



# Wirksame Spüllösung und Gel zur Förderung der Wundheilung

Die klinischen Vorteile von  
Granudacyn

Ein informatives Dokument in Zusammenarbeit mit

# Inhalt

Case for wound cleansing - Grundlagen der Wundreinigung: <i>Axel Kramer</i>	S3
Wundreinigung: die Vorteile von hypochloriger Säure: <i>Joachim Dissemond</i>	S4
Granudacyn Wundspüllösung und Wundgel	S9
Fallstudien	S10
Postoperative Amputationswunde an diabetischem Fuß: <i>Domagoj Cuzic und Maja Lenkovic</i>	S10
Nicht heilende Operationswunde mit freiliegendem Knochen: <i>Joachim Dissemond</i>	S11
Infizierte Herzschrittmachertasche: <i>Martin Oberhoffer</i>	S13
Nekrotisierende Fasziiitis: <i>Peter Kurz</i>	S14
Diabetisches Fußulcus mit unterminiert verbundenen Arealen: <i>Peter Kurz</i>	S15
Diabetisches Fußulcus: <i>Peter Kurz</i>	S17
Operationswunde mit Dehiszenz: <i>Ibby Younis</i>	S18

---

## Interessenerklärung.

Axel Kramer, Joachim Dissemond und Ibby Younis arbeiten als Fachberater für Mölnlycke Health Care. Domagoj Cuzic, Peter Kurz und Martin Oberhoffer haben keine Interessen zu erklären.

Veröffentlicht von: MA Healthcare Ltd, St Jude's Church, Dulwich Road, London, SE24 OPB, Vereinigtes Königreich  
Tel.: +44 (0)20 7501 6726. Website: [www.markallengroup.com](http://www.markallengroup.com)

© MA Healthcare Ltd 2020

Alle Rechte vorbehalten. Die Vervielfältigung, Weitergabe oder Kopie dieses Dokuments darf nur mit schriftlicher Genehmigung erfolgen. Kein Teil dieses Dokuments darf ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von MA Healthcare Ltd. bzw. im Einklang mit der geltenden Urheberrechtsgesetzgebung in irgendeiner Form - sei es mechanisch, elektronisch, als Fotokopie, Aufnahme oder anderweitig - vervielfältigt, in einem Abrufsystem gespeichert oder weitergegeben werden.

Obwohl der Herausgeber MA Healthcare Ltd and Mölnlycke Health Care großen Wert auf die Genauigkeit dieses Dokuments gelegt hat, übernehmen MA Healthcare Ltd. und Mölnlycke keine Haftung für Fehler, Auslassungen oder Ungenauigkeiten in diesem Dokument.

**Hauptgeschäftsführer:** Anthony Kerr ([Anthony.Kerr@markallengroup.com](mailto:Anthony.Kerr@markallengroup.com))

**Verlegerin, medizinische Beraterin und Herausgeberin:** Tracy Cowan

**Leitende Projektmanagerin:** Camila Fronzo

**Projektmanagerin:** Mercedes Arrieta

**Design:** Fonthill



# Case for wound cleansing - Grundlagen der Wundreinigung

**Prof. Dr. med. Axel Kramer, Facharzt für klinische Mikrobiologie und Infektionskontrolle, Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Greifswald, Deutschland**

Das Akronym M.O.I.S.T. (Moisture Balance, Oxygen Balance, Infection Control, Support und Tissue Management, dt. Exsudatmanagement, Sauerstoffbalance, Infektionskontrolle, Unterstützung des Heilungsprozesses und Gewebemanagement) ist ein aktuelles Konzept für die Wundheilung, das die lokale Behandlung von Wunden verbessern und gegen Faktoren vorgehen soll, die die gewünschten klinischen Ergebnisse beeinträchtigen können.<sup>1</sup>

Es wird weithin anerkannt, dass das Vorhandensein von devitalisiertem Gewebe, wie etwa von nekrotischem Gewebe und Beläge, die Wundheilung verzögern kann.<sup>2</sup> Darüber hinaus kann sich devitalisiertes Gewebe zu einem Infektionsherd entwickeln, der in sich selbst die Heilung behindern kann.<sup>3</sup> Aus diesem Grund stellen Behandlungen zum Vorgehen gegen diese der Wundheilung im Weg stehenden Barrieren einen wichtigen Bestandteil des medizinischen Arsenalen dar.

Eine dieser essentiellen Behandlungen ist die Wundreinigung, ein Vorgang, bei dem locker haftende Zelltrümmer und Mikroorganismen mechanisch aus dem Wundbett entfernt werden, in der Regel unter Verwendung einer Flüssigkeit. Die Wundreinigung wird oft in Verbindung mit einem Wund-Débridement durchgeführt. Durch diese Behandlung soll sowohl devitalisiertes Gewebe entfernt werden, das nicht durch Flüssigkeiten entfernt werden kann,<sup>5</sup> als auch Biofilm bekämpft werden.<sup>6</sup> Zu den weiteren festgestellten Vorteilen der Wundreinigung gehören die verbesserte Visualisierung des Wundbetts und der Wundränder, die Entfernung von organischem und anorganischem Material sowie von überschüssigem Exsudat, sowie ein gesteigertes Sauberkeitsgefühl des Patienten.<sup>7</sup>

Obwohl möglicherweise alle Wunden von einer Wundreinigung profitieren, ist diese Behandlungsmethode von besonderem Wert für Wunden, die:

- klinische Anzeichen einer Infektion aufweisen
- Beläge enthalten
- mit Fäkalien verunreinigt sind
- Zelltrümmer enthalten<sup>8</sup>

In der Vergangenheit wurden Wunden vor allem mit steriler physiologischer (0,9%-iger) Kochsalzlösung, Ringerlösung und Leitungswasser gereinigt. Die Methoden unterschieden sich dabei zwischen geografischen Regionen. In Deutschland z. B. wird Leitungswasser nicht für die Wundreinigung empfohlen, es sei denn, die Anwendung erfolgt durch einen sterilen Filter.

In der jüngeren Vergangenheit scheint im Hinblick auf die Reinigung von Wunden mit einer höheren Keimbelastung, einschließlich Biofilm, das Interesse an der Verwendung von Lösungen, die ein Antiseptikum enthalten, gestiegen zu sein. Diese Entwicklung könnte mit laufenden Initiativen zur Reduzierung des Einsatzes von systemisch angewandten Antibiotika, aufgrund der Bedenken zur Resistenz gegen diese, einhergehen.<sup>8,9</sup>

Gleichwohl ist es wichtig, dass Wunden bei Bedarf mit topischen Antiseptika behandelt werden, wie in der jüngsten Veröffentlichung des Konsens zu diesem Thema betont wird (Kasten 1).<sup>10</sup>

In der Literatur werden zahlreiche verschiedene Arten von wundreinigenden Flüssigkeiten beschrieben, u. a. isotonische Lösungen (sterile physiologische (0,9%-ige) Kochsalzlösung) und hypotone Lösungen (steriles und trinkbares Leitungswasser).

## Kasten 1. Aussagen aus den aktualisierten Konsensusleitlinien zur Wundantiseptik<sup>10</sup>

„Bei einer lokal begrenzten Wundinfektion und -kolonisation ist die lokale Anwendung von Antibiotika zu vermeiden, nicht nur aufgrund der Förderung einer Resistenzentwicklung, sondern auch aufgrund ihrer mikrobiostatischen Wirksamkeit und den schwer einstellbaren Konzentrationen. Eine systemische Eskalation der Infektion, wie etwa positive Blutkulturen, müssen bei Bedarf mit systemisch angewandten Antibiotika in Verbindung mit topischen Antiseptika behandelt werden.“

„Eine infizierte oder kritisch kolonisierte Wunde muss mikrobiologisch saniert werden, um vollständig zu heilen. Es muss bestimmt werden, ob die topische Anwendung von Antiseptika ausreichend ist oder ob aufgrund einer septischen Ausbreitung eine systemische Antibiose erforderlich ist. Wenn das Risiko einer Wundinfektion besteht, können Antiseptika das Auftreten einer Infektion verhindern.“

„Die Verwendung von Antiseptika zur Prophylaxe oder für therapeutische Indikationen bei der Wundbehandlung ist möglich, um die folgenden Zielsetzungen zu erreichen:

- Vorbeugung der Infektion akuter Wunden, z. B. traumatischer Wunden, Biss- oder Schusswunden
- Verhinderung postoperativer Wundinfektionen (Surgical Site Infections, SSI)
- Dekolonisation bei Wundkolonisation mit MDRO
- Behandlung klinisch manifester Wundinfektionen, einschließlich sog. kritischer Kolonisation
- Vorbereitung zum Débridement oder zur Wundreinigung chronischer Wunden in ambulanten Einrichtungen\*\*

[MDRO = multiresistente Organismen]

\*Damit dies nicht übersehen wird.

Für die Wundreinigung und -spülung wird darüber hinaus eine Vielzahl von topischen Antiseptika verwendet (Chlorhexidin, Cetrimid, Octenidindihydrochlorid, Polyhexamethylenbiguanid (PHMB), Povidon-Iod und hypochlorige Säure/Natriumhypochlorit).<sup>11</sup>

Bei der Wahl einer Wundreinigungslösung sollten die folgenden Kriterien beachtet werden:

- Wundart
- Infektionsrisiko,<sup>12</sup> wiederkehrende Infektion oder aktuelle Infektion<sup>13</sup>
- Notwendigkeit einer Lösung mit niedriger Zytotoxizität (d. h. nicht hoch genug, um gesunde Zellen zu schädigen)
- einfache Handhabung und gute Verfügbarkeit
- Klinische Wirksamkeit
- Wirtschaftlichkeit<sup>7</sup>

Mit diesen Kriterien im Blick befasst sich dieses Dokument mit der Granudacyn Spüllösung und dem Granudacyn Wundgel (Mölnlycke Health Care, Göteborg, Schweden) für das Reinigen, Befeuchten und Spülen von akuten und chronischen Wunden.

Die Granudacyn Wundspüllösung ist eine pH-neutrale, hypotone Wundspüllösung. Das Granudacyn Wundgel ist ein amorphes Gel. Beide Produkte enthalten in ihren Formulierungen die Konservierungsmittel Natriumhypochlorit (NaOCl) und hypochlorige Säure (HOCl).

Der nächste Artikel in diesem Dokument befasst sich mit der veröffentlichten Literatur zur Verwendung von Wundspül-/reinigungslösungen mit HOCl. Im Anschluss folgt ein kurzer Abschnitt, in dem die Zusammensetzung und der Wirkungsmechanismus der Granudacyn Wundspüllösung und des Granudacyn Wundgels beschrieben werden. Schließlich werden eine Reihe von Fallstudien präsentiert, in denen die Verwendung dieser Produkte für schwierige Wunden beschrieben wird.

## Quellen

- Dissemond, J., Assenheimer, B., Engels, P. et al. (2017). M.O.I.S.T.: a concept for the topical treatment of chronic wounds. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 15, 443-5, unter <https://doi.org/10.1111/ddg.13215>.
- Dowsett, C. & von Hallern, B. (2017). The triangle of wound assessment: a holistic framework from wound assessment to management goals and treatments. *Wounds International*, 8(4), 34-9.
- White, R. & Cutting, C. (2008). Critical colonisation of chronic wounds: microbial mechanisms. *Wounds UK*, 4(1), 70-8.
- Thomas Hess, C. (2011). Checklist for factors affecting wound healing. *Advances in Skin & Wound Care*, 24, 192, unter <https://doi.org/10.1097/01.ASW.0000396300.04173.ec>.
- Strohal, R., Dissemond, J., O'Brien, J. J. et al. (2013). EWMA Document: debridement. *Journal of Wound Care*, 22 (Zusatz 1), 1-52.
- International Wound Infection Institute (IWII) (2016). Wound infection in clinical practice. *Wounds International*, unter <https://tinyurl.com/y2fyt7ga> (abgerufen am 21. August 2020).
- Weir, D. & Swanson, T. (2019). Ten top tips: wound cleansing. *Wounds International*, 10(4), 8-11.
- Brown, A. (2018). When is wound cleansing necessary and what solution should be used? *Nursing Times*, 114(9), 42-5, unter <https://tinyurl.com/y4zjhyp> (abgerufen am 21. August 2020).
- Lipsky, B. A., Dryden, M., Gottrup, F. et al. (2016). Antimicrobial stewardship in wound care: a position paper from the British society for antimicrobial chemotherapy and European Wound Management Association. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 71, 3026-35, unter <https://doi.org/10.1093/jac/dkw287>.
- Kramer, A., Dissemond, J., Kim, S. et al. (2018). Consensus on wound antisepsis: Update 2018. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31, 28-58, unter <https://doi.org/10.1159/000481545>.
- World Union of Wound Healing Societies (WUWHS) (2017). Position document: management of biofilm, unter <https://tinyurl.com/y5alodxv> (abgerufen am 14. September 2020).
- Dissemond, J., Assadian, O., Gerber, V. et al. (2011). Classification of wounds at risk and their antimicrobial treatment with polihexanide: a practice-oriented expert recommendation. *SPP*, 24, 245-55, unter <https://doi.org/10.1159/000327210>.
- Dissemond, J., Gerber, V., Lobmann, R. et al. (2019). TILI (Therapeutischer Index für Lokale Infektionen) - ein neuer Score für die Diagnostik lokaler Wundinfektionen. *Wundmanagement*, 13, 283-7.

# Wundreinigung: die Vorteile von hypochloriger Säure

**Prof. Dr. med. Joachim Dissemond, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Essen, Deutschland**

**Die Wundreinigung bietet die Möglichkeit, Krankheitserreger aus dem Wundbett zu entfernen und dadurch eine Erhöhung der Keimbelastung und eine verzögerte Heilung zu verhindern. In diesem Artikel wird die festgestellte Wirksamkeit von Wundreinigungslösungen mit hypochloriger Säure beschrieben.**

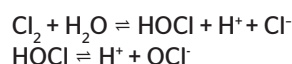
**H**ypochlorige Säure (HOCl) ist ein wirksames Oxidationsmittel, das - abhängig von Dosis und Konzentration - mehrere zelluläre Bestandteile von Mikroorganismen, darunter Proteine, Lipide und Nukleotide, gleichzeitig schädigen kann.<sup>1</sup> Es kann diese Bestandteile selbst in geringen Konzentrationen innerhalb von Millisekunden abtöten und das Wachstum und die Zellteilung von Bakterien und Pilzen somit rasch und selektiv hemmen.<sup>2-4</sup>

HOCl wurde während des ersten Weltkriegs als Behandlungsmittel für Wundinfektionen eingeführt und hat somit eine lange Geschichte der Wundversorgung. In jüngerer Zeit ist das Interesse an der Verwendung von hypochloriger Säure als Wundreinigungslösung erneut gewachsen.<sup>5</sup> In diesem Artikel

werden die Biochemie von HOCl beschrieben sowie die Nachweise für ihre Wirksamkeit beleuchtet.

## Biochemie

Bei der Auflösung von Chlor in Wasser entsteht eine schwache Säure (HOCl), die in einer weiteren Reaktion dissoziiert (in kleinere Moleküle gespalten) kann und das Hypochlorit-Ion bildet (OCl<sup>-</sup>). Diese Gleichgewichtsreaktionen sind abhängig vom pH-Wert.



Cl<sub>2</sub> = Chlor, H<sup>+</sup> = Wasserstoffion, H<sub>2</sub>O = Wasser,  
HOCl = hypochlorige Säure, OCl<sup>-</sup> = Hypochlorit-Ion

Die mikrobizide Aktivität einer Chlorlösung wird größtenteils nicht dissoziierter HOCl zugeschrieben. Wenn sich der pH-Wert der Lösung jedoch erhöht, nimmt die mikrobizide Aktivität ab. Dies entspricht der Umwandlung von nicht dissoziierter HOCl in OCl<sup>-</sup>. Bei einem pH-Wert von 4-6 ist HOCl die vorherrschende Spezies. Wenn sich der pH-Wert erhöht, bildet sich OCl<sup>-</sup>, und bei einem physiologischen pH-Wert (etwa 7,4) sind HOCl und OCl<sup>-</sup> in ungefähr gleichen äquimolaren Mengen vorhanden.<sup>6</sup>

## Wirkungsmechanismus

### Antimikrobielle Eigenschaften

HOCl ist ein natürlich vorkommendes bakterizides Mittel, das während des angeborenen Immunvorgangs des Körpers gebildet wird. Sie wird beim oxidativen Burst durch das Enzym Myeloperoxidase (MPO) aus Wasserstoffperoxid (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) als endogene Substanz freigesetzt (MPO werden durch Neutrophile freigesetzt; beim oxidativen Burst, auch als respiratorischer Burst bezeichnet, werden reaktive Sauerstoffspezies (ROS) freigesetzt, die Krankheitserreger abtöten).

Das starke oxidierende Potenzial von HOCl resultiert in ihrer Reaktion mit vielen mikrobiellen Molekülen, insbesondere den an Wachstum und Zellteilung beteiligten, wodurch es zu einer Abtötung von Bakterien und Pilzen kommt.<sup>4</sup> Darüber hinaus wird angenommen, dass die Modifizierung von mikrobiellen Zellwandproteinen durch HOCl eine Rolle bei der durch HOCl verursachten Zellyse spielt.<sup>7</sup>

### Anti-Biofilm-Wirkung

*In-vitro*-Studien haben gezeigt, dass HOCl gegenüber bakteriellen und pilzartigen Biofilmkolonien eine mikrobizide Wirkung zeigt und die extrazelluläre Polysaccharidmatrix des Biofilms aufbrechen kann.<sup>2, 8, 9</sup>

Biofilm wird häufig mit medizinischen Verfahren unter der Einbeziehung von Medizinprodukten und Prothesen, Krankheiten wie chronischer Sinusitis und Mukoviszidose sowie Infektionen in schwer heilenden Wunden in Verbindung gebracht.<sup>10</sup> Tatsächlich wird vermutet, dass Biofilm ein zentraler Faktor bei der verzögerten Heilung vieler schwer heilender Wunden ist.<sup>11</sup> In einem vor kurzem veröffentlichten Konsensuspapier wurde erklärt: „Bei der Wund- und Narbenversorgung zeigt topisch stabilisiertes HOCl starke mikrobizide und Anti-Biofilm-Eigenschaften, die von der Eigenschaft einer Wundheilungsförderung ergänzt werden. Sie kann Medizinern möglicherweise eine Alternative zu weniger vorteilhaften Wundversorgungsmaßnahmen bieten.“<sup>12</sup>

### Entzündungshemmende Eigenschaften

Neben ihrer mikrobiziden Aktivität besitzt HOCl auch entzündungshemmende und immunmodulatorische Eigenschaften. In Laboruntersuchungen wurde die folgenden Eigenschaften von HOCl nachgewiesen:

- Minderung der Aktivität von Histamin, neutrophil-erzeugten Leukotrienen (LTB<sub>4</sub>) und Interleukinen (IL-2 und IL-6)
- Herunterregulieren von Matrix-Metalloproteinasen (z. B. MMP-7 und Kollagenasen)
- Verringerung der Degranulation von Mastzellen und der Freisetzung von Zytokin (induziert durch Immunglobulin E)
- Induzierung günstiger Auswirkungen auf die Migration von Keratinozyten und Fibroblasten<sup>13</sup>

### Schutz menschlicher Zellen vor den Auswirkungen hypochloriger Säure

Hervorzuheben ist, dass Taurin – die häufigste freie Aminosäure im menschlichen Körper, die in besonders hohen Konzentrationen in Entzündungszellen wie Neutrophilen vorkommt – als Scavenger-Molekül agiert und HOCl angreift. Auf diese Weise schützt Taurin menschliche Zellen vor Schäden durch HOCl.<sup>6, 14</sup>

### Rezepturen mit hypochloriger Säure für das klinische Umfeld

Technologiefortschritte im Bereich der elektrochemischen Aktivierungsprozesse unter Verwendung von Salz wie Natriumchlorid (NaCl) und Wasser haben zur Herstellung von stabilen elektrochemisch aktivierten Lösungen (ECAS) mit HOCl geführt, die eine hohe Gewebeverträglichkeit aufweisen<sup>15</sup> und keine zytotoxische Wirkung auf menschliche Zellen haben.<sup>16</sup> Diese HOCl-Lösungen haben im klinischen Umfeld mehrere Indikationen.

## Die Anwendung hypochloriger Säure in der Wundversorgung

Lösungen mit HOCl agieren als mechanische Reinigungslösungen zur Entfernung von Zelltrümmern und Mikroorganismen aus verschiedenen Wundarten:

- diabetische Fußulcera (DFUs), Beinulcera, Dekubitus,<sup>17-22</sup> von denen viele schwer heilend sein können
- akute Wunden wie Verbrennungen, Hauttransplantate,<sup>23</sup> Verletzungen am Weichteilgewebe<sup>25</sup> und Operationswunden<sup>18, 24, 26, 27</sup>

Infizierte Wunden können mit diesen Reinigungslösungen behandelt werden, um eine Reduzierung der Keimbelastung und somit der Verwendung von systemisch angewandten Antibiotika zu unterstützen.<sup>28</sup> Sie können zudem während Operationen zur Spülung der Eingriffsstelle verwendet werden, um das Risiko postoperativer Wundinfektionen (SSI) zu verhindern.<sup>18, 24, 26, 27</sup> Darüber hinaus können HOCl-Lösungen auch zur Instillation bei der Unterdrucktherapie (Negative Pressure Wound Therapy, NPWT) Anwendung finden.<sup>29, 30, 31</sup>

Spüllösungen mit HOCl können in Körperhöhlen wie Mund, Nase, Ohr<sup>32, 33</sup> und Auge<sup>34</sup> verwendet werden. Forschungen haben zudem ergeben, dass sich HOCl-Lösungen aufgrund ihrer wirkungsvollen antimikrobiellen Eigenschaften und entzündungshemmenden Wirkung<sup>35</sup> möglicherweise für den Einsatz in der Wund- und Narbenversorgung<sup>12</sup> sowie zur Behandlung von entzündlichen Hautkrankheiten wie atopischer Dermatitis<sup>13, 36</sup> eignen.

## Klinische Wirksamkeit in der Wundversorgung

Eine Literaturrecherche identifizierte 11 veröffentlichte randomisierte kontrollierte Studien (RCT), in der die Verwendung von mehreren ECAS mit HOCl zur Behandlung von Hauttransplantaten, DFUs, Operationswunden und traumatischen Wunden bewertet wurde. In Tabelle 1 wird ein kurzer Überblick über jede RCT geboten.

Das unterschiedliche Design der Studien und die geringe Erhebungsgrundlage einiger Studien beschränken die Verallgemeinerbarkeit der Ergebnisse. Dennoch fällt auf, dass die Verwendung von Spüllösungen mit HOCl in allen 11 RCT mit positiven Wundheilungsergebnissen in Verbindung gebracht wurde. In mehreren Studien wurden eine deutlich reduzierte bakterielle Keimbelastung, eine Verbesserung der klinischen Anzeichen einer Wundinfektion und eine Beschleunigung der Heilung der mit HOCl gespülten Wunden festgestellt. Andere Studien berichteten zudem über eine Verbesserung des Wundgeruchs und der Wundschmerzen sowie eine Verkürzung der Krankenhausaufenthalte und Verringerung der entstandenen Kosten.

## Schlussfolgerung

Die Verwendung von Lösungen mit HOCl hat eine positive Wirkung auf verschiedene Aspekte der Wundheilung. Sie stellen eine einfache und sichere Behandlungsmethode für verschiedene Wundarten dar. Es sollte jedoch angemerkt werden, dass die Behandlung langfristig nur dann erfolgreich sein kann, wenn die Ursachen der Wundheilungsstörung festgestellt und nach Möglichkeit behandelt werden. Eine zeitgemäße und phasengerechte Behandlung, die die Verwendung von HOCl einbezieht, kann dies hilfreich unterstützen.

**Tabelle 1. Details zu den randomisierten kontrollierten Studien, in denen Wundspüllösungen mit HOCl verwendet wurden**

Quelle	Wundursache	Interventionsgruppe(n)	Kontrollgruppe	Ergebnisse
Foster et al. <sup>23</sup>	Hauttransplantate	HOCl-Lösung (n = 11), (10 % KOF verbrannt)	5%-ige Mafenidacetat-Lösung (n=8) (6,5 % KOF verbrannt)	Nachweis einer vergleichbaren Wirksamkeit (Wundstatus 14 Tage nach der Transplantation) und Sicherheit in der Interventions- und Kontrollgruppe. Deutliche geringere Kosten in der Interventionsgruppe: Kosteneinsparungen von über 406 USD pro Patient (unter Berücksichtigung der Wundgröße und verwendeten Lösungsmenge).
Sridhar und Nanjappa <sup>17</sup>	Ulcera der unteren Extremitäten (traumatisch, DFU, VLU)	HOCl (SOS) (n = 34)	PVI (n = 34)	Deutlich größere Reduzierung der Anzeichen einer Inflammation, Verbesserung der mikrobiologischen Belastung, Schmerzlinderung und Beschleunigung der Heilung in der Interventionsgruppe an Tag 9: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reduzierung der Wundgröße: 49 % (HOCl) vs. 28 % (PVI) (p = 0,02)</li> <li>■ Reduzierung des mikrobiellen Wachstums: 52 % (HOCl) vs. 24 % (PVI) (p = 0,04)</li> <li>■ Reduzierung von Erythemen/Ödemen in der Wundumgebung: 91 % (HOCl) vs. 70,5 % (PVI) (p = 0,031)</li> <li>■ Zunahme des Granulationsgewebes: 100 % (HOCl) vs. 79,4 % (PVI) (p = 0,005)</li> <li>■ Zunahme der Epithelisierung: 70,5 % (HOCl) vs. 41 % (PVI) (p = 0,015)</li> </ul>
Ragab und Kamal <sup>28</sup>	Infizierte DFUs	HOCl-Lösung (n = 30)	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + PVI (n = 30)	Deutlich größere Reduzierung von Infektionen in der Interventionsgruppe, d. h. infektionsfrei an: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tag 10: 70 % (HOCl) vs. 3,3 % (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + PVI)</li> <li>■ Tag 15: 100 % (HOCl) vs. 13,3 % (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + PVI)</li> <li>■ Tag 30: 53,3 % (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + PVI)</li> </ul> Abtötung der Spezies Candida, Proteus und Klebsiella Spezies durch HOCl innerhalb von 15 Tagen, der Spezies Pseudomonas nach 20 Tagen und von MRSA nach 25 Tagen. H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + PVI töteten nach 30 Tagen keinen der Mikroorganismen ab.
Hiebert und Robson <sup>18</sup>	Infizierte chronische Wunden (Dekubitus, VLU, OP-Wunden, DFU)	HOCl-Lösung + UD (n = 9)	Kochsalzlösung + UD (n = 8)	Vergleichbare Reduzierung der bakteriellen Keimbelastung (vier bis sechs logarithmische Einheiten) unmittelbar nach der Spülung und dem Débridement in beiden Gruppen. Deutlich größere Reduzierung der bakteriellen Keimbelastung nach Tag 7 (Zeitpunkt des definitiven Wundverschlusses) in der Interventionsgruppe (p < 0,05): <ul style="list-style-type: none"> <li>■ HOCl + UD: 10<sup>2</sup> log oder weniger</li> <li>■ Kochsalzlösung + UD: 10<sup>5</sup> log</li> </ul> Geringere Rate des postoperativen Scheiterns des Wundverschlusses in der Interventionsgruppe: 25 % (HOCl + UD) vs. > 80 % (Kochsalzlösung + UD)
Mekkawy und Kamal <sup>37</sup>	Septische traumatische Wunden	HOCl (0,5 % NaCl und 51,5 % HCl) (n = 30)	PVI (n = 30)	Deutlich größere Reduzierung der bakteriellen Belastung, Verbesserung des Wundzustandes und Linderung der Schmerzen und des Wundgeruchs in der Interventionsgruppe nach zwei Wochen: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Reduzierung der bakteriellen Belastung: 90 % (HOCl) vs. 0 % (PVI) (p &lt; 0,00001)</li> <li>■ Anteil der Wunden mit serösem Exsudat: 100 % (HOCl) vs. 10 % (PVI) (p = 0,004)</li> <li>■ Anteil der Wunden mit wenig Exsudat: 100 % (HOCl) vs. 30 % (PVI) (p = 0,005)</li> <li>■ Ausbleiben von Wundgeruch: 100 % (HOCl) vs. 13 % (PVI) (p = 0,001)</li> <li>■ Ausbleiben von Wundschmerzen: 100 % (HOCl) vs. 17 % (PVI) (p = 0,004)</li> </ul>

Garg et al. <sup>26</sup>	Peritoneale Laparotomie	HOCl (SOS) + Kochsalzlösung (n = 50)	Kochsalzlösung (n = 50)	<p>Deutlich wirksamere Spülung der Peritonealhöhle während der Laparotomie in der Interventionsgruppe in Bezug auf die Reduzierung des Auftretens von postoperativen Komplikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Auftreten von SSI: 14 % (HOCl + Kochsalzlösung) vs. 40 % (Kochsalzlösung) (p = 0,0034)</li> <li>■ Auftreten von Dehiszenzen mit Platzbauch: 4 % (HOCl + Kochsalzlösung) vs. 16 % (Kochsalzlösung) (p = 0,025)</li> </ul>
Landsman et al. <sup>19</sup>	Leicht infizierte DFUs	HOCl-Lösung (n = 21), HOCl-Lösung + AB (n = 25)	Kochsalzlösung + AB (n = 21)	<p>Höhere klinische Erfolgsrate (Heilung oder Verbesserung), basierend auf den klinischen Anzeichen und Symptomen einer Infektion, nach zwei Wochen mit ausschließlich HOCl:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ HOCl: 75 %</li> <li>■ HOCl + AB: 72 %</li> <li>■ Kochsalzlösung + AB: 52 %</li> </ul> <p>Höchste klinische Erfolgsrate für jeden Krankheitserreger nach der ausschließlichen Behandlung mit einer HOCl-Lösung nach 10 Tagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ HOCl: 80 %</li> <li>■ HOCl + AB: 58 %</li> <li>■ Kochsalzlösung + AB: 64 %</li> </ul>
Mohd et al. <sup>27</sup>	Sternotomie-wunden	HOCl-Lösung (n = 88)	PVI (n = 90)	<p>Deutliche größere Reduzierung der postoperativen Infektionsrate (koronare Bypassoperationen) in der Interventionsgruppe nach sechs Wochen (p = 0,033):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ HOCl: 5/88 (6 %)</li> <li>■ PVI: 14/90 (16 %)</li> </ul>
Piaggese et al. <sup>20</sup>	Postoperative infizierte DFU-Wunden	HOCl-Lösung (n = 20)	PVI (50%-ige Lösung) (n = 20)	<p>Deutlich größere Reduzierung der Bakterienanzahl in der Interventionsgruppe nach einem Behandlungsmonat: 88 % (HOCl) vs. 11 % (PVI) (p &lt; 0,05)</p> <p>Deutlich höherer Anteil geheilter Wunden in der Interventionsgruppe nach sechs Monaten: 90 % (HOCl) vs. 55 % (PVI), p = 0,002</p> <p>Deutlich kürzere Heilungszeiten (innerhalb von sechs Monaten) in der Interventionsgruppe: 10,5 Wochen (HOCl) vs. 16,5 Wochen (PVI)</p>
Hadi et al. <sup>21</sup>	Infizierte diabetische Wunden	HOCl-Lösung (n = 50)	Kochsalzlösung (n = 50)	<p>Deutlich höherer Anteil an Wunden, die von Kategorie IV (nekrotisches Gewebe/Eiter) auf Kategorie I (Epithelgewebe vorhanden) herabgestuft wurden, in der Interventionsgruppe nach einer Woche: 62 % (HOCl) vs. 15 % (Kochsalzlösung) (p &lt; 0,05)</p> <p>Deutlich höherer Anteil an Patienten mit einem Krankenhausaufenthalt bis zu einer Woche in der Interventionsgruppe: 62 % (HOCl) vs. 20 % (Kochsalzlösung) (p &lt; 0,05)</p>
Martinez-De Jesus et al. <sup>22</sup>	Infizierte DFUs	HOCl-Lösung (n = 21)	Kochsalzlösung mit PVI (nach Abklingen der Infektion Wechsel von PVI auf Arztseife) (n = 16)	<p>Meldung deutlich besserer Ergebnisse in der Interventionsgruppe in dieser 20-wöchigen Studie:</p> <p>Reduzierung des Wundgeruchs: 100 % (HOCl) vs. 25 % (Kontrollgruppe) (p = 0,001)</p> <p>Reduzierung von Cellulitis: 81 % (HOCl) vs. 44 % (Kontrollgruppe) (p = 0,01)</p> <p>Verbesserungen der Wundumgebung: 90 % (HOCl) vs. 31 % (Kontrollgruppe) (p = 0,001)</p>

AB = Antibiotikum (Levofloxacin), DFU = diabetisches Fußulcus, s = Mehrzahl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> = Wasserstoffperoxid, HCl = Salzsäure, HOCl = hypochlorige Säure, MRSA = methicillinresistentes *Staphylococcus aureus*, NaOH = Natriumhydroxid, D = Dekubitus, PVI = Povidon-Iod, SOS = superoxidierte Lösung, KOF = Körperoberfläche, VLU = venöses Beinulcus, UD = Ultraschall-Débridement

## Quellen

- Gray, M. J., Wholey, W.-Y., Jakob, U. (2013). Bacterial responses to reactive chlorine species. *Annual Review of Microbiology*, 67, 141-60, unter <https://doi.org/10.1146/annurev-micro-102912-142520>.
- Harriott, M. M., Bhindi, N., Kassis, S. et al. (2019). Comparative antimicrobial activity of commercial wound care solutions on bacterial and fungal biofilms. *Annals of Plastic Surgery*, 83, 404-10, unter <https://doi.org/10.1097/SAP.0000000000001996>.
- Albrich, J. M. & Hurst, J. K. (1982). Oxidative inactivation of *Escherichia coli* by hypochlorous acid: rates and differentiation of respiratory from other reaction sites. *FEBS Letters*, 144, 157-61, unter [https://doi.org/10.1016/0014-5793\(82\)80591-7](https://doi.org/10.1016/0014-5793(82)80591-7).
- McKenna, S. M. & Davies, K. J. (1988). The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid: possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochemical Journal*, 254, 685-92.
- Armstrong, D. G., Bohn, G., Glat, P. et al. (2015). Expert recommendations for the use of hypochlorous solution: science and clinical application. *Ostomy Wound Management*, 61, 2-19.
- Wang, L., Bassiri, M., Najafi, R. et al. (2007). Hypochlorous acid as a potential wound care agent: part I. Stabilized hypochlorous acid: a component of the inorganic armamentarium of innate immunity. *Journal of Burns and Wounds*, 6, e5.
- Pullar, J. M., Vissers, M. C., Winterbourn, C. C. (2000). Living with a killer: the effects of hypochlorous acid on mammalian cells. *IUBMB Life*, 50, 259-66, unter <https://doi.org/10.1080/713803731>.
- Sakarya, S., Gunay, N., Karakulak, M., Ozturk, B., Ertugrul, B. (2014). Hypochlorous acid: an ideal wound care agent with powerful microbicidal, antibiofilm, and wound healing potency. *Wounds*, 26(12), 342-350.
- Robson, M. C. (2014). Treating chronic wounds with hypochlorous acid disrupts biofilm. *Today's Wound Clinic*, 8(9), unter <https://tinyurl.com/y66v3ac4> (abgerufen am 14. September 2020).
- Wu, H., Moser, C., Wang, H.-Z. et al. (2015). Strategies for combating bacterial biofilm infections. *International Journal of Oral Science*, 7, 1-7, unter <https://doi.org/10.1038/ijos.201465>.
- Snyder, R. J., Bohn, G., Hanif, J. et al. (2017). Wound biofilm: current perspectives and strategies on biofilm disruption and treatments. *Wounds*, 29, 1-17.
- Gold, M. H., Andriessen, A., Bhatia, A. C. et al. (2020). Topical stabilized hypochlorous acid: The future gold standard for wound care and scar management in dermatologic and plastic surgery procedures. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 19(2), 270-7, unter <https://doi.org/10.1111/jocd.13280>.
- Del Rosso, J. Q. & Bhatia, N. (2018). Status report on topical hypochlorous acid: clinical relevance of specific formulations, potential modes of action, and study outcomes. *The Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 11(11), 36-9.
- Kim, C. & Cha, Y. N. (2009). Production of reactive oxygen and nitrogen species in phagocytes is regulated by taurine chloramine. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 643, 463-72.
- Harnoss, J. C., Elrub, Q. M. A., Jung, J.-O. et al. (2019). Irritative potency of selected wound antiseptics in the hen's egg test on chorioallantoic membrane to predict their compatibility to wounds. *Wound Repair and Regeneration*, 27, 183-9, unter <https://doi.org/10.1111/wrr12689>.
- D'Atanasio, N., Capezzone de Joannon, A., Mangano, G. et al. (2015). A new acid-oxidizing solution: assessment of its role on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) biofilm morphological changes. *Wounds*, 27, 265-73.
- Sridhar, S. & Nanjappa, N. (2017). Microbiological and clinical response of superoxidized solution versus povidone iodine in the management of lower limb ulcers. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 7(10), 1074-80.
- Hiebert, J. M. & Robson, M. C. (2016). The Immediate and delayed post-debridement effects on tissue bacterial wound counts of hypochlorous acid versus saline irrigation in chronic wounds. *Eplasty*, 16, e32.
- Landsman, A., Blume, P. A., Jordan, D. A. et al. (2011). An open-label, three-arm pilot study of the safety and efficacy of topical Microcyn Rx wound care versus oral levofloxacin versus combined therapy for mild diabetic foot infections. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 101, 484-96, unter <https://doi.org/10.7547/1010484>.
- Piaggese, A., Goretti, C., Mazzurco, S. et al. (2010). A randomized controlled trial to examine the efficacy and safety of a new super-oxidized solution for the management of wide postsurgical lesions of the diabetic foot. *International Journal of Lower Extremity Wounds*, 9, 10-5, unter <https://doi.org/10.1177/1534734610361945>.
- Hadi, S. F., Khaliq, T., Bilal, N. et al. (2007). Treating infected diabetic wounds with superoxidized water as anti-septic agent: a preliminary experience. *Journal of College of Physicians and Surgeons Pakistan*, 17, 740-3, unter <https://doi.org/10.2007/JCPS.740743>.
- Martínez-De Jesús, F. R., Ramos-De la Medina, A., Remes-Troche, J. M. et al. (2007). Efficacy and safety of neutral pH superoxidized solution in severe diabetic foot infections. *International Wound Journal*, 4, 353-62, unter <https://doi.org/10.1111/j.1742-481X.2007.00363.x>.
- Foster, K. N., Richey, K. J., Champagne, J. S. et al. (2019). Randomized comparison of hypochlorous acid with 5% sulfamylon solution as topical therapy following skin grafting. *Eplasty*, 19, e16.
- Kapur, V. & Marwaha, A. K. (2011). Evaluation of effect and comparison of superoxidized solution (oxum) v/s povidone iodine (betadine). *Indian Journal of Surgery*, 73, 48-53, unter <https://doi.org/10.1007/s12262-010-0189-y>.
- Tata, M. D., Kwan, K. C., Abdul-Razak, M. R. et al. (2009). Adjunctive use of superoxidized solution in chest wall necrotizing soft tissue infection. *Annals of Thoracic Surgery*, 87, 1613-4, unter <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2008.10.019>.
- Garg, P. K., Kumar, A., Sharda, V. K. et al. (2013). Evaluation of intraoperative peritoneal lavage with super-oxidized solution and normal saline in acute peritonitis. *Archives of International Surgery*, 3, 43, unter <https://doi.org/10.4103/2278-9596.117121>.
- Mohd, A. R. R., Ghani, M. K., Awang, R. R. et al. (2010). Dermacyn irrigation in reducing infection of a median sternotomy wound. *Heart Surgery Forum*, 13, E228-32, unter <https://doi.org/10.1532/HSF98.20091162>.
- Ragab, I. I. & Kamal, A. (2017). The effectiveness of hypochlorous acid solution on healing of infected diabetic foot ulcers. *Journal of Education and Practice*, 8, 58-71.
- Fernández, L. G., Matthews, M. R., Seal, L. (2020). Intraabdominal lavage of hypochlorous acid: a new paradigm for the septic and open abdomen. *Wounds*, 32, 107-14.
- Matthews, M. R., Quan, A. N., Weir, A. S. et al. (2018). Temporary abdominal closure combined with an irrigating system utilizing hypochlorous acid solution to decrease abdominal mucopurulence. *Eplasty*, 18, e12.
- Crew, J., Varilla, R., Rocas, T. A. et al. (2012). NeutroPhase® in chronic non-healing wounds. *International Journal of Burns and Trauma*, 2, 126-34.
- Cho, H.-J., Min, H. J., Chung, H. J. et al. (2016). Improved outcomes after low-concentration hypochlorous acid nasal irrigation in pediatric chronic sinusitis. *Laryngoscope*, 126, 791-5, unter <https://doi.org/10.1002/lary.25605>.
- Küster, I., Kramer, A., Bremert, T. et al. (2016). Eradication of MRSA skull base osteitis by combined treatment with antibiotics and sinonasal irrigation with sodium hypochlorite. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 273, 1951-6, unter <https://doi.org/10.1007/s00405-015-3739-x>.
- Stroman, D. W., Mintun, K., Epstein, A. B. et al. (2017). Reduction in bacterial load using hypochlorous acid hygiene solution on ocular skin. *Clinical Ophthalmology*, 11, 707-14, unter <https://doi.org/10.2147/OPTH.S132851>.
- Pelgrift, R. Y. & Friedman, A. J. (2013). Topical hypochlorous acid (HOCl) as a potential treatment of pruritus. *Current Dermatology Reports*, 2, 181-90, unter <https://doi.org/10.1007/s13671-013-0052-z>.
- Fukuyama, T., Martel, B. C., Linder, K. E. et al. (2018). Hypochlorous acid is antipruritic and anti-inflammatory in a mouse model of atopic dermatitis. *Clinical & Experimental Allergy*, 48, 78-88, unter <https://doi.org/10.1111/cea.13045>.
- Mekkawy, M. M. & Kamal, A. (2014). A randomized clinical trial: the efficacy of hypochlorous acid on septic traumatic wound. *Journal of Education and Practice*, 5, 89-100.



# Granudacyn Wundspüllösung und Wundgel

**G**ranudacyn ist eine aus einer Lösung und einem Wundgel bestehende Produktreihe, die von Mölnlycke Health Care vermarktet wird. Die Produkte enthalten in ihren Formulierungen Natriumhypochlorit (NaOCl) und hypochlorige Säure (HOCl); sie sind zur Reinigung, Spülung und Befeuchtung verschiedener Wundarten geeignet. Dieses Dokument befasst sich mit Granudacyn Wundspüllösung und Granudacyn Wundgel (Abbildung 1).

Granudacyn Wundspüllösung kann sowohl zum Spülen als auch zum Befeuchten von Wunden sowie zum leichteren und weniger schmerzhaften Ablösen von Wundverbänden und Wundaufgaben verwendet werden. Sie kann als Spray aus einer Distanz von ca. 15–30 cm direkt auf die Wunde bzw. als getränkte Kompresse aufgetragen werden.

Zum Befeuchten von Wunden und Wundverbänden kann auch Granudacyn Wundgel verwendet werden. Nach der Reinigung der Wunde und Wundumgebung mit Granudacyn Wundspüllösung und nach anschließendem Trockentupfen der Wundumgebung kann Granudacyn Wundgel aufgetragen und die Wunde mit einer geeigneten Auflage bedeckt werden. Granudacyn Wundgel kann in Verbindung mit Schaumverbänden (z. B. Mepilex, Mepilex Border, Mepilex Border Flex; Mölnlycke Health Care) verwendet werden.

## Wirkungsmechanismus

Durch seine mechanische Spülwirkung erleichtert Granudacyn Wundspüllösung die Entfernung von Zelltrümmern und Mikroorganismen aus der Wunde. Durch diese physikalische Behandlung werden die Reduzierung der mikrobiellen Belastung und somit die Heilung der Wunde unterstützt. Zudem wird der Wundgeruch gemindert.<sup>1</sup> Granudacyn kann auch zum Durchtränken und damit Befeuchten des Wundgrunds auf der Wunde belassen werden. Auf diese Weise kann Granudacyn das autolytische Débridement fördern und ein feuchtes Wundheilungsklima schaffen.

## Zusammensetzung

Granudacyn Wundspüllösung ist eine hypotone Wundspüllösung. Sie enthält Wasser, Natriumchlorid und geringe Konzentrationen der Konservierungsmittel HOCl und NaOCl.

Granudacyn Wundgel ist ein amorphes Gel. Es enthält Wasser, Natriumchlorid, HOCl, NaOCl und kolloidales Silicat.

Die Stabilisierung der in beiden Produkten verwendeten Konservierungsmittel erfolgt durch eine eigene, auf elektrochemischer Aktivierung (ECA) basierenden Technologie. Da dadurch das Wachstum von Bakterien, Viren und Pilzen verhindert wird, ist die sichere Anwendung nach dem Öffnen für die Mehrpatientenanwendung von bis zu 90 Tagen (Gel) und 60 Tagen (Lösung) nach dem Öffnen gewährleistet.

Die Produkte sind pH-neutral und enthalten HOCl und NaOCl in jeweils gleicher Konzentration. Die Spüllösung ist somit effektiv konserviert und hat nicht das Potenzial, das Wundgewebe zu reizen. Die Konservierung der Spüllösung erfolgt durch zwei



**Abbildung 1. Granudacyn Wundspüllösung: erhältlich als 50 ml (Spray), 100 ml (Spray) sowie als 500 ml und 1000 ml; auch als 500 ml und 1000 ml zur Instillation bei der Unterdrucktherapie erhältlich; Granudacyn Wundgel: erhältlich als 50 g (Pumpspender), 100 g (Spray) und 250 g (Spray) (Sortiment kann in den einzelnen Ländern abweichen)**

Prozesse:

- Osmolyse: Diese rein physikalische Wirkung der Zellyse sorgt für die hochwirksame Verhinderung von mikrobiellem Wachstum in der Granudacyn Wundspüllösung.
- HOCl-Oxidation: Das wirksame oxidierende Potenzial von HOCl interagiert mit den biologischen Molekülen von pathogenen Mikroben wie Proteinen, Lipiden und DNA und verursacht molekulare Schäden und mikrobiellen Zelltod.<sup>2</sup> Diese Reaktion kommt dem oxidativen Burst gleich, der in der angeborenen Immunantwort des Menschen natürlich vorkommt, wie im Artikel auf S.5 von Joachim Dissemond beschrieben.

Um die klinische Wirksamkeit von Granudacyn Wundspüllösung und Granudacyn Wundgel zu belegen, werden im Anschluss sieben Fallstudien zu verschiedenen Wundarten präsentiert.

## Quellen

1. Walcott, R. & Fletcher, J. (2014) The role of wound cleansing in the management of wounds. *Wounds International*, 1(1), 25–30.
2. McKenna, S. M. & Davies, K. J. (1988). The inhibition of bacterial growth by hypochlorous acid: possible role in the bactericidal activity of phagocytes. *Biochemical Journal*, 254, 685–92.

# Postoperative Amputationswunde an diabetischem Fuß

**Domagoj Cuzic und Maja Lenkovic, Spezialisten für Dermatovenerologie, Klinisches Krankenhauszentrum Rijeka, Kroatien**

**E**in 71-jähriger Patient stellte sich mit einer postoperativen Amputationswunde vor, resultierend aus der Amputation des dritten Zehs am rechten Fuß aufgrund von Gangrän. Er litt an – dank medikamentöser Behandlung größtenteils gut eingestelltem – Diabetes mellitus Typ II.

Nach der Operation betrug die Größe der Amputationswunde 200 mm<sup>2</sup> und ihre Tiefe 5 mm. Das Wundbett bestand zu 80 % aus Granulationsgewebe und zu 20 % aus Schorf. Es gab keine klinischen Anzeichen einer Wundinfektion. Serös-blutiges Exsudat war in moderatem Volumen vorhanden. Die Haut in der Wundumgebung war gesund und unversehrt.

Nach der Operation reinigte der Facharzt für Chirurgie die Wunde mit einer antiseptischen Povidon-Iod-Lösung und bedeckte sie mit Verbandmull. Dem Patienten wurden

prophylaktische Antibiotika (Clavulansäure und Metronidazol) verordnet.

Nach sieben Tagen überwies der Chirurg den Patienten an unsere Klinik. Die Größe der Wunde betrug bei der Präsentation 2 x 1 cm und war vollständig mit Granulationsgewebe bedeckt. Es gab keine klinischen Anzeichen einer Infektion (Abbildung 1).

Die Amputationswunde wurde mit Granudacyn Wundspüllösung gespült. Dazu wurde Verbandmull mit der Lösung getränkt und für 10 Minuten aufgelegt (das medizinische Personal sorgte durchweg für ein angemessen feuchtes Wundklima). Danach wurden eine topische Sauerstoffversorgung (Granulox, Mölnlycke Health Care) und ein weicher, silikonbeschichteter Schaumverband mit Hafrand (Mepilex Border Lite, Mölnlycke Health Care) verwendet.

Granudacyn wurde aufgrund seiner Wirksamkeit und Nicht-Zytotoxizität gewählt. Laut den Konsensrichtlinien zur Wundantiseptik sind die Konservierungsmittel in ihrer Rezeptur (hypochlorige Säure (HOCl) und Natriumhypochlorit (NaCl)) die erste Wahl für die Dekontamination akuter und chronischer Wunden.<sup>1</sup> Die kombinierte Anwendung eines topischen Sauerstoffsprays und eines weichen, silikonbeschichteten Schaumverbands mit Hafrand hatte sich an unserer Klinik bei der Versorgung anderer Wunden als wirksam erwiesen.

Granudacyn und Granulox wurden bei jedem Verbandwechsel, der jeden zweiten Tag erfolgte, aufgetragen (an dieser Klinik ist es üblich, dass sich Patienten mit komplexen Wunden regelmäßig zwecks Untersuchung und Verbandwechsel vorstellen).

## Ergebnis

Die Größe der Wunde nahm während des Behandlungszeitraums stetig ab (Tabelle 1). Bei der ersten Nachuntersuchung nach einer Woche Behandlungsdauer hatte sich der Zustand des Wundbetts verbessert und es war zu 100 % mit Granulationsgewebe bedeckt. Bei der zweiten Nachuntersuchung (Woche 2) war das Exsudatvolumen nur noch gering (Abbildung 2). Die Haut in der Wundumgebung blieb durchwegs gesund und unversehrt. Der Patient beklagte sich während der Verbandwechsel nicht über Schmerzen und



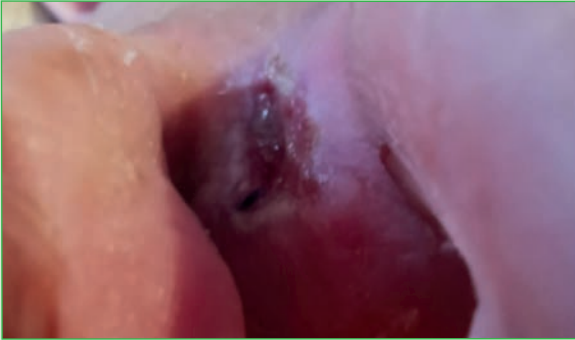
**Abb. 1. Beginn der Therapie mit Granudacyn (Tag 1): Operative Amputationswunde mit serös-blutigem Exsudat in moderatem Volumen. Die Haut in der Wundumgebung ist gesund und unversehrt.**



**Abb. 2. Tag 15 der Therapie mit Granudacyn: Die Wundgröße hat sich verringert und der Zustand des Wundbetts hat sich verbessert.**

### Tabelle 1. Nachweisliche Reduzierung der Wundgröße während des 30-tägigen Nachuntersuchungszeitraums

Tag 1: 2 x 1 cm
Tag 9: 2 x 0,8 cm
Tag 15: 1,6 x 0,6 cm
Tag 21: 1 x 0,4 cm
Tag 30: Wundverschluss



**Abb. 3. Tag 21 der Therapie mit Granudacyn: Die Wundgröße hat sich weiter verringert und ihr Zustand hat sich weiter verbessert.**



**Abb. 4. Tag 30 der Therapie mit Granudacyn (letzte Untersuchung): Die Wunde ist geheilt.**

zeigte während der Behandlung keinerlei klinische Anzeichen einer Infektion. Abbildung 3 zeigt die Wunde in Woche 3. Nach 30 Tagen war die Wunde vollständig geheilt (Abbildung 4).

Aufgrund seiner nicht-zytotoxischen Beschaffenheit war es möglich, Granudacyn bis zum Wundverschluss zu verwenden. Dies ist insbesondere bei diabetischen Fußulcera wichtig, da diese besonders anfällig für Infektionen sind.

Der Patient wies auf die Wirksamkeit von Granudacyn hin und meinte nach jedem Verbandwechsel, dass die Wunde

„besser“ geworden sei. Er gab an, dass das rasche Fortschreiten bis zum Wundverschluss ihn dazu ermutigte, nun selbst mit seinem Diabetes besser umzugehen. Er erkannte, dass dies eine Chance für ihn sei, ein „normales Leben“ ohne diabetische Komplikationen zu führen.

1. Kramer, A., Dissemond, J., Kim, S. et al. (2018). Consensus on wound antisepsis: Update 2018. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31, 28–58, unter <https://doi.org/10.1159/000481545>.

# Nicht heilende Operationswunde mit freiliegendem Knochen

**Prof. Dr. med. Joachim Dissemond, Klinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Universitätsklinikum Essen, Deutschland**

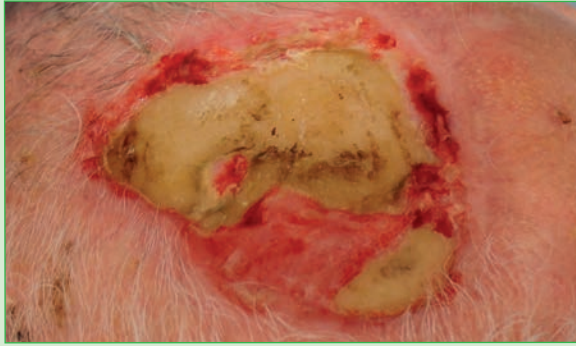
**E**in 87-jähriger Patient stellte sich einen Monat nach einer Operation mit Entfernung eines links frontoparietalen Plattenepithelkarzinoms an unserem zertifiziertem Wundzentrum, das an ein Universitätsklinikum angeschlossen ist, vor. Es konnte eine sekundäre Wundheilung beobachtet werden (Abbildung 1).

Zu den Begleiterkrankungen des Patienten zählten medikamentös behandelte aktinische Hautschäden und arterieller Bluthochdruck. Mobilität, Appetit und Ernährungszustand des Patienten waren seinem Alter entsprechend gut.

Während der ersten fünf Monate nach der Operation wurde die Wunde mit verschiedenen Therapien behandelt, einschließlich Hydrogel- und Hydrofaser-Auflagen. Die Behandlungen wurden vom Wundzentrum verordnet und vom ambulanten Pflegedienst durchgeführt. Der Patient stellte sich dem Zentrum alle drei bis vier Wochen zur Nachuntersuchung vor. Während dieses Zeitraums kam es in der Wunde zu mehreren lokalen Infektionen, die mit silber- oder Polyhexanid (PHMB)-haltigen Auflagen behandelt wurden. Darüber hinaus



**Abb. 1. Die Wunde bei der Vorstellung an der Klinik (einen Monat nach der Operation). In den ersten fünf Monaten nach der Operation wurde die Wunde mit verschiedenen Therapien behandelt, ohne jedoch Anzeichen einer Wundheilung aufzuweisen.**



**Abb. 2. Beginn der Therapie mit Granudacyn (Tag 1): Diese fünf Monate alte Operationswunde weist freiliegenden Knochen auf.**



**Abb. 4. Nach fünf Monaten der Therapie mit Granudacyn (letzte Untersuchung): Die Wunde ist fast geheilt.**



**Abb. 3. Nach zwei Monaten der Therapie mit Granudacyn: Die Wundfläche hat sich deutlich verkleinert. Es gibt keine klinischen Anzeichen einer lokalen Wundinfektion und die Zusammensetzung des Wundbettgewebes hat sich verbessert.**

wurde eine PHMB-haltige Wundspüllösung verwendet. Die genaue Ursache der Infektion konnte nicht bestimmt werden, gründete sich jedoch wahrscheinlich auf das fortgeschrittene Alter des Patienten und die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit dem Verbinden des Schädels.

Die Auflagen wurden zu Beginn täglich und nach vier Wochen jeden zweiten Tag gewechselt. Bei jedem Verbandwechsel wurde der Wundzustand untersucht. Obwohl am Ende dieses Zeitraums eine gewisse Verbesserung zu beobachten war, waren Teile der Schädelkalotte noch immer freiliegend.

Fünf Monate nach der Operation betrug die Größe der Wunde, die sich links parietal am Schädel befand, 18,2 cm<sup>2</sup> und ihre Tiefe bis zu 12 mm. Sie bestand primär aus freiliegendem Knochen und einigen Bereichen mit Granulationsgewebe. Der Patient litt an den klassischen klinischen Anzeichen einer chronischen Wundinfektion (Wärme, Schmerzen, Erythem, Ödem). Die Wundränder waren temporär erodiert. Das Exsudatvolumen war gering, das Exsudat gelegentlich blutig.

Die Wundoberfläche wurde gereinigt und mit einer Schicht Granudacyn Wundgel bedeckt. Anschließend wurde die Wunde mit nicht haftendem Paraffin-Verbandmull bedeckt (Abbildung 2). Aufgrund der interaktiven Eigenschaften von Granudacyn wurde eine spezielle Wundaufgabe nicht in Betracht gezogen.

### Ergebnis

In den nächsten fünf Behandlungsmonaten wurde die Wunde dreimal wöchentlich mit Granudacyn gereinigt. Die Wunde verbesserte sich stetig, Granulations- und Epithelgewebe nahmen zu und die Wundgröße verringerte sich. Das Exsudatvolumen blieb gering und das Exsudat serös.

**Tabelle 1. Nachweisliche Verringerung der Wundgröße nach der ersten postoperativen Untersuchung des Patienten**

	Wundfläche (cm <sup>2</sup> )	Wundtiefe (mm)
Einen Monat nach der Operation (erster Klinikbesuch)	23,8	14
Nach zwei Monaten Wundversorgung*	21,4	12
Nach vier Monaten Wundversorgung*	20,2	12
Nach fünf Monaten Wundversorgung*	18,2	12
Nach einem Monat Granudacyn	12,4	8
Nach zwei Monaten Granudacyn	6,8	4
Nach drei Monaten Granudacyn	4,2	2
Nach vier Monaten Granudacyn	1,8	2
Nach fünf Monaten Granudacyn	0,9	2

\*Die Wundversorgung erfolgte durch Hydrogel, Hydrofaser, silberhaltige Auflagen und PHMB-haltige Auflagen.

Der Patient zeigte keinerlei lokale Anzeichen einer Wundinfektion bzw. von Wundschmerzen. Die Haut in der Wundumgebung war gesund. Abbildung 3 zeigt die Wunde nach zwei Behandlungsmonaten.

Nach fünf Monaten der Behandlung mit Granudacyn Wundgel hatte sich die Wundfläche deutlich verkleinert. Ihre Größe betrug nun 0,9 cm<sup>2</sup>, und ihre Tiefe 2 mm; die Wunde war durchwegs infektionsfrei geblieben (Abbildung 4). In Tabelle 1 wird die Verringerung der Wundgröße, die mit den

verschiedenen Therapien erreicht wurde, im Anschluss an die erste postoperative Untersuchung zusammengefasst.

Das Pflegepersonal erachtete die Anwendung des Gels als einfach. Pflegepersonal und Patient waren sehr zufrieden mit dem Behandlungsergebnis. Nach der Erfahrung des Pflegepersonals nimmt die Heilung von Wunden mit freiliegendem Knochen bei älteren Patienten in der Regel viel Zeit in Anspruch (viele Monate oder gar Jahre).

# Infizierte Herzschrumpertasche

**Martin Oberhoffer, Herzchirurg, Klinik für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie,  
Universitätsklinikum Mainz, Deutschland**

**E**in 78-jähriger Patient stellte sich zur Untersuchung der Tasche für sein Implantat zur Kardialen Resynchronisationstherapie (CRT) vor. Er litt an dilatativer Kardiomyopathie, die 2014 zur Implantation des Produkts geführt hatte. Seine Begleiterkrankungen umfassten paroxysmales Vorhofflimmern, für das Rivaroxaban verordnet wurde, und Niereninsuffizienz. Die in dieser Fallstudie beschriebene Komplikation trat fünf Jahre nach der Implantation des Produkts auf und ließ sich wahrscheinlich mit einer Antikoagulation als Verursachung begründen.

Bei der physischen Untersuchung des Patienten während seiner Aufnahme an der Klinik wurden an der Stelle der Herzschrittmachertasche eine schmerzhafte Schwellung und ein Erythem festgestellt (Abbildung 1). Die klinischen Anzeichen einer Infektion umfassten eine tastbare, schmerzhafte subkutane Masse. Die Laborergebnisse bestätigten Anzeichen einer leichten Infektion (C-reaktives Protein 8,3 mg/dl, Anzahl weißer Blutkörperchen 11,6 /nl) und eine subfebrile Körpertemperatur (37,8 °C) (in deutschen Kliniken gilt diese Temperatur nicht als Fieber).

Die Behandlung begann mit einer chirurgischen Revision. Nach der Inzision wurden 50 cc thrombotisches Material und eitrige Flüssigkeit entfernt und Abstriche genommen.

Das infizierte Gewebe wurde durch chirurgisches Débridement entfernt. Das Ergebnis war ein sauberes Wundbett mit guter Durchblutung. In mikrobiologischen Tests wurde das Vorhandensein von *Enterobacter cloacae* festgestellt, und die antibiotische Therapie wurde von empirischem Clindamycin auf Levofloxacin umgestellt. Granudacyn Wundspüllösung wurde zur Instillation bei einer Unterdrucktherapie (iNPWT) eingesetzt.

## Ergebnis

Beim ersten Wechsel des Schaumverbands der iNPWT nach drei Tagen gab es keine sichtbaren Anzeichen einer Infektion. Es wurde eine gute Konsolidierung des Wundbetts beobachtet. Die Wundgröße blieb unverändert. Die iNPWT mit Granudacyn wurde fortgesetzt. Drei Tage später, beim zweiten Wechsel des Schaumverbands der iNPWT, wurden Wundabstriche genommen, bei denen keine Bakterien nachgewiesen wurden.



**Abb. 1. Intraoperative Beurteilung: Die Inflammation im Bereich des CRT-Produkts ist deutlich sichtbar.**

An Tag 10 nach Durchführung der postoperativen Revision hatte sich die Wunde auf normale Weise (mehrschichtiger Wundverschluss) geschlossen.

Der Patient wurde einen Tag nach Wundverschluss entlassen. Ihm wurde für weitere 10 Tage ein orales Antibiotikum (Levofloxacin, 500 mg) verordnet. Vier Wochen später wurde die nachstationäre Behandlung des Patienten als komplikationslos beschrieben.

Die Anwendung von Granudacyn in Verbindung mit einer iNPWT trug zur raschen Eliminierung von *Enterobacter cloacae* aus der Wunde bei.

Das CRT-Produkt wurde an der ursprünglichen Stelle belassen; dies unterstützte den medizinischen und ökonomischen Erfolg der Behandlung.

# Nekrotisierende Fasziiitis

**Peter Kurz, Fachkrankenschwester Wundmanagement, Wund Pflege Management (WPM), Bad Pirawarth, Österreich**

**E**in 59-jähriger Patient stellte sich mit einer nekrotisierenden Fasziiitis (seit drei Wochen) an der rechten Seite des Skrotums, die einem chirurgischen Débridement unterzogen worden war, in einer lokalen Pflegeeinrichtung, an der Spezialisten für Dermatologie und Chirurgie beschäftigt sind, vor. Die daraus resultierende Wunde maß 40 cm<sup>2</sup> und war bis zu 200 mm tief. Das Wundbett bestand zu 90 % aus Granulationsgewebe und zu 10 % aus verschorften Belägen. Es gab jedoch auch klinische Anzeichen einer lokalen Infektion, u. a. unangenehmen Wundgeruch und ein hohes Volumen an serös-blutigem Exsudat (Abbildung 1). In Wundkulturen wurden Enzyme vom Typ Extended Spectrum Beta-Laktamasen (ESBL), die von Bakterien gebildet werden, festgestellt. Daraufhin wurde eine systemische Antibiotikatherapie verordnet. Auf der

Grundlage des langsam fortschreitenden Heilungsprozesses und der Ergebnisse der mikrobiologischen Tests wurde angenommen, dass Biofilm vorhanden war. Zur Erhaltung des Zustands der gesunden und unversehrten Haut in der Wundumgebung wurde eine fett- und Dimethiconhaltige Barrierecreme verwendet.

Die Wunde wurde in einer 10-minütigen Nassphase mit Granudacyn Wundspüllösung gereinigt, um die Beläge zu entfernen. Im Anschluss wurde Granudacyn Wundgel aufgetragen und eine offenporige Schaumauflage in die Wundhöhle eingesetzt. Als sekundäre Wundaufgabe wurde ein superabsorbierender Polsterverband verwendet. Die Frau des Patienten wechselte über den gesamten Behandlungszeitraum hinweg täglich zuhause die Verbände und spülte die Wunde.



**Abb. 1.** Beginn der Therapie mit Granudacyn (Tag 1): Die aus einer nekrotisierenden Fasziiitis resultierende Wunde nach dem chirurgischen Débridement. Es ist serös-blutiges Exsudat in moderatem Volumen vorhanden.



**Abb. 2.** Tag 5 der Therapie mit Granudacyn: Tiefe (gedehnte) Wunde.

## Ergebnis

Die Größe der Wunde nahm während dieser Zeit stetig ab. Bei der ersten Nachuntersuchung (Tag 5 der Behandlung) hatte



**Abb. 3.** Tag 43 der Therapie mit Granudacyn: Wundgröße und Exsudatvolumen haben sich verringert und es gibt keine klinischen Anzeichen einer Wundinfektion.



**Abb. 4.** Tag 69 der Therapie mit Granudacyn: Die Größe der Wunde hat deutlich abgenommen. Die Haut in der Wundumgebung ist noch immer gesund und unversehrt.

sich die Größe der Wunde um 25 % verringert. Das Wundbett bestand zu 100 % aus Granulationsgewebe und es gab keine klinischen Anzeichen einer lokalen Wundinfektion (Abbildung 2).

Während der ersten zwei Behandlungswochen blieb das Exsudatvolumen hoch; mit sich verringernder Wundgröße nahm dieses jedoch ab. Nach etwa drei Wochen wurde erstmalig Epithelgewebe festgestellt. Abbildung 3 zeigt die Wunde an Tag 43. Das Exsudatvolumen hatte sich verringert und es gab keine klinischen Anzeichen einer Infektion.

Nach 69 Behandlungstagen maß die Wunde 7,5 mm<sup>2</sup>, im Vergleich zur ersten Beurteilung eine 65%-ige Reduzierung (Abbildung 4). Nach 95 Tagen war die Wunde vollständig geheilt (Abbildung 5). Die Haut in der Wundumgebung blieb während der gesamten Behandlungsdauer gesund und unversehrt. Die Behandlung blieb unverändert, da für eine Änderung kein Anlass bestand.

Dank der zügigen Reduzierung der Wundgröße verbesserten sich die Befindlichkeit und Lebensqualität des Patienten rasch. Er spürte während der gesamten Behandlungsdauer keinerlei Schmerzen; unter Berücksichtigung des Wundorts ein erfreuliches Ergebnis.

In Anbetracht der Größe und insbesondere der Tiefe der Wunde waren die Pflegekräfte von der raschen und



**Abb. 5. Tag 95 (letzte Untersuchung): Die Wunde ist geheilt.**

einfachen Wundheilung überrascht. Die Wunde war bei der Nachuntersuchung 10 Monate nach Behandlungsende noch immer verschlossen.

# Diabetisches Fußulcus mit unterminiert verbundenen Arealen

## Peter Kurz, Fachkrankenschwester Wundmanagement, Wund Pflege Management (WPM), Bad Pirawarth, Österreich

An einer lokalen Pflegeeinrichtung mit Spezialisten für Dermatologie und Chirurgie stellte sich kurz vor Weihnachten ein 70-jähriger Patient mit einem infizierten diabetischen Fußulcus (DFU) vor. Er litt an – dank medikamentöser Behandlung gut eingestelltem – langjährigem Diabetes mellitus Typ II und Morbus Crohn. Während einer Kortikosteroid-Therapie für Morbus Crohn traten bei dem Patienten jedoch mehrere hyperglykämische Episoden und Fußprobleme in Verbindung mit seinem Diabetes auf.

Das Ulcus (Grad 3 nach Wagner/Armstrong) befand

sich im rechten Vorfußbereich und entstand durch eine Druckschädigung, verursacht durch langjährige Hyperkeratosen. Es maß 300 mm<sup>2</sup> und hatte drei unterminiert verbundene Areale (Abbildung 1). Drei Tage vor der Vorstellung des Patienten an der Einrichtung war eine Blase, die sich um das infizierte Ulcus gebildet hatte, geplatzt. Bei der Untersuchung (probe to bone test) wurde festgestellt, dass die Wunde bis zum Knochen reichte. Das Wundbett bestand zu 10 % aus nekrotischem Gewebe, zu 20 % aus verschorften Belägen und zu 70 % aus Granulationsgewebe.



**Abb. 1. Start der Behandlung mit Granudacyn (Tag 1): Das infizierte diabetische Fußulcus wies drei unterminierte Areale auf.**



**Abb. 2. Tag 3: Trotz der Empfehlung, den infizierten Bereich zu amputieren, wurde das konservative Behandlungsregime (Granudacyn-Therapie) fortgesetzt.**



**Abb. 3. Tag 52: Das Wundbett ist vollständig mit Granulationsgewebe bedeckt.**

Die Wunde wies klinische Anzeichen einer Wundinfektion auf: Ödem, leichte Schmerzen, Erythem und hohes Exsudatvolumen. Zudem war die Temperatur des Patienten leicht erhöht und er war erschöpft. Das Exsudat war hämopurulent. Im Bereich der Wundumgebung hatte sich ein Erythem gebildet. Eine Osteomyelitis war deutlich zu sehen. Die Wunde wurde mit 50 ml Granudacyn Wundspüllösung gespült. Aufgrund von Personalmangel in der Pflegeeinrichtung während der Feiertage wurde der Patient zum chirurgischen Débridement an eine lokale Ambulanz überwiesen.

In der Ambulanz wurde dem Patienten sofort ein orales Breitbandantibiotikum verordnet. Zudem wurde eine Druckentlastung des Vorderfußes durchgeführt. Der Fuß wurde geröntgt und bewertet und es wurde eine Kultur angelegt. Das Röntgenbild bestätigte die Osteomyelitis. Dem Patienten wurde zu einer Amputation des vierten und fünften Zehs geraten, die dieser jedoch ablehnte. Da der Patient sich selbst frühzeitig aus der Ambulanz entließ, wurden die Ergebnisse der angelegten Kultur nicht entgegengenommen.

Bei der Rückkehr des Patienten in die Pflegeeinrichtung wurde die Spülung der Wunde mit 50 ml Granudacyn Wundspüllösung unter Verwendung einer Kanüle fortgesetzt (Abbildung 2). Dies



**Abb. 4. Tag 88: Die Größe der Wunde hat sich verringert und die Haut in der Wundumgebung ist gesund und unversehrt.**

wurde bis zum Ende der Behandlungsdauer fortgesetzt. Zudem wurde für eine Druckumverteilung im Bereich der Wunde gesorgt.

Während der ersten vier Wochen wurde die Wunde unter Verwendung einer Kanüle mit Granudacyn Wundgel gefüllt. Zweck der Behandlung war die rasche Reinigung und Dekontamination der Wundhöhle. Zur Verhinderung des Wundverschlusses von außen und der damit einhergehenden Erhöhung des Risikos einer erneuten Infektion in den Fisteln musste eine Form der feinen Drainage des Wundbetts stattfinden. Dazu wurde ein Streifen eines Netzverbands mit nanokristallinem Silber durch die Wundhöhle gezogen. Als sekundäre Wundaufgabe wurde ein superabsorbierender Verband verwendet. Zwischen dem Gel und dem Streifen des Netzverbands mit nanokristallinem Silber kam es zu keiner Reaktion.

### Ergebnis

Die Größe der Ulcera nahm während des Behandlungszeitraums stetig ab. Nach zwei Wochen hatte sich die Größe des Wundbereichs zwar um 50 % verringert, doch gab es noch immer klinische Anzeichen einer lokalen Wundinfektion (leichtes Ödem, Erythem und moderates Exsudatvolumen). An Tag 45 waren Entzündung und Schmerzen verschwunden. Ein drei Tage später aufgenommenes Röntgenbild zeigte keine Anzeichen einer Osteomyelitis am Knochen. Kurz danach (Tag 51) wurde die orale Antibiotikatherapie abgesetzt.

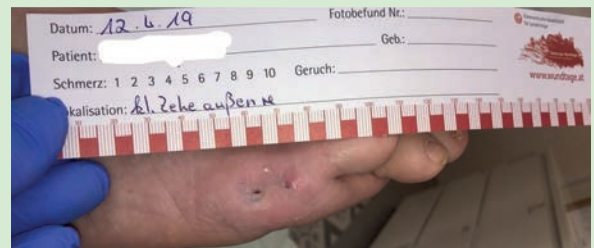
An Tag 52 maß die Wunde 45 mm<sup>2</sup> und bestand zu 100 % aus Granulationsgewebe (Abbildung 3). Die Haut in der Wundumgebung war gesund und unversehrt. Zwei der unterminierten Areale waren noch immer durchgehend, wiesen jedoch deutliche Heilungstendenzen auf.

Die Behandlung mit dem Netzstreifen mit nanokristallinem Silber wurde abgesetzt. Im Anschluss wurde das Granudacyn Wundgel in Verbindung mit einer betain- und polyhexanidhaltigen Reinigungslösung verwendet. Diese Verbindung wird von Kramer et al.<sup>1</sup> als sicher und wirksam angesehen, und nach meiner umfassenden Erfahrung in der Verwendung dieser beiden Therapien ergänzen sie sich gut. Abbildung 4 zeigt die Wunde an Tag 88.

Das Granudacyn Wundgel und die betain- und polyhexanidhaltige Reinigungslösung wurden alle zwei bis drei Tage angewendet. Die Wundheilung schritt stetig voran. Der Wundverschluss wurde nach etwa 15 Behandlungswochen erreicht (Abbildung 5). Die Haut in der Wundumgebung blieb durchwegs gesund und unversehrt.

Bei der Nachuntersuchung 10 Monate später zeigte das Röntgenbild die Stabilisierung und weitgehende Verfestigung des Os calcaneus. Die Wunde war noch nicht geheilt, aber der Fuß musste nicht amputiert werden.

1. Kramer, A., Dissemond, J., Kim, S. et al. (2018). Consensus on wound antisepsis: Update 2018. SPP, 31, 28-58, unter <https://doi.org/10.1159/000481545>.



**Abb. 5. Tag 109 (letzte Untersuchung): Die Wunde ist nach 15 Behandlungswochen geheilt.**



# Diabetisches Fußulcus

**Peter Kurz, Fachkrankenschwester Wundmanagement, Wund Pflege Management (WPM), Bad Pirawarth, Österreich**

**E**in 63-jähriger Patient stellte sich mit einem sich verschlechternden infizierten diabetischen Fußulcus (DFU) vor. Die Wunde hatte sich im Bereich einer älteren, fast geheilten Wunde bei einem Charcot-Fuß entwickelt, bei dem fünf Jahre zuvor eine Teilamputation durchgeführt worden war (Abbildung 1).

Der Patient litt an – dank medikamentöser Behandlung gut eingestelltem – Diabetes mellitus Typ II.

Der Auslöser für die Verschlechterung könnte eventuell ein Problem mit einem Schuh gewesen sein. Es war ein Fraktur-Management-System zur Entlastung des Beins verwendet worden, aber die Orthese war zerbrochen und der Patient, der die Pflege für einige Wochen selbst übernahm, bevor er medizinische Hilfe in Anspruch nahm, hatte sie mit Klebeband ausgebaut.

Das Ulcus (Grad 3 nach Wagner/Armstrong) befand sich an der linken Ferse, maß 3 cm<sup>2</sup> und war 8-10 cm tief. Das Os calcaneus war freigelegt, und das Röntgenbild zeigte den durch eine Osteomyelitis teilweise zerstörten Knochen. Die Osteomyelitis bestand wahrscheinlich seit einem Monat. Das Wundbett bestand zu 100 % aus nekrotischem Gewebe und verschorften Belägen. Sowohl die Wunde als auch die Haut in der Wundumgebung wiesen klinische Anzeichen einer Infektion auf (Ödem, Erythem, Schmerzen, Wärme und ein erhöhtes Exsudatvolumen). Die Wunde produzierte ein hohes Volumen an hämorrhösem Exsudat, und der Patient hatte schon seit einiger Zeit Fieber.

Nach dem chirurgischen Débridement wurde eine Kultur angelegt, die das Wachstum von *Enterobacter cloacae* zeigte. Es wurde eine orale Antibiotikatherapie (Ciprofloxacin) verordnet. Aufgrund der ausgeprägten Weichteilgewebeeinfektion wurde kein positives Ergebnis erwartet. Ein neuer Schuh resultierte in einer guten Druckentlastung.

Während des Bestehens des Ulcus waren zahlreiche Verbände verwendet worden, darunter silberhaltige Verbände, medizinischer Honig, Sorbact-Verbände und die kombinierte Anwendung eines Alginats und eines superabsorbierenden Verbandes.

Die Chancen auf eine Heilung des Beins wurden als gering eingestuft, obwohl der Patient eine Amputation vermeiden wollte. Aus Angst, sein Bein zu verlieren, lehnte er es ab, ins Krankenhaus eingewiesen zu werden. Wir baten um die Meinung von vier Chirurgen: Drei meinten, dass der Knochen so stark zerstört sei, dass sich eine größere Amputation nicht vermeiden ließe, aber der vierte Chirurg, Spezialist für Osteitis, sicherte uns zu, er würde eine neue Operationstechnik versuchen, sobald die Entzündung und Größe der Wunde deutlich abgenommen hätten.

Die Wundhöhle wurde jeden Tag unter Verwendung einer Kanüle mit 50 ml Granudacyn Wundspüllösung gespült. Anschließend wurde die Wundhöhle mit Granudacyn Wundgel gefüllt. Als sekundäre Wundauflage wurde ein weicher, superabsorbierender Verband verwendet. Zum Wiederaufbau der Knochenstruktur wurden Mikronährstoffe verordnet. Abbildung 2 zeigt die Wunde zu Beginn dieses Behandlungsregimes. Der Patient wurde über einen 90-tägigen Zeitraum behandelt, während dem die Frau des Patienten, die im Verbandwechsel geschult worden war, den Verband täglich wechselte. Aufgrund der Tiefe der Infektion und der



**Abb. 1. Diabetisches Fußulcus etwa drei Monate, bevor sich der Patient zuerst in der Einrichtung vorstellte: Es gibt keine klinischen Anzeichen einer Infektion.**



**Abb. 2. Beginn der Therapie mit Granudacyn (Tag 1): Die Wunde ist infiziert und weist ein hohes Volumen an serös-blutigem Exsudat auf.**

starken Einbeziehung des Knochens war diese Häufigkeit des Verbandwechsels notwendig. Der Patient besuchte zweimal wöchentlich eine lokale Pflegeeinrichtung, in der die Wunde bewertet wurde.

## Ergebnis

Nach fünf Tagen Behandlungsdauer gab es keine klinischen Anzeichen einer Infektion mehr und die Wundabstriche deuteten auf eine erhebliche Verbesserung des Wundmilieus



**Abb. 3. Tag 34 der Therapie mit Granudacyn**

hin, wobei die orale Antibiotikatherapie fortgesetzt wurde. Das Wundexsudat hatte sich auf ein moderates Volumen verringert, aber war noch immer serös-blutig. Die Haut in der Wundumgebung mazerierte leicht. Der Patient litt nicht länger unter Wundschmerzen.

Der Zustand des Wundbetts verbesserte sich während der Behandlungsdauer stetig, und die Wundgröße verringerte sich. Die orale Antibiotikatherapie wurde nach etwa einem Monat abgesetzt. Abbildung 3 zeigt das Ulcus an Tag 34 dieses Behandlungsregimes. Bei der letzten Nachuntersuchung an Tag 90 war die Wunde fast (95 %) geheilt (Abbildung 4): Sie war nun zu 100 % mit Granulationsgewebe bedeckt, maß 2 cm<sup>2</sup> und war 1 cm tief. Verglichen mit dem ersten Behandlungstag entspricht dies einer Reduzierung von 33,3 % bzw. 90 %. Die Haut in der Wundumgebung war gesund und unversehrt. Ein Röntgenbild ergab eine Verbesserung der Stabilität des Os calcaneus. Der Patient konnte nun – in Vorbereitung auf einen orthopädischen



**Abb. 4. Tag 90 der Therapie mit Granudacyn: Das Ulcus ist zu 95 % geheilt, und die Haut in der Wundumgebung ist gesund und unversehrt.**

Eingriff – die ambulante Behandlung am Osteitis-Zentrum fortsetzen. Die Amputation konnte vermieden werden.

Die Lebensgefährtin des Patienten übernahm während der gesamten Behandlungsdauer weiter täglich den Verbandwechsel. Laut ihren Aussagen war die Anwendung der Produkte besonders einfach.

Nach unserem Verständnis wirkten sich das tägliche Spülen mit Granudacyn Wundspüllösung und Füllen mit Granudacyn Wundgel positiv auf das Weichteilgewebe und die Knochenstruktur aus. Andere Faktoren werden jedoch auch eine Rolle gespielt haben. Unsere Wundklinik ist 150 Kilometer von der nächsten Spezialklinik entfernt und hat keinen leichten Zugang zu weitergehenden Behandlungen. Wir benötigten daher ein einfacheres Behandlungsregime, das im Einklang mit evidenzbasierten Verfahren durchgeführt wurde, um das Wundbett auf einen chirurgischen Eingriff vorzubereiten.

Bei einer Nachuntersuchung etwa 20 Monate nach dem ersten Besuch des Patienten hatte sich das Os calcaneus weiter stabilisiert. Die Wunde war zwar noch nicht geheilt, wies aber gute Fortschritte auf. Der Patient spült die Wunde weiterhin mit Granudacyn Wundspüllösung.

# Operationswunde mit Dehiszenz

**Ibby Younis, Facharzt für plastische und rekonstruktive Chirurgie, Universitätsklinik, London, Großbritannien**

Eine 61-jährige Patientin stellte sich mit zwei Dehiszenzwunden vor, die aus Komplikationen in Folge ihrer vierten Revisionsoperation nach einem totalen Knieersatz aufgrund von juveniler idiopathischer Arthritis (JIA) entstanden waren. Ihre Begleiterkrankungen umfassten Bluthochdruck, eine chronische Nierenerkrankung (Stadium 3) und jüngst eine Phase von Vorhofflattern. Die Wunde im Bereich der proximalen Tibia wurde durch eine Lappenplastik im Bereich des medialen Gastrocnemius und eine Spalthauttransplantation erfolgreich abgedeckt (Abbildung 1).

Die Wunde im mittleren Bereich der Tibia heilte nicht. Das Débridement des nekrotischen Gewebes und der Abfluss von Eiter brachte die offenliegende Prothese zum Vorschein;



**Abb. 1. Dehiszenzwunde nach dem Débridement: Entlang der gesamten Länge der Prothese lag eine Infektion vor (6. Oktober 2018).**

die Wunde maß nun 3 x 4 cm. Während des Débridements wurde deutlich, dass sich der Eiter auf der ganzen Länge der Prothese befand, die vom Knöchel bis zur Hüfte reichte. Eine Nichtbeseitigung der Infektion im Bereich der Prothese würde für die Patientin aufgrund der proximalen Verlängerung der Prothese das Risiko einer Beinamputation oder Hüftexartikulation darstellen (Abbildung 2).

In mikrobiologischen Probenahmen wurde das Vorhandensein von *Enterococcus faecalis*, Gentamicin-resistenter *Proteus mirabilis* und *Pseudomonas aeruginosa* festgestellt.

Es wurde beschlossen, eine Unterdrucktherapie mit Instillation und Einwirkzeit (NPWTi-d) durchzuführen. Im Bereich einer früheren Narbe (Knie und Oberschenkel) wurden zwei proximale Inzisionen ausgeführt, um einen Tunnel für den Schaum zu schaffen, der vom NPWT-Gerät injiziert wurde (Abbildung 3). Entlang der gesamten Prothese wurde täglich alle zwei Stunden für 20 Minuten eine antimikrobielle Lösung (Polyhexanid und Betain, 80 ml) instilliert, gefolgt von einer NPWT (-125 mmHg). Diese Behandlung dauerte drei Tage. Dadurch konnte die Prothese in regelmäßigen Zyklen gereinigt werden. Trotz Débridement, Probenahmen und dem gezieltem Antibiotikaeinsatz auf Basis von mikrobiologischen Informationen bei jedem Verbandswechsel im OP war die *Pseudomonas*-Infektion schwer zu beseitigen. Dies blieb auch der Fall, nachdem die Instillationslösung für einen zusätzlichen Zeitraum von 10 Tagen auf acetic acid geändert wurde.

In einem letzten Versuch, das Gliedmaß zu retten, wurde Granudacyn Wundspüllösung als Instillationslösung bei der NPWTi-d verwendet. Die Bedingungen blieben die gleichen wie zuvor beschrieben (Abbildung 4).

## Ergebnis

Nach drei Tagen der Instillation mit Granudacyn Wundspüllösung konnte die ursprüngliche Wunde durch eine Lappenplastik (freier Lappen aus dem Latissimus dorsi) und eine Spalthauttransplantation geschlossen werden (Abbildung 5). Zum selben Zeitpunkt wurden die beiden proximalen Wunden geschlossen.

Bei der Nachuntersuchung zwei bzw. vier Wochen nach der Operation wurde eine stetige Reduzierung der Entzündungsmarker in der unter aseptischen Bedingungen um die Prothese abgesaugten Flüssigkeit festgestellt; die Ultraschallkontrolle erweiterter Kulturen fiel negativ aus.

Über einen Zeitraum von drei Monaten festigte sich das Hauttransplantat allmählich über dem Muskel, und der CRP-Wert (C-reaktive Protein) blieb zwischen 30 und 50. Alle Kulturen der periprothetischen Flüssigkeit fielen negativ auf das Wachstum von Krankheitserregern wie *Pseudomonas* aus (die letzte Kultur wurde sechs Wochen nach Durchführung der Lappenplastik angelegt).

15 bis 17 Monate nach der Operation, und zum ersten Mal seit drei Jahren, fiel der CRP-Wert der Patientin in den einstelligen Bereich (5–8). Nach 18 Monaten war der Lappen gut geheilt (Abbildung 6).

Die Erhaltung dieser äußerst komplexen infizierten und freiliegenden Prothese, die sich von der Hüfte bis zum Knöchel erstreckte, war schwierig, aber letzten Endes erfolgreich. Neben Débridement, NPWTi-d und Lappenplastik spielte die Instillationslösung (Granudacyn) eine entscheidende Rolle für den Erfolg, da sie die Beseitigung der hartnäckigen, chronischen *Pseudomonas*-Infektion unterstützte. Alle zuvor verwendeten antimikrobiellen Lösungen waren unwirksam geblieben. Allen Widrigkeiten zum Trotz konnte 18 Monate nach der Erhaltungsoperation das Ziel der Vermeidung einer umfassenden Amputation erreicht werden.

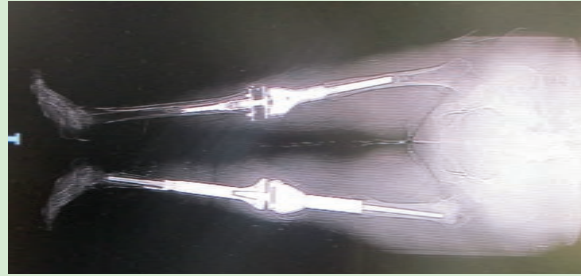


Abb. 2. Die Prothese im linken Bein erstreckte sich von der Hüfte bis zum Knöchel.



Abb. 3. Anwendung einer Unterdrucktherapie mit Instillation und Einwirkzeit (NPWTi-d): Es wurden zwei proximale Inzisionen ausgeführt, um entlang der Prothese einen Tunnel für die NPWTi-d zu schaffen (9. November 2018).



Abb. 4. Die Verwendung von Granudacyn Wundspüllösung zur Instillation bei der NPWTi-d ermöglichte den chirurgischen Verschluss der Wunde.



Abb. 5. Chirurgischer Verschluss der Wunde: Zum Verschluss der Wunde wurden ein freier Lappen und ein Hauttransplantat verwendet (11. Dezember 2018).



Abb. 6. Abschließendes Ergebnis: Das Hauttransplantat ist geheilt und die Prothese ist infektionsfrei (3. Oktober 2019).

