Vielfalt an Daten, um zu einem übergeordneten Konsens zu gelangen [8, 9]. Zwar konnten einige Studien einen positiven Effekt auf die Prävention und Behandlung lokaler Wundinfektionen nachweisen [10–12], jedoch kann bisher keine konsistente Verbesserung der Heilungsraten chronischer Wunden postuliert werden [8, 9, 13].

Ein möglicher Grund hierfür kann darin bestehen, dass bisher nur wenige experimentelle Studien bei der Evaluation antimikrobieller Wundauflagen das lokale Wundmilieu in seiner Gesamtheit miteinbeziehen. Das lokale Wundmilieu (proteolytische Enzyme, pH-Wert, bakterielle Spezies, Proteimenge, etc.) wirkt sich nicht nur direkt auf den Heilungsverlauf aus [14], sondern beeinflusst gleichermaßen die verwendeten Therapeutika beziehungsweise wird wechselseitig von ihnen beeinflusst. So haben frühere Arbeiten beispielsweise unter erhöhter Proteinbelastung oder verändertem pH-Wert [15, 16] ebenso wie bei Interaktionen verschiedener Produkte untereinander deutliche und relevante Wirkverluste gängiger antimikrobieller Substanzen demonstriert [17].

Die vorliegende Untersuchung zielt darauf ab, den Einfluss des Milieus einer infizierten, humanen Wunde in seiner Gesamtheit experimentell abzubilden und den Effekt auf die Wirksamkeit einer breiten Auswahl gängiger antimikrobieller Schaumstoffwundauflagen zu untersuchen.

Material und Methoden

Akquise und Aufbereitung des Exsudates akute Wunden (AWF)

Das Wundexsudat wurde aus intraoperativ eingebrachten Redon-Drainagen bei 17 Patienten nach Hüft-Totalendoprothese oder Abdominoplastik gesammelt, zweifach zentrifugiert (4.000 rpm für 15 min), um Zellen und Blutkontamination zu entfernen, steril filtriert und für Experimente gepoolt, um interindividuelle Unterschiede auszugleichen. Zusätzlich wurde der Gesamtproteininhalt (in mg/ml) mittels Bradford Test (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Munich, Deutschland) ermittelt. – Das positive Votum der Ethikkommission der Universität Witten/Herdecke (Nr. 39/2007) und das schriftliche Einverständnis aller Patienten lagen vor.

Testorganismen und Nährösungen

Staphylococcus aureus (DSM-799), *Pseudomonas aeruginosa* (DSM-939) und *Escherichia coli* (DSM-11250; DSMZ, Braunschweig, Deutschland) wurden für die mikrobiellen Reduktionsversuche verwendet. Kultivierung der Bakterien erfolgte in Casein-Soja-Pepton-Bouillon und entsprechenden Agarplatten (AppliChem, Darmstadt, Deutschland).

Für Testverfahren ohne Wundexsudatbelastung erfolgte die Herstellung einer bakteriellen Testsuspension nach den Vorgaben der Normen ISO 20743 [18] und DIN EN 13727 [19]. In Testverfahren mit Belastung wurde die bakterielle Testsuspension zuerst bei 4.000 rpm für 15 min zentrifugiert, um die Bakterien zu pelletieren, anschließend die Nährbouillon abgenommen und durch die gleiche Menge Wundexsudat ersetzt, um das Bakterienpellet zu resuspendieren. Beide Testsuspensionen wiesen damit eine initiale Bakterienanzahl von $\sim 1,5 \times 10^8$ koloniebildenden Einheiten pro ml auf (KBE/ml).

Vorbereitung der Test-Wundauflagen

Insgesamt wurden acht Polyurethan (PU)-Schaumstoffwundauflagen untersucht, die genauen Daten bezüglich Zusammensetzung, Wirkstoff und Konzentration sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Testungen erfolgten anhand 1 cm² großen, sterilen Stücken der Wundauf-

Ergebnisse

Antimikrobielle Wirksamkeit ohne Wundexsudat Belastung

Der Polyhexanid enthaltende PU-Schaum Kendall AMD erreichte eine vollständige Reduktion ($8,18 \pm 0,46$ log-Stufen) von *S. aureus* nach 4 Stunden Behandlung. Von den verbleibenden Testwundauflagen zeigte in 24 Stunden Behandlungszeitraum nur Biatain® Ag eine sehr starke Wirksamkeit ($5,18 \pm 0,80$ log-Stufen). Allevyn Ag ($4,50 \pm 0,81$ log-Stufen), Mepilex® Ag ($4,22 \pm 0,53$ log-Stufen), DracoFoam PHMB ($4,08 \pm 0,08$ log-Stufen) und Acticoat Moisture Control Ag ($3,80 \pm 0,48$ log-Stufen) erreichten nur eine starke Wirksamkeit, während unter Behandlung mit UrgoCell Silver und PolyMem® Silver keine Reduktion, sondern eine kontinuierliche Vermehrung von *S. aureus* zu beobachten war (Abb. 1a).

In Bezug auf *E. coli* erwies sich Kendall AMD erneut als hocheffektiv antimikrobiell mit vollständiger Eradikation nach nur zwei Stunden Einwirkzeit ($7,58 \pm 0,27$ log-Stufen). Die zweite polyhexanidhaltige Wundauflage DracoFoam PHMB erreichte eine starke Wirksamkeit mit einer maximalen Reduktion von $4,32 \pm 0,21$ log-Stufen nach 6 Stunden, zeigte jedoch anschließend erneut ein geringes Wachstum der Bakterien. Die silberhaltigen Wundauflagen schafften größtenteils eine vollständige Reduktion: Biatain Ag nach 4 Stunden ($7,58 \pm 0,27$ log-Stufen); Mepilex Ag ($7,69 \pm 0,38$ log-Stufen) und Allevyn Ag ($7,94 \pm 0,03$ log-Stufen) nach 6 Stunden. UrgoCell Silver hatte jedoch eine deutlich geringere maximale Wirksamkeit innerhalb von 24 Stunden ($3,79 \pm 1,48$ log-Stufen). Für die zwei Wundauflagen mit nanokristallinem Silber ließen sich heterogene Ergebnisse beobachten: Während Acticoat Moisture Control Ag nach 6 Stunden eine maximale Reduktion von $6,74 \pm 0,35$ log-Stufen erreichte, zeigte sich unter Behandlung mit dieser Wundauflage ebenfalls ein erneutes Wachstum im weiteren Verlauf. Für PolyMem Silver hingegen konnte keinerlei relevante mikrobielle Reduktion detektiert werden sowie ebenfalls eine bakterielle Zunahme nach 6 Stunden (Abb. 2a).

Gegen *P. aeruginosa* konnte keine der getesteten antimikrobiellen Wundauflagen im Zeitraum eine vollständige

Tabelle 1: Übersicht Testwundauflagen - Informationen zu Hersteller, Material und enthaltenem antimikrobiellem Wirkstoff der getesteten Wundauflagen

	Manufacturer	Material	Active agent (Concentration)
Draco Foam	Dr. Ausbüttel & Co. (DRACO), Witten, Deutschland	Atmungsaktiver, wasserfester Polyurethanfilm und -schaum; nicht-haftend	-
Biatain® Ag	Coloplast GmbH, Hamburg, Deutschland	Semi-permeable Abdeckung; Polyurethanschaum mit Silber; nicht-haftend	Ionisches Silber ($0,95 \text{ mg/cm}^2$)
Mepilex® Ag	Mölnlycke Health Care GmbH, Erkrath, Deutschland	Semi-permeable Abdeckung; Polyurethanschaum mit Silber; Safetac®-Kontaktschicht; nicht-haftend	Ionisches Silber ($1,20 \text{ mg/cm}^2$)
UrgoCell Silver	Urgo GmbH, Sulzbach, Deutschland	Semi-permeable Abdeckung; Polyurethanschaum; Kontaktschicht mit lipido-colloid matrix (TLC®) und Silber; nicht-haftend	Ionisches Silber ($0,50 \text{ mg/cm}^2$)
Allevyn Ag	Smith & Nephew GmbH, Hamburg, Deutschland	Atmungsaktive Abdeckung; Polyurethanschaum mit Silber; perforierte Kontaktschicht; nicht-haftend	Silbersulfadiazin (SSD; $0,90 \text{ mg/cm}^2$)
Acticoat Moisture Control Ag	Smith & Nephew GmbH, Hamburg, Deutschland	Atmungsaktive, wasserfeste Abdeckung; Polyurethanschaum; Kontaktschicht mit Silber; nicht-haftend	Nanokristallines Silber ($1,34 \text{ mg/cm}^2$)
PolyMem® Silver	Ferris Mfg. Corp, Fort Worth, USA	Semi-permeable Abdeckung; hydrophile Polyurethanmatrix mit Silber, Glyzerol und Tensid; nicht-haftend	Nanokristallines Silber ($1,30 \text{ mg/cm}^2$)
Kendall AMD	Covidien GmbH, Neustadt/Donau, Deutschland	Atmungsaktiver, wasserfester Polyurethanfilm und -schaum mit PHMB; nicht-haftend	PHMB ($0,5\%$)
DracoFoam PHMB	Dr. Ausbüttel & Co. (DRACO), Witten, Deutschland	Atmungsaktiver, wasserfester Polyurethanfilm und -schaum mit PHMB; nicht-haftend	PHMB ($0,1\%$)

lagen mit und ohne Wundexsudatbelastung in 12-Well-Platten (Sarstedt, Nuembrecht, Deutschland).

Antimikrobielle Wirksamkeit mittels mikrobiellem Reduktionsversuch

Um die antimikrobielle Wirksamkeit der Wundauflagen zu ermitteln, wurde ein modifizierter mikrobieller Reduktionsversuch basierend auf den Normen ISO 20743 [18] und DIN EN 13727 [19] entwickelt. Die Versuche wurden jeweils mit und ohne Wundexsudatbelastung durchgeführt. Zusammenfassend wurden die jeweiligen bakteriellen Test-suspensionen seriell zehnfach verdünnt und pro Verdünnungsstufe $1.000 \mu\text{l}$ auf je eines der zehn vorbereiteten Wundauflagenstücke gegeben. Anschließend wurden die Platten mit den Testwundauflagen für 24 Stunden bei 37°C im Brutschrank inkubiert. Nach 2, 4, 6 und 24 Stunden wurden aus jeder Wundauflage $50 \mu\text{l}$ Bakteriensuspension entnommen und auf Nährböden (Agarplatten) ausgestrichen. Diese wurden erneut über Nacht bei 37°C im Brut-

schrank inkubiert und die überlebenden Bakterien (in KBE/ml) am Folgetag ausgezählt.

Statistische Analyse

Die Auswertung der antimikrobiellen Wirksamkeit erfolgte anhand der Differenz zwischen überlebenden Bakterien im Vergleich zur anfänglichen Bakterienmenge (in KBE/ml) und wurde als dekadische logarithmische Reduktion ($\log_{10} \text{KBE/ml}$) dargestellt. Jedes Experiment wurde dreifach durchgeführt und Mittelwerte \pm Standardabweichung (SD) wurden berechnet. Die Klassifizierung erfolgte basierend auf internationalen Normen in geringe (< 2 log-Stufen), mittlere (≥ 2 zu < 3 log-Stufen), starke (> 3 log-Stufen) und sehr starke Wirksamkeit (> 5 log-Stufen). Die Ergebnisse wurden statistisch mittels Varianzanalyse mit Messwiederholungen (ANOVA) mit Tukey's HSD Test als post-hoc-Test unter Verwendung des Statistikprogramms GraphPad PRISM (GraphPad Software, Inc., La Jolla, United States of America) analysiert.

Reduktion erreichen (Abb. 3a). Des Weiteren zeigte sich das Phänomen der wiederkehrenden Vermehrung der Bakterien nach einer gewissen Zeit bei allen Wundaflagen, außer Allevyn Ag. Im Gegensatz zu den Ergebnissen für *S. aureus* und *E. coli* zeigte Biatain Ag die höchste Reduktion gegen *P. aeruginosa* ($7,87 \pm 1,0$ log-Stufen nach 24 Stunden). Für Mepilex Ag konnte eine ähnlich starke Wirksamkeit während der ersten 4 Stunden Behandlung beobachtet werden ($6,73 \pm 0,94$ log-Stufen), jedoch reduzierte diese sich im Verlauf und es kam zu einer erneuten Zunahme der Bakterienzahl. Trotz der beschriebenen wiederkehrenden bakteriellen Vermehrung bei fast allen Wundaflagen nach 6 Stunden, erreichten Kendall AMD und Acticoat Moisture Control Ag eine sehr starke Reduktion

nach 24 Stunden ($5,73 \pm 0,43$ bzw. $5,52 \pm 0,39$ log-Stufen). Für DracoFoam PHMB konnte in diesem Fall keine relevante Reduktion, sondern eine erneute bakterielle Vermehrung bereits nach 2 Stunden beobachtet werden. Wie schon zuvor konnte UrgoCell Silver nur eine mittlere Wirksamkeit ausüben und PolyMem Silver zeigte erneut keinerlei relevante antimikrobielle Wirksamkeit.

Antimikrobielle Wirksamkeit unter Wundexsudatbelastung

Bei der Untersuchung von Kendall AMD ($7,72 \pm 0,29$ log-Stufen), Biatain Ag ($7,72 \pm 0,29$ log-Stufen), Mepilex Ag ($8,03 \pm 0,15$ log-Stufen) und Allevyn Ag ($8,18 \pm 0,34$ log-Stufen) an *S. aureus* unter Wundexsudatbelastung resultierte eine vollständige Reduktion

der Bakterien innerhalb von 24 Stunden (Abb. 1b). Dabei erreichte Kendall AMD dies bereits nach 4 Stunden Behandlung, während Biatain Ag 6 Stunden und Mepilex Ag, sowie Allevyn Ag, 24 Stunden benötigten. DracoFoam PHMB zeigte ebenfalls eine starke Wirksamkeit ($4,18 \pm 0,76$ log-Stufen) innerhalb von 24 Stunden, gefolgt von Acticoat Moisture Control Ag ($3,26 \pm 0,45$ log-Stufen) und UrgoCell Silver ($2,89 \pm 0,06$ log-Stufen). Im Falle von PolyMem Silver wiederum kam es initial zu einer Vermehrung, jedoch erreichte PolyMem Silver nach 24 Stunden immer noch eine mittlere Wirksamkeit. Bemerkenswerterweise zeigte auch der Kontroll-Schaumstoff (DracoFoam) ohne antimikrobiellen Wirkstoff eine geringe Reduktion im Verlauf ($2,07 \pm 0,27$ log-Stufen).

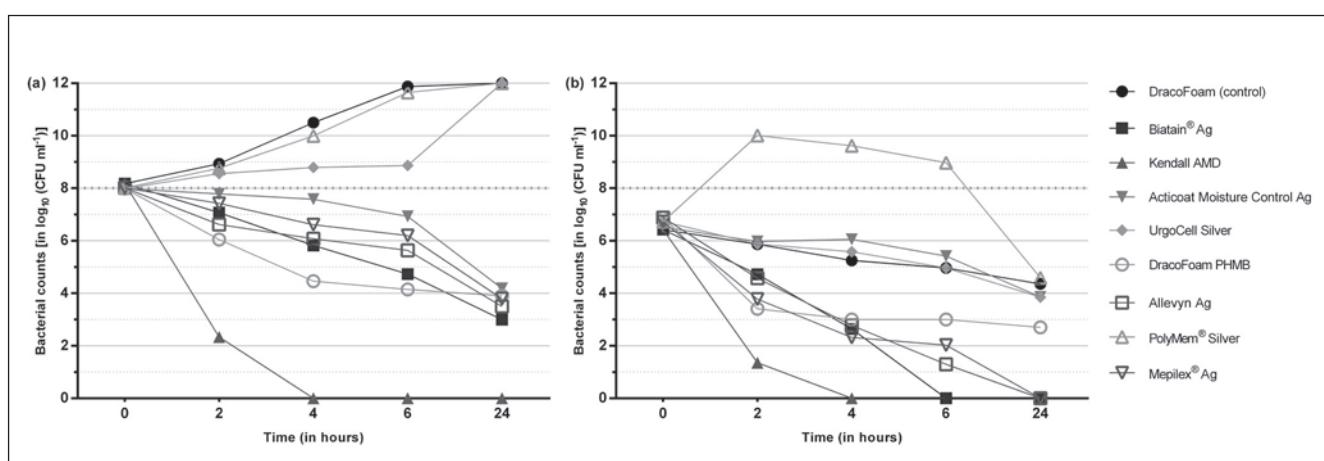


Abbildung 1 Ergebnisse der mikrobiellen Reduktionsversuche gegen *S. aureus*: Dargestellt ist die Reduktion der getesteten Wundaflagen gegen *S. aureus* innerhalb der evaluierten Zeitspanne von 24 Stunden ohne (a) und mit (b) Belastung durch Wundexsudat. Die gepunktete Linie zeigt die Ausgangsmenge der Testorganismen ($\sim 1,5 \times 10^8$ KBE/ml) an. Graphenverläufe oberhalb dieser Linie bedeuten eine Zunahme der Bakterienmenge, unterhalb eine Reduktion.

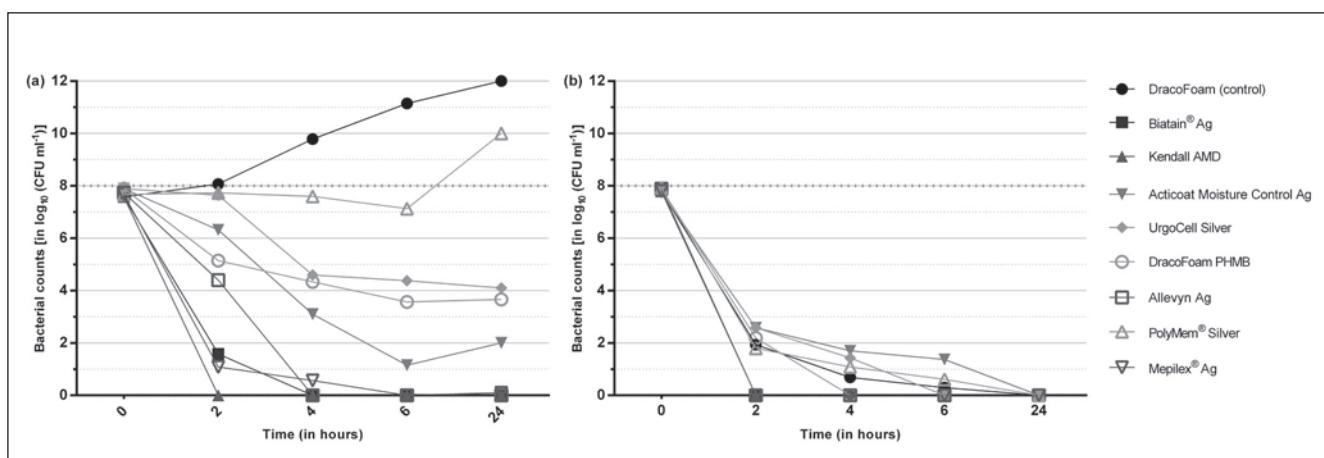


Abbildung 2 Ergebnisse der mikrobiellen Reduktionsversuche gegen *E. coli*: Dargestellt ist die Reduktion der getesteten Wundaflagen gegen *E. coli* innerhalb der evaluierten Zeitspanne von 24 Stunden ohne (a) und mit (b) Belastung durch Wundexsudat. Die gepunktete Linie zeigt die Ausgangsmenge der Testorganismen ($\sim 1,5 \times 10^8$ KBE/ml) an. Graphenverläufe oberhalb dieser Linie bedeuten eine Zunahme der Bakterienmenge, unterhalb eine Reduktion.

Gegen *E. coli* ließ sich überraschenderweise eine vollständige Reduktion innerhalb von 24 Stunden durch alle getesteten Wundaflagen, inklusive der Kontrolle beobachten. Die schnellste Reduktion zeigten hierbei Kendall AMD, Biatain Ag, Allevyn Ag und Mepilex Ag (Abb. 2b).

Im Test gegen *P. aeruginosa* unter Belastung mit Wundexsudat ließ sich das Phänomen der wiederkehrenden bakteriellen Vermehrung nach 6 Stunden beobachten. Im Gegensatz zu den Versuchen ohne Wundexsudat erreichten Biatain Ag ($9,04 \pm 0,18$ log-Stufen) und Mepilex Ag ($8,99 \pm 0,25$ log-Stufen) bereits nach 6 Stunden eine nahezu vollständige Reduktion, jedoch mit anschließendem erneuten bakteriellen Wachstum. Trotzdem zeigten sie nach 24 Stunden die stärkste Wirksamkeit gegen *P. aeruginosa*. Die einzige Wundaflage, welche eine kontinuierliche Reduktion demonstrierte, war Allevyn Ag ($7,24 \pm 0,67$ log-Stufen nach 24 Stunden). Kendall AMD erreichte eine endgültige Reduktion von $6,04 \pm 0,18$ log-Stufen nach 24 Stunden, während DracoFoam PHMB nur eine geringe Wirksamkeit zeigte ($1,73 \pm 1,11$ log-Stufen) mit einem signifikanten Wirkverlust nach 6 Stunden ($4,55 \pm 0,55$ log-Stufen; $p < 0.01$). Wie in den meisten Versuchen zeigte PolyMem Silver erneut keine antimikrobielle Wirksamkeit. Im Gegensatz zu den Versuchen ohne Wundexsudat demonstrierten UrgoCell Silver und Acticoat Moisture Control Ag unter Belastung mit Wundsekret keine Wirksamkeit mehr (Abb. 3b).

Diskussion

Antiseptika und antimikrobielle Wundaflagen sind eine wichtige Säule in der Wundtherapie [7]. Trotz oder gerade wegen der großen Auswahl verfügbarer Wundaflagen besteht weiterhin kein klarer Konsens bezüglich Vor- und Nachteilen einzelner Produktarten und spezifischen Anwendungsgebieten. Genaue Analysen der Wirksamkeit, ebenso wie negativer Auswirkungen und Änderungen der Wirkprofile im lokalen Milieu akuter und chronischer Wunden, sind rar. Zwar adressieren einige Studien diese Problematik vermehrt in den letzten Jahren, jedoch kommen die meisten zu dem Schluss, dass wesentlich umfassendere und detailliertere Analysen notwendig sind, um klare und einheitliche Empfehlungen bezüglich antimikrobieller Wundaflagen auszusprechen [8, 9, 13, 20, 21]. Interaktionen verwendeter Wundtherapeutika mit dem sich verändernden Wundmilieu (pH-Wert, Proteingehalt, Heilungsphase, etc.) sind nicht unbekannt [15–17] und unterstreichen die Notwendigkeit, das lokale Milieu einer Wunde verstärkt in experimentellen in-vitro-Analysen zu berücksichtigen. Dies ist insbesondere wichtig für die Translation experimenteller Daten in die klinische Anwendung, ebenso wie als Grundlage für ein adäquates Design klinischer Studien und die Generierung klarer Empfehlungen.

Der Einfluss des Wundmilieus auf die antimikrobielle Wirksamkeit wurde in der vorliegenden Untersuchung durch die möglichst nahe in-vitro-Nachstel-

lung des Milieus einer bakteriell-kontaminierten, nicht-heilenden Wunde aufgezeigt. Hierzu wurde humanes Wundexsudat, welches ein heterogenes Gemisch verschiedener Proteine enthält, statt wie in den Normen gefordertes reines Albumin, verwendet. Zusätzlich ergab die Bestimmung der Gesamtproteinmenge, dass die humane Wundflüssigkeit einen zehnfach höheren Gesamtproteinanteil enthielt (39,48 mg/ml), als in den Normen gefordert (3 mg/ml) [19], und damit eine noch höhere Belastung darstellt.

Die getesteten Wundaflagen zeigen jedoch bereits ohne Wundexsudatbelastung signifikante Unterschiede in ihrer antimikrobiellen Wirksamkeit (Abb. 1a, 2a und 3a). Gegen alle drei Testorganismen, in allen getesteten Konditionen, erzielten Kendall AMD (Polyhexanid), Biatain Ag, Mepilex Ag (beide ionisches Silber) und Allevyn Ag (Silbersulfadiazin) die stärkste Wirksamkeit, während PU-Schäume mit nanokristallinem Silber (Acticoat Moisture Control Ag, PolyMem Silver) heterogene Ergebnisse lieferten. Sie zeigten dabei überwiegend schlechtere Ergebnisse oder sogar keinerlei Wirksamkeit. Ähnlich differierende Ergebnisse resultierten für DracoFoam PHMB und UrgoCell Silver (ebenfalls ionisches Silber). Dies legt den Schluss nahe, dass die Effektivität antimikrobieller Wundaflagen stark von der Interaktion mit dem Wundmilieu, Menge und Art der vorliegenden Mikroorganismen, Substanzart und -konzentration sowie Einarbeitung in die Wundaflage abhängt.

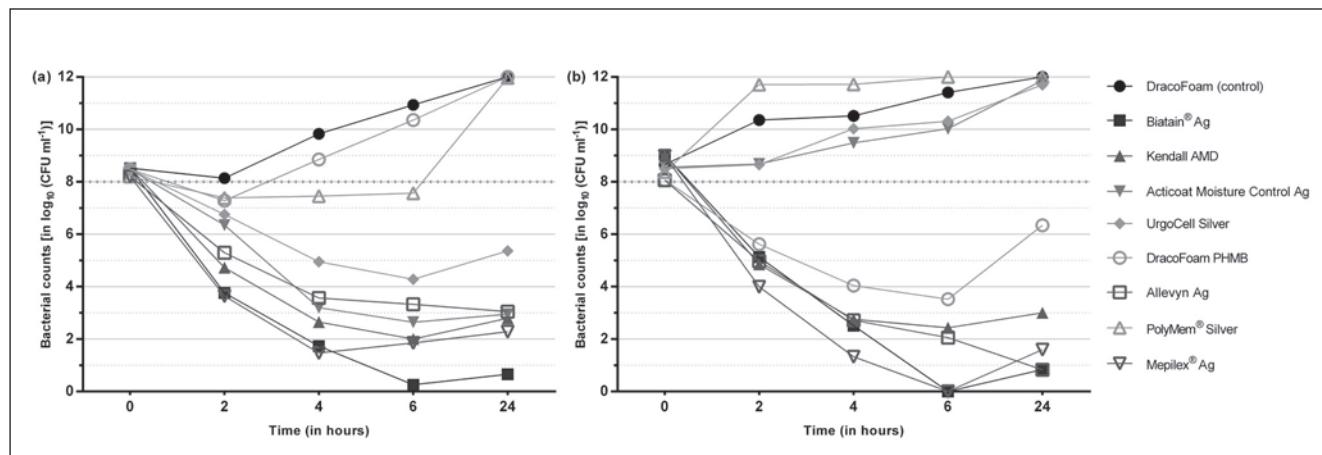


Abbildung 3 Ergebnisse der mikrobiellen Reduktionsversuche gegen *P. aeruginosa*: Dargestellt ist die Reduktion der getesteten Wundaflagen gegen *P. aeruginosa* innerhalb der evaluierten Zeitspanne von 24 Stunden ohne (a) und mit (b) Belastung durch Wundexsudat. Die gepunktete Linie zeigt die Ausgangsmenge der Testorganismen ($\sim 1,5 \times 10^8$ KBE/ml) an. Graphenverläufe oberhalb dieser Linie bedeuten eine Zunahme der Bakterienmenge, unterhalb eine Reduktion.

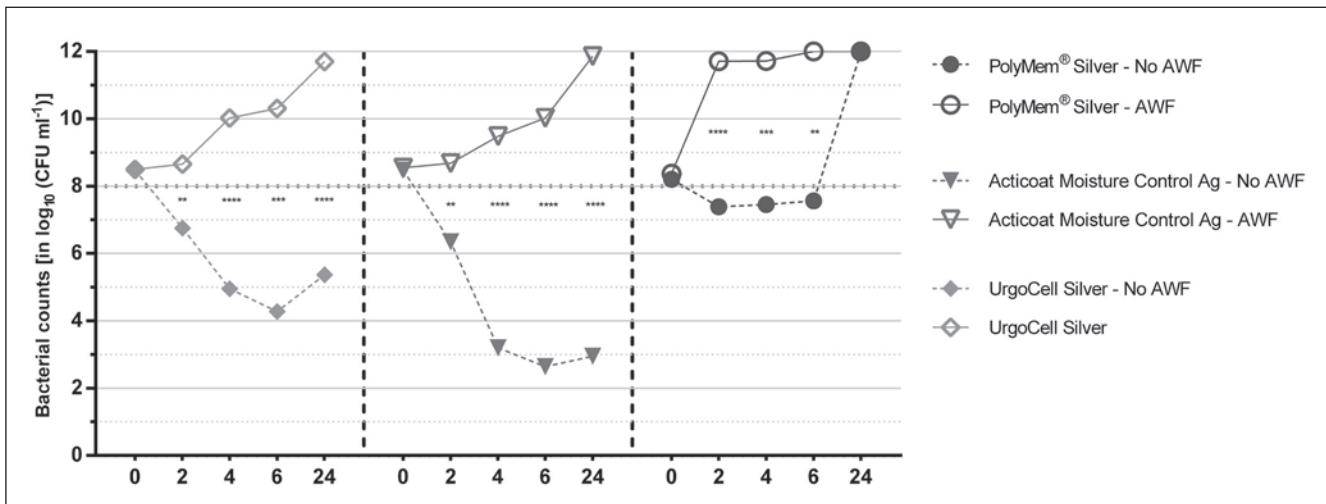


Abbildung 4 Vergleich der antimikrobiellen Wirksamkeit mit und ohne Wundexsudat zwischen drei bestimmten Wundauflagen gegen *P. aeruginosa*: Direkter Vergleich der Reduktion gegen *P. aeruginosa* durch UrgoCell Silver, Acticoat Moisture Control Ag und PolyMem® Silver über 24 Stunden mit und ohne Belastung durch Wundexsudat. Die gepunktete Linie zeigt die Ausgangsmenge der Testorganismen ($\sim 1,5 \times 10^8$ KBE/ml) an. Graphenverläufe oberhalb dieser Linie bedeuten eine Zunahme der Bakterienmenge, unterhalb eine Reduktion. Statistisch signifikante Unterschiede sind mit * markiert ($*p < 0,05$, $**p < 0,01$, $***p < 0,001$ und $****p < 0,0001$).

Ausgehend von der Wirksamkeit gegen *S. aureus* und *E. coli* kann basierend auf den experimentellen Ergebnissen (mit und ohne Wundexsudat) dieser Arbeit die folgende Rangfolge der sehr gut wirksamen Wundauflagen erstellt werden: Kendall AMD > Biatain Ag > Allevyn Ag > Mepilex Ag. Gegen *P. aeruginosa* ändert sich die Rangfolge, wobei die silberhaltigen Wundauflagen eine bessere Wirksamkeit als Kendall AMD zeigen (Abb. 3a). Wie zu erwarten zeigten sich einzelne antimikrobielle Wundauflagen gegen bestimmte Mikroorganismen wirksamer als andere: Während *E. coli* generell gut zu kontrollieren schien, zeigten andere Wundauflagen gegen bestimmte Keime Schwächen. So hatte beispielsweise Kendall AMD eine deutlich geringere Wirkung gegen *P. aeruginosa* als gegen *S. aureus*, unabhängig vom Einfluss des Wundexsudats, während es sich für die wirksamsten silberhaltigen Wundauflagen umgekehrt verhielt (Abb. 1a und 3a).

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor auf die antimikrobielle Wirksamkeit ist die Menge und Einarbeitung der antimikrobiellen Substanz in der Wundauflage [22]. Dies wird anhand von UrgoCell Silver und DracoFoam PHMB deutlich, welche trotz gleicher Wirksubstanz (ionisches Silber bzw. Polyhexanid) schlechtere Ergebnisse zeigen als entsprechende andere Wundauflagen. Erklären lassen sich diese Unter-

schiede durch die Menge des enthaltenen antimikrobiellen Wirkstoffs: Während Kendall AMD 0,5% Polyhexanid enthält, befindet sich in DracoFoam PHMB nur 0,1% Polyhexanid. Das gleiche gilt für UrgoCell Silver mit 0,50 mg/cm² ionischem Silber (verglichen mit 0,95 mg/cm² in Biatain Ag und 1,20 mg/cm² in Mepilex Ag). Hinzu kommt bei UrgoCell Silver, dass die aktive Substanz sich lediglich in der TLC®-Matrix befindet, welche in Kontakt mit der Wunde steht, was dazu führt, dass weniger aufgenommene Mikroorganismen längeren Kontakt mit der aktiven Substanz haben als in anderen Wundauflagen, in welchen sich der Wirkstoff im PU-Schaum befindet.

Die Belastung mit humanem Wundexsudat führte bei einigen Wundauflagen zu einer veränderten Wirksamkeit (Abb. 1b, 2b und 3b). Die deutlichsten Unterschiede konnten gegen *E. coli* beobachtet werden: Alle getesteten Wundauflagen, inklusive der wirkstofflosen Kontrolle (DracoFoam) erzielten eine vollständige Eradikation innerhalb von 24 Stunden (Abb. 2b). Die gleiche Tendenz ließ sich für *S. aureus* beobachten, wobei alle Wundauflagen mindestens eine Reduktion von zwei log-Stufen unter Wundexsudat-Belastung erreichten. Lediglich im Falle von *P. aeruginosa* traten keine solch unerwartet hohen Reduktionsraten auf. Diese Ergebnisse legten eine eigenständige antimikrobielle Wirksamkeit des Wun-

dexsudats nahe, welche synergistisch mit der der Wundauflagen agiert. Wir testeten diese Hypothese mit einfachen Agar-Diffusionstests, wobei sich wie erwartet zeigte, dass das Wundexsudat eine eigenständige reduzierende Wirkung gegen *S. aureus* und *E. coli*, jedoch nicht gegen *P. aeruginosa* aufwies. Als Grund hierfür könnte die noch im Wundexsudat partiell enthaltene perioperative Antibiotikaprophylaxe (Cefazolin) sein. Da *P. aeruginosa* unempfindlich gegen Cefazolin ist, zeigte sich hier aufgrund der therapeutischen Lücke kein synergistischer Effekt. Dabei waren insbesondere die Ergebnisse für Wundauflagen mit nanokristallinem Silber (Acticoat Moisture Control Ag und PolyMem Silver) interessant: Während PolyMem Silver insgesamt eine schwache antimikrobielle Wirkung demonstrierte, konnte unter Wundexsudatbelastung gegen *P. aeruginosa* noch einmal eine signifikant stärker reduzierte Wirksamkeit ($p < 0,01$) nachgewiesen werden. Für Acticoat Moisture Control Ag und UrgoCell Silver ergab sich gegen *P. aeruginosa* und *S. aureus* das gleiche Bild, sogar mit einem noch deutlich größeren Wirkverlust (Abb. 4). Die Reduktion der antimikrobiellen Wirksamkeit von Silber unter dem Einfluss proteinreicher Lösungen und in organischem Gewebe (sog. „Proteinfehler“) wurde bereits zuvor beschrieben [23], ebenso für Silber-Nanopartikel [24]. Dabei

wird das aktive Silber (Ag +/Ag0) vermehrt durch vorliegende Proteine (beispielsweise Albumin) gebunden und inaktiviert, anstatt seine antimikrobielle Wirkung auf Mikroorganismen zu entfalten. Berücksichtigt man die deutlich höheren Gesamtproteinmengen in den Versuchen mit Wundexsudat, erklärt dies die signifikant reduzierte Wirkung von Acticoat Moisture Control Ag und PolyMem Silver.

Da es sich bei den vorliegenden Daten um Ergebnisse von in-vitro-Untersuchungen handelt, sollte eine Übertragung in den klinischen Alltag mit Zurückhaltung erfolgen. Jedoch interagieren zahlreiche Faktoren im komplexen Mikromilieu einer Wunde, so dass die unter Standardbedingungen erzielten antimikrobiellen Eigenschaften nicht immer nachweisbar sind. Die deutlich reduzierten Wirksamkeit bei bestimmten antimikrobiellen Wundauflagen in Abhängigkeit von Konzentration (UrgoCell Silver, DracoFoam PHMB) und Wirkstoff (nanokristallines Silber: Acticoat Moisture Control Ag und PolyMem Silver) im belastenden Wundmilieu hebt die notwendige Beachtung lokaler antagonistischer oder auch synergistischer Interaktionen deutlich hervor.

Schlussfolgerung

Im Millieu einer infizierten akuten oder chronischen humanen Wunde erfuhren verschiedene antimikrobielle Polyurethanwundauflagen einen deutlichen Wirkverlust. Kendall AMD, BiatainAg, Mepilex Ag und Allevyn Ag zeigten dabei durch gleichmäßig in der Wundauflage verteilte, ausreichend hohe Mengen aktiver antimikrobieller Substanz, sowohl ohne als auch mit Wundexsudatbelastung, eine konsistente, sehr gute antimikrobielle Wirksamkeit. DracoFoam PHMB, UrgoCell Silver, Acticoat Moisture Control Ag und PolyMem Silver wiederum zeigten, am ehesten aufgrund geringerer Substanzmengen, Aufbau der Wundauflage und Proteinfehler, eine signifikante Reduktion ihrer Wirksamkeit unter dem Einfluss von Wundexsudat. Diese Ergebnisse unterstreichen die Komplexität der Interaktionen zwischen Wundmilieu, den eingesetzten Lokaltherapeutika bzw. antimikrobiellen Wundauflagen und weisen auf die Notwendigkeit hin, diese in Forschung und Therapie umfassender einzubeziehen.

Literatur

- Ling ML, Apisarnthanarak A, Madriaga G. The Burden of Healthcare-Associated Infections in Southeast Asia: A Systematic Literature Review and Meta-analysis. *Clin Infect Dis.* 2015;60(11):1690–9.
- Zarb P, Coignard B, Griskeviciene J, Muller A, Vankerckhoven V, Weist K, et al. The European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) pilot point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use. *Euro Surveill.* 2012;17(46).
- Magill SS, Edwards JR, Bamberg W, Beldavs ZG, Dumyati G, Kainer MA, et al. Multistate point-prevalence survey of health care-associated infections. *N Engl J Med.* 2014;370(13):1198–208.
- Bowler PG, Duerden BI, Armstrong DG. Wound microbiology and associated approaches to wound management. *Clin Microbiol Rev.* 2001;14(2):244–69.
- James GA, Swogger E, Wolcott R, Pulsini E, Secor P, Sestrich J, et al. Biofilms in chronic wounds. *Wound Repair Regen.* 2008;16(1):37–44.
- Turtiaainen J, Hakala T, Hakkarainen T, Karhukorpi J. The impact of surgical wound bacterial colonization on the incidence of surgical site infection after lower limb vascular surgery: a prospective observational study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2014;47(4):411–7.
- Daeschlein G. Antimicrobial and anti-septic strategies in wound management. *Int Wound J.* 2013;10 Suppl 1:9–14.
- Wu L, Norman G, Dumville JC, O'Meara S, Bell-Syer SE. Dressings for treating foot ulcers in people with diabetes: an overview of systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015(7):CD010471.
- Norman G, Dumville JC, Moore ZE, Tanner J, Christie J, Goto S. Antibiotics and antiseptics for pressure ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;4:CD011586.
- To E, Dyck R, Gerber S, Kadavil S, Woo KY. The Effectiveness of Topical Polyhexamethylene Biguanide (PHMB) Agents for the Treatment of Chronic Wounds: A Systematic Review. *Surg Technol Int.* 2016;XXIX:45–51.
- Sibbald RG, Coutts P, Woo KY. Reduction of bacterial burden and pain in chronic wounds using a new polyhexamethylene biguanide antimicrobial foam dressing-clinical trial results. *Adv Skin Wound Care.* 2011;24(2):78–84.
- Lo SF, Chang CJ, Hu WY, Hayter M, Chang YT. The effectiveness of silver-releasing dressings in the management of non-healing chronic wounds: a meta-analysis. *J Clin Nurs.* 2009;18(5):716–28.
- Forster R, Pagnamenta F. Dressings and topical agents for arterial leg ulcers. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015(6):CD001836.
- Demidova-Rice TN, Hamblin MR, Herman IM. Acute and impaired wound healing: pathophysiology and current methods for drug delivery, part 1: normal and chronic wounds: biology, causes, and approaches to care. *Adv Skin Wound Care.* 2012;25(7):304–14.
- Kapalschinski N, Seipp HM, Onderdonk AB, Goertz O, Daigeler A, Lahmer A, et al. Albumin reduces the antibacterial activity of polyhexamethylene biguanide-based antiseptics against *Staphylococcus aureus* and MRSA. *Burns.* 2013;39(6):1221–5.
- Wiegand C, Abel M, Ruth P, Elsner P, Hipler UC. pH influence on antibacterial efficacy of common antiseptic substances. *Skin Pharmacol Physiol.* 2015;28(3):147–58.
- Hirsch T, Limoochi-Deli S, Lahmer A, Jacobsen F, Goertz O, Steinau HU, et al. Antimicrobial activity of clinically used antiseptics and wound irrigating agents in combination with wound dressings. *Plast Reconstr Surg.* 2011;127(4):1539–45.
- ISO. ISO 20743:2013 – Textiles – Determination of antibacterial activity of textile products; German version. 2013.
- DIN. EN 13727:2012+A1:2013 – Chemical disinfectants and antiseptics – Quantitative suspension test for the evaluation of bactericidal activity in the medical area – Test method and requirements (phase 2, step 1); German version. 2013.
- Dumville JC, Gray TA, Walter CJ, Sharp CA, Page T, Macefield R, et al. Dressings for the prevention of surgical site infection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;12:CD003091.
- Storm-Versloot MN, Vos CG, Ubbink DT, Vermeulen H. Topical silver for preventing wound infection. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010(3):CD006478.
- Thomas S, McCubbin P. An in vitro analysis of the antimicrobial properties of 10 silver-containing dressings. *J Wound Care.* 2003;12(8):305–8.
- Lansdown AB. A pharmacological and toxicological profile of silver as an antimicrobial agent in medical devices. *Adv Pharmacol Sci.* 2010;2010:910686.
- Gnanadhas DP, Ben Thomas M, Thomas R, Raichur AM, Chakravortty D. Interaction of silver nanoparticles with serum proteins affects their antimicrobial activity in vivo. *Antimicrob Agents Chemother.* 2013;57(10):4945–55.

Kaltplasma als neue Behandlungsoption bei häufig auftretenden Wundsituationen im klinischen Alltag: eine Pilot-Fallserie

Cold plasma as a new therapeutic approach for common wound situations in clinical practice: a pilot case series

Robert Strohal, Gilbert Hämerle

ZUSAMMENFASSUNG

Das Paradigma der modernen Behandlung chronischer Wunden umfasst verschiedenste Therapieoptionen, die in Abhängigkeit zu den verschiedenen Wundphasen und -situationen, dominiert durch die Infektion, Entzündung sowie Stagnation der Wunde, spezifisch eingesetzt werden. In dieser Pilot-Fallserie galt es, die Effektivität einer neuen Therapiemöglichkeit mit ionisiertem Gas in Form von Kaltplasma an Hand des phasenadaptierten Therapiekonzepts chronischer Wunden zu evaluieren.

Dem Konzept der phasengerechten Wundbehandlung folgend wurden 11 chronische Wunden verschiedenster Ätiologie entsprechend ihrer klinisch definierten Wundphase und -situation (infiziert, entzündlich und stagnierend) nach einem standardisierten Schema mit der neuen Kaltplasmatherapie über bis zu 5 Wochen in wöchentlich abnehmender Applikationshäufigkeit behandelt.

Im Fall infizierter Wunden reduzierten sich unter der Kaltplasmatherapie sowohl Bakterienlast als auch Fibrinbeläge. Bei entzündlichen Wunden bewirkte die Kaltplasmatherapie eine Verringerung bzw. Beseitigung der Entzündung, im Fall stagnierender Wunden wurden ferner Granulation und Epithelialisation angeregt. Bei allen Patienten wurde nach den 5 Wochen eine deutliche Verkleinerung der Wundfläche, in 5 Fällen sogar bis zur Abheilung, beobachtet.

Diese Pilot-Fallserie im klinischen Setting zeigt, dass Kaltplasma in der Lage ist, die wesentlichsten und wichtigsten Wundsituationen chronischer Wunden zu überwinden. Dies spricht für einen erfolgreichen generellen Einsatz dieser neuen Therapiemöglichkeit in der Wundbehandlung. Selbstverständlich

sind aber noch weitere klinische Studien mit einer größeren Patientenkollektiv notwendig, um diesen „basic proof of concept“ zu substanziellieren.

SCHLÜSSELWÖRTER

Kaltplasma, Wunden, Infektion, Entzündung, Epithelialisation

SUMMARY

Within the paradigm of modern chronic wound management, different treatment options are available. Hereby, the decision for a specific treatment depends on the different wound phases and -situations and is dominated by infection, inflammation or healing stagnation of the wound. In the present pilot case series, the effectiveness of a new treatment option using ionized gas in form of cold plasma was evaluated within the concept of phase-adapted chronic wound treatment.

Following the concept of phase-adapted chronic wound treatment, 11 chronic wounds of different etiology were treated under consideration of the respective wound phase and -situation (infected, inflammatory, stagnant) according to a standardized scheme using cold plasma for maximum 5 weeks in a weekly decreasing application frequency.

In locally infected wounds, cold plasma therapy led to the overcome of the infection with a visible decrease of bacterial load as well as fibrin layers. The application of cold plasma on inflamed wounds resulted in a clear reduction or even elimination of inflammation. Furthermore, in case of stagnating wounds, granulation and epithelialization of the tissue were triggered. In all patients, cold plasma treatment resulted in a considerable reduction of wound size after 5 weeks, while a com-

plete wound healing was even achieved in 5 cases.

Within the present pilot case series, the ability of cold plasma to overcome the most common and important wound situations was clearly demonstrated within a clinical setting. These data suggest a successful and general application of cold plasma in wound treatment. Nevertheless, more clinical studies with larger patient cohorts are necessary to substantiate this 'basic proof of concept'.

KEYWORDS

Cold plasma, wounds, infection, inflammation, wound epithelialization

Einleitung

Trotz zahlreich verfügbarer Therapieoptionen für die phasengerechte Wundbehandlung stellen häufig auftretende Infektionen, Entzündungen und Heilungsstagnationen im klinischen Alltag große Herausforderungen dar. Mit Kaltplasma – einem teilweise ionisierten Gas – ist für verschiedenste Wundarten eine neue, effektive Behandlungsoption verfügbar, die antimikrobiotisch sowie antiinflammatorisch wirkt und zudem die Wundheilung über molekulare Mechanismen stimuliert, ohne körpereigene Zellen zu schädigen. Die Behandlung verläuft dabei indirekt ohne Wundkontakt und ist schmerzfrei für die Patienten.

Phasengerechte Wundbehandlung

Eine phasengerechte Wundbehandlung ist anspruchsvoll und erfordert individuell an den Wundzustand angepasste Therapiemaßnahmen. Die derzeitige

Standardtherapie basiert zusätzlich zur Kausaltherapie der möglicherweise bestehenden Grunderkrankung, wie Diabetes mellitus, chronischer venöser Insuffizienz oder peripherer arterieller Verschlusskrankheit, auf einer symptomatischen Behandlung. Diese orientiert sich an den Phasen der physiologischen Wundheilung und wird nach den Grundsätzen der feuchten Wundbehandlung durchgeführt [5]. Das sogenannte MOIST-Konzept [5] stellt dabei eine Handlungsempfehlung zur Lokaltherapie chronischer Wunden dar. Es besteht aus den Komponenten

- Exsudatmanagement (Moisture balance),
- Sauerstoffbalance (Oxygen balance),
- Infektionskontrolle (Infection control),
- Unterstützung des Heilungsprozesses (Support of healing),
- Gewebemanagement (Tissue management).

Pathophysiologisch treten im Rahmen der Behandlung chronischer Wunden am häufigsten folgende Wundsituationen auf, die es erfolgreich zu behandeln gilt:

1. **Infektionen:** Keime, welche massiv das Wundmilieu verändern, führen zu einer Stagnation der physiologischen Heilungsprozesse der Wunde.
2. **Entzündungen:** Chronische Entzündungsreaktionen getriggert

durch ein Netzwerk von Entzündungsmediatoren verlangsamen oder verhindern die physiologische Wundheilung.

3. **Stagnierende Epithelisation:** Wundheilungsstörungen aufgrund zu langsamer Granulation und fehlender Epithelisation sind typisch für chronische, schlecht heilende Wunden.

Seit 2013 ist Kaltplasma als neue Therapieoption zur Wundbehandlung verfügbar. Mittlerweile ist diese Option gut untersucht, die Ergebnisse zahlreicher Studien sprechen für die Effektivität und Sicherheit von Kaltplasma [6, 8–10, 17–19, 21–23].

Kaltplasma in der medizinischen Anwendung

Plasma, ein durch Energiezufuhr teilweise ionisiertes Gas, wurde bislang als heißes Plasma mit Temperaturen von ca. 70°C in der Medizin eingesetzt, z. B. zur Blutungsstillung in der Elektrochirurgie. Mit der Herstellung von Kaltplasma in gewebetolerabler Temperatur von < 40°C ist nun auch der Einsatz am Menschen ohne Anästhesie möglich, wodurch es ein innovatives Verfahren mit zahlreichen möglichen Einsatzgebieten, u. a. in der Wundbehandlung, Zahnmedizin und Implantologie, darstellt.

Wirksamkeit und Sicherheit von Kaltplasma

Die Wirkung von Kaltplasma basiert auf seiner elektrischen Leitfähigkeit und umfasst physikalische und chemische Komponenten (Abb. 1) [25]:

- Freisetzung reaktiver Sauerstoff (reactive oxygen species, ROS) und Stickstoffspezies (reactive nitrogen species, RNS),
- geringe Strahlung im UV-A- und UV-B-Wellenlängenbereich,
- elektromagnetische Felder,
- elektrische Ströme,
- kurzfristige topische Temperatuerhöhung.

Durch leichte UV-Strahlung und Freisetzung reaktiver Spezies werden Keime abgetötet, ohne gesunde Körperzellen zu schädigen. Die inaktivierende Wirkung wurde bereits für zahlreiche Mikroorganismen und Bakterienstämme, u. a. klinisch relevante methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA), nachgewiesen [4, 11, 13, 16]. Resistenzen sind derzeit nicht bekannt [26]. Untersuchungen an Patienten mit chronischen Wunden ergaben eine deutliche Keimreduktion auf der Hautoberfläche nach Kaltplasmatherapie [4]. Ferner wurde festgestellt, dass Kaltplasma die Proliferation von Endothelzellen stimuliert und in tieferen Hautschichten regenerative Prozesse aktiviert [20]. Als weiterer Effekt fördern elektrische Felder und Wärme die Mikrozirkulation und verbessern so die Sauerstoff- und Nährstoffversorgung des Gewebes [19]. Die Plasmatherapie verbindet somit synergistisch die positiven Effekte der verschiedenen Komponenten.

Nach aktuellem Kenntnisstand ist der medizinische Einsatz von Kaltplasma sicher. Umfangreiche Studien belegen, dass es sachgerecht angewendet keine kurz- oder langfristigen Schäden an behandeltem Gewebe verursacht und relevante Grenzwerte, z. B. für UV-Strahlenbelastung oder Temperatur, nicht überschritten werden (Abb. 2) [9, 18].

Kaltplasma in der Wundbehandlung

Aufgrund der genannten antimikrobiellen und regenerativen Eigenschaften eignet sich Kaltplasma insbesondere zur Therapie offener Wunden [15]. Derzeit sind drei zur Wundtherapie zugelassene Kaltplasmageräte auf dem deutschen Markt verfügbar:

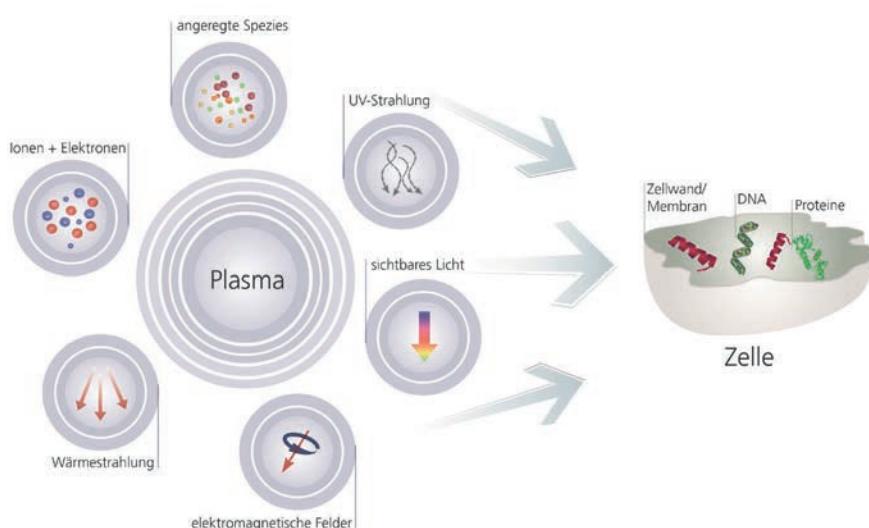


Abbildung 1 Schematische Darstellung der Wirkkomponenten von Kaltplasma auf Zellen. Abbildung mit freundlicher Genehmigung des Leibniz-Instituts für Plasmaforschung und Technologie e. V. (INP Greifswald).

- SteriPlas® (Fa. ADTEC Healthcare, Hounslow/Großbritannien),
- PlasmaDerm® (Fa. CINOZY GmbH, Duderstadt/Deutschland) und
- kINPen® MED (Fa. neoplas tools GmbH, Greifswald/Deutschland).

Bei SteriPlas® und kINPen® MED wirkt das gewebetolerable Plasma kontaktfrei über die Hautoberfläche, somit ist die Anwendung nichtinvasiv und für den Patienten schmerzfrei. Bei PlasmaDerm® wirkt die Haut als Gegenelektrode, das Plasma hat direkten Hautkontakt.

Indikationen für eine Kaltplasmatherapie:

- generelle Hautantiseptik, z. B. MRSA-Sanierung,
- chronische und infizierte Wunden,
- entzündungsbedingte Wunden,
- postoperative Behandlungen, z. B. chirurgische, traumatische Wunden,
- Malignom-bedingte Hautdefekte.

Kontraindiziert ist Kaltplasma bei stark nekrotischen Wunden (vorheriges Debridement erforderlich), vorangegangener Strahlentherapie, Patienten mit Herzschrittmachern oder Defibrillatoren im direkten Bereich der elektrischen Kontakte sowie Schwangeren und stillenden Frauen.

Vorliegende Pilotstudie: Fallberichte

Um die Wirksamkeit von Kaltplasma bei den relevantesten Wundsituationen zu evaluieren, wurden 11 Patienten mit initial frustran behandelten Wunden und definierten Wundzuständen im Rahmen einer Pilot-Fallserie mit Kaltplasma, appliziert mittels des Plasma-

jets kINPen® MED, behandelt. Die betroffenen Hautareale wurden gemäß Herstellerangaben mit einer Geschwindigkeit von 5 mm/s bei einer Intensität von 30 s/cm² mit dem Plasmastrahl überstrichen. Es wurde gezielt die Wirksamkeit von Kaltplasma bezüglich der Infektions- und Entzündungskontrolle sowie der Epithelisationsinitiierung in der klinischen Praxis untersucht. Die Behandlungsergebnisse werden im Folgenden anhand von Fallberichten dargestellt und im Rahmen der wundtherapeutischen Möglichkeiten diskutiert.

Methodik

Patienten und Wundarten

Im Landeskrankenhaus Bregenz/Österreich wurden im Zeitraum von September 2016 bis Mai 2017 insgesamt 11 Patienten mit maximal bis zu 12 Wochen frustran vorbehandelten Wunden unterschiedlicher Genese (Tab. 1) für bis zu 5 Wochen mit Kaltplasma behandelt. Bei 4 Patienten lag ein Ulcus cruris venosum, bei 2 Patienten ein diabetisches Ulkus bzw. ein Ulcus cruris mixtum vor. Ferner litten 2 Patienten an durch Hundebisse verursachten Wunden, 1 weiterer Patient hatte Verbrennungen und Quetschungen an der Hand. Bei einem Unfall erlitt 1 Patient Quetschungen und einen Trümmerbruch, 1 weiterer Patient hatte eine durch die Injektion toxischer Substanzen entstandene Wunde.

Initiale Wundbehandlung

Zunächst wurden alle Wunden antisepatisch gereinigt, 2 Patienten erhielten eine systemische Antibiose. Die Abdeckung erfolgte je nach Wundart und bestand aus einer Kombination von Sil-

berverbänden, Polyvinylpyrrolidon (PVP)-Jod, Alginat und Schaumstoffverbänden. Patienten mit Ulcus cruris venosum und -mixtum erhielten eine begleitende Kompressionstherapie; der Knochendefekt des unfallgeschädigten Patienten wurde operativ behoben.

Die Behandlungen führten jedoch weder zu verbesserten Wundverhältnissen noch zur Heilungsinitiierung. Die Therapie wurde daher auf Kaltplasma umgestellt.

Behandlungsumstellung auf Kaltplasma

Alle Wunden wurden zu Therapiebeginn und vor jeder Kaltplasmaanwendung bzw. jedem Verbandwechsel mit einer Wundspülösung (nichtinfizierte Wunden) oder einem Antiseptikum (infizierte Wunden) gereinigt. Die lokale Kaltplasmatherapie erfolgte bis zu 5 Wochen mit Hilfe des Plasmajets nach folgendem Schema:

1. Woche: tägliche Lokaltherapie für 30 s/cm²,
2. Woche: 3 × wöchentliche Lokaltherapie für 30 s/cm²,
3. Woche: 2 × wöchentliche Lokaltherapie für 30 s/cm²,
- ab der 4. Woche: 1 × wöchentliche Lokaltherapie für 30 s/cm².

Der dünne Plasmastrahl erlaubte dabei die genau lokalisierte Anwendung auch in tieferen Kavitäten (Abb. 3). Zudem gewährleistete das zur Plasmaherstellung genutzte Argon eine konstant gute Plasmaqualität auch bei schwankender Luftfeuchtigkeit und Umgebungstemperatur. Nachfolgend wurden die Wunden mit nichtaktiven Verbandstoffen abgedeckt.

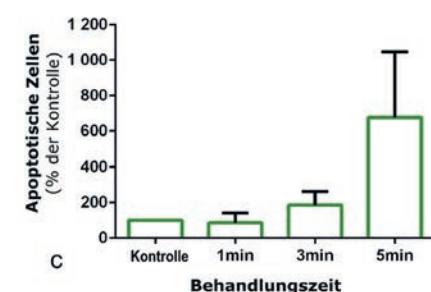
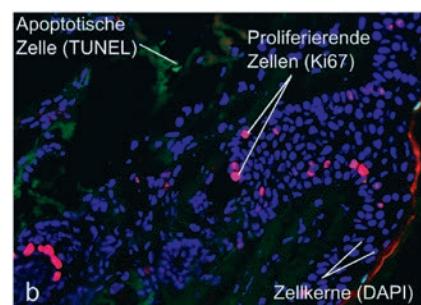
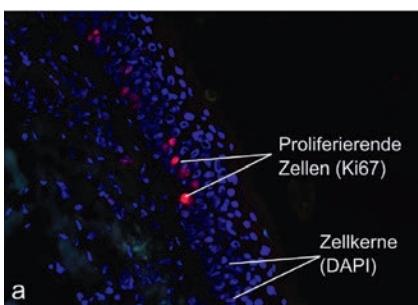


Abbildung 2 Einfluss von Kaltplasma auf Proliferation und Apoptose humaner Hautzellen, a: Schnitt unbehandelter Haut, b: Schnitt der Haut nach 3-minütiger Plasmaapplikation. Anfärbung proliferierender Zellen mit Ki67, Anfärbung Zellkerne mit DAPI (4',6-Diamidin-2-phenylindol), Markierung apoptotischer Zellen mittels TUNEL (terminal deoxynucleotidyl transferase-mediated 2'-Deoxyuridine, 5'-Triphosphate-biotin nick-end labeling), c Einfluss von Kaltplasma auf die Apoptose humaner Hautzellen über die Zeit verglichen mit unbehandelter Haut derselben Patienten, n = 10. Abbildung mit freundlicher Genehmigung des INP Greifswald.

Tabelle 1: Übersicht zu den Behandlungsmaßnahmen bei 11 Patienten mit häufig auftretenden Wunden.

Pat. [#]	Diagnose	Lokalisation	Dauer [Wo-chen]	Vorherige Behandlung	Beschwerden unter Eingangsbehandlung	Maßnahmen zur Heilungsförderung
1	Verbrennung, Quetschung	Handinnenfläche	2	Antiseptische Reinigung, Silber, Trockenverband	Heilungsstagnation, hohe Bakterienlast, Ödeme	Antiseptikum, lokale Plasmatherapie für 2 Wochen, nichtaktiver Verband
2	Arbeitsunfall mit Quetschung, Trümmerbruch	Daumen	1	Operation des Knochendefekts, PVP-Jod	Infektion, Schmerzen, Maze-ration, Nekrosen, drohende Amputation	Antiseptikum, lokale Plasmatherapie für 5 Wochen, nichtaktiver Verband
3	Ulcus cruris venosum	Knöchel	7	Antiseptische Reinigung, Silber, Schaumstoff	Infektion, Heilungsstagnation, Entzündung	Antiseptikum, lokale Plasmatherapie für 4 Wochen, nichtaktiver Verband, Kompression
4	Hundebiss	Unterschenkel	3	Antiseptische Reinigung, Silber, systemische Antibiose	Entzündliche Wundumgebung, Schmerz VAS 5	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 8 Tage, nichtaktiver Verband
5	Ulcus cruris venosum	Unterschenkel	5	Antiseptische Reinigung, PVP-Jod, Kompression	Entzündliche Wundumgebung, Schmerz VAS 7	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 8 Tage, nichtaktiver Verband, Kompression
6	Injection toxischer Substanzen	Unterschenkel	1	Antiseptische Reinigung, PVP-Jod	Entzündliche Wundumgebung, Schmerz VAS 7	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 16 Tage, nichtaktiver Verband
7	Ulcus cruris venosum	Unterschenkel	4	Antiseptische Reinigung, Schaumstoff, Kompression	Heilungsstagnation	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 4 Wochen, nichtaktiver Verband, Kompression
8	Diabetischer Ulkus	Fußaußenseite	7	Antiseptische Reinigung, Schaumstoff	Verschlechterung des Wundzustands, keine Druckentlastung, Geruchsbildung, beginnende Infektion	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 3 Wochen, nichtaktiver Verband
9	Hundebiss	Unterschenkel	3	Antiseptische Reinigung, Hydrogel, Schaumstoff	Heilungsstagnation, Nekrose	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 5 Wochen, nichtaktiver Verband
10	Ulcus cruris mixtum	Innenknöchel	9	Antiseptische Reinigung, Alginat, Schaumstoff, Kompression	Heilungsstagnation, Fibrinbeläge, Entzündung, trockene und ekzematöse Wunde	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 4 Wochen, nichtaktiver Verband, Kompression
11	Ulcus cruris venosum	Unterschenkel	12	Antiseptische Reinigung, Schaumstoff, Kompression	Heilungsstagnation	Wundspülösung, lokale Plasmatherapie für 15 Tage, nichtaktiver Verband, Kompression

PVP: Polyvinylpyrrolidon; VAS: Visuelle Analogskala

Ergebnisse

Infektionskontrolle

Bei 3 Patienten (Tab. 1, Patient # 1–3) wiesen die Wunden unterschiedlicher Ätiologie klinische Zeichen lokaler Infektion und Heilungsstagnation auf. Die Wunden waren zunächst antiseptisch gereinigt und mit silber- oder jodhaltigen Verbandmitteln versorgt worden, bevor Kaltplasma als neuer Behandlungsansatz gewählt wurde.

Die Therapieumstellung führte in allen Fällen innerhalb von 3–8 Tagen zur deutlichen Reduktion der lokalen Infektion und der Fibrinbeläge. Zusätzlich wurde nach 7–19 Tagen eine fortschreitende Epithelisation und Granulation sowie eine Wundflächenredukti-

on verzeichnet. Nach 2–4 Wochen waren alle Infektionen abgeklungen und die Wunden vollständig verheilt (Patient # 1 + 2) bzw. für eine Hauttransplantation geeignet (Patient # 3). Exemplarisch ist hier der positive Therapieverlauf einer infizierten Wunde vorgestellt.

Fallbericht 1 - Patient mit Quetschung und Trümmerbruch am Daumen

Der 68-jährige Patient (Tab. 1, Patient # 2) erlitt bei einem Unfall eine Daumenquetschung mit Trümmerbruch [8]. Nach erfolgter Operation des Knochendefekts und Drahtfixierung der Fraktur erhielt der Patient eine systemische An-

tibiose. Die schmerzende Wunde wurde zudem mit PVP-Jod behandelt, ein Heilungserfolg stellte sich jedoch nicht ein (Abb. 4a). Aufgrund erheblicher Maze-ration der Wundumgebung sowie beginnender Nekrose drohte die Amputation. Daher wurde die Therapie auf Kaltplasma umgestellt.

Mit dem 12. Behandlungstag setzte die Epithelisation ein (Abb. 4b). Nach 19 Tagen hatten sich sowohl die Infektionszeichen als auch die Schmerzen komplett zurückgebildet, die Epithelisation war fortgeschritten. An Tag 28 war die Wunde abgeheilt und gut vernarbt (Abb. 4c). Nach 40-tägiger Behandlung waren die lokalen Infektions-

zeichen, die Fibrinbeläge und Schmerzen deutlich zurückgegangen; die Applikation des Kaltplasmas wurde wegen eines kühlenden Effekts als sehr angenehm empfunden. An Tag 42 wurde die Drahtfixierung entfernt, der Patient begann eine Physiotherapie (Abb. 4d).

Entzündungskontrolle

Bei 3 Patienten (Tab. 1, Patient # 4–6) waren die Unterschenkelwunden unterschiedlicher Ätiologie durch Entzündungen sowie starke Schmerzen gekennzeichnet.

Durch Kaltplasmaanwendung wurde bei allen Patienten ohne zusätzliche antiinflammatorische Therapie ein schneller und deutlicher Rückgang der Entzündungszeichen sowie der Schmerzen erzielt. Der positive Heilungsverlauf bei einer entzündlichen Wunde ist nachfolgend dargestellt.

Fallbericht 2 - Patientin mit Hundebiss im Unterschenkel

Die 52-jährige Patientin zeigte nach einem Hundebiss eine seit 3 Wochen bestehende schmerzende Wunde (VAS 5) mit stark geröteter Wundumgebung (Tab. 1, Patient # 4). Trotz antiseptischer Reinigung, systemischer Antibiose und Silberverbänden besserte sich der Wundzustand nicht (Abb. 5a). Deshalb wurde die Wunde über 8 Tage mit Kaltplasma gemäß vorgegebenem Schema behandelt.

Bereits nach 3 Tagen war die Rötung der Wundumgebung deutlich zurückgegangen (Abb. 5b), ebenso die Schmerzen (VAS 1). An Tag 8 waren keine Inflammationszeichen mehr sichtbar, vom Wundrand ausgehend begann die Epithelisation (Abb. 5c). Bereits an Tag 6 war die Patientin schmerzfrei (VAS 0).

Initiierung der Epithelisation

Bei 4 Patienten mit Ulzera unterschiedlicher Genese (venosum, mixtum, diabetisch) sowie 1 Patient mit Hundebiss (Tab. 1, Patient # 7–11) erfolgte zunächst die Behandlung mittels Schaumstoff und teilweise Alginat. Dennoch stagnierte die Wundheilung bzw. verschlechterte sich der Wundzustand.

Nach Beginn der Kaltplasmatherapie wurde die Initiierung der Wundheilung beobachtet. In allen Fällen granulierte das Gewebe bereits nach 1 Woche. Die Wunden von 2 Patienten

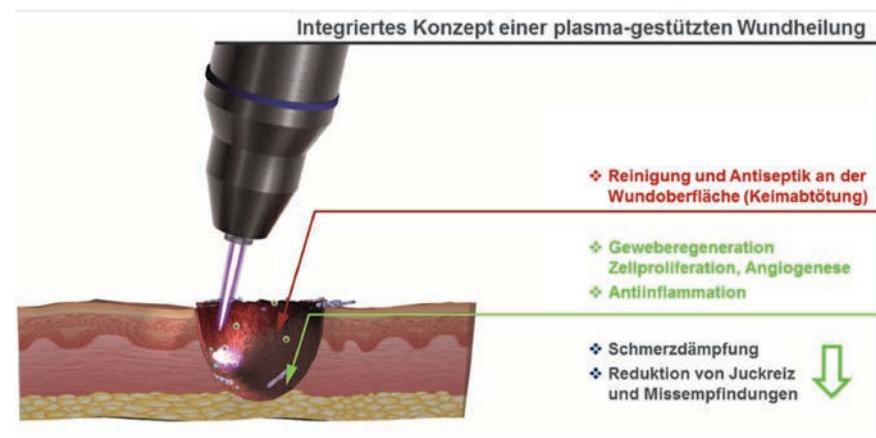


Abbildung 3 Einsatz des Plasmajets in der Wundbehandlung. Abbildung mit freundlicher Genehmigung des INP Greifswald.

heilten innerhalb von 3 Wochen ab (Patient # 7+8), 2 weitere hatten sich nach 4 bzw. 5 Wochen deutlich verkleinert (Patient # 9+10). Der seit 12 Wochen bestehende Ulcus cruris venosum heilte sogar innerhalb von 2 Wochen ab (Patient # 11). Der Heilungserfolg bei einer stagnierenden Wunde ist nachstehend exemplarisch beschrieben.

Fallbericht 3 - Patient mit diabetischem Ulkus der Fußaußenseite

Der seit 7 Wochen bestehende diabetische Ulkus des 51-jährigen Patienten mit Diabetes mellitus Typ II (Tab. 1, Patient # 8) zeigte trotz antiseptischer

Reinigung und Schaumstoffabdeckung keinen Heilungsfortschritt. Im Behandlungsverlauf verschlechterte sich der Wundzustand sogar, eine beginnende Infektion sowie zunehmende Geruchsbildung wurden verzeichnet, eine Druckentlastung des betroffenen Fußbereiches war nicht möglich (Abb. 6a). Um die weitere Verschlechterung des Wundzustandes zu verhindern, wurde die Behandlung auf Kaltplasma umgestellt.

Bereits nach 7-tägiger Therapie hatte sich der Hautzustand stabilisiert (Abb. 6b), es war kein Geruch mehr wahrnehmbar. Das geschädigte Gewebe granulierte und zusätzliche Maßnahmen (Druckentlastung, Abtragen von Verhorngungen) waren möglich. Im



Abbildung 4 Therapieverlauf einer infizierten Wunde (Quetschung, Trümmerbruch) unter Kaltplasma (Patient # 2) [8]. a: Zustand zu Behandlungsbeginn, b: an Tag 12, c: an Tag 28, d: an Tag 42, Abschluss der Behandlung. mit freundlicher Genehmigung der Universimed Cross Media Content GmbH.

weiteren Behandlungsverlauf schritt die Granulation fort, nach 14 Tagen war die Wunde deutlich verkleinert und die Epithelisation setzte ein (Abb. 6c). Nach 21-tägiger Plasmatherapie war die Wunde abgeheilt (Abb. 6d), die weiterführende Behandlung wurde von einem Podologen übernommen.

Diskussion

Die phasengerechte Versorgung von Wunden unterschiedlicher Genese erfordert optimal an den Wundzustand angepasste Therapiemaßnahmen, die sehr häufig der Infektions- und Entzündungskontrolle sowie der Initiierung der Epithelialisierung dienen [5]. Zur Kontrolle von Wundinfektionen werden derzeit Antiseptika und topisch antimikrobiell wirksame Präparate, wie Silber oder Polyhexanid (Polyhexamethylenbiguanid, PHMB), eingesetzt. Lokale Infektionen können mit diesen Maßnahmen jedoch oftmals nicht effizient nachhaltig behandelt werden [24]. Nachteile silber- und jodhaltiger Präparate bestehen in der sich negativ auf die physiologische Wundheilung auswirkenden Zytotoxizität und im Fall von Jod dem erhöhten Risiko einer Kontaktallergieentwicklung [2]. Im Gegensatz dazu beeinträchtigt Kaltplasma den Stoffwechsel von Hautzellen nicht negativ, sondern weist neben der antimikrobiellen Wirkung auch wundheilungsfördernde Eigenschaften auf [26]. Zudem ist eine Resistenzbildung gegen den rein physikalisch antimikrobiellen Effekt des Kaltplasmas extrem unwahrscheinlich [26]. So zeigte sich in randomisierten klinischen Studien (randomized controlled trials, RCT) an Patienten mit chronischen Wunden eine signifikante Reduktion der Bakterienlast unabhängig von der Keimzusammensetzung sowie eine gute Therapietoleranz [3, 12]. Weiterhin heilten mit Kaltplasma behandelte Wunden

deutlich schneller ab [3, 4]. Auch in den vorgestellten Fallberichten reduzierte sich bei frustriert vorbehandelten infizierten Wunden (Patient # 1-3) die Bakterienlast. Parallel dazu begann die Epithelisation bis hin zur Abheilung. Im Fall eines Patienten konnte die drohende Amputation des Fingergliedes sogar vermieden werden.

Die derzeit dominant existierende Therapie ausgeprägter Entzündungen bei chronischen Wunden sind topische Kortikosteroide, die typischerweise aufgrund klinischer Erfahrungen von Dermatologen rezeptiert werden. Problematisch aber sind ihre negativen Auswirkungen auf die Wundheilung und die auftretenden unerwünschten Wirkungen bei längerer Anwendung. Im Fall stagnierender Wunden können ferner lokale Wachstumsfaktoren zur Wundheilungsförderung appliziert werden [7], deren Wirksamkeit zumeist jedoch ohne eindeutige Evidenz ist. Kaltplasma bietet für diese beiden Wundsituationen eine nebenwirkungsfreie, effiziente Möglichkeit zur Entzündungskontrolle und Initiierung der Epithelisation, wie die Fallberichte zeigen. Ohne zusätzliche antiinflammatorische Behandlung bildeten sich Entzündungen innerhalb kurzer Zeit vollständig zurück (Patient # 4-6).

Die Epithelisation zuvor stagnierender Wunden wurde initiiert und die Wunden heilten zeitnah ab (Patient # 7-11). Dieser positive Effekt von Kaltplasma auf die physiologische Wundheilung ist bereits belegt [1, 14]. So aktiviert Kaltplasma proinflammatorische Zytokine und Wachstumsfaktoren der frühen Wundheilungsphase. An Patienten mit akuten, nichtinfizierten Spalthautentnahmestellen wurde zudem eine signifikant schneller einsetzende Wundheilung mittels Kaltplasma nachgewiesen [10].

Die Ergebnisse der hier vorgestellten

Fallberichte verstehen sich als Pilotanalyse von Kaltplasma im klinischen RoutineSetting. Es zeigte sich, dass Kaltplasma in der Lage ist, die sehr häufig auftretenden problematischen Wundsituationen der Infektion, Inflammation und Heilungsstagnation zu überwinden und damit aktiv zur Abheilung der Ulzera beizutragen. Im Rahmen der Wundbehandlung gewährleistet es die Infektions- und Entzündungskontrolle sowie die Initiierung von Wundheilung und Epithelisation gleichermaßen und ist somit eine effektive Behandlungsoption bei den verschiedenen Wundsituationen im klinischen Alltag. Zudem weist Kaltplasma ein breites Indikationsspektrum bei akuten und chronischen Wunden auf.

Die Behandlung mit dem Plasmajet ist für den Patienten gut verträglich, schmerz- und nebenwirkungsfrei, bestehende Schmerzen werden gelindert. Die kurze Anwendungsdauer ist ein weiterer wichtiger Vorteil für die Patienten. Bei Anwendung gemäß Herstellerangaben sind keine Hautschädigungen zu erwarten. Zusätzlich ist aufgrund des rein physikalischen Wirkmechanismus eine Resistenzbildung gegen Kaltplasma extrem unwahrscheinlich.

Für den Anwender ist zudem von Bedeutung, dass der Plasmajet mobil einsetzbar, leicht zu bedienen und einfach desinfizierbar ist.

Studienlimitationen

- Die hier vorgestellte Pilot-Fallserie an 11 Patienten erhebt nicht die Aussagekraft einer RCT. Dennoch sind Erfahrungsberichte aus der täglichen Routinepraxis wichtig zur klinischen Beurteilung einer Behandlungsoption, da sie reale Alltagsbedingungen der Patienten widerspiegeln.
- Die Studie umfasst Wunden unterschiedlicher Ätiologie, so dass Aussa-



Abbildung 5 Therapieverlauf einer entzündeten Wunde (Hundebiss nach 3 Wochen) unter Kaltplasma (Patient # 4). a: Zustand zu Behandlungsbeginn, b: an Tag 3, c: an Tag 8, Abschluss der Kaltplasmabehandlung.

gen zur Kaltplasmawirkung auf bestimmte Wundarten nur bedingt möglich sind.

- Die Eingangsbehandlung wurde aufgrund der unterschiedlichen Bedürfnisse der einzelnen Wunden und der Erfahrung des Behandlers individuell angepasst und erfolgte nicht standardisiert.
- Es erfolgten keine mikrobiologischen Abstriche der Wunden mit semiquantitativer Bestimmung der Keimzahl.

Ausblick

Aufgrund seiner vielfältigen Wirkung ist Kaltplasma neben der Wundbehandlung auch für andere Indikationen eine Therapieoption mit großem Potential [18].

Vielversprechende Untersuchungsergebnisse liegen z. B. für die multimodale Tumorchirurgie vor. Für zahlreiche Krebsarten wurde gezeigt, dass Kaltplasma bevorzugt in malignem Gewebe Apoptose auslöst, während das umliegende gesunde Gewebe eine hohe Plas-

maverträglichkeit aufweist und zum Wachstum angeregt wird.

In der Implantologie konnte mittels Kaltplasma die Oberfläche von Bypässen und Gelenkersatzprothesen sowie Dentalimplantaten derart modifiziert werden, dass Zellen schneller anhafteten und eine gleichmäßige Endothelialisierung einsetzte [18].

Auch für hygienische Indikationen ist Kaltplasma eine erfolgversprechende Option. Zudem sind die Plasmageräte sehr variabel gemäß den Anforderungen an ein bestimmtes Anwendungsgebiet konstruierbar [18].

Trotz guter Evidenz für die Wirksamkeit und Sicherheit der Kaltplasmatherapie ist weitere Grundlagenforschung erforderlich. Auch sind mehr Studien zu unterschiedlichen Indikationen notwendig, um die Wirksamkeit von Kaltplasma bei verschiedenen Erkrankungen sowie die Sicherheit des Patienten bei der Anwendung zu substantiiieren und besser bewerten zu können.

Interessenkonflikt

Die vorliegenden Fallberichte und die Publikation wurde seitens der Fa. neoplas tools GmbH über klinische Forschungsgelder unterstützt.

Herr Prof. Dr. Strohal führt eine honorierte Konsulentätigkeit für die Fa. neoplas tools GmbH aus.

Herr Hämmerle erhielt Unterstützungs gelder von der Fa. neoplas tools GmbH zur Durchführung der Studie.

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau Dr. Uta Faust und Frau Dr. Andrea Rathmann-Schmitz (Bonn, Deutschland) für die Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts.

Literatur

1. Arndt S, Unger P, Wacker E et al.: Cold atmospheric plasma (CAP) changes gene expression of key molecules of the wound healing machinery and improves wound healing in vitro and in vivo. PloS one 2013; 8:e79325.
2. Bartkowski R, Bauernfeind G, Becher K, Bunse J: Deutsche Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung e.V., S3-Leitlinie 091-001 „Lokaltherapie chronischer Wunden bei den Risiken CVI, PAVK und Diabetes mellitus, Version 1/2012.
3. Brehmer F, Haenssle HA, Daeschlein G et al.: Alleviation of chronic venous leg ulcers with a hand-held dielectric barrier discharge plasma generator (Plasma-Derm((R)) VU-2010): results of a monocentric, two-armed, open, prospective, randomized and controlled trial (NCT01415622). Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology : JEADV 2015; 29:148–155.
4. Daeschlein G, Napp M, Lutze S et al.: Skin and wound decontamination of multidrug-resistant bacteria by cold atmospheric plasma coagulation. Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft = Journal of the German Society of Dermatology: JDDG 2015; 13:143–150.
5. Dissemond J, Assenheimer B, Engels P et al.: M.O.I.S.T. - ein Konzept für die Lokaltherapie chronischer Wunden. Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft = Journal of the German Society of Dermatology: JDDG 2017; 15:443–445.
6. Emmert S, Brehmer F, Hänsle H, et al.: Atmospheric pressure plasma in dermatology: Ulcus treatment and much more. Clinical Plasma Medicine 2013; 1:24–29.
7. Harding K: Simplifying venous leg ulcer management. Consensus recommendations. Wounds International 8. Mai 2015:
8. Häring NS, Hämmerle G: Behandlung einer superinfizierten Wunde mit Kaltplasma. JATROS Dermatologie & Plasti-



Abbildung 6 Therapieverlauf eines seit 7 Wochen bestehenden diabetischen Ulkus unter Kaltplasma mit Beginn der Epithelisation (Patient # 8). a: Zustand zu Behandlungsbeginn, b: an Tag 7, c: an Tag 14, d: an Tag 21, Abschluss der Behandlung.

- sche Chirurgie 2016; 4:12–13.
9. **Hasse S, Duong Tran T, Hahn O et al.:** Induction of proliferation of basal epidermal keratinocytes by cold atmospheric-pressure plasma. Clinical and experimental dermatology 41:202–209.
10. **Heinlin J, Zimmermann JL, Zeman F et al.:** Randomized placebo-controlled human pilot study of cold atmospheric argon plasma on skin graft donor sites. Wound repair and regeneration : official publication of the Wound Healing Society [and] the European Tissue Repair Society 2013; 21:800–807.
11. **Helmke A, Grunig P, Fritz UM et al.:** Low-temperature plasma--a prospective microbicidal tool. Recent patents on anti-infective drug discovery 2012; 7:223–230.
12. **Isbary G, Morfill G, Schmidt HU et al.:** A first prospective randomized controlled trial to decrease bacterial load using cold atmospheric argon plasma on chronic wounds in patients. The British journal of dermatology 2010; 163:78–82.
13. **Joshi SG, Paff M, Fridman G, Fridman A, Brooks AD:** Control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in planktonic form and biofilms: a biocidal efficacy study of nonthermal dielectric-barrier discharge plasma. American journal of infection control 2010; 38:293–301.
14. **Kalghatgi SU, Fridman G, Fridman A, Friedman G, Clyne AM:** Non-thermal dielectric barrier discharge plasma treatment of endothelial cells. Conference proceedings : Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society IEEE Engineering in Medicine and Biology Society Annual Conference 2008:3578-3581
15. **Karrer S, Arndt S:** Plasma medicine in dermatology: Mechanisms of action and clinical applications. Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete 2015; 66:819–828.
16. **Klampfl TG, Isbary G, Shimizu T et al.:** Cold atmospheric air plasma sterilization against spores and other microorganisms of clinical interest. Applied and environmental microbiology 2012; 78:5077–5082.
17. **Metelmann HR, von Woedtke h, Bussahn R, et al.:** Experimental Recovery of CO₂-Laser Skin Lesions by Plasma Stimulation. Am J Cosmetic Surg 2012; 29:52–56.
18. **Metelmann HR, von Woedtke T, Weltmann KD, et al.:** Plasmamedizin Kaltplasma in der medizinischen Anwendung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016.
19. **Rennie S, Michlowitz SL:** Therapeutic Heat. In: Wolf SL (ed) Modalities for Therapeutic Intervention. F.A: Davis Company, Philadelphia 2012, pp 59–83.
20. **Schmidt A, Wende K, Bekeschus S, et al.:** Non-thermal plasma treatment is associated with changes in transcriptome of human epithelial skin cells. Free radical research 2013; 47:577–592.
21. **Schmidt A, Bekeschus S, Wende K, Vollmar B, von Woedtke T:** A cold plasma jet accelerates wound healing in a murine model of full-thickness skin wounds. Experimental dermatology 2017; 26:156–162.
22. **Schremel S, Szeimies RM, Prantl L, Karrer S, Landthaler M, Babilas P:** Oxygen in acute and chronic wound healing. The British journal of dermatology 2010; 163:257–268.
23. **Schremel S, Landthaler M, Schaferling M, Babilas P:** A new star on the H₂O₂izon of wound healing? Experimental dermatology 2011; 20:229–231.
24. **Tsang KK, Kwong EW, Woo KY, To TS, Chung JW, Wong TK:** The Anti-Inflammatory and Antibacterial Action of Nanocrystalline Silver and Manuka Honey on the Molecular Alteration of Diabetic Foot Ulcer: A Comprehensive Literature Review. Evidence-based complementary and alternative medicine: eCAM 2015:218283.
25. **von Woedtke T, Reuters S, Masur K, Weltmann KD:** Plasma for medicine. Physics Reports 2013; 29.
26. **Zimmermann JL, Shimizu T, Schmidt HU, Li YF, Morfill G, Isbary G:** Test for bacterial resistance build-up against plasma treatment. New Journal of Physics 2012; 14.

Prim. Univ. Prof. Dr. med. Robert Strohal

Landeskrankenhaus Feldkirch
Carinagasse 45-47, A-6800 Feldkirch
E-Mail: robert.strohal@lkhf.at

Gilbert Hämmerle

Wundambulanz, LKH Bregenz,
Carl-Pedenz-Straße 2, A-6900 Bregenz,
E-Mail: gilbert.haemmerle@lkhb.at



INFIEKTIONSKRANKHEITEN

Handbuch für den Öffentlichen Gesundheitsdienst

Meldepflicht, Epidemiologie, Klinik, Labordiagnostik, Therapie, Prävention.

Vollständig überarbeitete und erweiterte Neuauflage, praxisorientierter Leitfaden zu 58 Infektionskrankheiten

mhp

Bestellinformationen über
www.mhp-verlag.de, shop.mhp-verlag.de

M. Littmann, J. Sinha, M. Löbermann (Hrsg.)

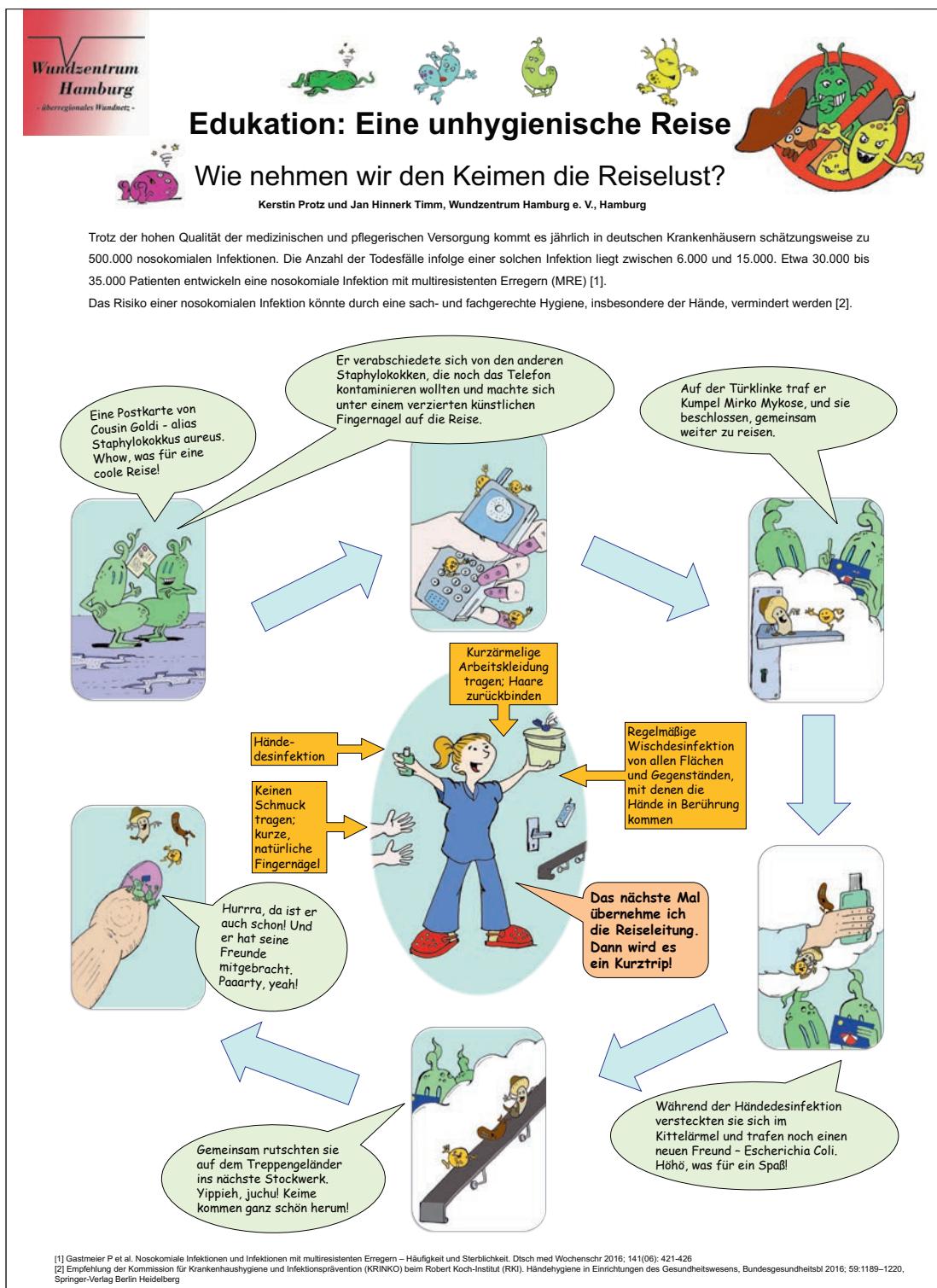
Infektionskrankheiten. Meldepflicht, Epidemiologie, Klinik, Labordiagnostik, Therapie, Prävention.

ISBN 978-3-88681-135-9, 5. Auflage 2018, 620 Seiten, 59,80 EUR zzgl. Versandkosten, inkl. Aktualisierungsservice

Posterpreis für „Eine unhygienische Reise“

von Kerstin Protz, Jan Hinnerk Timm, Wundzentrum Hamburg e. V.

Auf dem 14. Kongress für Krankenhausthygiene 2018 der Deutschen Gesellschaft für Krankenhausthygiene (DGKH) haben sich die Wettbewerber zum Preis „Hygiene medial vermitteln“ präsentiert (siehe auch Webseite der DGKH: <https://www.krankenhausthygiene.de/>). In den Kategorien Poster, Video und Sonstiges wurden je drei Preise vergeben. Kerstin Protz und Jan Hinnerk Timm vom Wundzentrum Hamburg e. V. haben mit ihrem Poster „Eine unhygienische Reise“ den dritten Platz gewonnen - wir gratulieren herzlich! Das Poster ist kostenlos über die Homepage vom Wundzentrum Hamburg e. V. downloadbar unter: https://www.wundzentrum-hamburg.de/fileadmin/user_upload/pdf/Flyer/Poster_-_Eine_unhygienische_Reise_Protz_.pdf



PFLEGELEXIKON - die Serie zum Sammeln

Informationen zur Verordnung der podologischen Therapie

Einleitung

Da es immer wieder Unsicherheiten beim sachgerechten Ausfüllen von Verordnungen für die podologische Therapie gibt, die dann unter Umständen nicht optimale Versorgungen zur Folge haben, sind nachfolgend ein paar Inhalte aufgeführt, die eine solche Verordnung enthalten sollte. Wenn bestimmte Angaben auf einer Verordnung fehlen, kann das dazu führen, dass dem Podologen die Vergütung vorenthalten wird. Podologen gehören zu den sogenannten Heilmittelerbringern und sind auch verpflichtet, die Verordnungen des Arztes zu prüfen.

Diese Informationen basieren auf der Veröffentlichung „Information: Abrechnungsfähige Heilmittelverordnung für podologische Komplexbehandlung“ des Wundzentrum Hamburg e. V. (www.wundzentrum-hamburg.de) und sind in diesem Beitrag zusammenfassend dargestellt und um weiterführende Informationen ergänzt.

Die podologische Therapie

Ausschließlich wenn sie der Therapie von Fußschädigungen dienen, die in Folge eines Diabetes mellitus entstanden sind, gelten podologische Maßnahmen als verordnungsfähige Heilmittel. Die podologische Therapie kommt nur bei Betroffenen mit einem diabetischen Fußsyndrom zur Anwendung, die ohne eine solche Behandlung nachhaltige Folgeschädigungen der Füße, wie Entzündungen und Wundheilungsstörungen erleiden würden.

Wenn bei dem jeweiligen Betroffenen eine Neuro- und/oder Angiopathie ohne Hautdefekt (Wagner-Stadium 0, d. h. ohne Hautulkus) vorliegt, ist die Verordnung einer podologischen Therapie beim diabetischen Fußsyndrom zulässig. Die Behandlung von Hautdefekten und Entzündungen (Wagner-Stadium 1 bis Wagner-Stadium 5) sowie von eingewachsenen Zehennägeln gilt als ärztliche Leistung.

Anzeichen für eine Behandlung

Diverse Faktoren gelten als Indikationen für die Einleitung einer podologischen Komplexbehandlung bei Diabetespatienten. Hierzu gehören fortbestehende Druckstellen, Fußdeformitäten, Zustand nach einer Ulkusanamnese im Zusammenhang mit einer sensorischen Neuropathie und/oder einer pAVK. Auch wenn der Patient eine Sehsschwäche hat oder gar erblindet ist oder weitere körperliche Behinderungen eine Eigenbehandlung einschränken bis unmöglich machen, ist auf jeden Fall die Hinzuziehung eines Podologen angeraten.

Zu den Folgen des diabetischen Fußsyndroms zählen Hautschäden und Schädigungen der Zehennägel bei nachgewiesenen Gefühls- und/oder Durchblutungsstörungen der Füße. Solche Fehlempfindungen treten infolge von Makro-, Mikroangiopathie, Neuropathie und Angioneuropathie auf. Ziel der podologischen Therapie ist die Wiederherstellung, Verbesserung und Erhaltung der physiologischen Funktion von Haut und Zehennägeln an den Füßen bei Patienten mit diabetischem Fußsyndrom. Als verordnungsfähiges Heilmittel beinhaltet die podologische Therapie hierfür folgende Maßnahmen:

- **Hornhautentfernung (Abb. 1):** verdickte Hornhaut ist abzutragen, um Hautschäden, wie Fissuren, Ulzera und Entzündungen vorzubeugen. Hierbei erfolgen eine Schä-

lung und ein Schleifen der Haut mit verschiedenen Techniken und Methoden.

- **Kürzen und Feilen der Zehennägel (Abb. 2):** bei der Pflege der Zehennägel sind abnorme Nagelausprägungen verletzungsfrei zu beseitigen, um drohende Schäden an Nagelbett und Nagelwall vorzubeugen. Dies erfolgt durch spezifische Techniken wie Schneiden, Schleifen und/oder Fräsen.
- **Hornhautabtragung und Nagelbearbeitung:** im Rahmen der sogenannten podologischen Komplexbehandlung erfolgt gleichzeitig eine Hornhautabtragung und die Bearbeitung der Nägel, sofern diese Maßnahmen medizinisch erforderlich sind.

Tritt an einem Fuß mit bereits vorliegenden Hautdefekten und Entzündungen im Bereich Wagner-Stadium 1 bis Wagner-Stadium 5 zusätzlich eine **geschlossene Fehlbeschweiung** (Wagner-Stadium 0) auf, darf diese ebenfalls durch einen Podologen behandelt werden. Jede Folgeverordnung der podologischen Therapie setzt die erneute störungsbildhafte Erhebung des aktuellen Fußbefundes voraus, der auf dem Verordnungsvordruck anzugeben ist.

Verordnung

Die Heilmittelrichtlinie definiert die Verordnungsrichtlinien der gesetzlichen Krankenversicherung (GKV) für Heilmittel und ist im § 92 SGB V veran-



Abbildung 1 Abtragen von Hornhaut.



Abbildung 2 Fräsen der Zehennägel.



Tabelle 1: Indikationsschlüssel für Podologie

DF a	Hornhautabtragung/-bearbeitung beider Füße
DF b	Nagelbearbeitung beider Füße
DF c	Podologische Komplexbehandlung beider Füße
DF a	Hornhautabtragung/-bearbeitung eines Fußes
DF b	Nagelbearbeitung eines Fußes
DF c	Podologische Komplexbehandlung eines Fußes

kert. Diese Richtlinie gilt somit auch für die podologische Komplexbehandlung. Diese Therapie wird durch den behandelnden Arzt auf der Rezeptvorlage „Heilmittelverordnung 13“ verordnet. Es wird empfohlen, bei Betroffenen regelmäßig Fuß-, Nagel-, Hautpflege sowie die Behandlung krankhaft verdickter Zehennägel durchzuführen. Zudem werden Nägel behandelt, die dazu neigen, in die Haut einzuwachsen. Darüber hinaus erfolgen eine Inspektion sowie das regelmäßige Abtragen der Hornhaut. Diese Behandlung ist regelmäßig – alle vier bis sechs Wochen – zu wiederholen. Die Kostenübernahme der sogenannten podologischen Komplexbehandlung erfolgt für Wagner-Grad 0 durch die Krankenkasse (Heilmittelbudget). Ab Wagner-Grad 1 gilt die Behandlung von Hautdefekten und Entzündungen sowie eingewachsenen Zehennägeln als ärztliche Leistung. Auch eine Spangenbehandlung (Orthonyxiespangen) ist eine ärztliche Leistung. Hierfür ist ein Überweisungsschein, beispielsweise zum Chirurgen oder Dermatologen auszustellen. Keinesfalls erfolgt eine Verordnung auf Muster 13 oder 16. Liegt keine Diabetes-Erkrankung vor, scheidet die Verordnung einer podologischen Therapie von vornherein aus!

**Abbildung 3** Beispiel einer Heilmittelverordnung zur KPE.**Tabelle 2: Beispiele für ICD-10-GM-Codes auf Heilmittel-Verordnungen für Podologie**

E 10.74	Diabetes mellitus Typ I mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, nicht als entgleist bezeichnet
E 10.75	Diabetes mellitus Typ I mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, als entgleist bezeichnet
E 11.74	Diabetes mellitus Typ II mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, nicht als entgleist bezeichnet
E 11.75	Diabetes mellitus Typ II mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, als entgleist bezeichnet
E 12.74	Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung, mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, nicht als entgleist bezeichnet
E 12.75	Diabetes mellitus in Verbindung mit Fehl- oder Mangelernährung (Malnutrition), mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, als entgleist bezeichnet
E 13.74	Sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, nicht als entgleist bezeichnet
E 13.75	Sonstiger näher bezeichneter Diabetes mellitus mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, als entgleist bezeichnet
E 14.74	Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, nicht als entgleist bezeichnet
E 14.75	Nicht näher bezeichneter Diabetes mellitus mit multiplen Komplikationen, mit diabetischem Fußsyndrom, als entgleist bezeichnet
G63.2*	Diabetische Polyneuropathie (E10-E14, vierte Stelle .4+)
I79.2*	Periphere Angiopathie bei andernorts klassifizierten Krankheiten inkl. periphere diabetische Angiopathie (E10-E14, vierte Stelle .5+)

Erst- und Folgeverordnung

Vor der Erstverordnung einer podologischen Therapie erfolgt eine Eingangsdagnostik. Bestandteil sind – neben dem dermatologischen Befund – folgende Maßnahmen:

- Ein angiologischer Befund bietet Hinweise auf das Vorliegen einer Angiopathie. Hierauf kann ein ABI (Ankle Brachial Index) $< 0,9$ hindeuten.
- Ein neurologischer Befund weist auf das Vorliegen einer Neuropathie hin. Hinweise geben pathologische Befunde, erhoben mit z. B. dem Semmes-Weinstein Monofilament 5.07/10g, der 128-Hz-Stimmgabel, dem pathologischen Reflexstatus (im Besonderen PSR und ASR). Zudem gilt ein trockener Fuß als vegetatives Zeichen. Ein muskulo-skeletaler Befund des Fußes ergibt sich aus Deformitäten – ggf. als erstes Zeichen einer motorischen Neuropathie.

Jede Folgeverordnung der podologischen Therapie setzt eine erneute Erhebung des aktuellen Fußbefundes voraus. Das Ergebnis muss auf dem Verordnungsvordruck angegeben werden. Das nachträgliche Ausstellen von Verordnungen ist unzulässig. Ein Befund ist grundsätzlich vor einer Verordnung zu erheben.

Inhalte der Verordnung

Hinweise zur korrekten und vollständigen Ausstellung einer Heilmittelverordnung für die podologische Therapie (Abb. 3, Tab. 1):

- Das Adressfeld mit aktueller Gebührenpflicht ist vollständig und mittig auszufüllen, alle Kreuze sollten an der richtigen Stelle sein
- Das Ausstellungsdatum muss aktuell sein und darf nicht von der vorherigen Verordnung übernommen werden
- Das Feld „Behandlungsbeginn“ sollte keine Angaben enthalten
- Die Verordnungsmenge umfasst bei einer Erstverordnung drei Behandlungen und bei einer Folgeverordnung sechs Behandlungen. **Achtung:** richtiges Feld ankreuzen!
- Für die gewünschte Therapie ist der erforderliche Indikationsschlüssel anzugeben.

Seit dem 01.07.2014 wird die Diagnose in Form eines ICD-10-Schlüssels angegeben (Tab. 2).

Die Text-Diagnose „diabetisches Fußsyndrom mit Neuropathie und/oder Angiopathie“ ist ebenfalls möglich.

Danksagung

Der Standard des Wundzentrum Hamburg e.V. der Grundlage dieses Pflegelexikons ist, entstanden maßgeblich

durch Stefanie Schrader, Podologin aus Hamburg.

Quellen

1. **Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA):** Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses. Richtlinie über die Verordnung von Heilmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Heilmittel-Richtlinie/HeilM-RL). www.g-ba.de/downloads/62-492-1484/HeilM-RL_2017-09-21_iK-2018-01-01.pdf; letzter Zugriff 15.06.2018.
2. **Protz K:** Moderne Wundversorgung, Praxiswissen, 8. Auflage 2016, Elsevier Verlag, München.

3. **Verband Deutscher Podologen (VDP) e.V.:** www.verband-deutscher-podologen.de.
4. **Wundzentrum Hamburg e.V.:** www.wundzentrum-hamburg.de

Kerstin Protz

Krankenschwester, Projektmanagerin Wundforschung am Institut für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP) am Uniklinikum Hamburg-Eppendorf, Referentin für Wundversorgungskonzepte, Vorstandsmitglied Wundzentrum Hamburg e. V.

Neulich bei der Wundabdeckung ...



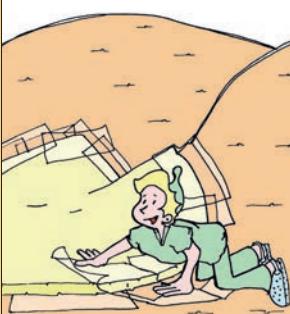
„Oha, Anton Antik, was ist denn mit Dir passiert?“
„Ach Wuwi, Frau Schulze bewegt sich immer so viel. Der Schaum rollt sich immer wieder auf. Dabei hatte ich über die Auflage zur Fixierung extra komplett Folie geklebt.“



„Das machen wir jetzt mal anders! An solchen Körperregionen kann es hilfreich sein, zunächst die Wunde mit Folienstreifen zu umkleben. So, schnipp, schnapp – halt mal, Anton.“



„Schau, der Rand der Auflage hält besser auf den Streifen, als auf der Haut. Zudem wird er noch zusätzlich mit Streifen fixiert. Aber nur am Rand, Anton! Wenn Du eine Folie über den gesamten Schaum klebst, behindert das den Gasaustausch.“



„Hmpf, Du hast ja an alles gedacht, Wuwi. Nur eines hast Du wohl vergessen, hmpf.“
„Nanu? Was denn, Anton?“
„Na, mich, hmpf! Hiiiiilfe!!!“



Ulcus cruris venosum

Ohne Kompression kein Therapieerfolg

Defizite in der Umsetzung einer leitliniengerechten Versorgung

Die Kompressionstherapie wird in der Leitlinie zur Diagnostik und Therapie des Ulcus cruris venosum als umstrittene Basismaßnahme bei dessen Therapie aufgeführt.¹ Fachgerecht ausgeführt, wird durch die Kompression in Kombination mit Bewegung der Venendurchmesser verringert, der Gewebedruck gesteigert und dadurch die Wadenmuskelpumpe unterstützt. Das verbessert den venösen Blutrückfluss zum Herzen und fördert den Abtransport der lymphpflichtigen Last, wodurch Ödeme entstaut werden. Trotz der Aufführung in den deutschen Leitlinien und der guten Evidenz werden laut BARMER GEK 83,55 Prozent der Patienten mit einem floriden venösen Unterschenkelgeschwür nicht mit einer Kompressionstherapie behandelt.² Untersuchungen zeigen, dass im pflegerischen Alltag hinsichtlich einer fachgerechten Durchführung der Kompressionstherapie eine große Unsicherheit herrscht. Bei der traditionellen Behandlung erreichen gerade einmal circa elf Prozent der Anwender den korrekten Kompressionsbereich.³

Adaptive Kompressions- versorgungen als Alternative mit vielen Vorteilen

medi bietet mit der adaptiven Kompressionsversorgung circaid juxtaures (Abb. 1) eine vorteilhafte Alternative für die Therapie des Ulcus cruris venosum. Die Kompressionsversorgung wird anhand des Fessel- und Wadenmaßes an die individuelle Beinform des Patienten angepasst und kann anschließend mithilfe der Klettverschlussbänder einfach angelegt werden (Abb. 2).

Um sicherzustellen, dass der optimale Kompressionsdruck angelegt ist, wird mithilfe der Messkarte des integrierten Built-In-Pressure Systems (BPS) der Druck eingestellt und bei Abweichungen nachjustiert (Abb. 3).

Reduziert sich durch die Entstauung des Phlebödems der Beinumfang des Patienten, kann mit der BPS-Karte der Druck jederzeit nachjustiert werden. So lässt sich der medizinisch erforderliche Kompressionsdruck den ganzen Tag über gleichmäßig halten – für eine optimale Therapie. Den Tragekomfort der adaptiven Kompressionsversorgung empfanden 94,6 Prozent der Untersuchungsteilnehmer als angenehm, was die Therapieadhärenz zusätzlich fördert.³ circaid juxtaures ermöglicht den Patienten, ihre eigenen Schuhe zu tragen und die Therapie aktiv mitzustalten.

Einstellen und Nachjustieren des Kompressionsdrucks

Eine Untersuchung von Kerstin Protz belegte, dass 85 Prozent der Anwender den korrekten Zildruckbereich einstellen können.³ Und das bereits nach einer ersten Unterweisung. Pflegedienste und Wundmanager profitieren ebenso von circaid juxtaures, da das einfache und schnelle Anlegen wertvolle Zeit im Versorgungsalltag einsparen kann. Untersuchungen zeigen, dass eine Zeitersparnis der Patientenversorgung von 58,7 Prozent sowie eine Kostenreduktion von Verbandmaterial um 72,3 Prozent erreicht werden können.⁴ Dies entlastet den Arbeitsalltag der Versorger und schont gleichzeitig das Budget des Arztes.

Weitere Informationen zum Produkt unter:
www.medi.biz/juxtaures

Literatur:

- 1 Deutsche Gesellschaft für Phlebologie (2008): Leitlinie zu Diagnostik und Therapie des Ulcus cruris venosum (Langfassung). Online veröffentlicht unter: <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/037-009.html> (Letzter Zugriff 18.06.2018).
- 2 Sauer K, Rothgang H, Glaeske G. Barmer GEK Heil- und Hilfsmittelreport (2014). Online veröffentlicht unter: <https://www.barmer.de/presse/infothek/> (Letzter Zugriff 18.06.2018)
- 3 Protz K et al. Kompressionsmittel für die Entstauungstherapie. Vergleichende Erhebung im Querschnitt zu Handhabung, Anpressdruck und Tragegefühl. Hautarzt 2018;69(3):232–241.
- 4 Elvin S. Cost efficacy of using circaid juxtaures and UCS Debridement cloths. JCN 2015;29(2):62–65.



Abb. 1 circaid® juxtaures® –
adaptive Kompressionsversorgung
bei Ulcus cruris venosum



Abb. 2 Einfaches Anlegen
dank der vier Klettbänder



Abb. 3 Einstellbarer, kontrollierbarer und stets nachjustierbarer
Kompressionsdruck

Marjolin-Ulkus

Joachim Dissemund

Definition

Das Marjolin-Ulkus stellt eine Sonderform des spinozellulären Karzinoms (synonym: verhorrendes Plattenepithelkarzinom der Haut, Spinaliom) dar. Die Erstbeschreibung erfolgte 1828 durch den französischen Arzt Jean-Nicolas Marjolin.

Vorkommen

Die Patienten sind bei Erstdiagnose meist älter als 70. Jahre. Männer scheinen etwa dreimal häufiger als Frauen betroffen zu sein. Insgesamt sollen etwa 5% aller spinozellulären Karzinome an der Haut als Marjolin-Ulkus entstehen.

Ätiologie

Es handelt es sich um eine lokal destruierend wachsende, maligne epitheliale Neoplasie. Das Marjolin-Ulkus wurde ursprünglich ausschließlich in den Bereichen von (Verbrennungs)Narben beschrieben. Jedoch zeigte sich später, dass es auch in anderen chronisch-degenerativen oder chronisch-entzündlichen Hauterkrankungen entstehen kann (Tab. 1). Nach einem Zeitraum von durchschnittlich 20-40 Jahren kann es dann zu einer karzinomatösen Transformation kommen.

Spezifische Diagnostik

Das Marjolin-Ulkus ist eine selten und meist sehr spät diagnostizierte Entität chronischer Wunden. Bei dem Verdacht auf ein Marjolin-Ulkus sollte eine, besser mehrere Biopsien bzw. Spindelexzisionen durchgeführt werden. Es zeigt sich, dass viele Befunde falsch negativ sind, so dass Biopsien im Verlauf ggf. wiederholt werden sollten, wenn sich Wunden weiterhin therapierefraktär und/oder atypisch zeigen.

Klinischer Befund

Klinisch richtungsweisend für ein Marjolin-Ulkus ist der therapierefraktäre Verlauf, die vorgeschädigte Wundumgebung und/oder der gelegentlich beschriebene aufgeworfene hyperkerato-

tische Randsaum (Abb. 1). Die Patienten berichten eher selten über Schmerzen.

Prognose

Die Prognose der Patienten ist im Wesentlichen von dem Auftreten von Metastasen abhängig. Diese sind im Gegensatz zu den anderen spinozellulären Karzinomen der Haut mit bis zu 30% wesentlich häufiger.

Prädilektionsstellen

Das Marjolin-Ulkus soll überwiegend an den unteren Extremitäten auftreten. Grundsätzlich ist die Entstehung aber an jeder Stelle des Körpers möglich.

Differentialdiagnosen

Die Differentialdiagnosen ergeben sich durch die Ätiologie. Vor der malignen Transformation handelt es sich bei den Veränderungen um benigne, meist inflammatorische Hauterkrankungen bzw. Narben.

Tabelle 1: Beispiele für Krankheitsbilder, bei denen es aus Wunden bzw. Narben im Verlauf zu einem Marjolin-Ulkus kommen kann.

- Acne inversa
- Lichen ruber erosivus
- Lupus erythematoses/vulgaris
- Radioderm
- Ulcus cruris (venosum)
- Verbrennungsnarben

Spezifische Therapie

Die Therapie der 1. Wahl ist die vollständige Exzision. Bei inoperablen Patienten kommen ansonsten beispielsweise Radiatio, Chemo- oder Immuntherapien in Frage.

Prof. Dr. Joachim Dissemund

Universitätsklinikum Essen
Hufelandstr. 55, 45122 Essen
E-Mail: joachim.dissemund@uk-essen.de



Abbildung 1 Marjolin-Ulkus auf dem Boden eines langjährig bestehenden diabetischen Fußulkus.





Zusammenfassung der Förderprojekte des ICW e.V. aus 2015 - Teil 2

Im Juni 2015 hatte der Vorstand der Initiative Chronische Wunden erstmals die Förderung von Projekten beschlossen.

Für insgesamt fünf Projekte wurden Fördergelder in unterschiedlichen Höhen bereitgestellt und wir hatten in der Ausgabe 2/2017 bereits die Ergebnisse einiger Projekte vorgestellt. In dieser Ausgabe möchten wir Ihnen die Zusammenfassung des Projektes „*Die Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Menschen mit chronischen Wunden durch sie selbst und durch ihre Angehörige*“ vorstellen:

Die Einschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Menschen mit chronischen Wunden durch sie selbst und durch ihre Angehörigen

Einleitung

In der Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden nimmt die Einschätzung der Lebensqualität der Betroffenen bei der Festlegung von Behandlungszielen und -prioritäten eine wichtige Funktion ein. In Fällen, in denen Betroffene nicht selbst befragt werden können, wird empfohlen, Angehörige an ihrer Stelle zu befragen. Während zu einer Reihe von Diagnosen bereits Untersuchungen zu Übereinstimmung bzw. Nicht-Übereinstimmung in der Beurteilung von Aspekten der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zwischen Betroffenen und Fachkräften bzw. Angehörigen in der internationalen Literatur vorliegen, ist eine

solche Untersuchung für Menschen mit chronischen Wunden im deutschen Sprachraum und innerhalb des deutschen Gesundheitssystems bisher noch nicht erfolgt. Die hier vorgelegte Untersuchung trägt zum Lückenschluss und zu einer evidenzbasierten Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden bei, indem sie das Maß der Übereinstimmung in der Beurteilung der Lebensqualität von Menschen mit chronischen Wunden durch die Betroffenen selbst und durch Angehörige untersucht.

Methoden

Im Zeitraum von Oktober 2015 bis Januar 2016 wurden in der Praxis Dr. Mendoza in Wunstorf, im Pflege-Therapie-Stützpunkt von ORGAMED Dör-

mund, durch den Wundberater M. Winkler, Südtirolern und durch Mitarbeiter des Außendienstes von ORGAMED Dortmund Menschen mit chronischen Wunden und Angehörige der Betroffenen mit dem validierten Instrument Wound-QoL (Augustin et al. 2014) befragt.

Bei der Befragung der Angehörigen wurden diese gebeten, für die Betroffenen zu antworten, d.h. anzugeben, in welchem Maße sie die Lebensqualität der Betroffenen bezüglich der einzelnen Items für eingeschränkt hielten. Darüber hinaus wurden sozio-demografische Daten zur Beschreibung der Stichprobe erhoben. Die Daten wurden zunächst auf deskriptive Merkmale der Stichprobe hin aufbereitet. Es erfolgte dann die Berechnung von Zusammen-

Tabelle 1: Mittelwerte der Einzelitems.

Item	Median Betroffener	Median Angehöriger	Durchschnitt Betroffener	Durchschnitt Angehöriger
1	2	2	2,41	2,57
2	1	1	1,59	1,58
3	2	2	2,14	1,97
4	2	2	2,13	2,29
5	3	3	2,69	2,79
6	3	4	2,93	3,20
7	4	4	3,65	3,80
8	4	4	3,39	3,64
9	4	4	3,30	3,46
10	2	3	2,82	3,13
11	3	3	2,70	3,01
12	2	3	2,66	2,98
13	3	3	2,71	3,07
14	3	3,5	3,16	3,36
15	3	4	2,69	3,12
16	3	4	3,23	3,30
17	2	2	2,69	2,80
Median der Mediane / Durchschnitt der Durchschnitte	3	3	2,76	2,95

Tabelle 2: Rangkorrelation, Kappa und ICCs für Gesamtscore und Subskalen

Gesamtscore:	
Spearman	0,76
Kappa gewichtet	0,58
ICC	0,76
Subskala Körper:	
Spearman	0,72
Kappa gewichtet	0,50
ICC	0,71
Subskala Psyche:	
Spearman	0,68
Kappa gewichtet	0,57
ICC	0,69
Subskala Alltag:	
Spearman	0,78
Kappa gewichtet	0,56
ICC	0,76

Tabelle 3: Kappa Werte der Einzelitems.

Item	Gegenstand des Items	gewichteter Kappa-Wert
1	Schmerz	0,58
2	Geruch	0,61
3	Ausfluss	0,49
4	Schlaf	0,43
5	Belastung	0,33
6	Niedergeschlagenheit	0,49
7	Frustration (Dauer der Heilung)	0,58
8	Sorgen wegen Wunde	0,48
9	Angst vor Verschlechterung	0,49
10	Angst, sich zu stoßen	0,51
11	Einschränkung Fortbewegung	0,48
12	Einschränkung Treppe	0,54
13	Einschränkung Alltagsaktivität	0,54
14	Einschränkung Freizeit	0,56
15	Einschr. Aktivität m. anderen	0,5
16	Abhängigkeit v. anderen	0,56
17	Finanzielle Belastung	0,58
Durchschnittswert aller Kappa-Werte		0,51

hangs- und Übereinstimmungsmaßen (Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman, Cohens Kappa und Intraklassenkorrelationskoeffizienten, ICC). Auf inferenzstatistische Verfahren wurde verzichtet, da es sich um eine ad-hoc-Stichprobe handelte.

Ergebnisse

Beschreibung der Stichprobe: 72 Fragebögen kamen pro Teilstichprobe (Betroffene und Angehörige) in die Auswertung. Von den Patienten waren 45,7% männlich, 54,3% weiblich. Das Durchschnittsalter betrug 70,3 Jahre (SD 15,6 Jahre). Der Range reichte von 22 bis 94 Jahren. 89,9 % wohnten in der eigenen Wohnung.

Die Angehörigen waren zu 41,4% männlich, zu 58,6% weiblich. Ihr Durchschnittsalter betrug 64,0 Jahre (SD 14,5 Jahre). Der Range reichte von 20 bis 88 Jahren. 60,0 % wohnten mit dem Patienten in einer Wohnung. Von denen, die nicht in der gleichen Wohnung leben, gaben 28,6% an, ihren Patienten-Angehörigen täglich zu sehen, 8,6% gaben an, ihn mehrmals in der Woche zu sehen. Nur 2,8 % (in absoluten Zahlen: 2) gaben an, ihn wöchentlich (1 Angehöriger) oder nur sporadisch (1 Angehöriger) zu sehen.

Ergebnisse der Befragung: Global

betrachtet ergaben sich auf 6 Items differierende Mediane für die Betroffenen und die Angehörigen. Die Differenz lag fünf Mal bei 1 Punktwert, einmal bei einem halben Punktwert der Likert-Skala. Alle Abweichungen gingen in die Richtung, dass die Angehörigen die Beeinträchtigungen als stärker einstuften als die Betroffenen.

Die Betrachtung der arithmetischen Mittel der Einzelitems bestätigt dies. Mit Ausnahme des Items 3 lagen die Bewertungen der Angehörigen höher als die der Betroffenen und zeigten somit eine höhere Belastung an, als sie die Betroffenen äußerten. Im Durchschnitt bewerteten die Betroffenen über alle Items ihre Belastung mit einem Skalenwert von 2,76, die Angehörigen mit einem Wert von 2,95.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Mittelwerte der Einzelitems.

Reliabilitäts- und Übereinstimmungswerte: Für den Gesamtscore über alle 17 Items erreichte der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman einen Wert von 0,76. Der ICC erreichte den gleichen Wert von 0,76. Der gewichtete Kappa-Wert erreichte 0,58.

Für die Subskala „Körper“ betrug der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman 0,72, der ICC lag bei 0,71 und das gewichtete Kappa 0,50. Für

die Subskala „Psyche“ lag der Rangkorrelationskoeffizient bei 0,68, der ICC bei 0,69 und das gewichtete Kappa bei 0,57. Für die Subskala „Alltag“ betrug der Rangkorrelationskoeffizient 0,78, der ICC 0,76 und das gewichtete Kappa 0,56 (Tab. 2).

Für die Einzelitems ergaben sich gewichtete Kappa-Werte zwischen 0,33 (Item 5 – Belastung) und 0,61 (Item 2 – Geruch). Der Durchschnitt der Kappa-Werte der Einzel-Items betrug 0,51 (s. Tab. 3).

Diskussion

Tendenziell beurteilten die Angehörigen der Betroffenen die Lebensqualität dabei als etwas schwerwiegender beeinträchtigt als die Betroffenen selbst. Die Angehörigen wählten seltener die Kategorie „gar nicht“ als die Betroffenen, dafür aber häufiger die Kategorie „sehr“ als die Betroffenen. Der Durchschnitt der Prozentwerte, zu denen die Betroffenen die Kategorie „gar nicht“ wählten, betrug 26,8%. Der entsprechende Durchschnittswert lag für die Angehörigen bei nur 22,4%. Demgegenüber lag der Durchschnitt der Prozentwerte, zu denen die Betroffenen die Kategorie „sehr“ wählten, bei 18,4% - der entsprechende Wert für die Angehörigen lag bei 22,1%. Auf der Skala

von 1 bis 5 schätzten die Angehörigen die Lebensqualität im Durchschnitt um 0,2 Punkte stärker eingeschränkt als die Betroffenen selbst.

Die Korrelationen der Gesamtskala und der Subskalen erreichten Werte zwischen 0,68 und 0,78 und sind somit als „hoch“ oder „gut“ einzustufen. Demgegenüber blieben die gewichteten Kappa-Werte moderat im Durchschnitt und am häufigsten bei ca. 0,5. Nur für das Item 5 erreichte der gewichtete Kappa-Koeffizient einen Wert von 0,61. Der niedrigste Kappa-Koeffizient betrug 0,33 für Item 3. Die gewichteten Kappas für die Subskalen lagen bei 0,50, 0,56 und 0,57. Das gewichtete

Kappa für die gesamte Skala erreichte 0,58. Diese Werte sind als moderate bzw. mäßige Übereinstimmung zu interpretieren. Der Übereinstimmung ist deutlich niedriger als die Korrelation.

Schlussfolgerung

Die Daten der Stichprobe unterstützen die Empfehlung, nach Maßgabe des Möglichen die Patienten selbst zu befragen, und die Angehörigen nur dann zu befragen, wenn eine Befragung des betroffenen Menschen mit einer chronischen Wunde nicht möglich ist. Die Korrelation unserer Ergebnisse ist zwar deutlich, doch tendieren die Angehörigen zu einer kritischen Einschätzung

als die Betroffenen selbst. Zwar weichen Angehörige und Betroffene im Durchschnitt nicht stark in ihren Einschätzungen voneinander ab, jedoch bleibt die zufallsbereinigte Übereinstimmung moderat. Die Ergebnisse illustrieren aus einer methodologischen Perspektive ferner, dass Korrelation nicht schon Übereinstimmung bedeutet.

C. Hampel-Kalthoff*, B. Kalthoff, C. Neht, E. Scherfer, M. Winkler, C. Blome.

*ORGAMED Dortmund GmbH, Dortmund,
E-Mail: orgamed-dortmund.de.

Stipendien der Initiative Chronische Wunden für Mitglieder

Unsere Fachgesellschaft hat 2017 erstmals Stipendien für die Aufbaukurse zum Fachtherapeuten Wunde ICW und Pflegetherapeuten Wunde ICW vergeben. Als Stipendienempfänger 2017 sind fünf Mitglieder für den Fachtherapeuten und drei für den Pflegetherapeuten bestätigt.

Die Bewerbungen für 2018 halten sich erstaunlicherweise in Grenzen. Für den Fachtherapeuten sind in der Zertifizierungsstelle eine und für den Pflegetherapeuten drei Bewerbungen eingegangen.

Hier nochmals unser Aufruf:

Mitglieder unserer Fachgesellschaft können Stipendien für die Erlangung der Titel Fachtherapeut Wunde ICW oder Pflegetherapeut Wunde ICW beantragen. Die Stipendienhöhe beträgt für den Fachtherapeuten jeweils 800,- Euro und den Pflegetherapeuten jeweils 600,- Euro.

Die Bedingungen zur Vergabe und die Antragsmodalitäten sind unter folgendem Link auf unserer Homepage nachzulesen: <https://www.icwunden.de/stipendium.html>.

Schnupper-Mitgliedschaft in der Initiative Chronische Wunden

Seit Mai dieses Jahres ist es für Neu-Absolventen des Basiskurses Wundexperte ICW möglich, für ein Jahr eine kostenfreie Schnuppermitgliedschaft zu erlangen. Wir wollen damit erreichen, dass möglichst viele Absolventen der Fortbildung neben der beruflichen Qualifikation auch in anderen Bereichen die Arbeit unserer medizinischen Fachgesellschaft unterstützen.

Dazu liegen den Bildungsanbietern für diese Seminare persönliche Antragskarten für jeden Teilnehmer vor. Bisher haben wir 70 Anmeldungen erhalten. Nach der Sommerpause erhoffen wir uns, noch wesentlich mehr interessierte Menschen zu erreichen.

Unsere Bitte an die Seminaranbieter ist, bei der Vorstellung der Initiative Chronische Wunden nochmals aktiv eine Schnupper-Mitgliedschaft zu bewerben. Falls Bedarf an weiteren Antragskarten besteht, bitte in der Geschäftsstelle in Quedlinburg bestellen.

Dr. Heinz-Dieter Hoppe (Geschäftsstelle Quedlinburg)



Professionelle Wundversorgung - Der Verein Wundmanagement Oberösterreich stellt sich vor

Der Verein

Unter dem Motto „Alleine erreichen wir viel, zusammen mit anderen alles“ wurde der Verein Wundmanagement Oberösterreich (OÖ) im Jahr 2012 gegründet. Seither konnten eine Reihe an MitgliederInnen dazu gewonnen werden, sodass sich der Verein österreichweit zu einem der Wundvereine mit den meisten MitgliederInnen etablierte. Zudem wollen wir eine Plattform für alle Berufsgruppen, die sich im medizinischen, pflegerischen und sozialen Bereich zum Thema Wundmanagement engagieren, zur Verfügung stellen.

Der Vorstand setzt sich aus folgenden MitgliederInnen zusammen: DGKPin Brigitte Wirth, DGKP Franz Hinterholzer, DGKPin Gerlinde Auer, DGKPin Maria Überlackner und Dr.in Doris Miesenbeck.

Alle Vorstandsmitglieder haben zahlreiche Weiter- und Fortbildungen absolviert und sind aktiv im Bereich Wundmanagement tätig.

Das Vereinsgeschehen, das auf Ehrenamtlichkeit und der Mitarbeit aller VereinsmitgliederInnen aufgebaut ist, legt großen Wert auf Zusammengehö-

rigkeit, was sich bei den Vereinstreffen und Veranstaltungen widerspiegelt.

Unsere Ziele

- Der Begriff Vernetzung wird heutzutage häufig als abgenutztes Schlagwort empfunden. Dennoch sind die Zusammenarbeit und der Austausch aller in der Wundversorgung tätigen Personen unabdingbar, um erfolgreich zu sein. Hohe Fachkompetenz alleine genügt nicht!
- Eine Optimierung der Betreuungssituation von PatientInnen mit chronischen Wunden kann nur durch eine enge Kooperation zwischen den unterschiedlichen Berufsgruppen und Kostenträgern gelingen.
- Um den Mehrwert für die PatientInnen und Patienten zu steigern, wird das implizierte Wissen des ExpertInnenteams, in expliziertes Wissen der OÖ Pflege- und ÄrztInnenschaft, transferiert.
- Ein weiteres Ziel beinhaltet die Förderung der theoretischen Weiterbildung und des praktischen Wissens auf dem Gebiet der Wundbehandlung durch regelmäßige Vereinstreffen und vereinsinterne Fortbildungen.
- Besondere Relevanz misst der Verein dem Erfahrungs-, Interessen- sowie Informationsaustausch bei.

Gemeinsam zum Erfolg

Um die Ziele bestmöglich zu erreichen, pflegen wir regelmäßige Vereinstreffen. Im Zuge dessen wird alle zwei Jahre ein Vereinsausflug, zur Förderung der Gemeinschaft organisiert.

Dabei stehen besonders die Wahrnehmung der Interessen unserer MitgliederInnen im Fokus sowie deren

Umsetzung im Rahmen unserer Möglichkeiten. Des Weiteren fördern wir das theoretische Wissen durch zahlreiche Fortbildungen.

In diesem Kontext gab es eine Reihe sehr erfolgreicher Veranstaltungen:

Das OÖ Wundsymposium, welches in den Jahren 2014 und 2016 stattfand, zählt zu den erfolgreichsten Meilensteine seit Bestehen des Vereins. Beide Veranstaltungen fanden reges Interesse und waren mit jeweils 200 BesucherInnen ausgebucht. Auch für dieses Jahr ist ein weiteres Wundsymposium geplant, welches bereits seit Mai ausgebucht ist. Bisher standen die Veranstaltungen unter folgenden Schwerpunktthemen.

- 2012 behandelten wir sehr intensiv das Thema „**Das diabetische Fußsyndrom**“.
- 2013 widmete der Verein seine Aufmerksamkeit der Problematik „**peritonale Ulzerationen**“.
- Sehr großen Anklang fanden die Kurse aus den Jahren 2014 und 2015 „**Kinesiotaping in der Wundbehandlung**“.
- 2015 beschäftigten wir uns mit dem Thema „**Lebensqualität/palliative Wundbehandlung**“.
- 2016 wurde eine Fortbildung zum Thema „**Verbrennungen**“ abgehalten. Am „Tag der Wunde“ im Jahr 2017 fand erstmals in der Plus City in Linz ein informativer Nachmittag zum Thema professionelle Wundversorgung statt. Als besonderes Highlight gab es die Möglichkeit einer Venendruckmessung. Zudem wurde die Kompressionstherapie mit den unterschiedlichen Kompressionsmaterialien präsentiert.

Ein weiterer Schwerpunkt im Jahr 2017 waren „**IAD/Dekubitus**“ sowie



Der Vorstand des Wundvereins Oberösterreich am Tag der Wunde 2017.

„Wie bringe ich die Botschaft an den Mann/an die Frau?“.

Im Frühjahr 2018 fand eine Fortbildung zum Thema „Hautpflege“ statt.

Als Kooperationspartner der Initiative Wund?Gesund! trägt der Verein Wundmanagement Oberösterreich aktiv zur Awarenessgenerierung der aktuellen Situation in der Wundversorgung bei. Der Verein Wundmanagement Oberösterreich pflegt auch eine

enge Zusammenarbeit mit der AWA (Austrian Wound Association).

Weitere Informationen und Anregungen finden Sie auf unserer Homepage unter www.wundmanagement-ooe.at.

DGKPin AZWM Brigitte Wirth

Obfrau des Vereins Wundmanagement Oberösterreich

2017 erfolgte vom 20.–21. Oktober die „1. Steirische Wundtagung“ in Graz. Mehr als 70 TeilnehmerInnen und ReferentInnen aus dem In- und Ausland haben teilgenommen. Viele Diskussionen und Ideen kamen zustande, und auch „Einander-Kennenlernen“ konnte an diesen beiden Tagen gelebt werden. Im Rahmen der Industrieausstellung wurde sowohl altbewährtes als auch neues vorgestellt und v. a. für den Alltag konnten neue Impulse mitgenommen werden. Wir konnten ein derart positives Feedback erzielen, dass die „2. Steirische Wundtagung“ heuer vom 9.-10. November wieder in Graz stattfinden wird.

Im Zentrum unseres Bestrebens steht die Behandlung des/der Patienten/in in seiner/ihrer Gesamtheit mit Schwerpunkt der Wundbehandlung, sowie auch die Miteinbeziehung seines sozialen Umfeldes. Nach erfolgreicher Behandlung wird Augenmerk auf Erhaltung des Ergebnisses und der Prävention neuer Wunden in ausführlicher Beratung gelegt.

Informationen zu unserem Wundverein finden Sie auf www.styriawund.at.

Priv.-Doz. Dr. Barbara Binder

Universitätsklinik f. Dermatologie und Venerologie Medizinische Universität Graz
Auenbruggerplatz 8, A-8036 Graz

Vorstellung des Vereins für Wundbehandlung und Wundheilung Steiermark

Der Wundverein Steiermark feiert dieses Jahr sein 3 – jähriges Bestehen. Die Gründung des unabhängigen, überparteilichen, nicht gewinnorientierten Verein erfolgte am 1. Juli 2015. Verschiedenste Interessengruppen im medizinischen, pflegerischen und sozialen Bereich zum Thema Wundbehandlung / -heilung arbeiten in diesem Verein zusammen, um die Optimierung von Diagnostik und Therapie zu fördern. Das Ziel ist, die bestmögliche Vernetzung aller an der Wundbehandlung Beteiligten zum Erfahrungs-, Interessen und Informationsaustausch. Zusätzlich soll das Schnittstellenmanagement

zwischen intra- und extramuralem Bereich, der unterschiedlichen Professionen und den Kostenträgern verbessert werden. Die Kooperation mit der Industrie hat das Ziel neue Produkte auf Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu prüfen. Wir sind assoziiertes Mitglied der Austrian-Wound-Association.

Sowohl der Vorstand als auch der Wissenschaftlicher Beirat sind interdisziplinär undprofessionell besetzt. Derzeit haben wir 56 ordentliche und 16 fördernde Mitglieder.

Es erfolgen regelmäßig interdisziplinäre und interprofessionelle Fallbesprechungen und „Neuigkeiten“ aus Forschung und Industrie zu diskutieren.

Save the date: 3. Wundtag am 21. September 2018

Wie letztes Jahr möchten wir euch heuer auf die Wundversorgung aufmerksam machen und rufen zu zahlreichen Aktivitäten österreichweit am heutigen mittlerweile 3. Wundtag, der am 21. September 2018 stattfinden wird auf. Auch heuer ist das vorrangige Ziel des Wundtags, Aufmerksamkeit für die Notwendigkeit einer modernen Wundmedizin und -versorgung zu schaffen. Um hier österreichweit ein Zeichen zu setzen, ruft die Initiative Institutionen, die in der Wundversorgung tätig sind, zu Aktivitäten am Wundtag auf und bittet somit um Ihre Unterstützung.

In ganz Österreich sollen Aktionen gesetzt werden, um gemeinsam möglichst viele Personen zu erreichen. Der Kreativität sind hierbei keine Grenzen gesetzt: Öffnen Sie Ihre Ambulanz und veranstalten Sie einen Tag der offenen Türe, oder informieren Sie direkt am Marktplatz Ihrer Gemeinde die Öffentlichkeit, oder veranstalten Sie eine Podiumsdiskussion - lassen Sie Ihrer Kreativität freien Lauf! Jede Darbietung erhöht das Bewusstsein für Wundversorgung und hilft dabei, die Versorgung der Betroffenen mittel- bis langfristig zu verbessern. egal ob eine Verteilaktion von Informationsmaterial, ein Fachvortrag, Gespräche mit Fachpersonal oder andere Aktionen, jede Aktivität ist herzlich willkommen. Wichtig ist, dass Sie uns über diese Aktion informieren, da die Initiative Wund?Gesund! den Wundtag kommunikationspolitisch medial begleiten wird und selbstverständlich auch alle beteiligten Institutionen bei der Pressearbeit nennen wird.

In diesem Jahr ist es gelungen - für die AWA und dem Verein Wundmanagement NÖ gemeinsam mit der Initiative WundGesund?! einen Vertreter der NÖ Landesregierung und Patientenanwalt Dr. Gerald Bachinger nach St. Pölten zu bringen. Machen Sie mit und unterstützen Sie unsere Ziele mit zahlreichen Aktionen!

Sonja Koller, im Namen der AWA und WM NÖ



Liebe Leserinnen und Leser der Infoseite SAfW

Wir nehmen das Thema dieser Ausgabe Wundmanagement zum Anlass, Ihnen die Zusammenfassung einer Anwendungsstudie, die anlässlich der SAfW-Tagung 2015 von zwei SAfW-Mitgliedern aus der Schweiz präsentiert wurde, vorzustellen.

Anwendung von Kaltplasma bei Patienten mit einem chronisch venösen Ulcus cruris

M. Blatti, T. Zehnder

Einführung

Plasma wird oft als vierter Aggregatzustand bezeichnet und besteht im Wesentlichen aus ionisiertem Gas. „Heisses“ Plasma findet seine Anwendung vor allem im industriellen Bereich. Durch die Entwicklung von nichtthermischem, kaltem Plasma ergeben sich auch Möglichkeiten zur Anwendung in der klinischen Medizin. Dermatologische Studien zeigen, dass Kaltplasma grundsätzlich Eigenschaften besitzt, die für die Behandlung von Patienten mit chronischen Wunden günstig sind:

- Inaktivierung von Bakterien inkl. MRSA ohne Resistenzbildung
- Förderung der Zellteilung
- Förderung der Mikrozirkulation im Gewebe
- Förderung der Angiogenese

Das Ziel dieser Studie war, erste klinische Erfahrungen mit der Methode „Kaltplasma“ bei Patienten mit einem chronischen venösen Ulcus zu gewinnen.

Studienprotokoll

Es wurde ein Gerät verwendet, das einen kalten atmosphärischen Plasma-Jet mittels Argongas produziert. Das Gerät ist CE zertifiziert (Juni 2013) der Klasse IIa gemäß der EU Richtlinie für Medizinprodukte 93/42/EEC.

Es wurden nur Patienten mit einem chronischen Ulcus venöser Ätiologie

berücksichtigt. Die Wunde musste bei Therapiebeginn mindestens 3 Monate bestehen. Als Ausschlusskriterien galten: klinisch manifester Infekt, ausgeprägte Beläge oder Nekrosen, Immunsuppression, Schwangerschaft sowie Herzschrittmacher.

Die Behandlungsdauer wurde auf maximal 8 Wochen festgelegt, wobei pro Woche 2 bis 3 Anwendungen erfolgten. Die Behandlung mittels Kaltplasma erfolgte bei allen Patienten zusätzlich zu einer bestehenden «best medical treatment» mittels optimiertem Wundmanagement und adäquater Kompression. Die Auswertung erfolgte anhand digitaler Fotografien. Die Wundgröße in mm^2 wurde mit einer speziellen Software (Synedra View) zur Flächenbestimmung bestimmt.

Patienten

Es wurden 5 Patienten mit einer chronisch venösen Insuffizienz als Hauptursache des Ulcus in die Anwendungsstudie eingeschlossen. Bei allen Patienten wurde eine venöse Duplexsonografie durchgeführt. Eine fortgeschrittene PAVK wurde mit einer ABI-Messung und ein Infekt klinisch bzw. mittels Laboranalysen und/oder Wundbakteriologie ausgeschlossen. Die Therapie erfolgte zusätzlich zu einem optimierten lokalen Wundmanagement inkl. einer adäquaten Kompressionstherapie, wo-

bei dazu in der Regel ein mehrlagiger Kurzzugverband angelegt wurde. Als primärer Erfolgsparameter wurde die Wundflächenreduktion angesehen.

Praktische Durchführung der Therapie

- Reinigung der Wunde mit NaCl 0,9% oder Ringer Lactat Spülösung
- Debridement je nach Wundsituation
- Die Sonde des Plasmagerätes wird mit einem Abstandshalter verwendet, somit besteht kein direkter Hautkontakt
- Anwendung Kaltplasma: ca. 15–30 s/ cm^2 , minimal 2 Minuten, Wunde mit langsamen Bewegungen ohne direkten Hautkontakt abfahren («Wunde ausmalen»)
- Wundreinigung mit Octenisept bei allen Patienten erst nach Anwendung Kaltplasma
- Wundauflage nach Wahl, keine Einschränkung

Resultate

Es wurden 5 Patienten behandelt (4 Männer, 1 Frau, mittleres Alter 70,4; 41–86). Die Wunden bestanden durchschnittlich $16,6 \pm 12$ Monate. Weitere Details können der Tab. 1 entnommen werden. Durchschnittlich wurden $19 \pm 6,2$ Anwendungen pro Patient durchgeführt, dafür wurden rund 5 bis 10 Minuten zusätzlich zur Standardtherapie benötigt. Die Behandlung konnte in allen Fällen schmerzfrei vorgenommen werden. Es kam zu keinen Komplikationen, insbesondere trat kein klinisch manifester Infekt während der Therapie auf, Antibiotika wurden nicht eingesetzt.

In vier der fünf Fälle kam es während der Behandlung zu einer signifikanten Flächenreduktion, zwei der fünf Wunden konnten praktisch zum Verschluss gebracht werden.

Abbildung 1 zeigt anhand des Pat. 3 ein typisches Beispiel, bei dem unter Behandlung eine kontinuierliche Wundheilung beobachtet werden konnte.

Tabelle 1: Übersicht Studienpopulation.

Parameter	Pat. 1	Pat. 2	Pat. 3	Pat. 4	Pat. 5
Alter, Geschlecht	86, fem	74, male	62, male	41, male	86, male
Ulcus seit (Mt)	24	30	22	4	3
Ucusgröße (cm)	7 x 2,5	8 x 1,5	9 x 3,5	3,5 x 2	4 x 2,5
ABI	1,08	1,06	1,26	1,05	0,75
Ko-Morbidität	VHF	PTS, Bypass	Diabetes, Adipositas	PTS, Adipositas	COPD



In einem Fall (Pat. 5) wurde leider eine Stagnation festgestellt, möglicherweise aufgrund einer zu geringen Granulation bei stark haftenden Belägen.

Schlussfolgerungen

Kaltplasma stellt eine neue, innovative Methode zur Behandlung von chronischen Wunden dar. Der Haupteffekt scheint dabei eine Reduktion der Keimlast zu sein, möglicherweise aber auch eine Förderung der Zellteilung und der Granulation. Damit hat die Methode viel Potential in der Behandlung von chronischen Wunden.

In unserer Pilotstudie mit chronisch venösen Ulzera konnten wir feststellen, dass die Anwendung sehr einfach und für den Patienten sicher und schmerzfrei durchführbar ist. Die Resultate

sind erfolgversprechend, allerdings war der Beobachtungszeitraum zu kurz, um eine definitive Aussage über das Potential dieser interessanten Methode zu machen.

Trotz vielversprechendem Ansatz der Methode finden sich auch 2018, drei Jahre nach unserem Erfahrungsbericht, weiterhin keine klinischen Studien, welche eine bessere Beurteilung des Stellenwertes der Kaltplasma-Therapie bei chronischen Wunden zulassen würden. Publizierte randomisierte, klinische Studien zu diesem Thema sind dringend notwendig, bevor die Methode eine breitere Anwendung finden kann.

Marlise Blatti

MAS Wound Care, Leiterin Wundbehandlung Pflege, Wundzentrum SAfW, Thun.

Abbildung 1 Patient 3 mit Wunde vor und nach der Behandlung.

Thomas Zehnder

Dr. med. Leitender Arzt Angiologie, Wundzentrum SAfW, Thun

Korrespondierender Autor: Dr. med.

Thomas Zehnder

Spital STS AG, Krankenhausstr. 12, CH-3600 Thun. E-Mail: thomas.zehnder@spitalthun.ch

Ergebnisse der SAfW-Umfrage bei den Einzelmitgliedern

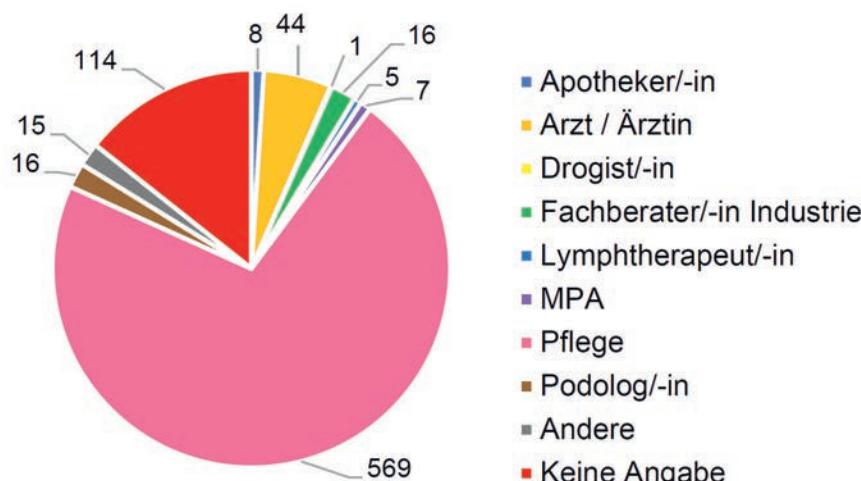


Abbildung 1 Zusammensetzung Berufsgruppen Mitglieder SAfW D-CH 2018.

Die SAfW ist eine stetig wachsende und sich entwickelnde Gesellschaft. Personen, die sich als Mitglied anmeldeten, mussten bis letztes Jahr nichts über ihren beruflichen Hintergrund angeben. Um sich jedoch über Bedürfnisse aber auch über mögliche Potenziale klar zu werden, machen einige Angaben zum beruflichen Tätigkeitsfeld doch Sinn. Dies wurde beim Anmeldetool für neue Mitglieder entsprechend umgesetzt. Damit wir auch einen Überblick über den beruflichen Hintergrund der aktuellen Mitglieder erhalten, wurde im Herbst nach einer entsprechenden Information an der Mitgliederversammlung 2017 eine elektronische Umfrage über das Online-Tool „Survey Monkey“ lanciert. Klar ist, dass diese Rückmeldungen sorgfältig gehandhabt werden und keine Rohdaten weitergegeben werden. 681 von total 795 Mitgliedern haben die Umfrage ausgefüllt. Nachstehend erhalten Sie einen Einblick in die Auswertung (siehe nächste Seite):

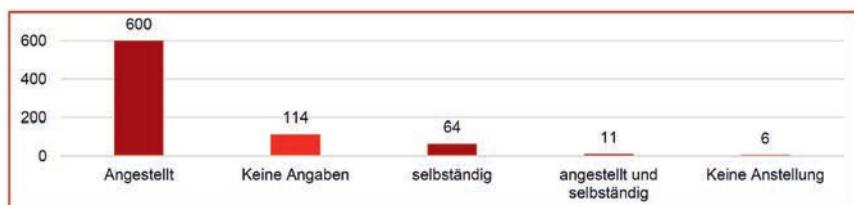


Abbildung 2 Anstellungsverhältnisse Mitglieder SAfW D-CH 2018.

Zusammensetzung der Berufsgruppen

Knapp drei Viertel der SAfW Mitglieder arbeitet im Bereich Pflege (Abb. 1). „Nur“ 44 Personen haben die Berufsgruppe „Arzt / Ärztin“ angekreuzt. Für eine interprofessionelle Gesellschaft sind diese 6.5 Prozent Ärztinnen und Ärzte eine Zahl, die wir gerne erhöhen möchten. Der Vorstand ist dabei, eine Strategie für dieses gesetzte Ziel zu entwickeln.

Anstellungsverhältnisse

Rund drei Viertel der Mitglieder geben an, angestellt zu sein (s. Abb. 2).

Arbeitsort

Die meisten Mitglieder arbeiten entweder in einer Spitäler, in einem Wundambulatorium oder in einer Arztpraxis (Abb. 3). Allerdings ist diese Gruppe nur wenig größer als diejenige der Personen, welche Spital intern angestellt sind. Wichtig für die SAfW sind aber auch Fachpersonen in Apotheken, Schulen, Industrie und Langzeitinstitutionen. Wie können hier Hilfestellungen, aber auch Ressourcen, genutzt werden?

Ausbildung in Bezug auf Wundmanagement sowie Aus- und Weiterbildungspläne

Die Antworten auf die beiden Fragen bezüglich Aus- und Weiterbildung sind sehr interessant und aufschlussreich. Die Daten dieser Auswertung sind jedoch etwas komplexer. Zudem fehlen uns doch

auch die Angaben von rund 100 Personen, die bei uns als Mitglied Beiträge zahlen. Klar ist, dass im Bereich Wundbehandlung schon sehr viele Weiterbildungs-Angebote vorhanden sind. Von mehreren Seiten wurde dennoch geäußert, dass das Weiterbildungs-Angebot noch ausbaufähig sei und das Bedürfnis besteht, dass die Bildungsangebote übersichtlicher dargestellt werden sollen.

Insgesamt 420 Personen planen für die nächsten zwei Jahre keine weitere Weiterbildung zu besuchen.

Total 147 Personen sagten, dass sie in den nächsten 1–2 Jahren eine weitere Weiterbildung planen oder bereits angemeldet sind.

An der Umfrage Teilnehmende geben an, dass sie sich für die CAS/MAS/DAS Wound Care, Nachdiplomstudium Onkologische Pflege, Stoma- und Inkontinenzversorgung, Lymphtherapie oder auch Fußpflege angemeldet haben. Aber auch geplante Weiterbildungen, um zukünftig in der Bildung (SVEB) oder in der Führung tätig zu sein, wurden angegeben.

113 Personen möchten eine weitere Weiterbildung besuchen, haben für sich aber noch kein passendes Angebot gefunden oder haben sich noch nicht entschieden.

Themen die interessieren:

- Aktualisierung / Neuerungen / sich à jour halten
- Vertiefung des Wissens und der Fertigkeiten

- Fortbildung für Ärzte
- Hygiene / Infekt und Wunden
- Hospitationen
- Kompressionstherapie
- «Rund um den Fuß»
- «Rund um das Bein»
- Wundaflagen
- Wundversorgung bei traumatischen Wunden

Meist wird in einer Umfrage auch eine Rubrik, bei der freie Kommentare angegeben werden können, eingebaut; so auch in dieser. Gefreut hat, dass viele die Rubrik benutzt haben, um einen Dank für das Engagement an die SAfW auszurichten.

Die Rubrik wurde aber auch genutzt, um Anliegen anzubringen. Mitglieder wünschen sich mehr Übersicht über mögliche Weiterbildungen oder suchen Personen für einen persönlichen fachlichen Austausch. Einige Personen fühlen sich noch zu wenig in pflegerischen Belangen durch die SAfW unterstützt oder haben den Eindruck, dass oftmals dieselben Redner/Rednerinnen an Kongressen vortragen. Mehrmals wurden Fragen zur Entlohnung gestellt oder wurde bemängelt, dass es zu wenig offene Stellen für Wundspezialisten gibt. Ein weiteres Anliegen war es, Schweiz-spezifische Guidelines für die Wundbehandlung zu erhalten.

Mit einzelnen Personen haben Mitglieder des Vorstandes bereits Kontakt aufgenommen, andere werden wir gerne noch ansprechen. Der Vorstand der SAfW Deutschschweiz dankt allen, die die Umfrage beantwortet haben. Die Resultate sind für uns wertvoll und werden auch die weitere Ausrichtung mitbestimmen.

Für den Vorstand:

Doris von Siebenthal, Co-Präsidentin

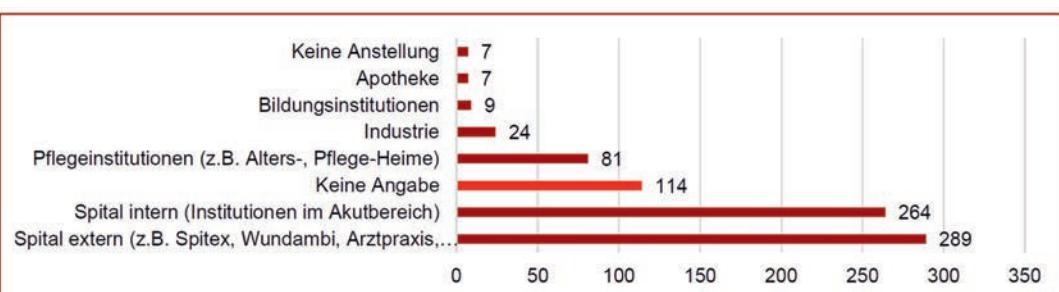


Abbildung 3 Arbeitsort Mitglieder SAfW D-CH 2018.



Bericht vom Wundtag des Wundzentrum Hamburg e. V. am 29.06.2018

Der Wundtag des Wundzentrum Hamburg e. V. findet alle zwei Jahre als Ein-tagesveranstaltung statt und wendet sich an alle Akteure, die an der Versorgung von Menschen mit chronischen Wunden beteiligt sind.

In diesem Jahr wurde der Wundtag am 29.06.2018 im Süden Hamburgs im Bürgerhaus Wilhelmsburg abgehalten. In der Atmosphäre eines mit Glas überdachten Atriums kamen bei sommerlichen Temperaturen insgesamt 99 Teilnehmer, Referenten, Organisatoren und Produktberater im Rahmen der Industrieausstellung zusammen.

Der Wundtag begann zunächst mit Firmen-Workshops, in denen Interessierte über neue Aspekte von Wundprodukten informiert wurden und praxisnahe Fragen mit Kollegen und Produktberatern diskutieren konnten.

In einer zweiten Workshop-Runde wurden die Teilnehmer von Spezialisten, wie dem Diabetologen **Bernd M. Scholz**, dem Orthopädie-Schuhtechnikermeister **Hermann Trentmann** und dem Diabetologen **Dr. med. Dirk Hochlenert** über die Themen Diabetes mellitus, Schuhversorgung und Druckentlastung durch Filzpolsterung informiert. In angeregten Diskussionen konnten sich so Wundexperten mit Spezialisten flexibel und auf Augenhöhe austauschen.

In den Pausen hatten die Teilnehmer des Wundtages die Gelegenheit, sich bei den ausstellenden Medizinprodukteherstellern und -vertreibern über



Idyllische Lage am See: Das Bürgerhaus in Wilhelmsburg.

Neuerungen auf dem Verbandmittelmarkt zu informieren.

Am frühen Nachmittag eröffnete der 1. Vorsitzende des Wundzentrum Hamburg e. V., **Dr. med. Christian Münter**, den Vortragsteil des Wundtages im großen Saal des Bürgerhauses Wilhelmsburg.

Den Anfang gestalteten **Werner Sellmer** (Fachapotheker und Schatzmeister des Wundzentrum Hamburg e. V.) und **Maik Stendera** (Diplompflegewirt (FH) und Mitarbeiter der mamedicon GmbH) mit einem Bericht über die aktuelle Entwicklung zum Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses zur Neuformulierung der Verbandmitteldefinition im neuen Abschnitt P der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL). Aktuell hat hierzu das Bundesministerium für Gesundheit den Beschluss an entscheidenden Stellen beanstandet, ins-

besondere die Regelungen zu ergänzenden Eigenschaften, wie antimikrobielle Wirkung von bestimmten Verbandmitteln und den generellen Ausschluss von Medizinprodukten der Produktklasse III.

Beide Referenten erwarteten deshalb eine Überarbeitung des Beschlusses zugunsten von Produkten dieser Kategorie im Laufe des Jahres.

Der zweite Vortrag zur Psychologie von Menschen mit diabetischem Fußsyndrom (DFS) wurde von Frau **Susan Clever** (Dipl. Psychologin) sehr praxisnah und im Dialog mit den Zuhörern gestaltet. Sie skizzierte den notwendigen Perspektivenwechsel vom „unwilligen“ Betroffenen hin zum selbst wahrnehmenden und selbst entscheidenden Menschen, der mit den gleichen komplexen Entscheidungsmustern an die Umsetzung seiner Therapiemaßnah-



Fotos: Jan H. Timm, Hamburg

Vorbereitung und Einstimmung auf den Wundtag. von links nach rechts:

Martina Lange, Maik Stendera und Werner Sellmer (Mitte), Dr. med. Wolfgang Tigges, Kerstin Protz, Werner Sellmer.



Referenten und Redner beim Wundtag. Von links: Dr. med. Karl-Christian Münter, Maik Stendera, Werner Sellmer, Dipl. Psych. Susan Clever, Kerstin Protz, Prof. Dr. med. Ralf Lobmann und Bernd Scholz.

men herangeht, wie andere Menschen in komplexen Entscheidungssituativen. Insofern gilt es laut Frau Clever den Menschen mit DFS von den Vorteilen der Therapiemaßnahmen zu überzeugen, auf einer „mittleren Angsthöhe“ zu motivieren und dabei Aspekte wie krankheitsbedingte Wahrnehmungsstörungen sowie Selbsterfahrungen zu berücksichtigen. Die Befragung zur Motivation ihrer eigenen Patienten mit DFS ergab, dass es oft der Wunsch nach gesellschaftlicher Anerkennung - „Sie sollen nicht denken, dass ich krank bin“, Eigenständigkeit und Verpflichtung gegenüber sich und anderen ist - „sich nicht gehen lassen“. So benötigt man für eine wahrhaftige und erfolgreiche Versorgung ein gemeinsames Arbeitsmodell zwischen Menschen mit DFS und Wundexperten sowie die wertfreie Befragung des Patienten, welche Therapiemaßnahmen in seine Lebenswirklichkeit integrierbar sind.

Anschließend ging Frau **Kerstin Protz** (Managerin im Sozial- und Gesundheitswesen und stellvertretende Vorsitzende des Wundzentrum Hamburg e. V.) in ihrem sehr anschaulichen Vortrag auf Versorgungsaspekte beim diabetischen Fußulkus ein. Sie thematisierte unter anderem die Problematik der Druckentlastung bei Menschen mit diabetischen Fußulzerationen ein. Ausgehend von den leider immer noch verbreiteten Vorfußentlastungsschuhen, die in der Praxis eher zu „Vorfußbelastungsschuhen“ werden, über Vakuumstützsysteme und Orthesen, zeigte sie Versorgungsoptionen durch individuell angepasste Schuhversorgungen in Zusammenarbeit mit Orthopädie-Schuhtechnikern. Zudem zeigt sie, unterstützt durch anschauliche Fotos, Aspekte der Fehlversorgung aufgrund der neuropathischen Empfindungsstörungen auf. Weitere Themen waren Aspekte der Wundversorgung, Débride-

ment, Revaskularisation, Hautpflege, Podologie, Stoffwechselinstellung und andere patientenbezogene Themen. Den letzten Vortrag der ersten Sequenz zu den Ergebnissen der Studie EXPLORER hielt **Herr Professor Dr. Ralf Lobmann** (Endokrinologe, Diabetologe und Geriater, Ärztlicher Direktor der Medizinischen Klinik 3 des Klinikums Stuttgart). Er verwies auf die politisch notwendige Durchführung von empirischen Studien zu Kosten-Nutzen-Aspekten von Verbandmitteln. Die EXPLORER-Studie untersuchte als doppelt verblindete Studie bei 240 Patienten in zwei Gruppen die Wirksamkeit von Proteasehemmern auf die Wundheilung. Ein Ergebnis war hierbei die um 18 % höhere Heilungswahrscheinlichkeit und die im Durchschnitt 60 Tage früher abgeschlossene Wundheilung. Die somit nachgewiesenen Effekte sind Grundlage einer positiven Kosten-Nutzenbewertung für den indikationsgerechten Einsatz von Verbandmitteln mit Proteasehemmern. In seinem Fazit betonte Prof. Dr. Lobmann die Wichtigkeit einer interdisziplinären Methodenkenntnis und der Begleitung

durch einen „Kümmerer“ im Interesse des Patienten und der Wundbehandlung.

In der anschließenden Diskussion der vorherigen Vorträge wurde unter anderem festgestellt, dass Menschen mit diabetischem Fußsyndrom eher alleine an der Krankheitsbewältigung arbeiten, als in Selbsthilfegruppen Unterstützung zu suchen.

Der emotionale Höhepunkt des Wundtages war die anschließende Verleihung des ersten „Elmar-Schäfer-Wundpreises“ an die Gewinnergruppe des Fachtherapeuten Kurses „Wunde ICW 2“ von Lembke Seminare in Vertretung an Frau **Dorit Meier-Ostwald** und Frau **Inga Becker**.

Der Preis wurde von der Tochter des 2014 verstorbenen Elmar Schäfers, Frau **Barbara Schäfer**, mit bewegenden Worten übergeben. Mit zwei großen Blumensträußen bedankte sich der Moderator Bernd Scholz für die durch das Projekt geschaffenen Möglichkeiten der strukturierten Patientenedukation bei Ulcus cruris und gratulierte im Namen des Wundzentrum Hamburg e. V. den Preisträgern. Die Preisträger



Fotos: Jan. H. Timm, Hamburg

Gute Stimmung und viele Gespräche in den Pausen und bei der Industrieausstellung.



Foto: Jan. H. Timm, Hamburg

Verleihung des ersten „Elmar-Schäfer-Wundpreises“ an die Gewinnergruppe des Fachtherapeuten Kurses „Wunde ICW 2“ von Lembke Seminare. Von links: Jana Wilm, Inga Becker, Dorit Meier- Ostwald, Nicole Schulze, Katrin Ritter, und Stephanie Groß.

dankten der Jury und den applaudierenden Teilnehmern für die fachliche und emotionale Anerkennung ihrer Arbeit und brachten ihren Stolz zum Ausdruck. Sie berichteten über die Entstehung der Idee bei der täglichen Arbeit mit Menschen mit venösen Beinwunden und die Notwendigkeit die Betroffenen zur körperlichen Bewegung und Eigenpflege zu motivieren und mit Hilfe von ausgearbeiteten schriftlichen Materialien anzuleiten. Das so angedachte Heft illustriert eindrücklich die „3-S und 3-L- Regel“ sowie Bewegungsübungen und bietet die Möglichkeit sowohl die Bewegung als auch die Beinumfänge zu dokumentieren.

In der Pause gingen die Teilnehmer wie gewohnt in den Austausch miteinander, besuchten die Industrieausstellung und stärkten sich bei belegten Brötchen, Salat und Kartoffelsuppe mit Würstchen. Bei den doch etwas hohen Außentemperaturen nutzen Viele die Gelegenheit zu einem kleinen Spaziergang in den umliegenden Anlagen des Bürgerhauses Wilhelmsburg.

In der anschließenden zweiten Work-

shop-Runde hatten die Teilnehmer Gelegenheit, in thematisch andere Workshops als am Vormittag zu wechseln. Nach einer kurzen Kaffeepause mit Kuchen folgten die letzten Vorträge des Wundtages. Herr Dr. Hochlenert (Diabetologe in Köln) berichtete über „Diagnose und Therapie von Läsionen am 1. Strahl“. Er ging hierbei auf Möglichkeiten der Druckentlastung mittels chirurgischer Tenotomie (Sehnenenddurchtrennung) und anschließender Versorgung mit dem Ziel einer korrigierten Zehenstellung ein. In einem anschaulichen Video wurde gezeigt, wie mit einer Kanüle durch den erfahrenen Chirurgen,

Sehnen an den Zehen gekappt werden, um die Streckung der Zehen und somit die Entlastung der Zehenspitze zu erreichen. Ausgehend von der Lokalisation einer Läsion kann der Chirurg auf den Ursprung der Fehlstellung zurück schließen und die adäquate Entlastungsmöglichkeit durch Tenotomie anstreben.

Im letzten Vortrag des Wundtages stellte Frau **Caren Genieser** (Podologin und Wundassistentin WAcert®-DGfW) die Bedeutung der podologischen Behandlung für Menschen mit DFS und die Zusammenarbeit im therapeutischen Team mit Patient, Ärzten und Pflegenden dar. Ziel ihrer Arbeit sei dabei die Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen, verbunden mit der optimalen podologischen Pflege der Füße und unterstützt mit Bewältigung der aus podologischer Sicht erkennbaren Probleme des einzelnen Patienten.

In seinen Schlussworten dankte Dr. Münter allen Referenten, Organisatoren, dem Bürgerhaus, den Industrieausstellern und nicht zuletzt den Anwesenden für ihren Beitrag zum Gelingen des Wundtages und wünschte Allen einen erholsamen Start in ein sommerliches Wochenende.

Maik Stendera, Bissendorf

Die nächsten Veranstaltungen 2018 auf einen Blick

- **06.09.2018:** Mitgliederversammlung
- **06.12.2018:** Mitgliederversammlung
- **07.03.2018:** Mitgliederversammlung
- **06.06.2019:** Mitgliederversammlung

Weitere Informationen erhalten Sie unter: ► www.wundzentrum-hamburg.de



Foto: Jan. H. Timm, Hamburg

Impressionen aus den Workshops von Dr. Dirk Hochlenert (links und Mitte) und Hermann Trentmann.

BUCHBESPRECHUNGEN

Multiresistente Erreger im Gesundheitswesen

Basiswissen Hygiene

Andreas Schwarzkopf
2. Auflage, mhp Verlag 2016,
160 Seiten, 28,80 EUR
ISBN: 978-3-17-022080-5

Das in 2. aktualisierter Auflage erschienene Buch aus dem mph-Verlag von Priv.-Doz. Dr. med. Andreas Schwarzkopf ist 2016 erschienen und kostet 28,80€. Es behandelt in 11 Kapiteln auf 160 Seiten im DIN A4-Format eines der wichtigsten Themenbereich in der (Krankenhaus-) Hygiene und Infektionsprävention.

Das Kapitel 1 befasst sich mit den Resistzenzen. Es wird auf Resistenzmechanismen eingegangen und diese verständlich erklärt.

Kapitel 2 befasst sich mit der Erfassung und Überwachung multiresistenter Erreger. Es behandelt ein internes Meldewesen, wie Screeningverfahren bei MRSA und andere MRE. Der Autor nimmt auch Stellung zur Durchführung von Surveillance. Er weist auf die gesetzliche Erfassungspflicht hin und erklärt auch Möglichkeiten der Erfassung des Antibiotikaverbrauchs.

In Kapitel 3 werden die gesetzlichen Grundlagen erklärt. Besonders wird hier auf das IfSG und die TRBA 250 eingegangen. Es werden die Verbindlichkeiten und die Meldepflicht besonders herausgearbeitet.

Kapitel 4 befasst sich mit einigen ausgewählten Bakterien. Neben dem MRSA und VRE/GRE fehlen hier nicht die multiresistenter Enterobakterien. Extra werden *Pseudomonas aeruginosa* und *Acinetobacter* species erklärt. Was allerdings unter der Überschrift Eigenschaften häufiger multiresistenter Erreger das *Mycobacterium tuberculosis*, *Clostridium difficile* und *Stenotrophomonas maltophilia* suchen, wird nicht klar. Es sind sicherlich Erreger, die eine besondere hygienische Beachtung bedürfen, bei der allerdings in den Hygienemaßnahmen eine Multiresistenz höchsten bei *Mycobacterium tuberculosis* sich niederschlägt.

In Kapitel 5 werden die Isolierungsmaßnahmen multiresistenter Erreger beschrieben. Der einleitende Abschnitt über Kommunikation von Hygienemaßnahmen mit der Aufgabenverteilung der einzelnen Hygiene-Teammitglieder passt nicht so richtig zum Thema. Erst in Abschnitt 3 beginnen die konkreten Ausführungen zu Isolationsmaßnahmen. Hierbei bezieht sich der Autor leider auf die amerika-

nischen Definitionen und Begriffe. Dabei hat die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut im Jahr 2015 für Deutschland doch eine gute und grundsätzliche Empfehlung herausgebracht. Über die Rahmenbedingungen einer Isolation und dem Aufbau wird in diesem Kapitel auch die benötigten Schutzmaßnahmen behandelt.

Kapitel 6 behandelt MRE im Krankenhaus. In den einzelnen Abschnitten werden unterschiedliche Maßnahmen in unterschiedlichen Örtlichkeiten des Krankenhauses beschrieben.

Die Kapitel 7 bis 11 behandeln dann unterschiedliche Örtlichkeiten. So werden Maßnahmen in Dialyseinrichtungen, Rehakliniken, in der stationären Altenpflege und im niedergelassenen Bereich beleuchtet. Auch das häusliche Umfeld und Gemeinschaftseinrichtungen werden auf bis zu 10 Seiten dargestellt.

Das Buch schafft im ersten Teil einen guten Überblick über multiresistente Erreger. Allerdings werden im eigentlichen Teil mit konkreten Hygienemaßnahmen die Vorstellungen des Autors mit tatsächlichen gesetzlichen Vorgaben geschickt vermischt. Dazu werden auch neben offiziellen Quellen, wie KRINKO-Empfehlungen und Studien auch frühere Texte des Autors als Quellen benannt. So sind die vorgeschlagenen Maßnahmen des Autors teilweise gute Anregungen, die aber hinterfragt werden müssen.

Rüdiger Schäfer, 42651 Solingen

Die hier genannten Publikationen können zur Besprechung angefordert werden.

- **Kay Peter Röpke**
Prophylaxen für die Pflegepraxis
Brigitte Kunz Verlag
Hannover 2010, 92 S.
- **Jutta König**
Was die PDL wissen muss
Schlütersche Verlagsgesellschaft
- **Marianne Schoppmeyer**
Gesundheits- und Krankheitslehre
Urban & Fischer 2018, 368 S.
- **Stefanie Hellmann, Rosa Rößlein**
Expertenstandard Erhalt und Förderung der Mobilität in der Pflege
Brigitte Kunz Verlag 2016, 68 S.
- **Ingrid Hameter**
100 Fragen zu Palliative Cares
Brigitte Kunz Verlag 2015, 140 S.
- **Christiane Panka**
Pflegedokumentation entbürokratisiert
Hogrefe Verlag 2017, 310 S.
- **Jens Kreikenbaum, Reinhard Lay**
Pflegeplanung leichtgemacht
Urban & Fischer 2018, 136 S.
- **Susanne Danzer, Anke Bütemann**
100 neue Fragen zur Wundbehandlung
Brigitte Kunz Verlag 2013, 92 S.

Wenn Sie eines der genannten Werke rezensieren möchten und / oder Fragen dazu haben, wenden Sie sich bitte an die:

Redaktion der Zeitschrift „Wundmanagement“
mhp-Verlag GmbH
Kreuzberger Ring 46
65205 Wiesbaden
Fon: 0611 50593-35,
Fax: 0611 50593-79
wm@mhp-verlag.de

mhp verlag

Messen | Kongresse | Symposien 2018 / 2019

Datum	Ort	Veranstaltung & Informationen
14.-15.09.2018	Salzburg	18. Jahrestagung der AWA „Wund“erland http://ifc.co.at/awa18/AWA-2018.pdf
15.09.2018	Marktoberdorf	15. Wundforum Marktoberdorf http://wundnetz-allgaeu.info/
19.-20.09.2018	Biel (CH)	2. Gemeins. Kongress d. Schweizerischen Gesellschaften f. Wundbehandlung http://www.safw.ch und http://www.safw-romande.ch
26.-29.09.2018	Düsseldorf	REHACARE International https://www.rehacare.de/
26.-29.09.2018	Bielefeld	60. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Phlebologie https://phlebologie-2018.de/
05.-06.10.2018	Kassel	24. FUSS - Fachkongress mit Fachausstellung https://www.fuss2018.de
18.10.2018	Mannheim	2. Mannheimer Wundkongress 2018 https://www.kurpfalz-wun.de/
27.10.2018	Bad Staffelstein	6. Bad Staffelsteiner Wundkongress http://www.wundkongress-bad-staffelstein.de .
15.-17.11.2018	Salzburg (A)	46. Jahrestagung der Österr. Diabetes Gesellschaft (ÖDG) http://www.oedg.org
23.-24.11.2018	Regensburg	9. Kongress WundD-A-CH-EE E-Mail: Thomas.Bonkowski@klinik.uni-regensburg.de
24.11.2018	Freiburg	11. Freiburger Wundsymposium www.freiburger-wundsymposium.de .
29.11.2018	Köln	Interdisziplinärer WundCongress 2018 http://www.wundcongress.de
06.-08.12.2018	Nürnberg	1. Nürnberger Wundkongress http://www.nuernberger-wundkongress.de/
22.-29.02.2019	Bremen	Symposium Intesivmedizin + Intensivpflege http://www.intensivmed.de
06.03.2019	Kiel	11. Wundsymposium Kiel http://www.kieler-wundsymposium.de/
13.03.-15.03.2019	Würzburg	10 HWX / ICW-Süd Kongress https://www.institutschwarzkopf.de/
22.03.-23.03.2019	Magdeburg	9. Mitteldeutscher Wundkongress https://www.mitteldeutscherwundkongress.de
05.-06.04.2019	Berlin	6. Wundtag des Wundnetz Berlin Brandenburg e. V. http://www.wundnetz-berlin-brandenburg.de/
08.-10.05.2019	Bremen	DEWU Deutscher Wundkongress & Bremer Pflegekongress 2019 www.deutscher-wundkongress.de ; www.bremer-pflegekongress.de
05.06.2019	Ulm	8. Ulmer Wundkongress https://www.haeussler-ulm.de/
06.-07.06.2019	Göteborg (S)	EWMA 2019 Conference http://ewma.org/ewma-conference/2019/
12.06.2019	Kassel	Wundkongress Kassel http://www.wundnetz-nordhessen.de

Fort- und Weiterbildungen des ICW e. V. und weitere Kurse werden je nach Platz veröffentlicht. Informationen zu Kursen und Anbietern finden Sie immer aktuell auf der ICW e. V.-Webseite unter <https://www.icwunden.de/wundseminare.html>. Wenn Sie Ihre eigene Fortbildungsveranstaltung zum Wundmanagement hier werblich hervorheben möchten, kontaktieren Sie bitte Herrn **Walter Bockemühl** unter anzeigen@mhp-verlag.de oder Tel. **0611 / 50593-32**.

Neues aus der Industrie

KELO-COTE® Silikon-Narbengel: Narben wirksam behandeln – von Anfang an

Die meisten Menschen haben eine oder mehrere Narben. Wie unliebsame „Andenken“ erinnern sie die Betroffenen an zurückliegende Verletzungen oder Operationen. Vor allem gerötete, erhabene sowie wuchernde Narben fallen sofort ins Auge und können die Lebensqualität erheblich beeinträchtigen. Mit KELO-COTE® gibt es ein patentiertes Silikongel in Apotheken und ausgewählten dermatologischen Instituten, das der Bildung wulstiger Narben nachweislich vorbeugt. Das Produkt bildet einen hauchdünnen unsichtbaren Film auf der Haut und wird dank der unterschiedlichen Darreichungsformen als Gel oder Spray allen Narbengrößen und -typen gerecht.

Tiefere Verletzungen hinterlassen sichtbare Spuren

Kleinere Wunden, bei denen nur die oberste Hautschicht verletzt wurde, heilen im Allgemeinen spurlos ab. Anders sieht es aus, wenn Unfälle, chirurgische Eingriffe oder Verbrennungen tiefere Hautschichten in Mitleidenschaft gezogen haben. Der Körper ist zwar in der Lage, den Defekt binnen Tagen oder Wochen mit Bindegewebe auszufüllen, es gelingt ihm normalerweise jedoch nicht, das ursprüngliche Hautbild exakt zu kopieren, es entsteht eine Narbe. Im Idealfall ist diese flach, hell und unscheinbar. Wird hingegen mehr Bindegewebe produziert, als für die Wundheilung nötig ist, hebt sich die Narbe sichtbar von der Umgebung ab. Während sogenannte hypertrophe Narben dabei auf die vorangegangene Verletzung beschränkt bleiben, wuchern Keloide nicht selten weit darüber hinaus. Beiden Narbentypen gemeinsam ist, dass sie die Betroffenen sehr belasten können – besonders, wenn sie sich im Gesicht, an den Händen oder anderen nicht durch Kleidung verdeckten Körperstellen abzeichnen, stark erhaben und gerötet sind. Gerade größere Narben neigen überdies zu Juckreiz sowie Schmerzen und schränken die Beweglichkeit oft spürbar ein.

KELO-COTE® macht Narben unauffälliger

KELO-COTE® flacht wulstige Narben ab, reduziert Rötungen und macht sie geschmeidiger. Wirksamer Bestandteil des Medizinprodukts ist ein hochreines, völlig geruchloses Silikon. Silikon hat sich seit Jahrzehnten bei der Vorbeugung und Behandlung von hypertrophen Narben und Keloiden bewährt.

Durch ein patentiertes Verfahren ist es gelungen, eine anwenderfreundliche Silikonverbindung herzustellen, die einen einzigartig vernetzten und dadurch besonders haltbaren Film auf der Haut bildet und auf allen Körperteilen (bis auf Schleimhäute) angewendet werden kann. Nach dem Auftragen von KELO-COTE® entwickelt sich ein feuchtes Milieu, das beste Voraussetzungen für eine ungestörte Wundheilung und Narbenbildung schafft. Zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen und Studien belegen die Wirksamkeit des Gels insbesondere bei frischen Narben: So kann die Ausbildung einer überschießenden Narbe nach Operationen gegenüber unbehandelten Patienten signifikant verringert werden. Aber auch ältere Narben können mit KELO-COTE® behandelt werden: Rötungen und Verdickungen können ebenso wie Juckreiz, Hautirritationen und Schmerzen reduziert werden – bei durchweg sehr guter Verträglichkeit des Produkts.

Sechs Produktvarianten ermöglichen eine bedarfsgerechte Anwendung

Tatsächlich ist KELO-COTE® so sanft und schonend, dass es auch für empfindliche Kinderhaut und Allergiker geeignet ist. Das Silikongel ist einfach anzuwenden und die Behandlung sollte umgehend beginnen, sobald sich der Wundschorf gelöst hat, die Fäden gezogen wurden oder sich auf Brandverletzungen eine neue Hautschicht gebildet hat.

Dann wird das transparente Gel zweimal täglich hauchdünn auf den Narbenbereich aufgetragen. Es trocknet innerhalb weniger Minuten, ist auch im Gesicht unsichtbar und kann überschminkt werden. Um bestmögliche Ergebnisse zu erzielen, empfiehlt sich bei einer frischen Narbe eine Be-

handlungsdauer von zwei bis drei Monaten – bei älteren hypertrophen Narben kann sich eine Verbesserung von Spannungsgefühl und Härtegrad einstellen.

Mit sechs unterschiedlichen Packungsgrößen und Darreichungsformen bietet KELO-COTE® ein breites Sortiment zur Behandlung unterschiedlichster Narben. Speziell für Körperpartien die der Sonne unmittelbar ausgesetzt sind, wie Gesicht, Hals und Hände gibt es KELO-COTE® UV, das Narben vor unerwünschten Verfärbungen durch Sonnenlicht schützt. Bei großflächigen oder berührungsempfindlichen Narben – zum Beispiel nach Verbrennungen – ist dagegen KELO-COTE® Spray das Produkt der Wahl. Allen Varianten gemeinsam: Sie sind sparsam in der Anwendung: Die 6-g-Tube KELO-COTE® reicht aus, um eine Vier-Zentimeter-Narbe zwei bis drei Monate zu behandeln.

KELO-COTE® Silikon-Narbengel in Kürze:

- patentiertes Silikongel zur Vorbeugung und Behandlung wulstiger Narben (hypertrophe Narben und Keloide)
- durch umfangreiche Studien nachgewiesene Wirksamkeit und Verträglichkeit
- schnell trocknend, unsichtbar, überschminkbar, geruchlos und hypoallergen
- für alle Körperpartien – einschließlich Gelenkbereiche – geeignet (außer Schleimhäute)
- in unterschiedlichen Darreichungsformen und Packungsgrößen erhältlich
- sehr ergiebig, gutes Preis-Leistungs-Verhältnis

KELO-COTE® Narbengel, Narbengel UV und Spray sind in Apotheken und ausgewählten dermatologischen Instituten erhältlich.

Alliance Pharmaceuticals GmbH c/o Regus

Silva Bicker,
Prinzenallee 7, 40549 Düsseldorf
Internet: www.kelo-cote.de.

3M™ Tegaderm™ Absorbent

Voller Durchblick in der akuten Wundversorgung - zuverlässig, komfortabel und wirtschaftlich

3M™ Tegaderm™ Absorbent von Fresenius Kabi Deutschland in Kooperation mit 3M ist eine hervorragende Versorgungslösung zur Behandlung von postoperativen Wunden, die einer kontinuierlichen Beobachtung ohne Verbandwechsel bedürfen. Dies kann durch herkömmliche feuchte Wundverbände oft nicht gewährleistet werden. Der Hydroaktivverband ist transparent und kann länger als sieben Tage – auch bis zum Fadenzug – auf der Wunde verbleiben und fördert durch sein spezielles Wirkprinzip den natürlichen Wundheilungsprozess. Dies bietet nicht nur Komfort und Sicherheit für den Patienten, sondern ist auch noch wirtschaftlich in der Anwendung.

Gerade nach operativen Eingriffen muss der Heilungsverlauf kontinuierlich im Auge behalten werden, um möglichen Komplikationen vorzubeugen. Gleichzeitig sollen unnötige Verbandwechsel und dadurch bedingte Hautreizungen vermieden werden. Der transparente Hy-

droaktivverband 3M Tegaderm Absorbent vereint die absorbierenden Eigenschaften der hydroaktiven Wundversorgung mit dem besonderen Vorteil der Transparenz. Somit wird eine kontinuierliche Wundkontrolle über einen Zeitraum von mehr als sieben Tagen, abweichend zu den meisten Wundverbänden am Markt ermöglicht, ohne die Wunde und das Budget zusätzlich zu belasten.

Zuverlässig und effektiv durch innovatives Wirkprinzip

Unterstützt wird der natürliche Wundheilungsprozess durch ein spezielles Wirkprinzip, welches für ein effektives Exsudatmanagement sorgt. Das Wundexsudat wird durch den auf der Wunde liegenden perforierten Tegadermfilm in die patentierte, transparente Acrylat-Polymerauflage im Inneren der Wundauflage absorbiert und über den äußeren, atmungsaktiven Tegadermfilm teilweise als Wasserdampf wieder abgegeben. Die Absorptionsfähigkeit der Wundauflage ist dabei sehr hoch. 3M Tegaderm Absorbent ist wasserdicht und schützt die Wunde vor äußeren Einflüssen, wie z.B. Bakterien und Viren.

Hoher Komfort bringt mehr Zufriedenheit

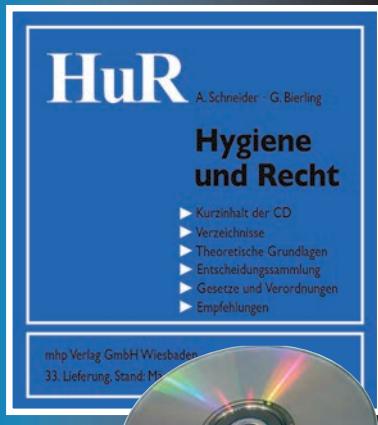
Der dünne und glatte Kleberand von 3M Tegaderm Absorbent sorgt für einen langen und zuverlässigen Halt der Wundauflage auf der Haut – selbst an schwierig zu versorgenden Körperstellen. Duschen ist für den Patienten problemlos möglich. Die lange Tragedauer spart somit nicht nur Zeit und Material, sondern unterstützt darüber hinaus die Compliance und die Zufriedenheit der Patienten.

Mit 3M Tegaderm Absorbent bietet Fresenius Kabi Deutschland und 3M eine erstattungsfähige Lösung zur Versorgung von wenig bis mäßig exsudierenden, oberflächlichen bis tiefen* akuten und chronischen Wunden.

Weiterführende Informationen finden Sie im Internet unter: www.fresenius-kabi.com/de/medizinprodukte/3M_Tegaderm_Absorbent_Wundversorgung.

3M Medica Hammfelddamm 11, 41453 Neuss. Internet: www.3MMedica.de

**Wissen,
worauf es ankommt!**



mhp

Hygiene und Recht – HuR

33. Lieferung, Stand März 2018 – jetzt vorbestellen

- 340 Gerichtsentscheidungen im Volltext mit Leitsätzen **PLUS**
- Juristische Grundlagen und Analysen der ständigen Rechtsprechung
- Rechtsvorschriften und Gesetze
- Einschlägige Empfehlungen und Leitlinien der KRINKO und der AWMF
- Schlichtungsfälle

Alles übersichtlich sortiert auf einer CD-ROM!

Bestellinformationen über

mhp Verlag GmbH, <https://shop.mhp-verlag.de/>
E-mail: info@mhp-verlag.de, Tel.: 0611-5059331

Schneider A., Bierling G. (Hrsg.)
Hygiene und Recht. Stand: 33. Lfg., März 2018
ISBN 978-3-88681-149-6
99,80 € CD-Komplettpreis, zzgl. Versandkosten



Neues Mode of Action-Video veranschaulicht Wirkweise von Tyrosur®

Antimikrobiell wirksam und wundheilungsfördernd: Für diese Eigenschaften steht Tyrosur® Wundheilgel seit den 1950er Jahren. Verantwortlich dafür ist einerseits der enthaltene Wirkstoff, das Antimikrobielle Peptid (AMP) Tyrothricin, andererseits das atmungsaktive Hydro-Gel, das die Grundlage des Wundpräparats bildet. Letzteres schafft das für den Heilungsprozess wichtige idealfeuchte Wundmilieu; Tyrothricin wiederum bekämpft die in der kleinen, oberflächlichen Blessur befindlichen Keime effektiv und nachhaltig. Das Zusammenspiel der beiden Bestandteile sowie ihre vorteilhaften Eigenschaften für den Prozess der Wundheilung stellt ein neues Mode of Action-Video von Engelhard Arzneimittel anschaulich dar.

Tyrosur® Wundheilgel überzeugt mit seiner Zusammensetzung – bestehend aus dem Antimikrobiellen Peptid (AMP) Tyrothricin, das in eine Hydro-Gel-Grundlage eingebettet ist – seit rund 60 Jahren in der Behandlung von kleinen, oberflächlichen, infizierten Wunden. Wie genau die beiden Bestandteile zusammenwirken und wie sie in der Folge den Wundheilungsprozess fördern, zeigt ein neues Mode of Action-Video.

Das Antimikrobielle Peptid Tyrothricin

Das Video veranschaulicht einerseits die spezifische Wirkweise des AMPs Tyrothricin, dem Wirkstoff in Tyrosur®. Das Antimikrobielle Peptid besteht zu ca. 20 bis 30 Prozent aus neutralen Gramicidinen und zu ca. 70 bis 80 Prozent aus basischen Tyrocidinen. Beide Komponenten sorgen durch einen Doppelangriff an der bakteriellen Zellmembran für eine gezielte und effektive Bekämpfung der Bakterien. Dabei bewirkt Tyrocidin über die Bildung von Kanälen in der Zellwand die Freisetzung essenzieller stickstoff- und phosphathaltiger Substanzen aus der Bakterienzelle, während Gramicidin für einen Kaliumaustritt aus der Zelle sowie einen erhöhten Natrium-Zustrom in die Zelle verantwortlich ist. Dieser gezielte Angriff von Tyrothricin gilt als einer der Gründe dafür, dass für den Wirkstoff bisher keine Resistenzen be-

kannt sind. Denn um Resistenzen zu entwickeln, müssten die Keime die Zusammensetzung der Zellmembran ändern. Dieser Prozess ist jedoch um einiges aufwendiger als die Mutation von Enzymen im Zellinneren, die den meisten Antibiotika als Angriffspunkt dienen. Und auch die Tatsache, dass die Mikroorganismen innerhalb weniger Minuten getötet werden, erschwert die Ausbildung von Resistenzen. Denn es gilt: Je kürzer die Wirkdauer einer antimikrobiellen Substanz – also die Zeit, bis die Bakterien abgetötet sind –, desto weniger Zeit hat die Bakterie, resistent zu werden.

Neben diesem gezielten Angriff gegen Bakterien schont Tyrothricin gleichzeitig körpereigenes, gesundes Gewebe – ein Vorteil, mit dem sich der Wirkstoff von Antiseptika unterscheidet, da es auf diese Weise nicht zu Wundheilungsstörungen kommt. Vielmehr zeigt der Wirkstoff sogar wundheilungsfördernde Eigenschaften und ist dabei sehr gut verträglich.

Grundlage der Wahl: Das Hydro-Gel

Darüber hinaus zeigt das Video die Vorteile einer Hydro-Gel-Grundlage auf. So sorgt der hohe Wassergehalt des Hydro-Gels für eine intensive Befeuchtung der Wunde und dank der luftdurchlässigen Galenik des Gels kann die Wunde dennoch weiter „atmen“. Das heißt, Sauerstoff gelangt zur Verletzung und Wasserdampf kann von ihr abtreten. Damit ist das Hydro-Gel fetthaltigen Salben deutlich überlegen, denn deren Einsatz kann einen Okklusionseffekt zur Folge haben, der den Gasaustausch behindert und die Ausbreitung von Infektionen fördern kann.

Ein Hydro-Gel unterstützt den Wundheilungsprozess zudem über alle drei Phasen hinweg: In der ersten Phase fördert es die Autolyse von schmierigen Belägen. In Phase zwei durchfeuchtet es das Granulationsgewebe und in der dritten Phase spendet es dann Feuchtigkeit, sodass sich die Epithelzellen ausreichend teilen können.

Mit diesen Eigenschaften entspricht das Hydro-Gel dem Prinzip der idealfeuchten Wundbehandlung, das von europäischen Experten empfohlen wird: Denn ein feuchtes Wundmilieu beschleunigt die Wundheilung und verhindert die Narbenbildung.

Antimikrobiell wirksam und wundheilungsfördernd

Tyrosur® Wundheilgel ermöglicht eine effektive sowie zuverlässige Behandlung bei kleinen, oberflächlichen, infizierten Verletzungen nach modernen Standards. Es hält die Wunde feucht, lässt sie atmen und beschleunigt die Wundheilung. Dabei ist das farblose Gel leicht und angenehm in der Anwendung und sehr gut verträglich. Es kann bei kleinen, oberflächlichen, infizierten Verletzungen in jeder Phase der Wundheilung und bei den verschiedensten Wundarten (offen, geschlossen, trocken, wenig nässend) eingesetzt werden. Tyrosur® ist für alle Altersklassen ab dem Säuglingsalter geeignet. Die Behandlung ist für Kinder bis 12 Jahre durch die Krankenkasse erstattungsfähig.

Engelhard Arzneimittel GmbH & Co. KG
Herzbergstr. 3, 61138 Niederdorfelden,
Internet: www.engelhard.de,
www.tyrosur.de

Dank Feedback der Anwender

Prontosan jetzt mit optimierter Verschlusskappe

Die B. Braun Melsungen AG hat die Verschlusskappe für die Prontosan Wundspülösungen und für Prontosan Wound Gel, das Hydrogel für die Reinigung, Befeuchtung und Dekontamination von Wunden und Verbrennungen, neu gestaltet. Die neue Verschlusskappe verfügt über einen sicheren, patentierten Verschluss, der einfach und schnell zu öffnen und auslaufsicher ist. Für den Anwender ist sofort ersichtlich, ob die Flasche bereits geöffnet wurde.

Im Dialog mit Anwendern hatte sich gezeigt, dass es beim Öffnen der Prontosan-Behältnisse vereinzelt zu Missverständnissen kam. Einzelne Anwender hatten die Spitze der Ausgusstülle mit einer Schere zum Öffnen der Flasche abgeschnitten. Das führte dazu, dass die Flaschen nicht wiederver verschließbar und nicht mehr vollständig dicht waren.

Eine Anleitung zum Umgang mit der neuen Verschlusskappe finden Sie auf der Webseite von BBraun.

B. Braun Melsungen AG

Carl-Braun-Str. 1, D-34212 Melsungen
Internet: www.bbraun.de

Impressum

Verlag

mhp Verlag GmbH, Kreuzberger Ring 46
65205 Wiesbaden
Fon +49 (0)611 50593-31, Fax: -79
info@mhp-verlag.de, www.mhp-verlag.de

Redaktion

Dr. Barbara Springer, Anschrift s. o.
Fon: (0611) 50593-35, Fax: -79
wm@mhp-verlag.de

V.i.S.d.P.

Detlef Koenig, Geschäftsführer,
Anschrift wie Verlag

Anzeigenverwaltung

Walter Bockemühl, Anschrift s. o.
Fon: +49 (0)611 50593-32, Fax: -79
anzeigen@mhp-verlag.de



Es gilt die Anzeigenpreisliste
Nr. 12

Layout

Gute Botschafter GmbH,
45721 Haltern am See

Druck

Laub GmbH & Co KG, 74834 Elztal-Dallau

Erscheinungsweise

zweimonatlich

Jahresabonnement:

€ 51,90, Einzelheft: € 14,- (jeweils inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten).
E-Paper: € 51,90 (inkl. MwSt.).
Kombination Print + E-Paper: € 64,88 (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 Berlin Brandenburg e.V., Wundnetz Kiel e.V., Wundzentrum Hamburg e.V., Wundzentrum Nord e.V.

Organ

Die Zeitschrift Wundmanagement ist das offizielle Mitteilungsorgan der Initiative Chronische Wunden e.V. (ICW), der Österreichischen Gesellschaft für Wundbehandlung (AWA), der Schweizerischen Gesellschaft für Wundbehandlung (SAfW), des Wundnetzes Berlin Brandenburg e.V., des Wundnetzes Kiel e.V., des Wundzentrums Hamburg e.V. und des Wundzentrums Nord e.V.

Wichtige Hinweise

Alle Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urhebergesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Verlages. Alle Rechte, auch die der auszugsweisen 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 dürfen.

Haftung

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen 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 Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann nicht übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom Absender im Einzelfall anhand anderer 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
Veronika Gerber, Spelle

Editorial Board

Bernd Assenheimer, Tübingen
Prof. Dr. Matthias Augustin, Hamburg
Zeyneb Babadagi, Duisburg
Thomas Bonkowski, Regensburg
Anke Bültmann, Hamburg
Prof. Dr. C. Can Cedi, Bremen
Dr. med. Holger Diener, Hamburg
Prof. Dr. Joachim Dissemond, Essen
Dr. med. Markus Duft, Wien (A)
Madeleine Gerber, Bergisch-Gladbach
Dr. Heinz-Dieter Hoppe, Quedlinburg
Dr. Thomas Karl, Friedrichshall
Sonja Koller, Melk (A)
Dr. Jan Kottner, Berlin
Dr. Severin Läuchli, Zürich (CH)
Dr. Karl-Christian Münter, Hamburg
Dr. Thomas R. Neubert, Marburg
Christina Puff, Regensburg
Prof. Dr. Sebastian Probst, Genf (CH)
Kerstin Protz, Hamburg
PD Dr. Gunnar Riepe, Boppard
Dr. med. Alexander Risse, Dortmund
Claudia Schwarzkopf, Aura
PD Dr. Andreas Schwarzkopf, Aura
Prof. Dr. Ewa Stürmer, Witten-Herdecke
Barbara Temme, Berlin
Dr. Wolfgang Tigges, Hamburg
Doris von Siebenthal, MSc, Baden (CH)
Dr. Ralf Weise, Friesoythe
Prof. Dr. Doris Wilborn, Berlin



Ja ich abonniere die Zeitschrift „Wundmanagement“

- Printversion** zum Preis von 51,90 EUR (inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten)
 E-Paper zum Preis von 51,90 EUR (inkl. MwSt.)
 Kombiversion (Print + E-Paper) zum Preis von 64,88 EUR (zzgl. Versand)
 Einzelheft (zum Preis von 14,00 EUR (zuzgl. Versand)



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 50593-79**

- Ich bezahle nach Rechnungserhalt

- Bitte buchen Sie den Rechnungsbetrag von folgendem Konto ab:

Geldinstitut: _____

IBAN: _____

Unterschrift: _____

Absenderangaben

Titel, Name, Vorname: _____

Straße, Hausnummer: _____

PLZ, Ort: _____

E-Mailadresse: _____

Stempel, Unterschrift und Datum: _____

Weniger ist weniger.

Weniger Verbandwechsel, weniger Bakterien,
weniger Behandlungskosten.

ÜBERZEUGEN
SIE SICH
SELBST!



Mepilex® Border Flex

Eine Innovation in 5 Schichten. Die neue Flex-Cut Technologie passt sich optimal an, haftet sicher und bietet eine Tragedauer von bis zu 7 Tagen. Bakterien und Exsudat werden sicher aufgenommen.

Betrachten Sie Mepilex® Border Flex genauer. Spüren Sie die Flexibilität. Testen Sie Safetac® auf Ihrer Haut. Kontaktieren Sie uns am besten noch heute und erfahren Sie mehr über die vielen Vorteile, welche die Flex-Cut Technologie Ihnen und Ihrem Team bieten kann.



Jetzt kostenlos Muster anfordern unter www.molnlycke.de/flex

Mölnlycke Health Care GmbH, Grafenberger Allee 297, 40237 Düsseldorf, Deutschland. Tel: +49 (0) 211 920 88 0
Mölnlycke, Safetac sowie Mepilex® Border Flex sowie die entsprechenden Logos sind weltweit eingetragene Marken eines oder mehrerer Mitglieder der Mölnlycke Health Care Unternehmensgruppe. © 2018 Mölnlycke Health Care AB. Alle Rechte vorbehalten.