

W. Fleischmann · M. Russ · A. Westhauser · M. Stampehl · Abteilung für Unfallchirurgie, Krankenhaus Bietigheim

# Die Vakuumversiegelung als Trägersystem für eine gezielte lokale Medikamentenapplikation bei Wundinfektionen

## Zusammenfassung

Vom 1.4.96 bis zum 1.3.97 wurden 27 Patienten wegen akuten Knochen- oder Weichteilinfektionen ( $n = 13$ ), chronischen Osteitiden ( $n = 8$ ) und chronischen Weichteilwunden ( $n = 6$ ) behandelt. Mit Drainagen versehene Schwämme aus Polyvinylalkohol (Vacuseal, Polymedics) bedeckten möglichst vollständig die chirurgisch revidierte Wundoberfläche. Nach hermetischem Abdichten der Wunde mit einer transparenten Verbandsfolie (Opsite, Smith & Nephew) erzeugte eine Vakuumquelle (Pumpe, Vakuumpumpe oder Wandabsaugung) über die Drainagen einen Unterdruck. Dieser lag in Abhängigkeit vom Wundtyp zwischen 20 und 80 kPa und wurde vom Schwamm großflächig auf die Wundoberfläche übertragen. Mehrfach täglich wurde die Vakuumpumpe abgestellt, abwechselnd Lavasept oder Nebacetin-Lösung in das Versiegelungssystem instilliert und nach 30minütiger Einwirkdauer durch Freigabe des Vakuums wieder vollständig abgesaugt. Nach 7 Tagen endete die intermittierende Instillationsbehandlung des Infekts und es erfolgte entweder sofort oder nach weiterer Wundkonditionierung verzögert der definitive Wundverschluß durch Sekundärnaht ( $n = 22$ ), Hauttransplantation ( $n = 3$ ) oder spontane Epithelisation ( $n = 2$ ). Während eines Nachbeobachtungszeitraums von 4,2 (3–14) Monaten nach Beginn der Instillationsbehandlung trat bislang nur ein Infektrezidiv bei chronischer Osteitis auf.

## Schlüsselwörter

Vakuumversiegelung · Wundbehandlung · Infektion · Antibiotika · Antiseptika

**E**in Gradmesser für die Qualität der chirurgischen Patientenversorgung ist die Häufigkeit postoperativer Infekte. Trotz ausgefeilter Präventivmaßnahmen bleibt ein Restrisiko. Im Sinne der Schadensbegrenzung sollte eine effiziente Behandlung postoperativer Infektionen insbesondere folgende Merkmale aufweisen:

- kompromißlose Beseitigung der Infektionserreger; dies reduziert das Ausmaß systemisch-toxischer Reaktionen, senkt die Rezidivquote und verhindert eine Chronifizierung der Infektion.
- kurze Behandlungsdauer durch Unterstützung der physiologischen Heilungsvorgänge.
- günstige Kosten-Nutzen-Relation: Die Infektion verursacht zusätzliche Behandlungskosten, die niedrig gehalten werden müssen.
- hoher Patientenkomfort: Das getrüübte Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient darf durch schmerzhaft Manipulationen nicht weiter erschüttert werden.

Die offene Wundbehandlung gilt als Standardverfahren nach Abszeßöffnung und Ausräumung gangränösen Gewebes. Verbandswechsel sind schmerzhaft und erfordern einen hohen logistischen Aufwand, der auch der Krankenhaushygiene Rechnung tragen muß. Die lange Behandlungsdauer verursacht häufig durch Retraktion von Wundrändern entstehende Narbenbezirke. Wird statt einer offenen Wundbehandlung die chirurgisch sanierte Abszeßhöhle unter dem Schutz einer Drainage primär durch Naht verschlossen, so resultieren eine kürzere Behandlungsdauer, ein geringerer Therapieaufwand und ein günstigeres Ausheilungsergebnis. Nachteilig ist allerdings eine höhere Rezidivquote, insbesondere, wenn gangränöses Gewebe als mikrobielle Brutstätte in der Wunde verbleibt und Drainagen durch Gerinnselbildung oder Ansaugen umgebender Weichgewebe ihre Funktion verlieren. Die lokale Anwendung teurer Antibiotika beruhigt das Gewissen des Therapeuten; Verdünnungseffekte durch Wundsekret und ein zeitabhängiger Abfall der lokalen Antibiotikakonzentration lassen Therapieversager durch subtherapeutische Wirkspiegel und bakterielle Resistenzentwicklung befürchten.

Priv.-Doz. Dr. W. Fleischmann  
Abteilung für Unfallchirurgie, Krankenhaus  
Bietigheim, Riedstraße 12, D-74321 Bietigheim

W. Fleischmann · M. Russ · A. Westhauser ·  
M. Stampehl

## Vacuum-sealing-technique used as drug release system for topical treatment of wound infections

### Summary

Between 1.4.96 and 1.3.97 27 patients with acute infections of bone and soft tissues ( $n = 13$ ), chronic osteomyelitis ( $n = 8$ ), and chronic wounds ( $n = 6$ ) were treated by using Instillation-Vacuum-Sealing. Polyvinylalcohol sponges with drainage tubes were used to cover the internal or external wound surfaces which resulted from surgical debridement. Having hermetically covered the wound with a transparent film dressing a vacuum source generated a partial vacuum in the sponge which was modified according to the type of wound between 20 and 80 kPa. Several times daily, the vacuum line was blocked and, in an alternating fashion, antiseptic or antibiotic solution instilled for 30 minutes. Then, the vacuum was reestablished and the fluids drained from the wound. Seven days later, intermittent drug instillation was stopped and there was either immediate or delayed wound closure by secondary suturing ( $n = 22$ ), skin grafting ( $n = 3$ ) or spontaneous epithelialization ( $n = 2$ ). During a follow-up from the beginning of the instillation treatment of 4,2 (3–14) months there was one recurrency of infection in a patient with chronic osteomyelitis.

### Key words

Vacuum-sealing · Wound-treatment ·  
Infection · Antibiotics · Antiseptics

## Innovationen, technische Neuerungen

Auch die Spül-Saug-Drainage mit oder ohne Antibiotikazusatz hat in der Infektbehandlung die anfänglichen Erwartungen nicht erfüllen können. Die Indikationen sind im wesentlichen auf Gelenkempyeme und eitrige Peritonitiden reduziert [11–13].

Die Wirkstoffapplikation über ein Vakuumversiegelungssystem zur effizienten Therapie von lokalen Infektionen bietet in Hinblick auf die einleitend formulierten Forderungen folgende Vorteile:

- In Abhängigkeit von mikrobiologischen Daten läßt sich gezielt eine Vielfalt antibiotischer und antiseptischer Pharmazeutika in der jeweils erforderlichen Konzentration und Einwirkdauer intermittierend an die Wundoberfläche applizieren, das heißt, die Erregerabtötung wird optimiert.
- Nach Erreichen der optimalen Einwirkdauer werden Wirkstoff, Wundsekret, Bakterien und Toxine vollständig abgesaugt und dadurch wird gleichzeitig das physiologische Milieu für eine effiziente Wundheilung mit kompetenter körpereigener Infektabwehr wiederhergestellt.
- Die Instillationsbehandlung erfolgt fast unbemerkt vom Patienten an seinem Bett. Das Wohlbefinden wird weder durch Schmerz noch durch zusätzliche Immobilisation beeinträchtigt.

## Material und Methoden

### Patienten

Vom 1.4.96 bis zum 1.3.97 wurden 27 Patienten mit einer akuten oder chronischen Infektion durch Vakuumversiegelung mit intermittierender Medikamenteninstillation behandelt. Der akute Infekt entstand nach Osteosynthesen ( $n = 3$ ) und nach Implantation von Hüftgelenkprothesen ( $n = 3$ ), weiterhin wurden isolierte Weichteilinfektionen ( $n = 7$ ) behandelt, darunter ein Bauchdeckenabszeß nach Ileus und Platzbauchverschluß mit einem Prolenenetz (Abb. 1–4) und eine phlegmonöse Entzündung der Beugerloggen des Unterschenkels. Die chronischen Knocheninfektionen bestanden aus Osteitiden des Oberschenkels ( $n = 4$ ) und des Hüftgelenklagers nach Entfernung von Total-

endoprothesen (TEP) ( $n = 4$ ). Die chronischen Weichteilwunden waren Ulcera cruris ( $n = 4$ ) und diabetische Vorfußgangränne ( $n = 2$ ). Es handelte sich um 12 Frauen und 15 Männer im Alter zwischen 18 und 87 (Altersmedian 73) Jahren. Die häufigsten Erreger waren Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis und Pseudomonas aeruginosa.

### Operationstechnik

Eine gezielte systemische Antibiotikatherapie geht allen operativen Sanierungsmaßnahmen voraus. Die Abszeßeröffnung und die Exzision gangränösen Gewebes erfolgen nach den etablierten Regeln der septischen Chirurgie. Nach weiträumiger Eröffnung des infizierten Gewebes werden die mit Drainagen versehenen PVA-Schwämme (Vacuseal, Polymedics) flächendeckend an der Wundoberfläche positioniert. Wundhöhlen werden keinesfalls mit zahlreichen Lagen des Schwamms schichtweise aufgefüllt; vielmehr liegen die drainierten PVA-Platten einschichtig und vor allem locker in der Wunde und stehen nach Kollaps der Wundhöhle unter dem Einfluß des Vakuums in engem und vollständigem Kontakt mit der gesamten Wundoberfläche.

Ein spezielles Instrumentarium (Easy Drain, Fa. Arnold) wird zum schnellen, gezielten und verletzungssicheren Ausleiten der Drainagen verwendet. Bei freiliegenden Osteosynthesematerialien erfolgt stets ein Nachziehen der gelockerten Schrauben. Um Gerinnselbildungen zwischen Schwamm und Wundoberfläche zu vermeiden, werden zum ständigen Absaugen von Blutansammlungen die Schwammplatten laufend mit Spüllösung getränkt während ein Operationssauger auf eine der tiefergelegenen Drainagen aufgesteckt ist und einen Dauersog erzeugt. Dann erfolgt durch Naht oder Hautklammern (Appose ULC, Davis Geck) ein möglichst rasches Anheften der Wundränder auf die oberflächlich gelegene Schicht des PVA-Schwamms. Die Haut wird dabei niemals vollständig verschlossen, sondern es verbleibt ein Sichtfenster zur ständigen Kontrolle der Funktionstüchtigkeit des Instillations-Vakuum-Systems (Abb. 4).

Das gesamte Operationsgebiet wird abschließend durch Aufbringen einer

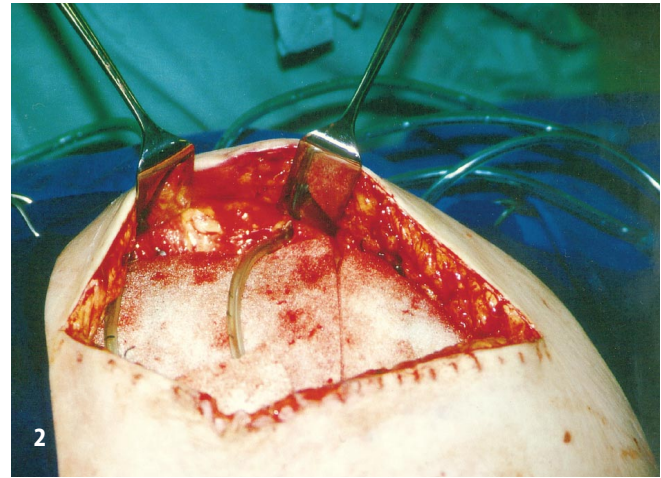
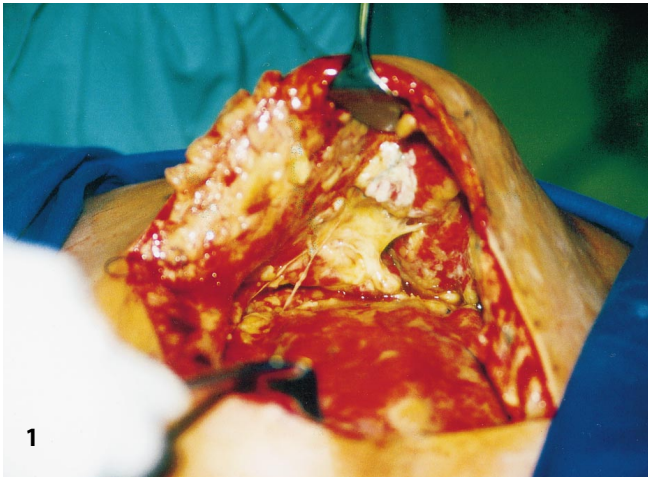


Abb. 1 ▲ Ausgedehnter Bauchdeckeninfekt nach Platzbauchverschluss mit Prolenenetz

Abb. 2 ▲ Drainierte Polyvinylalkoholschwämme (Vacuseal, Polymedics), die die gesamte Wundoberfläche bedecken

Abb. 3 ▲ Saubere Wundhöhle 1 Woche nach Instillations-Vakuum-Versiegelung

Abb. 4 ▲ Sichtfenster zur Kontrolle der Versiegelung

wasserdampfdurchlässigen transparenten Verbandfolie (Opsite, Smith and Nephew) hermetisch abgedichtet. Eine Vakuumquelle (Vakuumpumpe, Vakuumflasche, Wandabsaugung) erzeugt über die Drainagen einen Unterdruck, der in Abhängigkeit vom jeweiligen Wundtyp zwischen 20 und 80 kPa (0,8–0,2 bar) liegt. Körperstammnahe und frische traumatische Wunden werden dabei zur besseren Blutstillung auf ein hohes partielles Vakuum von 80 kPa (0,2 bar) eingestellt, während Infektionen in durchblutungsgestörtem Gewebe des Unterschenkels und Fußes (AVK, Diabetes mellitus) eine Absenkung auf 40

kPa (0,6 bar) erfordern oder, stets unter dem Schutz einer Instillations-Vakuum-Versiegelung, ausnahmsweise auch auf tiefere Werte (20–30 kPa, 0,7–0,8 bar).

Bei oberflächlichen Wunden (z. B. Ulcus cruris) ermöglicht ein spezielles Abdichtungsgel (Vacuseal-Gel, Polymedics) eine schmerzfreie, atraumatische Ausleitung der Drainagen zwischen intakter Haut und abdeckender Folie [1, 2, 6].

Vom Operationstag an blockieren Arzt oder Pflegekräfte nach einem standardisierten Schema 3mal täglich das Drainagesystem der Vakuumversiegelung. Dieses geschieht am einfachsten

mit einer handelsüblichen Schlauchklemme. Der zur Vakuumquelle führende Schlauch wird danach dekonnektiert und an eine 20-ml-Spritze oder, bei großen Wunden, an ein Infusionsystem angeschlossen. Die Infusionsflasche enthält abwechselnd Nebacetin (Yamanouchi Pharma, Neomycinsulfat 325 000 I.E., Bacitracin 25 000 I.E. in 100 ml NaCl-Lösung) und ein Antiseptikum (Lavasept, Fresenius AG, Polyhexanidum 400 mg, Macrogolum 4000, 20 mg in 1000 ml Ringer-Lösung) und wird ca. 20 cm oberhalb des Versiegelungsareals an einem Infusionsständer befestigt.

Nach Freigabe der Drainagen durch Öffnen der Klemmen führt die Eigenelastizität des PVA-Schwamms zu einem Aufsaugen der Wirkstofflösung, wobei der schwerkraftgesteuerte Systemdruck durch Höhenveränderungen der Infusionsflasche einstellbar ist. Nach einer Einwirkdauer von 30 min wird der Zulauf verschlossen und das Vakuum wieder freigegeben. Die Menge der evaku-

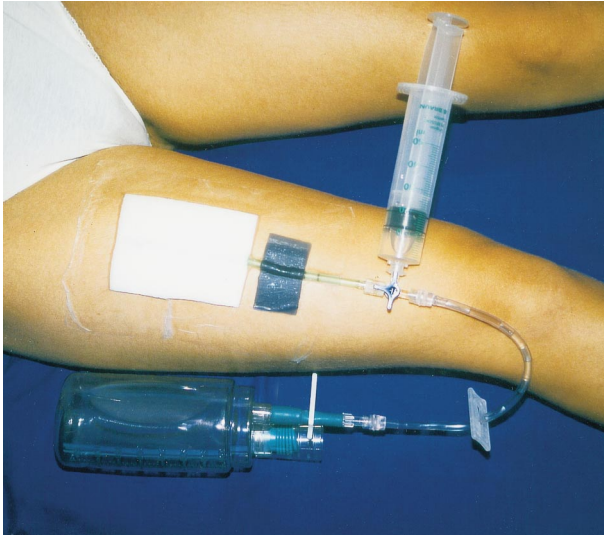


Abb. 5 ▲ Manuelle Steuerung der Instillationsphase mit Dreiwegehahn

ierten Flüssigkeit wird am graduierten Auffangbehälter abgelesen und schriftlich dokumentiert.

Um die Wechsel zwischen Instillation und Vakuum zu vereinfachen erfolgt bei 9 Patienten das Zwischenschalten eines Dreiwegehahns (Discofix-3, B. Braun, Melsungen AG) an den gleichzeitig die zur Wunde führende Redondrainage, das Infusionssystem und die Vakuumquelle angeschlossen sind (Abb. 5). Ein einfaches Drehen des Dreiwegehahns öffnet entweder die Infusions- oder die Absaugleitung. Bei 4 Patienten ersetzt ein vollautomatisches, pneumatisches Ventilsystem mit Zeitschaltung (Prototyp) den manuell betätigten Dreiwegehahn und steuert das langsame Verschließen und Öffnen (ca. 4 s) der Zuleitungen (Abb. 6). Die variabel einstellbare Steuereinheit aktiviert hierbei rund um die Uhr alternierend eine 30minütige Instillations- und eine 3stündige Vakuumphase.

### Ergebnisse

In der Gruppe der akuten Infekte ( $n = 13$ ) traten keine Rezidive auf. Alle Wunden wurden durch Sekundärnaht verschlossen. Osteosynthesematerial, Hüftgelenkprothesen oder, wie im Fall der Bauchdeckeninfektion, das Prolenetz verblieben in situ. Bei den chronischen Osteitiden ( $n = 4$ ) des Oberschenkels traten nach Abszeßeröffnung und Sequestrektomie des Knochens keine Komplikationen auf. In dieser Gruppe wirkte sich die automatisierte Ventil-

steuerung positiv auf Patientenkomfort und Reduktion des Pflegeaufwands aus. Die chronischen Infekte nach prothetischem Hüftgelenkersatz ( $n = 4$ ) wurden durch Entfernung des Fremdmaterials und nachfolgende Instillations-Vakuum-Versiegelung bei Girdlestone-Situation behandelt. Nach 2 Wochen erfolgte die Wiederherstellung des prothetischen Gelenkersatzes mit zementfreier ( $n = 2$ ) und zementierter Prothese

( $n = 1$ ). Bei der zementierten Prothese trat ein Infektrezidiv mit *Staphylococcus epidermidis* auf, so daß eine definitive Girdlestone-Situation hergestellt wurde.

Die Ulcera cruris ( $n = 4$ ) wiesen eine starke entzündliche Komponente auf. Nach einwöchiger Instillations-Vakuum-Versiegelung erfolgte bei 2 Patienten eine Spalthauttransplantation auf den konditionierten Defekt, der problemlos abheilte. Bei den beiden übrigen Patienten wurden anschließend noch 2 Versiegelungen ohne Instillationsbehandlung über jeweils eine Woche durchgeführt. Unter dieser Behandlung waren die Hautdefekte weitgehend abgeheilt, so daß eine offene Wundbehandlung unter ambulanten Bedingungen nach 1 (Behandlungsdauer 4 Wochen) bzw. 2 Wochen (Behandlungsdauer 5 Wochen) zu einem Defektverschluss durch spontane Epithelisierung führte.

Bei den diabetischen Vorfußgangränen ( $n = 2$ ) erfolgte zunächst eine Grenzzonenamputation. Nach zweiwöchiger Instillations-Vakuum-Versiegelung waren entzündliche Veränderungen nicht mehr nachweisbar. Bei dem einen Patienten wurde ein endbelastbarer Syme-Stumpf gebildet, bei dem anderen

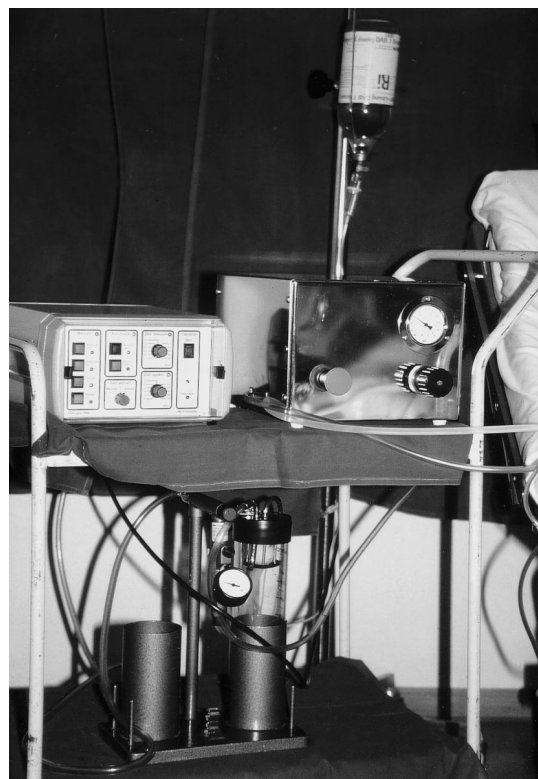


Abb. 6 ► Vollautomatische Steuerung der Instillationsphase mit Pneumatikventil

gelang die Deckung eines medialen Knochen-/Weichteildefekts des Fußes durch Spalthauttransplantation. Dieser war bei Entlassung aus stationärer Behandlung bis auf einen kleinen Restdefekt mit einem Durchmesser von 1 cm epithelisiert und reizfrei. Bezogen auf 27 Patienten wurde der Wundverschluß am häufigsten durch Sekundärnaht ( $n = 22$ ) erreicht, weiterhin durch Hauttransplantation ( $n = 3$ ) und spontane Epithelisierung ( $n = 2$ ).

## Diskussion

Das Grundprinzip der Vakuumversiegelung besteht darin, durch Einsatz eines porösen Materials die eng umschriebene Sogwirkung einer Wunddrainage flächig auf die gesamte Wundhöhle oder Wundoberfläche auszudehnen. Das Volumen der abgeleiteten Sekretmengen wird dadurch im Vergleich zur einfachen Redondrainage um ein vielfaches gesteigert, die proliferative Wundheilungsphase maximal stimuliert und die inflammatorische Initialphase supprimiert. Die Vakuumversiegelung zielt auf die Sicherstellung einer optimalen Wundheilung durch Ableitung toxischen und immunsupprimierenden Wundsekrets [10] sowie auf die Prophylaxe und Therapie von Infektionen [3–5].

Allerdings steht und fällt der Erfolg der Vakuumversiegelung mit der Art des verwendeten Schwamms. Unter der Einwirkung eines Unterdrucks, der je nach Wundtyp zwischen 20 und 80 kPa liegt, entsteht ein inniger Kontakt zwischen den Oberflächen der Wunde und des Schwamms. Wenn nun Granulationsgewebe in die offenen Poren des Schaumstoffs einwächst, werden beim Entfernen eines minderwertigen Schwamms die oberen Gewebeschichten weggerissen. Blutungen sind die Folge und ausgebrochene Fragmente der Polymere verbleiben inkorporiert in der Wundoberfläche. Prolongierte Fremdkörperreaktionen mit einer mutagenen Sensibilisierung der Gewebe sind zu befürchten.

Insbesondere im Hinblick auf das zusätzliche Instillieren von antibiotischen, antiseptischen oder allgemein heilungsfördernden Substanzen in den Schwamm ist ultimativ der Einsatz hochwertiger Polymere zu fordern, die chemische Beständigkeit gegenüber

den eingesetzten Medikamenten mit einer ausgezeichneten Biokompatibilität verbinden. In dieser Hinsicht ist der von uns verwendete kostengünstige, weiße PVA-Schwamm (Vacuseal, Poly-medics) eine optimale Komponente für die Vakuumversiegelung. Er hat sich bereits seit mehreren Jahrzehnten als Wundaufgabe bewährt, insbesondere bei der Behandlung Brandverletzter, aber auch bei großflächigen Wunden anderer Genese [8, 9, 14].

Dabei verfügt der weiße PVA-Hydroschwamm über 2 wichtige Markerfunktionen. Zum einen führt Bakterienwachstum zu einer auffälligen Verfärbung des weißen Materials, so daß Infektionen oder Keimwechsel unverzüglich erkannt und bekämpft werden können. Zum anderen zeigt eine Verhärtung des normalerweise weichen Hydroschaums, daß die Wundsekretion nicht mehr ausreicht um das unabdingbare feuchte Wundmilieu und damit eine ungestörte Wundheilung zu gewährleisten. Durch ein einfaches Anspülen der Drainagen ist es jederzeit problemlos möglich, die idealfeuchten Bedingungen kontrolliert zu regenerieren und eine Wundheilungskatastrophe durch Gewebeaustrocknung abzuwenden.

Die Verwendung der Vakuumversiegelung zur intermittierenden Medikamenteninstillation beruht auf einem grundsätzlich anderen Denkansatz, als die traditionelle Spül-Saug-Drainage [11, 12]. Der kontinuierliche Flüssigkeitsstrom der Spül-Saug-Drainage soll eine mechanische Reinigung von Wundhöhlen bewirken. Das Problem der Spülstraßen führt allerdings häufig zu Therapieversagern, auch wenn zusätzlich noch Antibiotika oder Antiseptika zugefügt werden. Der Schwamm der Vakuumversiegelung dagegen übernimmt die Aufgabe eines temporären Wirkstoffträgers, d. h. eines „Drug-release-Systems“, das der Applikation und Dosierung des Arzneimittels dient. Nach der individuell festgelegten Wirkdauer wird das durch Wundsekret verdünnte Medikament einschließlich der toxischen Bakterienzerfallsprodukte vollständig abgesaugt, so daß Immunkompetenz und Heilungskapazität der Körpergewebe wieder hergestellt werden.

Der Vorteil der Instillation von Medikamenten in das Schwammensystem ei-

ner Vakuumversiegelung liegt vor allem darin, daß sich Konzentration und Einwirkdauer der eingebrachten Substanzen exakt definieren lassen und Totraumumbildungen auch in großen Wundhöhlen dank der flächig eingebrachten PVA-Platten nahezu ausgeschlossen sind. Da die Vakuumversiegelung ein nach außen abgeschlossenes System ist, wird mit dem angewendeten Medikament sparsam umgegangen. Der kollabierte Schwamm saugt sich nach Freigabe des Zulaufs voll und aus der zuvor biologisch inerten Oberfläche wird ein Wirkstoffträger mit variablen pharmakologischen Eigenschaften, da in jeder Instillationsphase ein anderes Medikament eingesetzt werden kann. Im Gegensatz zur offenen Wundbehandlung gibt es keine Verschwendung von kostbarer Wirksubstanz durch Verdunstung, Verdünnung oder ineffizientem Durchtränken von voluminösen Verbänden, die darüber hinaus auch noch die Patientenumgebung verschmutzen.

Ein bedeutsamer Begleiteffekt der intermittierenden Instillationsbehandlung ist das Durchspülen des PVA-Schwamms, das seine Porosität und damit Drainagefähigkeit regeneriert und eine Verlängerung der einzelnen Versiegelungsintervalle über eine Woche hinaus zuläßt.

Eine gewaltige Effizienzsteigerung, insbesondere im Sinne der Qualitätssicherung, Kostensenkung und Arbeitserleichterung, läßt sich durch eine automatisierte pneumatische Ventilsteuerung erzielen. Auf das zwar einfache aber störanfällige manuelle Abklemmen der Drainagen zur Regulation der Instillationsintervalle kann verzichtet werden. Insbesondere bei tiefen, infizierten Wunden wenden wir heute automatisiert Instillationen von 30 min in 3stündlichen Abständen an, ohne daß ein größerer Arbeitsaufwand oder eine Störung des Patientenkomforts, insbesondere während der Nacht, in Kauf genommen werden muß.

Unklar ist bislang die optimale Medikation, Dosierung und Therapiedauer. Für die lokale Infektbehandlung haben wir versucht die Bakterizidie über zwei unterschiedliche Wirkungsmechanismen zu erreichen. So instillierten wir abwechselnd ein Antibiotikum (Nebacetin, Yamanouchi) und ein Antiseptikum (Lavasept, Fresenius) in das Versiegelungssystem. Es wurde angenom-

men, daß nach 30 min bereits ein Wirk-samkeitsverlust durch Verdünnung und Resorption eingetreten war und die Wundflüssigkeit ein hohes toxisches Potential durch Bakterienzerfallsprodukte besaß. Eine Objektivierung dieser Annahme durch Konzentrationsbestimmungen aus der abgesaugten Instillationslösung fand bislang jedoch nicht statt. Auch die Dauer der Instillationsbehandlung wurde willkürlich auf eine Woche festgelegt, obwohl es keinen einzigen positiven Keimnachweis aus dem Wundsekret unserer Patienten nach Beginn der intermittierenden Instillationen mehr gab. Die Optimierung der Behandlungsergebnisse erfordert eine histologische und mikrobiologische Aufarbeitung von mindestens täglich entnommenen Gewebeproben aus dem versiegelten Entzündungsgebiet, damit im Zeitablauf die Veränderungen der inflammatorischen Gewebereaktion und des Bakteriengehalts erfaßt und die Dauer der Instillations-VVS festgelegt werden können.

Bedeutsam ist weiterhin eine pharmakologisch-toxikologische Fragestellung. Bei der Interaktion zwischen den Medikamenten und den Schwammpolymeren ist die Entstehung schädlicher oder wirkungsneutralisierender Reaktionsprodukte zumindest theoretisch denkbar; allerdings werden seit nahezu 20 Jahren die PVA-Schwämme zur lokalen Infektbehandlung regelmäßig mit Antiseptika- und Antibiotikallösungen getränkt. Über ungewöhnliche Vorkommnisse wurde bis zum heutigen Tag nicht berichtet. Trotz dieser langjährigen guten Ergebnisse ist die Behandlungssicherheit jeder neuen Wirkstoffgruppe durch wissenschaftlich fundierte Studien zu objektivieren.

An unserer Klinik ist die Instillations-Vakuum-Versiegelung mit automatisierter Ventilsteuerung inzwischen ein standardmäßig eingesetztes Verfahren zur Behandlung von akuten Weichteil- und Knocheninfektionen und eine flankierende Maßnahme bei der chronischen Osteitis. Bei den chronischen Problemwunden mit reduzierter Wundheilungskapazität (impaired wound healing) läßt sich eine eindrucksvolle Verbesserung der Behandlungsergebnisse erzielen.

Die Instillations-Vakuum-Versiegelung ist somit ein neuer Hoffnungsträger in der lokalen Infektbehandlung. Durch eine höchst effiziente Wunddrainage bewirkt sie eine maximale Stimulation der physiologischen Wundheilungsvorgänge und darüber hinaus beseitigt sie unglaublich schnell Wundinfektionen durch lokale Applikation von Antibiotika oder Antiseptika. Eine ganze Palette von löslichen Pharmaka können sparsam aber hochdosiert und vor allem zielgerichtet an der Wundoberfläche ihre spezifische Wirkung entfalten; dabei wird die zeitlich begrenzbare mikrobizide Therapiephase intervallartig von einer wirkstofffreien Erholungsphase abgelöst, die das Feld freigibt für die Abwehrmechanismen der körpereigenen immunologischen Infektbekämpfung.

Trotz der Effizienz der Instillations-Vakuum-Versiegelung wird es immer wieder Wunden geben, die auch mit dieser Methode therapeutisch nicht in den Griff zu bekommen sind. Rigidies Verharren in einer Behandlungsmonomanie wird dem Patienten mit einer Problemwunde nicht gerecht. Vielmehr gilt es, der morphologischen und pathophysiologischen Vielfalt des Erscheinungsbildes mit einer flexiblen therapeutischen Antwort zu begegnen, die auf dem Erfahrungsschatz moderner Wundbehandlungsstrategien basiert [7].

## Literatur

1. Fleischmann W, Becker U, Bischoff M, Hoekstra H (1995) **Vacuum sealing: indication, technique and results.** Eur J Orthop Surg Traumatol 5: 37–40
2. Fleischmann W, Lang E, Kinzl L (1996) **Vakuumassistierter Wundverschluß nach Dermatofasziotomie an der unteren Extremität.** Unfallchirurg 99: 283–287

3. Fleischmann W, Lang E, Russ M (1997) **Infektbehandlung durch Vakuumversiegelung.** Unfallchirurg 100: 301–304
4. Fleischmann W, Russ M, Marquart C (1996) **Defektwundenverschluß durch Kombination von Vakuumversiegelung mit instrumenteller Hautdehnung.** Unfallchirurg 99: 970–974
5. Fleischmann W, Suger G, Kinzl L (1992) **Treatment of bone and soft tissue defects in infected non union.** Acta Orthop Belg 58 [Suppl 1]:227
6. Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, Kinzl L (1993) **Vakuumversiegelung zur Behandlung des Weichteilschadens bei offenen Frakturen.** Unfallchirurg 96: 488–492
7. Kinzl L, Suger G, Stober R (1996) **Weichteildeckung.** Unfallchirurg 99: 713–726
8. Mutschler W, Bakker DJ (1989) **Temporärer Hautersatz.** ZFA 24: 1744
9. Mutschler W, Burri C, Mayer F (1978) **Tierexperimentelle Untersuchungen zur Wirksamkeit verschiedener temporärer Hautersatzmaterialien bei Verbrennungen und infizierten Wunden.** Acta Traumatol 8: 375
10. Reagan MC, Barbul A (1993) **The role of the wound in posttraumatic immune dysfunction.** In: Feist E, Meakins J, Schildberg FW (eds) Host defense dysfunction in trauma, shock and sepsis. Springer, Berlin Heidelberg New York
11. Willenegger H (1979) **Lokale Infektbehandlung in der Unfallchirurgie. A. Die Spül-Saugdrainage. Indikation, Wirkungsweise und Technik der Spül-Saugdrainage.** Aktual Probl Chir Orthop 12: 68–70
12. Willenegger H (1979) **Lokale Infektbehandlung in der Unfallchirurgie. B. Desinfektionslösungen.** Aktual Probl Chir Orthop 12: 82
13. Willenegger H (1994) **Lokale Antiseptika in der Chirurgie – Wiedergeburt und Weiterentwicklung.** Unfallchirurg 20: 94–110
14. Weise K (1991) **Weichteilbehandlung bei Frakturen und Defektverletzungen.** In: Weller S, Hierholzer G (Hrsg) Traumatologie aktuell. Thieme, Stuttgart New York