

Ulcus Cruris



THE V.A.C.®
VACUUM ASSISTED CLOSURE™

3-Dimensionale Verlaufsdokumentation von Wundheilung

A. Körber
S. Grabbe
J. Dissemond

3-Dimensional Documentation of Wound-Healing

Originalarbeit

S 174

Zusammenfassung

Die objektive Beurteilung des Wundheilungsverlaufs stellt einen wesentlichen Parameter der Qualitätssicherung eines modernen Wundmanagements chronischer Wunden dar. Bisher etablierte Verfahren basieren ausschließlich auf einer 2-dimensionalen Messung der Wundoberfläche mit Planimetrie oder digitaler Photodokumentation in Kombination mit einer metrischen Größenangabe. Somit fehlt bislang eine objektive Methode zur Evaluation des Volumens chronischer Wunden. In Zusammenarbeit mit der Firma RSI ist es uns erstmalig gelungen durch die Verknüpfung von digitaler Fotografie, optischer Rasterung mittels digitalen Scannern und einer Bildverarbeitungssoftware eine exakte 3-dimensionale Darstellung chronischer Wunden zu realisieren (DigiSkin®). Die generierten Punktwolken ermöglichen die visuelle, computergestützte 3-dimensionale Vermessung und Verlaufsdarstellung chronischer Wunden. Im Vergleich mit bisher verfügbaren Systemen ist es somit erstmalig möglich Volumenveränderungen einer chronischen Wunde zu objektivieren und im Verlauf darzustellen. Anhand eines Fallberichts einer Patientin mit einem Ulcus cruris venosum, die vor und nach Durchführung einer Mesh-graft-Transplantation mit Vakuumversiegelung therapiert wurde möchten wir die Vorteile und den resultierenden wissenschaftlichen Nutzen dieser neuen, objektiven Wundvermessung im klinischen Einsatz darstellen.

Schlüsselwörter

Wunddokumentation · 3-dimensionale Vermessung · DigiSkin · Ulcus cruris · chronische Wunde

Abstract

The objective evaluation of the course of wound-healing represents a substantial parameter for the quality assurance of a modern wound management in chronic wounds. Established procedures exclusively based on a two-dimensional measurement of the wound surface with planimetry or digital photo documentation in combination with a metric statement of size. Thus so far an objective method is missing for the evaluation of the volumes of chronic wounds. By the linkage of digital photography, optical grid by means of digital scanner and an image processing software in co-operation with the company RSI we were able to do an accurate 3-dimensional documentation of chronic wounds (DigiSkin®). The generated scatter-plots allow a visual, computer-assisted 3-dimensional measurement and documentation of chronic wounds. In comparison with available systems it is now possible for the first time to objectify the volume changes of a chronic wound. On the basis of a case report of a female patient with an venous leg ulcer, which has been treated with a vacuum closure therapy before and after performing a mesh-graft transplantation, we would like to describe the advantages and the resulting scientific use of this new, objective wound documentation system in the clinical employment.

Key words

Wound documentation · 3-dimensional measurement · DigiSkin · leg ulcer · chronic wound

Institutsangaben

Dermatologische Klinik und Poliklinik, Universitätsklinikum Essen

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Joachim Dissemond · Universitätsklinikum Essen · Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie · Hufelandstraße 55 · 45122 Essen · Tel.: 02 01/7 23 38 94 · Fax: 02 01/7 23 59 35 · E-mail: joachimdissemond@hotmail.com

Bibliografie

Zentralbl Chir 2006; 131: S174–S176 © J. A. Barth Verlag in Georg Thieme Verlag KG
DOI 10.1055/s-2006-921450
ISSN 0044-409X

Einleitung

Die Zahl der in Deutschland an einer chronischen Wunde leidenden Menschen beträgt etwa 1,5–2 Millionen. Aufgrund der epidemiologischen Entwicklung ist zu erwarten, dass diese Zahlen in den nächsten Jahren weiter ansteigen werden. Im Rahmen eines modernen, feuchten Wundmanagements ist neben einer exakten Diagnostik und phasenadaptierten Wundbehandlung eine objektive Verlaufsdokumentation der Wunden als ein Parameter der Qualitätssicherung von entscheidender Bedeutung [1, 2]. Alle bislang kommerziell erhältlichen Wunddokumentationssysteme benutzen lediglich eine planimetrische, 2-dimensionale Dokumentation, zumeist mittels digitaler Fotografie in Kombination mit einer metrischen Größenangabe als objektiven Bezugsparameter [3–5]. Die einzige aktuell praktizierte Methodik zur Evaluierung von Wundvolumina im Wundheilungsverlauf basiert auf der Abschätzung des Wundvolumens mittels Flüssigkeitsapplikation unter einer nicht-permeablen Folie. Diese sehr ungenaue Technik ist von vielen Einflussgrößen abhängig und für weiterführende wissenschaftliche Untersuchung kaum geeignet. Ziel unserer Arbeit ist es erstmals ein 3-dimensionales Wunddokumentationssystem zu etablieren und anhand einer Kasuistik zu beschreiben.

Material und Methodik

Im Rahmen unserer Untersuchung kam das neu entwickelte DigiSkin®-System der Firma RSI erstmalig zur Verlaufsdokumentation von Wunden zum Einsatz. Ein Projektor generiert ein Bündel aus abwechselnd hellen und dunklen Streifen und projiziert dies auf die zu untersuchende Objektoberfläche. Dieser Vorgang läuft mit hoher Geschwindigkeit ab und wird durch eine seitlich installierte Kamera registriert. Da die Projektor-Kamera-Geometrie zuvor auf der Basis von Referenzdaten kalibriert wurde, kann die Systemsoftware zu jedem Kamerabildpunkt die Koordinaten des korrespondierenden Messpunktes auf dem Objekt errechnen. Die integrierte Textur-Option ist in der Lage ergänzend zur Form des Objekts auch dessen Farben zu berücksichtigen. Zur Verarbeitung der verschiedenen Qualitäten wurde eine Schwarz/Weiß-Kamera für die Formvermessung und eine separate, hochauflösende Farbkamera für die Texturergänzung eingesetzt. Dieser Messvorgang erfolgt berührungslos und dauert ca. 2 Sekunden, bis die Daten an den angeschlossenen PC übertragen worden sind. Die von der Firma RSI entwickelten 3D-Software ermöglicht es nun die Wundvolumenänderungen über die Zeit dreidimensional zu dokumentieren. Neben der Dokumentation der absoluten Volumenänderungen ist es zudem möglich die Lokalisation der Änderungen ab 0,5 mm exakt zu ermitteln.

Fallbericht

Es erfolgte die stationäre Aufnahme einer 56-jährigen Patientin mit einem seit zirka 1 Jahr bestehenden Ulcus cruris venosum am rechten Unterschenkel (Abb. 1a, b). Multiple Vorthérapien zeigten bislang keinen richtungsweisenden Erfolg. Wir verwendeten nach initialem chirurgischen Debridement eine Vakuum-Versiegelung (V.A.C. Freedom® der Firma KCI) mit einem Polyurethan-Schwamm zur Förderung der Granulation für jeweils

3 Tage und dokumentierten den Wundverlauf mittels DigiSkin® (Abb. 2). Nach insgesamt 3 Zyklen der Vakuumversiegelung konnte eine Mesh-graft-Transplantation mit anschließender Vakuumversiegelung bei Verwendung eines Polyvinylalkohol-Schwammes für insgesamt 5 Tage durchgeführt werden. Die Patientin war zu jeder Zeit mobil. Unter diesem phasenspezifischen, modernen Therapieregime zeigte sich eine vollständige Abheilung des zuvor therapierefraktären Ulcus cruris venosum.



Abb. 1a Ulcus cruris des rechten Unterschenkels.

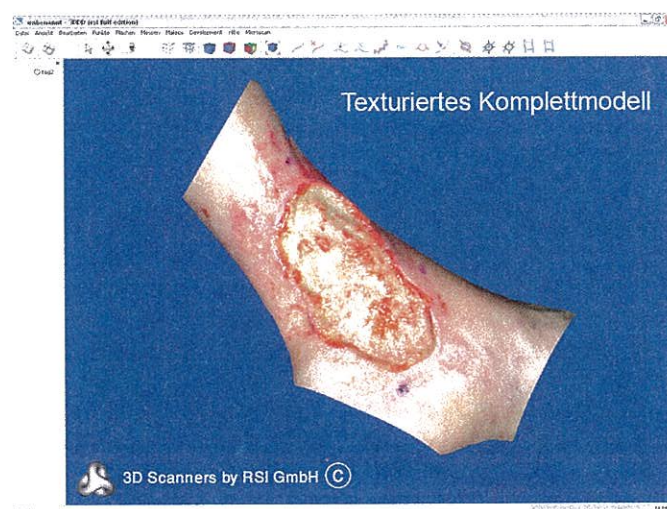


Abb. 1b Texturiertes 3-dimensionales Bild des Ulcus cruris.

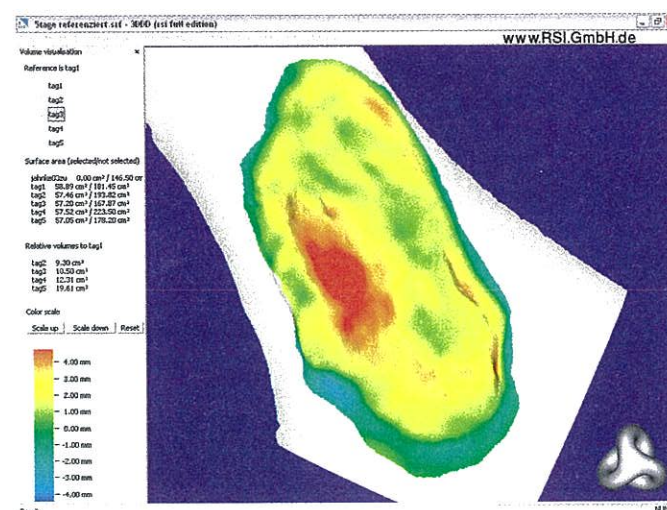


Abb. 2 Änderungen des Wundvolumens über die Therapiezeit.

Resultate

Unter Verwendung der 3-dimensionalen Wunddokumentation zeigte sich vor der Therapie ein Wundvolumen von $20,99 \text{ cm}^3$ und eine Oberfläche von $54,38 \text{ cm}^2$. Nach dem ersten Zyklus der Vakuumversiegelung kam es innerhalb von 3 Tagen zu einer Abnahme des Wundvolumens um $10,31 \text{ cm}^3$, nach dem zweiten Zyklus zeigte sich eine weitere Abnahme um $1,20 \text{ cm}^3$, sowie eine nochmalige Abnahme des Wundvolumens um $1,81 \text{ cm}^3$ nach dem dritten Zyklus der Vakuumversiegelung. Die massive Abnahme des Wundvolumens während des ersten Zyklus resultiert hierbei sowohl aus der Initialisierung der Granulation unter der Vakuumtherapie als auch aus der Abnahme des begleitenden Wundödems. Nach Durchführung der Mesh-graft-Transplantation fand sich eine finale Abnahme des Wundvolumens um $7,3 \text{ cm}^3$. Insgesamt zeigte sich somit unter der gesamten Therapie eine Reduktion des Wundvolumens um $19,61 \text{ cm}^3$. Die verbleibenden $1,38 \text{ cm}^3$ korrespondieren mit dem verbleibenden diskreten Substanzdefekt nach Therapie. Die Wundoberfläche verringerte sich von $54,38 \text{ cm}^2$ auf $43,27 \text{ cm}^2$ und entspricht somit der verbleibenden Mesh-graft Fläche. Es zeigte sich bei der von uns beschriebenen Patientin eine insbesondere von der medialen Wundfläche ausgehende Granulation, die sich im Laufe der Therapie konzentrisch auf die gesamte Wundfläche ausdehnte. Im Randbereich imponierte insbesondere zu Beginn der Therapie die Volumenabnahme des Wundödems.

Diskussion

Die Etablierung der 3-dimensionalen Wunddokumentation ermöglicht erstmals eine exakte wissenschaftliche Auswertung der verschiedenen Wundheilungsphasen im Verlauf. Es ist somit erstmalig möglich verschiedene Wundheilungsstrategien hinsichtlich ihrer Effizienz objektiv miteinander zu dokumentieren und die Auswirkungen beispielsweise auf den Verlauf der Granulation oder der Epithelisierung zu vergleichen. Auch kann mittels der beschriebenen örtlichen Korrelation der erhobenen quantitativen Daten der natürliche Ablauf der verschiedenen Wundheilungsphasen akuter Wunden mit dem chronischer Wunden verglichen werden, um somit weitere Einblicke in die gestörten Wundheilungsabläufe zu erlangen. Als Manko dieser Methode sind der relativ hohe Anschaffungspreis und der zeitliche Aufwand für die Auswertung der Daten zu nennen, die die Verbreitung und den Einsatz derzeit noch auf wenige wissenschaftliche Zentren limitieren wird.

Literatur

- ¹ FDA Wound Healing Clinical Focus Group. Guidance for industry: chronic cutaneous ulcer and burn wounds – developing products for treatment. Wound Repair Regen 2001; 9: 258–268
- ² Mekkes JR, Loots MA, Der Wal AC Van, Bos JD. Causes, investigation and treatment of leg ulceration. Br J Dermatol 2003; 148: 388–401
- ³ Fortner N, Hoelzenbein T, Kozon V, Sahara K, Wild T. Subjektivität versus Objektivität im Bereich der Wunddiagnostik und deren Dokumentation. Österreichische Pflegezeitschrift 2003; 2: 8–11
- ⁴ Perednia DA. What dermatologists should know about digital imaging. J Am Acad Dermatol 1991; 25: 89–108
- ⁵ Mekkes JR, Westerhof W. Image processing in the study of wound healing. Clin Dermatol 1995; 13: 401–407

Verbesserte Einheilrate von Mesh-graft-Transplantaten bei Patienten mit Ulcus cruris durch postoperativen Einsatz von Vakuumversiegelung

J. Dissemond
A. Körber
S. Grabbe

Take of Mesh Grafts in Chronic Leg Ulcer Patients Improves by Vacuum-Assisted Closure Device

Zusammenfassung

Die Vakuumversiegelung wird seit einigen Jahren bereits erfolgreich postoperativ zur Fixierung von Spalthaut-Transplantaten eingesetzt. Bislang liegen jedoch kaum wissenschaftlich belegte Daten darüber vor, ob dieser Einsatzbereich die resultierenden Kosten rechtfertigt. Wir berichten über ein Kollektiv von 54 Patienten mit Ulcus cruris und insgesamt 74 konsekutiv durchgeführten Mesh-graft-Transplantationen. Bei 28 Transplantationen erfolgte eine postoperative Vakuumversiegelung, bei 46 Transplantationen wurde eine Therapie mit Silikon-beschichteter Fettgaze durchgeführt. Im Kollektiv mit Vakuumversiegelung zeigte sich 10–14 Tage postoperativ eine Einheilrate von 92,9%. Im Kollektiv ohne postoperative Vakuumversiegelung betrug die Einheilrate 67,4%. In der Analyse der Subpopulationen konnten zudem schlechtere Einheilraten bei Patienten, die älter als 70 Jahre waren, einen Diabetes mellitus hatten oder eine Dermatoliposklerose aufwiesen, objektiviert werden. Unsere retrospektiv ausgewertete vergleichende klinische Studie zeigt erstmals eine signifikant verbesserte Einheilrate von Mesh-graft-Transplantaten bei Patienten mit Ulcus cruris durch den Einsatz einer postoperativen Vakuumversiegelung.

Schlüsselwörter

Vakuumversiegelung · Hauttransplantation · Mesh-graft · Ulcus cruris · chronische Wunde

Abstract

Vacuum-assisted closure (V.A.C.®) is an established therapeutic option in the management of acute and chronic granulating wounds. In recent years, little data has been published concerning skin graft transplantation and postoperative V.A.C.® therapy. We report a consecutive case series of 54 patients with chronic leg ulcer who received a total of 74 mesh grafts. A postoperative V.A.C.® therapy was performed in 28 mesh grafts, and 46 mesh grafts were treated with standard gauze therapy. In the V.A.C.® group, 92.9% grafts showed complete healing. In the treatment group without postoperative V.A.C.® therapy, 67.4% of the mesh grafts had taken. Differential analysis revealed a correlation in patients over 70 years of age or in patients suffering from diabetes mellitus or dermatoliposclerosis. Particularly patients with diabetes mellitus and of greater age exhibited improved take rates in the V.A.C.® group. The results of our study demonstrate for the first time the significant benefit of V.A.C.® therapy after mesh-graft-transplantation in chronic leg ulcer patients as evaluated in a clinical trial with a control group.

Key words

Vacuum-assisted closure · leg ulcer · chronic wound · mesh graft · skin-graft

Institutsangaben

Dermatologische Klinik und Poliklinik, Universitätsklinikum Essen

Korrespondenzadresse

PD Dr. med. Joachim Dissemond · Universitätsklinikum Essen · Klinik und Poliklinik für Dermatologie · Hufelandstraße 55 · 45122 Essen · Tel.: 02 01/723 38 94 · Fax: 02 01/723 58 43 · E-mail: joachimdissemond@hotmail.com

Bibliografie

Zentralbl Chir 2006; 131: S165–S167 © J. A. Barth Verlag in Georg Thieme Verlag KG
DOI 10.105/s-2006-921449
ISSN 0044-409X

Einleitung

Durch Patienten mit einem Ulcus cruris resultieren zunehmend volkswirtschaftliche Kosten, die durch stationäre und ambulante Behandlungen, verordnete Therapeutika, krankheitsbedingte Arbeitsunfähigkeit und vorzeitiges Ausscheiden aus dem Erwerbsleben bedingt sind [5]. Trotz optimaler präoperativer Wundgrundkonditionierung belegen verschiedene klinischen Untersuchungen im Rahmen einer abschließenden Hauttransplantation ein Therapieversagen bei 10–67% des sehr heterogenen Patientenkollektivs [4, 9, 10].

Die Vakuumversiegelung wird seit einigen Jahren bereits erfolgreich postoperativ zur Fixierung von Spalthaut-Transplantaten eingesetzt. Bislang liegen jedoch kaum wissenschaftlich belegte Daten darüber vor, ob dieser Einsatzbereich die resultierenden Kosten rechtfertigt. Im Rahmen der hier vorgestellten klinischen Studie erfolgte der Einsatz der Vakuumversiegelung unter Verwendung eines Polyvinylalkoholschwamms unmittelbar postoperativ nach durchgeführter Mesh-graft-Transplantation. Ziel dieser retrospektiv ausgewerteten Studie war es, den Einfluss der Vakuumversiegelung auf die postoperative Einheilrate im Vergleich zu konventioneller postoperativer Transplantatversorgung mittels Verbänden mit konventioneller Fettgaze zu evaluieren.

Resultate

Wir berichten über ein Kollektiv von 54 Patienten mit Ulcus cruris und insgesamt 74 konsekutiv durchgeführten Mesh-graft-Transplantationen (Abb. 1). Bei 28 Transplantationen erfolgte eine postoperative Vakuumversiegelung, bei 46 Transplantationen wurde eine Therapie mit Fettgaze durchgeführt. Im Kollektiv mit Vakuumversiegelung (Model Freedom®, Firma KCI), die über 5–7 Tage postoperativ belassen wurde, zeigte sich 10–14 Tage postoperativ eine Einheilrate von 92,9%. Im Kollektiv ohne postoperative Vakuumversiegelung mit postoperativem Einsatz von Mepitel® (Firma Mölnlycke) betrug die Einheilrate 67,4%. In der Analyse der Subpopulationen konnten zudem schlechtere Ein-

heilraten bei Patienten, die älter als 70 Jahre waren, einen Diabetes mellitus hatten oder eine Dermatoliposklerose aufwiesen objektiviert werden. Schwerwiegende Nebenwirkungen wurden nicht beobachtet.

Besprechung

In der von uns durchgeführten Studie konnte erstmals an einem Patientenkollektiv mit Ulcus cruris nachgewiesen werden, dass der postoperative Einsatz der Vakuumversiegelung nach Mesh-graft-Transplantation im Vergleich zu konventioneller Therapie zu einer signifikant verbesserten Einheilrate der Transplantate führt. Nachdem sich die Vakuumversiegelung in der Förderung der Ausbildung von Granulationsgewebe bei Patienten mit einem Ulcus cruris als eine Methode der ersten Wahl hat etablieren können, wird nun auch zunehmend über den erfolgreichen postoperativen Einsatz berichtet. So konnte in mehreren klinischen Untersuchungen gezeigt werden, dass es nach erfolgter Hauttransplantation unter der postoperativen Anlage eines Schwammes in Verbindung mit der Anlage eines Vakuums durch eine Redon-Drainage zu einer Einheilung der Transplantate bei 85–100% der Patienten kam [2, 6]. Der Nachteil der Verwendung einer Redon-Drainage als Sogquelle besteht in dem nicht zu kon-

Tab. 1 Resultate aller untersuchten Patienten

| Parameter | total | erfolgreiche Einheilung | |
|---------------|-------|-------------------------|-------|
| | | absolut | (%) |
| mit VAC | 28 | 26 | 92,9* |
| ohne VAC | 46 | 31 | 67,4 |
| mit Fibrose | 31 | 20 | 64,5* |
| ohne Fibrose | 43 | 37 | 86,0 |
| mit Diabetes | 15 | 9 | 60,9 |
| ohne Diabetes | 59 | 48 | 81,4 |
| ≥ 70 Jahre | 39 | 33 | 84,6 |
| > 70 Jahre | 35 | 24 | 68,6 |
| gesamt | 74 | 57 | 77,0 |

* = signifikant (Die statistische Auswertung der untersuchten Patientengruppen erfolgte unter Verwendung des χ^2 -Tests. Als signifikant wurde ein $p < 0,05$ gewertet)

Tab. 2 Vorteile und Nachteile der postoperativen Vakuumversiegelung

| Vorteile | Nachteile |
|---------------------------------|--------------------------------|
| verbesserte Einheilraten | Kosten |
| kein Sekretstau | hoher Zeitaufwand |
| Fixation des Transplantates | vereinzelt Schmerzen |
| hohe Akzeptanz durch Patienten | Geräusentwicklung |
| weniger Gram-negative Bakterien | (mehr Gram-positive Bakterien) |
| erhaltene Mobilität | |
| physikalische Barriere | |
| Kosten | |



Abb. 1 Ulcus cruris (a) vor und (b) nach Mesh-graft-Transplantation.

- trollierenden System mit hohem Ausgangssog und im Verlauf
 1 stetig absteigenden unkontrollierten Druckverhältnissen. Zu-
 1 dem erfolgt keine akustische Warnmeldung, falls das System
 Druck verlieren sollte. Nach Druckverlust kommt es jedoch zu ei-
 nem Sekretstau, der als kontraindiziert zu sehen ist. In weiteren
 kleineren, jedoch nicht standardisierten Fallserien mit teilweise
 sehr heterogenem Patientenkollektiven wurde über gute Ein-
 heilraten unter postoperativer Verwendung einer Vakuumver-
 siegelung bei akuten bzw. chronischen Wunden sowie eine kom-
 plikationsfreie postoperative Mobilisation der Patienten berich-
 tet [1, 3, 7, 8]. Zusammenfassend sind die Ergebnisse dieser Un-
 tersuchungen bei deutlich heterogenen Patientenkollektiven
 und überwiegend posttraumatischen Indikationen durchgeführt
 worden und nur bedingt mit dem von uns beschriebenen Patien-
 tenkollektiv vergleichbar. Die herausgearbeiteten Vorteile einer
 postoperativen Vakuumversiegelung sind jedoch ein hilfreiches
 Indiz für die Effizienz dieses Verfahrens auch bei anderen Indika-
 tionen. Weiterhin erfolgte in keiner dieser Studien ein Vergleich
 einer konsekutiv untersuchten Population, die in der ersten Pha-
 se ohne Vakuumversiegelung und in der zweiten Phase mit Va-
 kuumversiegelung therapiert worden ist. Darüber hinaus waren
 wir erstmalig in der Lage eine Analyse der Subpopulationen vor-
 zunehmen und zu zeigen, dass die Einheilraten bei Patienten, die
 älter als 70 Jahre waren, einen Diabetes mellitus hatten oder eine
 Dermatoliposklerose aufwiesen deutlich, teilweise sogar signifi-
 kant, schlechter waren.

Fazit

Unsere retrospektiv ausgewertete vergleichende klinische Stu-
 die zeigt erstmals eine signifikant verbesserte Einheilrate von

Mesh-graft-Transplantaten bei Patienten mit Ulcus cruris durch
 den Einsatz einer postoperativen Vakuumversiegelung. Ermutigt
 durch die Auswertung unserer Resultate möchten wir postulie-
 ren, dass sich der postoperative Einsatz einer Vakuumversiege-
 lung nach Mesh-graft-Transplantation trotz der kurzfristig er-
 höhten Kosten in Zukunft insbesondere bei Patienten mit einem
 Ulcus cruris zu einer Methode der ersten Wahl entwickeln sollte.

Literatur

- ¹ Carson SN, Overall K, Lee-Jahshan S, Travis E. Vacuum-assisted closure used for healing chronic wounds and skin grafts in the lower extremities. *Ostomy Wound Manage* 2004; 50: 52–58
- ² Fleischmann W, Lang E, Kinzl L. Vakuumassistierter Wundverschluss nach Dermatomfasziotomie an der unteren Extremität. *Unfallchirurg* 1996; 9: 488–492
- ³ Karl T. Ergebnisse der V.A.C.® Therapie in der Gefäßchirurgie. *Vasomed* 2005; 5: 172–176
- ⁴ Kirsner RS, Mata SM, Falanga V, Kerdel FA. Split-thickness skin grafting of leg ulcers. The University of Miami Department of Dermatology's experience (1990–1993). *Dermatol Surg* 1995; 8: 701–703
- ⁵ Körber A, Dissemond J. Aktuelle Therapieoptionen des Ulcus cruris venosum – Teil 1. *Wundforum* 2005; 3: 8–13
- ⁶ Pfau M, Rennekampff HO, Schaller HE. Skin graft fixation by vacuum assisted topical foam dressing. *Akt Traumatol* 2001; 31: 232–235
- ⁷ Scherer LA, Shiver S, Chang M, Meredith JW, Owings JT. The vacuum assisted closure device: a method of securing skin grafts and improving graft survival. *Arch Surg* 2002; 8: 930–934
- ⁸ Sposato G, Molea G, Di Caprio G, Scioli M, La Rusca I, Ziccardi P. Ambulant vacuum-assisted closure of skin-graft dressing in the lower limbs using a portable mini-VAC device. *Br J Plast Surg* 2001; 3: 235–237
- ⁹ Turczynski R, Tarpila E. Treatment of leg ulcers with split skin grafts: early and late results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999; 3: 301–305
- ¹⁰ Wood MK, Davies DM. Use of split-skin grafting in the treatment of chronic leg ulcers. *Ann R Coll Surg Engl* 1995; 3: 222–223

Die Mehrfachtherapie des Ulcus cruris mit Nekrektomie, V.A.C.[®] und Spalthauttransplantation

M. Fiebiger
W. Innertsberger
J. Molcan

Multi Therapy of Large Chronic Leg Ulcers: A Combination of Necrectomy, Vacuum Assisted Closure and Mesh Graft

Einführung

Großflächige Ulcera cruris stellen ein enormes therapeutisches Problem mit sehr langer stationärer Aufenthaltsdauer dar. Durch eine Kombination aus Nekrektomie, V.A.C.[®] und Spalthauttransplantation kann die Abheilung von Ulzera stark beschleunigt und der stationäre Aufenthalt verkürzt werden. Ziel dieser Studie war die Evaluierung der Ulkusheilung und der stationären Liegedauer bei großen Ulzera.

Methoden

7 weibliche Patienten mit einem durchschnittlichen Alter von 77 Jahren (61–82) wurden mit der oben angegebenen Methode behandelt. Die Ulzera waren 3 × varikös und 2 × traumatisch bedingt. 1 × war die Ursache eine PAVK 4 bei St. p. TEA der A. femoralis superficialis und ein Ulkus entstand über einer ausgedehnten Narbe bei St. p. Osteomyelitis im Kindesalter.

Die Ausdehnung der Ulzera war durchschnittlich 50 cm² (10–100 cm²).

Sämtliche Ulzera wurden zunächst in Allgemeinnarkose debridiert, dies galt als Behandlungsbeginn. Bei venösen Ulzera wurde das oberflächliche Venensystem saniert. Nach dem Debridement folgte die Granulationsphase, welche durch V.A.C.[®] (vacuum assisted closure) durchschnittlich 5 (3–10) Tage beschleunigt wurde. Danach wurden die Ulzera mit Spalthaut gedeckt (0,5 mm Di-

cke, Mesh 1 : 1,5). Als Endpunkt der darauf folgenden Epithelisationsphase galt die vollständige Abheilung der Ulzera. Die Verläufe wurden mit einer Digitalkamera dokumentiert (Nikon Coolpics 5000).

Ergebnisse

Sämtliche Ulzera heilten ab. Die Granulationsphase dauerte durchschnittlich 7,5 Tage (4–12), die Epithelisationsphase durchschnittlich 38,5 Tage. Somit waren sämtliche Ulzera nach durchschnittlich 46 (14–171) Tagen abgeheilt. Die Liegedauer ab Nekrosenabtragung betrug durchschnittlich 19,5 (14–23) Tage. Bei der Entlassung waren 4 Ulzera völlig abgeheilt, bei 3 Patientinnen zeigten sich Restulzera von durchschnittlich 1,5 cm² (0,5–2). Bei 2 der Patientinnen mit einem Restulkus heilten die Läsionen in weiterer Folge problemlos ab, bei der Patientin mit dem Narbenulkus kam es 2 Wochen nach der Entlassung zu einer Nekrose von 30% der transplantierten Haut. Dieses Restulkus wurde mit einer Kombination aus einem Hydrogel und einem Alginat unter Kompression mit einem angepassten Druckpolster zur Abheilung gebracht.

Diskussion

Mit dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass diese Kombination aus verschiedenen Therapien die Abheilung der Ulzera stark beschleunigt. Auch die stationäre Liegedauer wird gegenüber

Institutsangaben
EMCO Privatlinik, Salzburg

Korrespondenzadresse
Dr. Manfred Fiebiger · EMCO Privatlinik · Salzburg · Irma-v.-Troll-Str. 6 · 5020 Salzburg · Österreich ·
E-mail: office@fiebig.at

Bibliografie
Zentralbl Chir 2006; 131: S168–S169 © J. A. Barth Verlag in Georg Thieme Verlag KG
DOI 10.1055/s-2006-921458
ISSN 0044-409X



Abb. 1 Patientin 1, stationäre Aufnahme.



Abb. 3 Patientin 2, stationäre Aufnahme



Abb. 2 Patientin 1, Tag 17.



Abb. 4 Patientin 2, Tag 27.

der rein konservativen Therapie deutlich verkürzt. 6 der 7 Patientinnen sprachen exzellent auf die Therapie an, bei der Patientin mit dem Narbenulcus kam es zu einer verzögerten Heilung. Grund dafür war höchstwahrscheinlich die ausgedehnte Gewebszerstörung durch die massive Osteomyelitis im Kindesalter, die fehlende Muskelvenenpumpe durch die komplette Versteifung des oberen und unteren Sprunggelenkes und die Lage des Ulkus unmittelbar über der medialen Tibiafläche.

Entscheidend für den Erfolg der Therapie ist die Wahl des richtigen Zeitpunktes für die Spalthauttransplantation. Die Wunde muss sauber sein, der Wundgrund gut ausgranuliert, und Fibrinbeläge sollten nicht vorhanden sein. Wegen der starken Granula-

tionsförderung durch das V.A.C.[®]-System war die Transplantation durchschnittlich 1 Woche nach der Nekrosenabtrennung möglich.

Bei venösen Ulzera ist zur Rezidivprophylaxe eine Sanierung des Venensystems unerlässlich.

Literatur

- ¹ Trautvetter T, Bauer K. Ulcus shaving and V.A.C.[®] therapy. Zentralbl Chir 2004; 129 (Suppl 1): S38–S39

Klassische und spezielle Indikationen für die V.A.C.TM-Therapie

H.-J. Stocker und B. Chilov

Grundlagen

Die Vakuum assistierte Wundbehandlung hat sich als Verfahren zur Beschleunigung der Wundheilung bewährt. Die Effizienz des V.A.C.TM-Systems in der Behandlung problematischer Wunden in der prä- oder postoperativen Phase durch Ödem- und Keimreduktion und zur Durchblutungsverbesserung ist erwiesen.

Methodik

Seit Juli 1999 haben wir das V.A.C.TM-System bei bisher 18 Patienten zur Behandlung problematischer Wunden eingesetzt. Die häufigsten Indikationen waren: Ulcus cruris, chronischinfizierte Wunden, Dekubitalulcera; als spezielle Indikationen im Rahmen einer offenen Wundbehandlung nach schwerer Hundebissverletzung der Hand, einer tiefzweitgradigen Verbrennung (1) und bei einer Randnekrose eines gestielten Suralisfascienlappen (1) (Tab. 1). Vorwiegend waren die untere Extremitäten betroffen (Tab. 2).

Tabelle 1. Indikationen.

| Diagnose | Zahl Patienten |
|---------------------------|----------------|
| Ulcus Cruris | 6 |
| Chronischinfizierte Wunde | 7 |
| Dekubitus | 2 |
| Kompartmentsyndrom | 1 |
| Verbrennung 2. Grad | 1 |
| Lappenrandnekrose | 1 |

Tabelle 2. Applikationslokalisation.

| Lokalisation | Zahl Patienten |
|---------------------|----------------|
| Hand | 1 |
| Untere Extremitäten | 14 |
| Sacrum, Trochanter | 3 |

In der Regel wurde das V.A.C.TM-System nach einem Debridement des Ulcus cruris mit gleichzeitiger Meshgraft Abdeckung eingesetzt. In diesen Fällen haben wir PVA-Schaum verwendet. Bei tiefen und stark verschmutzten chronischinfizierten Wunden haben wir die V.A.C.TM-Therapie mit PU Schaum zur präoperativen Wundkonditionierung eingesetzt (Tab. 3). In allen Fällen wurde eine kontinuierliche Therapie mit einem negativen

Tabelle 3. V.A.C.TM-Einsatz.

| Diagnose | V.A.C. TM als Wundkonditionierung | V.A.C. TM primär + Meshgraft |
|---------------------------|--|---|
| Ulcus Cruris | 1 | 5 |
| Chronischinfizierte Wunde | 5 | 2 |
| Dekubitus | 2 | — |
| Kompartmentsyndrom | 1 | — |
| Verbrennung 2. Grad | — | 1 |
| Lappenrandnekrose | 1 | — |

Tabelle 4. Therapiedauer.

| Diagnose | Durchschnittl. Dauer der V.A.C. TM -Therapie in Tagen |
|---------------------------|--|
| Ulcus Cruris | 12,5 |
| Chronischinfizierte Wunde | 11,3 |
| Dekubitus | > 21 |
| Kompartmentsyndrom | 3 |
| Verbrennung 2. Grad | 5 |
| Lappenrandnekrose | 14 |

Druck zwischen 150 und 200 mm Hg eingestellt. Die Wechselintervalle lagen bei PU-Schaum bei 3 Tagen, bei PVA-Schaum bei 3–5 Tagen.

Ergebnisse

Die V.A.C.TM-Therapie ist eine sehr effektive Methode speziell bei chronischen Wunden und beim Ulcus Cruris (1–4). Bei der Behandlung des Ulcus Cruris konnte in 90 % eine Schmerzfreiheit 2–3 Tage nach Beginn der Behandlung und primäre Einheilung der Spalthauttransplantate erzielt werden. Die Therapiedauer mit dem V.A.C.TM-Gerät dauerte durchschnittlich 12,5 Tage (Abb. 1). Die Phase der Wundkonditionierung bei chronischen Wunden unterschied sich in Abhängigkeit vom Lokalbefund. Prinzipiell wurde ein chirurgisches Debridement durchgeführt, eine sauber granulierende Wunde wurde immer erreicht. Die Therapie (Wundkonditionierung und Anlege des V.A.C.TM-Systems nach Hauttransplantation) dauerte durchschnittlich 11,3 Tage (Abb. 2).

Schlussfolgerungen

Die Erfolgsrate in absolute Zahlen zeigt die Tabelle 5. Der Erfolg bei den klassischen Indikationen Ulcus Cruris und chronischinfizierte Wunde ist gesichert.

Bei Speziellen Indikationen muss der Stellenwert noch abgeklärt werden. Die V.A.C.TM-Therapie ersetzt natürlich keine Lappenplastik beim Dekubitalulcus, kann jedoch bei Problemen oder zur Vorbereitung sinnvoll sein. Dies gilt gleichermaßen für lokalisierte tief-zweitgradige Verbrennungen. Die V.A.C.TM-Therapie stellt keinen Ersatz für eine adäquate chirurgische oder plastisch-chirurgische Therapie dar. So wurde auch bei einer schweren Hundebissverletzung an der Hand zunächst debridiert, die dorsalen Interosseus-Compartimente wurden gespalten, danach konnte jedoch durch Einsatz der V.A.C.TM-Therapie eine rasche Abschwellung und Wundreinigung erreicht werden. Bei einer Durchblutungsstörung am distalen Rand eines axialen Lappens wurde die V.A.C.TM-Therapie ebenfalls mit Erfolg eingesetzt.

Tabelle 5. Ergebnisse.

| Diagnose | Zahl Patienten | Erfolgreiche Behandlung mit der V.A.C. TM -Therapie |
|---------------------------|----------------|--|
| Ulcus Cruris | 6 | 5 |
| Chronischinfizierte Wunde | 7 | 5 |
| Dekubitus | 2 | ? |
| Kompartmentsyndrom | 1 | 1 |
| Verbrennung Grad 2b | 1 | 1 |
| Lappenrandnekrose | 1 | 1 |

Literatur

- (1) Abstracts des ersten deutschen V.A.C.TM-Therapie und Anwendertreffens am 27. November 1999 in Freiburg. Zeitschrift für Wundheilung 2000; 13/2.
- (2) Argenta, LC, Morykwas MJ: Ann Plast Surg 1997; 38: 563–576.
- (3) Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W: Ann Plast Surg 1997; 38: 553–562.
- (4) Schneider AM, Morykwas MJ, Argenta LC: Plast Reconstr Surg 1998; 102: 1195–1198.

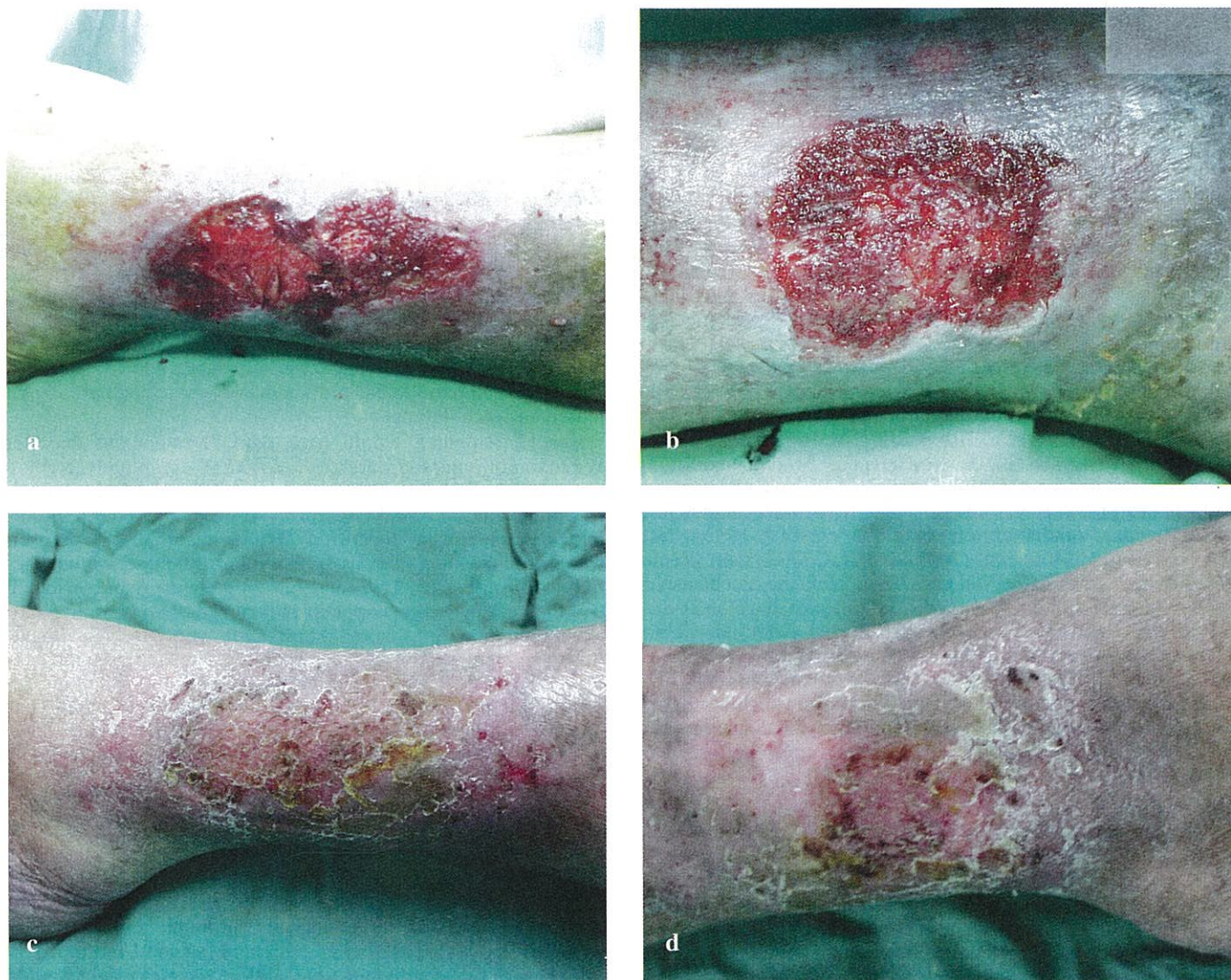


Abb. 1 a–d. Die Patientin litt an einem Ulcus cruris bds (a, b). Therapie: Debridement, Meshgrafttransplantation und gleichzeitige Anlegen der V.A.C.TM-Therapie mit PVA-Schaumstoff, Negativer Druck 175 mm Hg. Dauer der Therapie 6 Tage. Rechts: (c, d) – Patientin 2 Wochen postoperativ.



Abb. 2 a–c. Chronische Wunde am Unterschenkel einer Patientin (a). Therapie: Debridement, Meshgrafttransplantation (b) mit V.A.C.TM-Therapie. PVA-Schaum, negativer Druck 175 mm Hg. Therapiedauer 5 Tage. 100 % Einheilung des Transplantates und deutliche Schrumpfung der Wundfläche (c).

Vakuumversiegelungstherapie in der Dermatologie

Vacuum-Assisted Wound Closure in Dermatology

K. Herberger, M. Augustin

CeDeF und Hochschulambulanz für Wunden, Klinik und Poliklinik für Dermatologie und Venerologie, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

Zusammenfassung

Nachdem die Vakuumversiegelungstherapie (VVS) zunächst in den chirurgischen Bereichen zu einem Standardverfahren geworden ist, hat diese Therapie in den letzten Jahren auch einen festen Platz bei der Therapie dermatologischer Wunden eingenommen.

Dank der positiven Eigenschaften dieser Therapie können akute aber vor allem auch chronische, komplizierte Wunden schneller zur Heilung gebracht werden. Sowohl die Granulationsförderung, die Reduktion der bakteriellen Last durch das Exsudatmanagement führen zu einer schnelleren Abheilung aber auch zur Vermeidung von Komplikationen.

In der jüngsten Zeit kommt die VVS vermehrt auch im Bereich seltener Wundarten zum Einsatz und zeigt sich bei enger Indikationsbreite und sorgfältiger

Therapiebegleitung als sehr erfolgreiches Verfahren.

Schlüsselwörter

Vakuumversiegelungstherapie, dermatologische Wunden, chronische Wunden

Summary

Since vacuum-assisted wound closure (topical negative pressure treatment, TNP) has emerged as a standard approach in the treatment of surgical wounds, it has also gained considerable importance as a successful treatment option in dermatologic wounds.

Due to its positive therapeutic effects, healing of complicated acute and particularly chronic wounds can be induced within a short period of time.

The various effects of TNP treatment on wounds such as reducing bacterial con-

tamination, improving granulation tissue formation and managing exsudate permit effective wound healing and prevention of complications.

Lately, the spectrum of TNP indications has enlarged. Wounds caused by rare diseases such as hidradenitis suppurativa and pyoderma gangraenosum can be effectively treated. Successful management of these wounds requires a careful comprehensive therapeutic strategy.

Key words

Total negative pressure treatment, dermatologic wounds, chronic wounds

Einleitung

Die Vakuumversiegelungstherapie (VVS) hat sich in den letzten 10 Jahren zu einem Standardverfahren in der Behandlung akuter und chronischer Wunden entwickelt. Zunächst etablierte sich diese Behandlungsmethode vor allem im chirurgischen Bereich zur Versorgung postoperativer Wunden bei offener Wundbehandlung. In den letzten Jahren wurde die VVS jedoch zu einem erfolgreichen Therapieverfahren im Bereich dermatologischer Wunden.



Abb. 1a: Stark belegte Wunde, sistierende Heilung



Abb. 1b: Ulcus nach zwei Zyklen V.A.C.® à 3 Tage

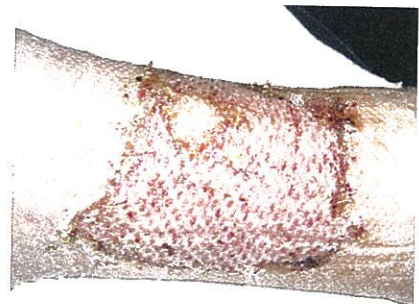


Abb. 1c: Ulcus cruris 10 Tage nach Spalthauttransplantation



Abb. 2a: Pyoderma mit bestehender vaskulitischer Aktivität nach 2. Zyklus Cyclophosphamid 10/06



Abb. 2b: 4 Monaten Sistieren der Heilung unter Immunsuppression, 03/07



Abb. 2c: Nach fünf Zyklen V.A.C.® à 3 Tage, 04/07

Abb. 2a-c: Vakuumtherapie bei Pyoderma gangraenosum

In der Dermatologie findet diese Methode einen breiten Einsatz. Zu den Hauptindikationen zählen chronische Wunden wie auch postoperative Wunden. Nachdem sich dieses System als sicheres und erfolgreiches Verfahren etabliert hat, gibt es vermehrt Indikationsgebiete im Bereich komplizierter und seltener Wunden.

Die bevorzugten Einsatzbereiche der Vakuumversiegelungstherapie sollen im Folgenden dargestellt werden.

Wirkungsweise der Vakuumversiegelungstherapie (VVS)

Das Prinzip der Vakuumversiegelungstherapie wurde in den 1980er Jahren in Deutschland durch Fleischmann und parallel in den USA durch Morykwas und Argenta entwickelt.

Durch Einlegen des Schwammes in die Wunde und Anlegen eines Soges über das die Wunde und die Pumpe verbindende Schlauchsystem wird ein Unterdruck erzeugt. Die folgenden Wirkungen sind durch diesen intermittierend oder kontinuierlich wählbaren Sog erklärlich. Es erfolgt ein kontinuierliches Absaugen des Wundsekretes zur Minderung der Wundkontamination sowie zur Prophylaxe einer Wundinfektion. Durch den Sog auf den Schwamm zieht dieser sich zusammen, was eine Annäherung der Wundränder bewirkt. Dieses führt zur Verkleinerung des Wundbettes und zu einem rascheren Verschluss der Wunde (1). Die Bildung von Granulationsgewebe wird durch die vermehrte Gewebepfusion induziert, welche vor allem in der nahen Wundumgebung entsteht (2). Ein erheblicher Wachstumsreiz geht außerdem von den Dehnungs- und Druckreizen des Unterdruckes (mechanotransduktiver Reiz) aus. Dieser Reiz wird zum einen durch den Sog direkt, zum anderen durch den Kontakt zwischen Wunde und Schwamm generiert (3, 4). Durch den Abschluss gegenüber dem Außenmilieu wird das Eindringen von Problemkeimen, ferner eine Kontamination durch Anflugkeime vermindert (5, 6). Sogstärke, Sogart (intermittierend, kontinuierlich), System-/Pumpenart und Schwamm-Material können variiert werden.

Dermatologische Indikationen der Vakuumversiegelungstherapie

Die VVS hat mittlerweile einen breiten Indikationsbereich in der Dermatologie

(Tabelle 1). Bei den jeweiligen Wundtypen finden sich unterschiedliche Wirkungen und Zielsetzungen. Im Bereich der akuten Wunden liegen die häufigsten Anwendungen der VVS in der Konditionierung akuter traumatischer Weichteilwunden, der Sekundärheilung dehiszenter oder infizierter Operationswunden, in der Behandlung von Verbrennungen und sekundär heilenden Wunden sowie in der Sicherung von Hauttransplantaten. Es handelt sich um Wunden, die besonderen Schutz benötigen. Bei den akuten Wunden sind die Hidradenitis suppurativa, große Hautdefekte in der dermatologischen Tumorchirurgie und die Sicherung von Hauttransplantationen typische Indikationen. In der Palliativversorgung werden exulzerierte kutane Metastasen durch die V.A.C.[®] versorgt. Unter den chronischen Wunden findet die VVS Anwendung bei Wunden, die allein keine ausreichende Heilungstendenz zeigen, dazu gehören chronische Wunden wie das Ulkus cruris, das diabetische Fußulkus, Dekubitalgeschwüre und seltenere Erkrankungen wie die Kalziphyllaxie, Vaskulitiden und das Pyoderma gangraenosum.

Wirkungen der Vakuumversiegelungstherapie bei dermatologischen Wunden und Indikationsbeispiele

Bei Wunden, die alleine keine ausreichende Heilung zeigen, steht neben dem steuerbaren Exsudatmanagement und der Schaffung einer keimarmen Wundsituation die gute Anregung der Granulation und damit das schnellere Erreichen der Transplantatreife oder Spontanepithelisierung bei sekundärer Wundheilung im Vordergrund (7). Bei chronischen Wunden mit fehlender Heilung ist die typische Indikation das venöse oder arterielle Unterschenkelgeschwür. Abbildung 1a zeigt ein Ulkus cruris arterio-venöser Genese, welches mittels VVS zur Transplantation vorbereitet wurde (Abbildung 1b) und den postoperativen Befund (Abbildung 1c). Hierbei zeigt sich deutlich die Beschleunigung des Heilungsvorganges durch die Vakuumtherapie und das schnelle Erreichen der Transplantatreife. Auch nach der Deckung der Wunde mit einer Spalthaut-/Meshgraft kann eine Sicherung mit der Vakuumversiegelungstherapie erfolgreich eingesetzt werden. Auch bei schwierigen Lokalisationen chronischer Wunden wie beispielsweise der Achilles-

sehne kann die VVS sehr günstig sein. Probleme bei der Therapie ergeben sich durch die Anatomie, die erschwerte Verbandbedingungen mit sich bringt. Außerdem zeigen sich in diesem Bereich schlechte Heilungsbedingungen durch die ständige mechanische Reizung. Diese Probleme können häufig durch den Einsatz der VVS erfolgreich gelöst werden. Ist die Therapie chronischer Ulzera aufgrund einer CVI oder pAVK ein bereits etabliertes Verfahren, so ist der Einsatz der VVS bei immunologisch bedingten Wunden und seltenen Wunden wie bei Kalziphyllaxie bisher nur in Einzelfällen erfolgt. Bei unsachgemäßer Anwendung und falscher Indikationsstellung drohen lebensbedrohliche Komplikationen. Daher sollte die Indikation zur Vakuumversiegelungstherapie bei diesen Diagnosen sehr sorgsam gestellt und nur von dermatologisch erfahrenen Wundtherapeuten angewendet werden. Weiterhin ist eine engmaschige klinische Kontrolle notwendig. Aus unserer Erfahrung ist anfänglich ein stationärer Behandlungsversuch zu empfehlen. Es sollten Kontrollen des Wundrandes in den ersten Tagen mehrfach am Tag erfolgen, der erste Behandlungszyklus sollte eher kurz (2-3 Tage) gewählt sein. Bei den Vaskulitiden und dem Pyoderma gangraenosum muß vor dem Einsatz der Vakuumtherapie die inflammatorische Aktivität suffizient und über einen längeren Zeitraum durch eine immunsuppressive Therapie beherrscht sein. Bei dann sistierender Heilung kann es sinnvoll sein dieses Therapieverfahren zu nutzen. Die Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für den erfolgreichen Einsatz bei einem Pyoderma gangraenosum. Bei dieser Wunde war es nach erfolgreicher Immunsuppression über einen Zeitraum von 4 Monaten nicht mehr zu einer nennenswerten Granulation gekommen. Bereits nach zwei Zyklen VVS zeichnete sich eine einsetzende Granulation ab. Nach Erreichen der Transplantatreife wurde die Wunde konservativ weiterbehandelt und epithelisierte spontan. Die Vorteile der Vakuumversiegelungstherapie bei Wunden, die besonderen Schutz benötigen, sind in einem guten Infektionsschutz, einer schnelleren Granulation und Kontraktion der Wundränder und damit einem insgesamt kürzeren Heilungsverlauf zu sehen. Vor allem im Bereich der Tumorchirurgie ist das schnellere Erreichen der Transplantatfähigkeit bei größeren postoperativen Defekten

sehr nützlich, da die Heilungszeit stark verkürzt werden kann. Als weitere Indikation im dermatochirurgischen Bereich für die VVS ist die operative Versorgung der Hidradenitis suppurativa zu nennen. Die V.A.C.® kann hier nach operativer Ausräumung der Abszesse und Fistulationen eingesetzt werden und verfügt

über die Vorteile der Infektkontrolle, des Exsudatmanagements und kann durch schnelleres Erreichen der Transplantatreife die Heilungszeit verkürzen. Im Gegensatz zu modernen Wundaufgaben kann die VVS bei schwierigen Lokalisationen wie dem Inguinal- und Genitalbereich die Abschirmung gegenüber

Körperflüssigkeiten gewährleisten. Bei der palliativen Versorgung exulzierter kutaner Metastasen ist die Kontrolle über das Exsudat und die Blutungen sowie die Geruchsminderung und Infektionsprophylaxe von großem Vorteil und kann so zu einer gesteigerten Lebensqualität der Patienten beitragen.

Literatur

1. Isago T, Nozaki M, Kikuchi Y, Honda T (2003) Effects of different negative pressures on reduction of wounds in negative pressure dressings. *Journal of dermatology* 30: 596-601.
2. Genecov DG, Schneider AM, Morykwas MJ, Parker D, White WL, Argenta LC (1998) A controlled subatmospheric pressure dressing increases the rate of skin graft donor site reepithelialization. *Ann Plast Surg* 40(3): 219-225.
3. Kremers L, Wanner M, Argenta J, Webb K: effects of sub-atmospheric pressure on PGI₂ and TBX B2 and control of visceral blood flow post-burn. *Wound Rep Reg* 11: 5-14.
4. Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill DP (2004) VAC: Microdeformations of Wounds and Cell Proliferation. *Plast Reconstr Surg*. Oct; 114(5): 1086-96.
5. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W (1997) Vacuum-Assisted Closure: A New Method for Wound Control and Treatment: Animal Studies and Basic Foundation. *Ann Plast Surg*. 38(6): 553-562.
6. Fleischmann W, Lang E, Russ M (1997) Infektbehandlung durch Vakuumversiegelung. *Unfallchirurg* 100: 301-304.
7. Wild T (2003) Konsensus der Deutschen und der Österreichischen Gesellschaft für Wundheilung und Wundbehandlung: Vakuumversiegelung und V.A.C.®-Therapieeinheiten. *MMW Fortschr Med* 145: 97-101.

V.A.C.® und Infektionen, Update 2009

V.A.C. and infection, update 2009

A. Körber, J. Dissemmond

Universitätsklinikum Essen, Klinik und Poliklinik für Dermatologie

Zusammenfassung

Grundlagen

Die Vakuumtherapie ist eine etablierte Methode in nahezu allen medizinischen Disziplinen, die sich mit der Therapie akuter und chronischer Wunden befassen. Die Anwendung der Vakuumtherapie bei lokal und/oder systemisch infizierten Wunden ist bis heute jedoch noch immer in kontroverser Diskussion. Es erfolgte eine Durchsicht der aktuellen Literatur bis 03.2009 bezüglich der Verwendung der Vakuumtherapie bei infizierten Wunden, unter besonderer Berücksichtigung der Modifikationen der V.A.C.®-Instill und dem Einsatz des GranuFoam Silver®-Schwammes.

Es existieren weiterhin lediglich eine geringe Anzahl teils widersprüchlicher Untersuchungen zu der Verwendung der Vakuumtherapie bei infizierten Wunden.

Der Einsatz der Vakuumtherapie bei infizierten Wunden ist sinnvoll und möglich, sollte jedoch von erfahrenen Anwendern mit besonderer Vorsicht durchgeführt

werden. Insbesondere der GranuFoam Silver®-Schwamm stellt eine innovative Option für infektionsgefährdete Wunden dar.

Schlüsselwörter

Chronische Wunde, Infektion, V.A.C.®, GranuFoam Silver®, V.A.C.®-Instill

Summary

Vacuumtherapy is an established method in nearly all medical disciplines treating acute or chronic wounds. Up today the use of vacuumtherapy in local or systemic infected wounds is still unclear.

We report about a literature review concerning the use of vacuumtherapy in infected wounds. A special focus has been the new modifications V.A.C.®-Instill and GranuFoam silver® dressing.

Only few articles about the use of vacuumtherapy in infected wounds were still found. The results are partial inconsistent.

The use of vacuumtherapy in infected wound is reasonable and possible, but should be done by experienced user

with special care only. In particular the GranuFoam silver® dressing is an innovative option for wound with a high risk of infection.

Keywords

chronic wounds, infection, V.A.C.®, GranuFoam silver®, V.A.C.®-instill

Einleitung

In den letzten Jahren ist in der Therapie der Patienten mit chronischen Wunden das Management der mikrobiellen Besiedlung zunehmend zu einem zentralen Thema geworden. In jeder chronischen Wunde sind zumindest transient Bakterien zu finden. Der Terminus Kontamination beschreibt in einer Wunde Bakterien, die sich nicht replizieren. Hingegen wird die Anwesenheit von Bakterien, die sich in der Wunde bereits replizieren als Kolonisation bezeichnet. Die Differenzierung zwischen der so genannten kritischen Kolonisation und einer lokalen Infektion ist klinisch oft nicht möglich. Sowohl wegen der Gefahr der reaktiven Ausbildung einer systemischen Infektion als auch aufgrund einer potentiellen Verzögerung der Wundheilung durch eine lokale Infektion sollten chronische Wunden deshalb frühzeitig auch antimikrobiell behandelt werden (1). Die Rolle der Vakuumtherapie wird hierbei

State-of-the-art treatment of chronic leg ulcers: A randomized controlled trial comparing vacuum-assisted closure (V.A.C.®) with modern wound dressings

Author: Jeroen DD Vuerstaek, Tryfon Vainas, Jan Wuite, Patty Nelemans, Martino HA Neumann, Joep CJM Veraart

Journal: Journal of Vascular Surgery, November 2006

Background

- Chronic leg ulcers affect approximately 1% of the adult population in the developed countries. This prevalence increases with age and is estimated to be 4–5% in the population being 80 years and older. Up to 80% are caused by venous disease.
- There is not much evidence for the use of special dressings

Purpose

- To investigate the effect of V.A.C.® Therapy™ compared with standard wound care in the treatment of chronic leg ulcers defined as the time-to-complete-healing (days)
- Secondary end points were wound bed preparation time, ulcer recurrence rate, quality of life (EQ-DSI score), pain (SF-MPQ and PPI scores) and costs of treatment

Methods

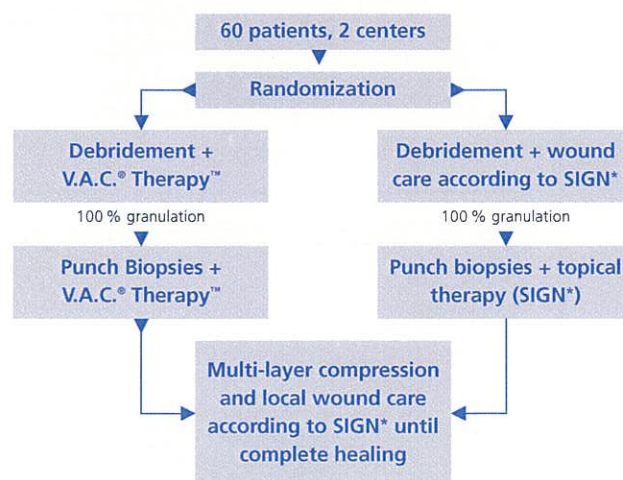
- The study was designed as a randomized controlled trial
- All hospitalized patients with chronic venous, combined venous/arterial or arteriosclerotic ulcers in which extensive ambulatory treatment in an out-patient-clinic according to SIGN* had failed were evaluated (exclusion and inclusion criteria)
- Randomization into the V.A.C.® Therapy™ or control group was carried out for 3 strata; venous, combined venous/arterial and arteriosclerotic ulcers
- Wounds were debrided followed by V.A.C.® Therapy™ or commercially available modern wound dressings according to the SIGN* guidelines
- When 100% granulation was reached punch biopsy grafts were transplanted, followed by V.A.C.® Therapy™ or standard topical therapy

Patients

Exclusion criteria

Ulcer duration shorter than 6 months
 Age > 85 years
 Use of immuno suppressive medication
 Known type IV allergies against ingredients of the wound care products
 Insulin dependent diabetes mellitus type I
 Ankle/brachial index < 0.60
 Vasculitic ulcers
 Neoplastic ulcers

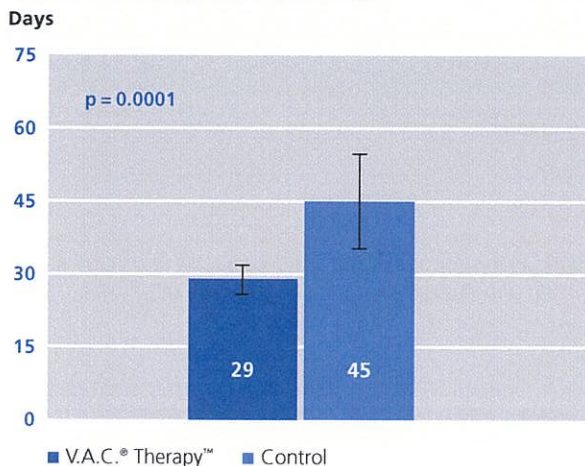
* SIGN stands for Scottish Intercollegiate Guidelines Network



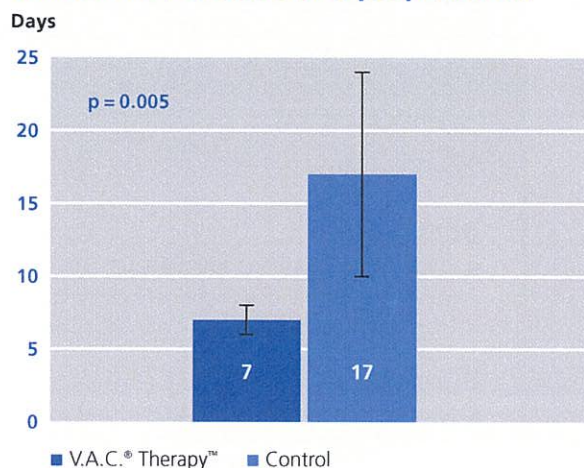
THE V.A.C.®
 VACUUM ASSISTED CLOSURE®

Results and Conclusions

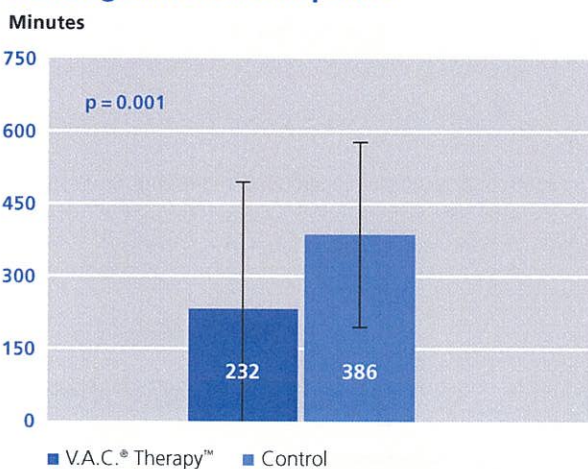
V.A.C.® Therapy™ reduces median time to complete healing



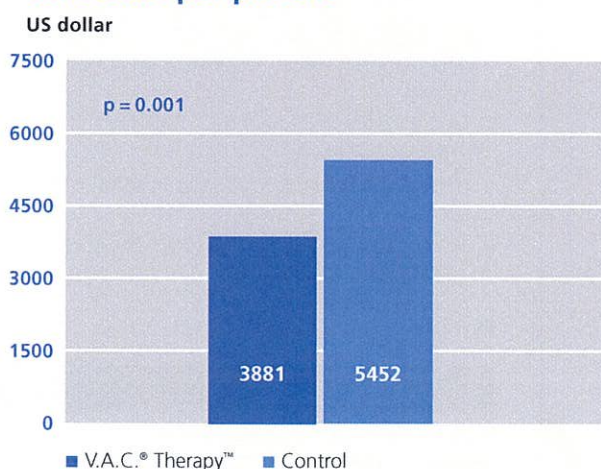
V.A.C.® Therapy™ reduces median duration of wound bed preparation



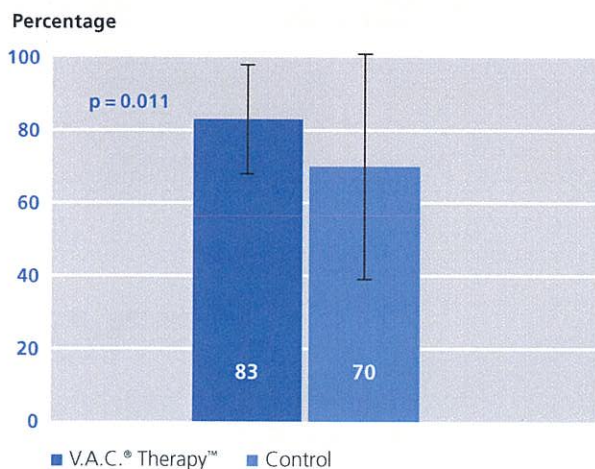
V.A.C.® Therapy™ reduces median nursing time consumption



V.A.C.® Therapy™ reduces average wound care costs per patient



V.A.C.® Therapy™ enhances skin graft survival



Conclusions

- The present study shows a reduction of wound bed preparation time of 58 % and a reduction of wound healing time of 35 % when wounds are treated with V.A.C.® Therapy™
- V.A.C.® Therapy™ reduces nursing time and wound care costs
- In both study arms the QOL score increased significantly
- Both groups showed a significant reduction in pain scores at the end of follow up. Pain scores were significantly lower in the V.A.C.® Therapy™ group ($p < 0.05$).

The Information presented is only intended for distribution and use in operating geographies of KCI International and is not intended for use in USA. Unless otherwise indicated, trademarks and services marks herein are the property of KCI, its affiliates, and licensors. The V.A.C.® system is subject to patents and/or pending patents.

Ref: KCII 1032-10-06 En

- Die konstant erhalten gebliebene leichte Absenkung der Fallzahlen gegenüber dem Vergleichszeitraum weist auf eine strengere Indikationsstellung hin
- Der Kostenaufwand der V.A.C.®-Wechsel in einer Spezialambulanz ist deutlich geringer als im OP (geringerer Zeitbedarf, Personal 2 Personen statt mindestens 6 Personen, geringerer Materialaufwand, insbesondere Nar-kosematerialien)
- Nachdem nur noch in der Spezialambulanz, im Zentral-OP und auf einer speziellen septischen Station die V.A.C.®-Materialien vorgehalten werden müssen, ist die Lagerhaltung der Materialien deutlich verbessert und der Aufwand auch hier deutlich verringert
- Die V.A.C.®-Wechsel sind auch mit Hilfe lokoregionärer Anästhesie außerhalb des OP's problemlos
- Bei jedem Verbandwechsel erfolgt eine zentrale Fotodokumentation aller V.A.C.®-Patienten mit schriftlicher Anweisung zur Weiterbehandlung für die weiterbehandelnde chirurgische oder auch internistische Station
- Die Analyse der Kosten- und Erlössituation zeigt deutlich, dass sich beim derzeitigen DRG-System eine positive Erlös-Kostenrelation nur bei kurzer stationärer Verweildauer der Patienten

und Senkung der OP-Kosten erreichen lässt. In unserm Patientengut sind die Fälle mit positiver Bilanz noch eindeutig in der Minderzahl im Gegensatz zu allerdings häufig sehr komplexen Behandlungsfällen

- Als Fazit ist unseres Erachtens die Ausweitung der Spezialambulanz auch auf nichtstationäre bzw. poststationäre Behandlungsfälle nach Abklärung der Kostenübernahme durch die Krankenkasse sinnvoll. Damit können unnötige OP-Kosten vermieden werden und die stationäre Verweildauer deutlich verkürzt werden ohne die Behandlungskontrolle zu verlieren

Literatur

1. Wagner C (2008) Der Einsatz der Vakuumversiegelung zur Konditionierung von Weichteildefekten, *Oper Orthop Traumatol* 20: 525-33 DOI 10. 1007/s00064-008-1608-3.
2. Steinsträßer L, Hasler R (2008) Therapieoptionen der Zukunft bei chronischen Wunden, *Chirurg* 79: 555-559 DOI 10. 2007/s00104-008-1504-z.
3. Venturi ML, Attinger CE, Mesbahi AN (2005) Mechanisms and clinical applications of the vacuum-assisted closure (V.A.C.®) Device: a review, *AM J Clin Dermatol* 6: 185-194.
4. Büttow HH (2008) Einer neuen Wahrheit ist nichts schädlicher als ein alter Irrtum (Goethe) *Eur Surg Vol. 40, Supplement Nr. 222*: 64-66.

Nicht jedes V* ist* A* V.A.C.® –

Eine kritische Analyse – EBM

Not just any V is(t) a V.A.C.® – A critical analysis – EBM

M. V. Schintler¹, E.-C. Prandl¹, G. Kreuzwirt², V. Matzi³, P. Stiegler⁴, S. Spendl¹, E. Scharnagl¹

Medizinische Universität Graz

¹ Klinische Abteilung für Plastische Chirurgie, Graz, ² Klinische Abteilung für Gefäßchirurgie, Graz, ³ Klinische Abteilung für Thorax- und Hyperbare Chirurgie, Graz, ⁴ Klinische Abteilung für Transplantation-chirurgie, Graz

Zusammenfassung

Die Behandlung von Wunden stellt seit jeher eine große Herausforderung für die Medizin dar. Seit der Einführung der V.A.C.®-Therapie an der Medizinischen Universität Graz vor mehr als 12 Jahren haben sich die Dinge verändert. Sowohl in der Traumatologie, beim schweren Weichteiltrauma sowie beim Décollement, beim Kompartmentsyndrom, als auch nach postinfektiösen Körperdefekten, bei Wunden chronischer Genese, beim diabetischen Fuß, Ulcus cruris und Dekubitus fand das V.A.C.® über 3500 mal Anwendung. Für einen Profispieler stellt das V.A.C.® einen Joker in der Wundbehandlung dar. Fremde Karten, die bei dem Spiel neuerdings auftauchen, werden vom Berufsspieler schnell durchschaut und ausgetauscht.

Schlüsselwörter

V.A.C.®, V, IST, A, EBM

Summary

Treatment of wounds has always been challenging for medicine. Since introduction of V.A.C.® at the Medical University Graz 12 years ago times have changed. Both traumatologic problems, concerning severe soft tissue trauma, degloving injuries, compartment syndrome and huge body defects following severe soft tissue infections, as well as chronic wounds, diabetic foot wounds, lower leg ulcers and pressure sores have successfully been managed with the aid of V.A.C.® in more than 3500 cases. For professional (players) V.A.C.® represents the joker for woundhealing. Foreign

cards newly cropping up during play, are immediately distinguished and replaced as necessary.

Keywords

V.A.C.®, V, IST, A, EBM

Einleitung

Evidenzbasierte Medizin (EBM) beruht auf der Verbindung von individueller klinischer Expertise mit den Resultaten der Forschung. Das Auswählen einer bestmöglichen Behandlungsoption auf der Grundlage des jetzigen, zum derzeitigen Stand bestehenden Wissens bzw. der Wissenschaft soll zusammen mit der individuellen Erfahrung des Behandlers ein bestmögliches Ergebnis erzielen. Nicht derjenige, der die Ergebnisse aller RCT's in der Wundbehandlung, die an der Zahl und Wertigkeit ohnehin begrenzt sind, kennt, wird dem Patienten mit Wundproblemen unmittelbar helfen können, sondern derjenige, der sich tagtäglich seit vielen Jahren mit diesen Problemen auseinandersetzt. Experience based medicine versus evidence based medicine – was nützt dem Patienten unmittelbar mehr?

Meist werden Anwendungsbeobachtungen oder Fallserien präsentiert, deren Beobachtungsdauer zu kurz ist. Chronische

nische Wunden sind immer ein komplexes Geschehen betreffend ihrer Ätiologie und der bisherigen Behandlung. Daher ist es sehr schwierig bzw. mitunter unmöglich, genügend große homogene Gruppen, vergleichend für eine bestimmte Fragestellung zu gewinnen. Prospektive, randomisierte verblindete Studien an möglichst vielen und gleichartigen Patienten werden gefordert, um neue Medikamente oder Behandlungsmethoden zu entwickeln.

Aber wenn schon die seit Jahrzehnten, sogar Jahrhunderten angewandten chirurgischen Methoden neu hinterfragt werden müssen, was würde aus unseren Patienten dann werden? Das chirurgische Débridement ist für experience based medicine eine *conditio sine qua non*, auch das Débridement beim diabetischen Fußulkus - für Cochrane Library hat dies alles keine oder nur schwache Evidenz. Bis 2003 waren nur 3,4% aller Publikationen in den führenden chirurgischen Journals randomisierte, kontrollierte Studien, davon waren nur 44,1%, die eine chirurgische Therapieform mit einer anderen verglich, andererseits aber 55,9%, welche eine medizinische Therapie mit einer anderen beim chirurgischen Patienten vergleicht. Sind die anderen 96,4% der Publikationen, bei denen hochspezialisierte chirurgische Tätigkeiten präsentiert werden nichts wert? Sollten Extremitätenerhaltende und lebensrettende chirurgische Eingriffe solange nicht mehr durchgeführt werden, bis sie durch RCT's an tausenden Patienten als statistisch signifikant besser bewiesen werden? Die Diskrepanz zwischen evidenzbasierten Bewertungen ärztlichen Handelns und der tagtäglichen Praxis sei in einer Tabelle beispielhaft dargestellt.

Material und Methoden

An unserer Klinik kommt das V.A.C.®-System seit über 12 Jahren erfolgreich zum Einsatz. Sowohl bei akuten traumatischen Wunden als auch chronischen Wunden, wie Dekubitus, diabetisches Fußsyndrom und Ulzera unterschiedlicher Genese trug das V.A.C.®-System in über 3500 Fällen in irgendeiner Form zu einer erfolgreichen Wundbehandlung bei. Echte Therapieversager waren sehr selten und beruhten entweder auf einer falschen Anwendung, oder traten dort auf, wo das V.A.C.® als eine „Ultima Ratio Therapie“, als letzter Lösungsweg, das letzte Mittel oder der letzte Ausweg missbraucht

Tab. 1: Summaries Evidence Based Medicine versus Experience Based Medicine

| Cochrane Library und Evidence | Clinical Expertise and Experience |
|--|--|
| The effects of water compared with other solutions for woundcleansing - | Steril Saline Solution, Lavasorb, Octenidine + |
| Routine Doppler ultrasound in pregnancy does not have health benefits for women - | Ultrasound is used worldwide in pregnancy + |
| Pressure relieving interventions for preventing and treating diabetic foot - | Total contact cast and orthosis are widely used + |
| Skin grafts to improve venous ulcer healing - | Surgical technique is widely used + |
| Wound cleansing for pressure ulcers essential for therapy - | Essential for therapy + |
| Topical silver for treating infected wounds - | Silver dressings are widely used + |
| Topical negative pressure for treating chronic wounds - | TNP is widely used to promote woundhealing and prepare wounds for surgical closure + |
| Débridement for surgical wounds - | Basic technique performed by plastic surgeons + |
| Débridement of diabetic foot ulcers - | Essential part of wound treatment + |
| Decompressive craniectomy for the treatment of refractory high intracranial pressure in traumatic brain injury - | Performed dependent on ICP > 20 mmHg under intensified conservative therapy + |
| TNP using polyurethane foams versus TNP using PHMB impregnated gauze - | V.A.C.® is far superior to TNP using gauze + |

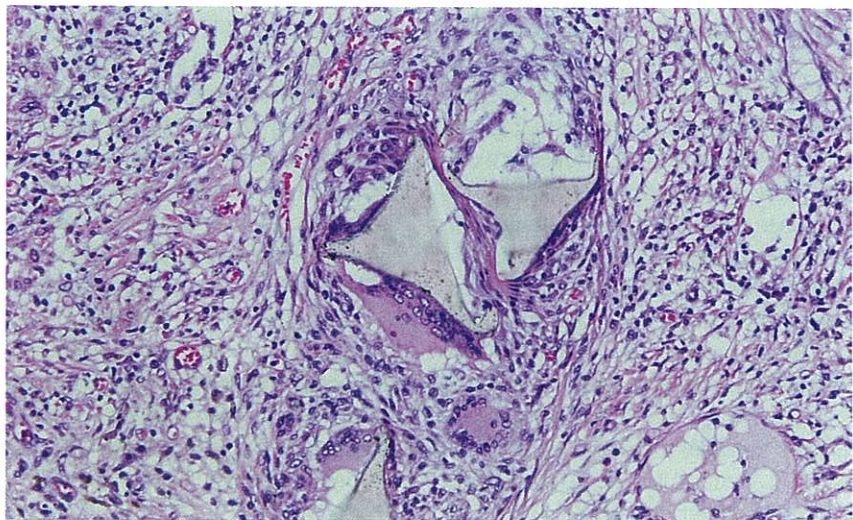


Abb. 1: Histologische Untersuchung an der Ratte (HE-färbung- im Gewebe eingewachsener Polyurethanschwamm, Gefäßproliferate, Fibroblasten ohne Zeichen einer Infektion)

wurde. Diese vermeintliche letztmögliche Lösung – die „Ultima ratio“ geht meist nicht konform mit den ethischen Ansichten der einzelnen Handelnden, weshalb sie nicht vorwiegend angestrebt

wird. Dies hindert jedoch nicht daran, sie dennoch zu benutzen, auch wenn dabei Verluste, seien es materielle oder menschliche, hingenommen werden müssen. Um eine Wund(problem)lösung



Abb. 2a: Diabetischer Fuß – Nicht jedes V. IST. A. V.A.C.®



Abb. 2b: Verbandswechsel: Nicht jedes V. IST. A. V.A.C.®



Abb. 3: Ulzera bei St.p. Bauchdeckenphlegmone – Nicht Jedes V. IST. A. V.A.C.®



Abb. 4a: Plantarphlegmone – Nicht Jedes V. IST. A. V.A.C.®



Abb. 4b: Plantarphlegmone – Nicht Jedes V. IST. A. V.A.C.®

zu erreichen, sind dabei dann viele Mittel recht.

Komplikationen, als solche manchmal der V.A.C.®-Therapie zugeschrieben, traten selten auf. Kleinere Nachblutungen, Undichtheiten, Druckstellen durch V.A.C.®-Schläuche sind wohl häufig nicht als per se Komplikationen zu sehen. Die Ursachen lagen häufig nicht am System selbst. Sei es die Umlagerung der Patienten in der Schleuse, wo die Pumpe abgehängt wurde, oder die Schläuche geklemmt wurden, sei es eine Akkuererschöpfung durch vergessenen Anschluss ans Stromnetz auf Aufwachstationen, wo das Personal mit dem System nicht gänzlich vertraut ist. Wenn dann noch Alarmsignale ignoriert werden, und sich schließlich die Folie durch „die Nachblutung“ löst, obwohl die Pumpe jetzt endlich saugt, dann wird dies häufig als Komplikation beschrieben, die einen Therapieabbruch rechtfertigt. Dass eine Unterbrechung der Therapie, aus welchen Gründen auch immer zu einer Ansammlung von Koageln, zu einer Verstopfung des Schwammes und damit

zur Insuffizienz des V.A.C.®-Systems führt, ist verständlich. Dass die daraus „entstandene Nachblutung“ dem V.A.C.® zugeschoben wird, ist weniger verständlich. Auch die einzige, wirklich schwere Komplikation, wo es unter der V.A.C.®-Therapie zu einer arteriellen Blutung gekommen ist, beruht wohl auf einem Anwendungsfehler. Wenn ein exulzerierter Lymphknotenkonglomerattumor mit septischem Zerfall palliativ entfernt wird, es trotz einer Lappenplastik und septischen Andauung der Gefäßwände kommt, da hat auch das V.A.C.® seine Grenzen und sollte nicht zum Einsatz kommen. Durch das Alarmsystem konnte doch auch diese „Komplikation“ beherrscht werden.

Ergebnisse

Die Möglichkeiten dieses revolutionären Systems im Rahmen eines Gesamtbehandlungskonzeptes die Ergebnisse zur Behandlung von chronischen Wunden und komplexen Weichteildefekten im Rahmen von traumatischen und postin-

fektiösen Prozessen zu optimieren – sind nicht mehr wegzudenken – sie gehören zweifelsohne zum Repertoire des Plastischen Chirurgen, dies auch bei der von Cochrane Library angegebener, fehlender Evidenz.

Diskussion

Dieser „Joker in der Wundbehandlung“ sollte allerdings nicht leichtfertig vergeudet werden. Um das ganze Spiel zu gewinnen, dazu reicht aber ein einzelner Joker oft nicht aus. Nur ein mit allen Facetten des Spieles Vertrauter kann häufig durch einen einzelnen Joker auch bei schlechten Karten eine drohende Niederlage abwenden und das Blatt noch einmal wenden. Wenn der Joker nicht ausreicht, um zu gewinnen, dann ist Blatt wirklich schlecht, oder der Spieler ist mit dem Spiel nicht gänzlich vertraut. Ein „ausbehandelter Gefäßpatient“ ohne jegliche Möglichkeit einer Revascularisation, mit Ruheschmerz, ein Patient, der wegen Schmerzen in der Nacht sein Bein aus dem Bett hängen lässt, das ist jener mit den schlechtesten Karten. Hier sollte man seinen Joker nicht verschwenden, eine Amputation ist hier wohl die beste Lösung.

Nur wer sämtliche Spielarten, beginnend mit den Grundlagen jeglichen chirurgischen Handelns, dem sorgfältigem Débridement, dem Aussuchen der richtigen Partner für das Spiel (Gefäßchirurgen, Angiologen, Röntgenologen) kennt und mit allen anderen Varianten des Spieles (Hautverpflanzungen, lokalen, gestielten und freien mikrochirurgische Lappenplastiken) vertraut ist, der kann mit dem Joker Höchstleistungen erzielen.

Seit kurzer Zeit sind nun auch fremde Karten im Umlauf. Sie geben sich als Trümpfe aus, können dem Joker äh-

lich sehen und behaupten sogar, ihn zu übertreffen.

Nur Profispieler erkennen rasch den Unterschied, der Joker ist aus anderem Holz geschnitzt (Abbildung 1), er spielt schon seit vielen Jahren und hat schon die stärksten Gegner besiegt. Er ist verlässlich, immer zur Hand, wenn man ihn ruft, hat Erfahrung im Spiel und Kampf, wie kein zweiter, seine Methoden sind ausgereift und er meldet sich sofort, wenn er Hilfe braucht. Manchmal, wenn alles schon verloren scheint, kann er den letzten Stich erzielen und das Blatt noch wenden.

Der andere, noch jung und übermütig, traut sich zu viel zu (Abbildung 2-4), ruft kaum um Hilfe und prahlt mit den Leistungen des ersten. Mit so manchem Bluff konnte er vereinzelt schon Punkte erzielen. Bei vielen Spielen musste er, um das Spiel nicht zu verlieren schon ausgewechselt und durch den Original-Joker ersetzt werden.

Zum Thema Schwamm (2, 3) versus Gaze in der Vakuumtherapie wurden bereits einige Arbeiten publiziert. Nachteile und Vorteile (1, 7, 8) bezüglich Mikrodeformitäten der Zelle, Verkleinerung der Wundfläche, Schmerzhaftigkeit (6) werden angegeben. Manche Arbeiten beschreiben gleichartigen Erfolg bei der Behandlung, auch die Kostenfrage wird kritisch dargestellt.

Unsere eigenen Erfahrungen mit Schwamm und Gaze werden anhand von Bildern dargestellt. Die Qualität des Granulationsgewebes, die sogar das ungeschulte, nicht medizinische Auge erkennen kann, die Art des Wundsekretes, als wollte der Körper signalisieren, „Leute, habt ihr nicht einen Tupfer in der Wunde vergessen“, sprechen für sich.



Abb. 5: Nekrotisierende Faszitis nach V.A.C.®

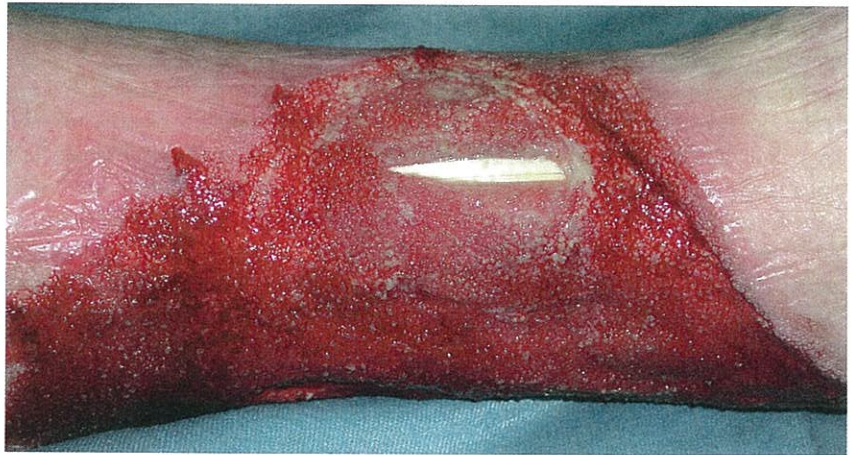


Abb. 6: Ulcus Cruris nach V.A.C.®

Der Polyurethanfoam wurde an unserer Klinik im Tierversuch an gesunden Ratten implantiert, seine Gewebeverträglichkeit histologisch untersucht. Eine praktische vollständige Integration im Gewebe mit Einwachsen von Fibroblasten und Gefäßen bei fehlender Entzündungsreaktion steht den unzähligen publizierten Arbeiten mit oft schweren Komplikationen durch einen versehentlich im Operationsgebiet vergessenen Tupfer gegenüber (4).

Fazit

EBM (Experience Based Medicine) des erfahrenen Anwenders sagt:

1. Die Optimale Nutzung des Jokers liegt in der Hand des Profispieler
2. Nicht jedes V.IST.A. V.A.C.® EBM (Evidence Based Medicine) und Cochrane Collaboration bezweifeln noch immer den Wert des chirurgischen Débridements bei bestimmten Erkrankungen, sowie die Wirksamkeit des V.A.C.®-Systems

Literatur

1. McNulty AK, Schmidt M, Feeley T, Kieswetter K (2007) Effects of negative Pressure wound therapy on fibroblast viability, chemotactic signalling, and proliferation in a provisional wound (fibrin)matrix. *Wound Repair Reg* (1-9).
2. Campbell PE, Smith GS, Smith JM (2008) Retrospective clinical evaluation of gauze-based negative pressure wound therapy. *Int Wound J* 5: 280-286.
3. Salas Campos L, Gomez Ferrero O, Estudillo Perez V, Fernandez Mansilla M (2006) Preventing nosocomial infections. Dressings soaked in polyhexamethylene biguanide (PHMB) *Rev Enferm* 29(6): 43-8.
4. Schmid C, Krempel S, Scheld HH (2001) A forgotten Gauze Swab- Clinical and Legal Considerations. *Thracic Cardio Surg* 49: 191-193.
5. The Cochrane Collaboration. www.cochrane.org.
6. Apostoli A, Caula C (2008) Pain and basic functional activities in a group of patients with cutaneous wounds under V.A.C.®-therapy in hospital setting. *Prof Inform.* 61(3): 158-164.
7. Saxena V (2004) „Vacuum-assisted closure: Microdeformations of Wounds and Cell Proliferation,“ *Plast. Reconstr. Surg.* 114(5)pp.: 1086-1096.
8. Wilkes R, Zhao Y, Kieswetter K, Haridas B (2009) *J Biomech Eng.* Effects of Dressing Type on 3D Tissue Microdeformations During Negative Pressure Wound Therapy: A Computational Study. *Mar.* 131(3).