

ERFAHRUNGSBERICHT

sNPWT: Wie effizient ist ein zirkulärer V.A.C.-Prevena™-Verband? Klinische Beobachtung einer erweiterten Anwendungsmöglichkeit

sNPWT: What's the efficiency of a circular V.A.C.-Prevena™ dressing?
Clinical observation of an advanced application procedure

M. Reber

ZUSAMMENFASSUNG

Der V.A.C.-Prevena™-Verband (Prevena Incision Dressing) ist geeignet zur Behandlung von chirurgischen High-risk-Wunden (Closed surgical incision management). Er führt zur Reduktion von Wundinfektionen und zur Verbesserung der Wundheilung bei Patienten mit relevanten Nebendiagnosen (z. B. Diabetes mellitus, Adipositas, Nikotinabusus, Gefässprobleme u. a.). Dieser Verband wird direkt auf chirurgische Nähte gelegt und mittels einer Vakuumvorrichtung ein Sog erzeugt. Dies bewirkt eine Reduktion von möglichen Komplikationen in der Wundheilung (Wundinfektionen, Wunddehiszenz, Hämatome, Serome, Ödeme). Der Verband kann mehrere Tage belassen werden. Es interessierte uns, ob ein zirkulär angebrachter Verband, welcher nicht nur direkt auf die Wundstelle, sondern auch auf die weitere Wundumgebung aufgelegt wird, dadurch effizienter ist und es dafür neue Indikationen gibt.

Bei 11 Patienten mit Hämatomen, Ödemen, Seromen und nässenden Stauungsdermatitiden haben wir diese neue Verbandstechnik angewendet und den Verband wie eine Schlange eng zirkulär von distal nach proximal z. B. um ein Bein gewickelt. Dadurch soll sich die Sogwirkung in einer flächenmässig viel weiteren Umgebung auswirken als nur direkt auf dem betroffenen Hautareal und die Effizienz des Verbandes dadurch steigern. Die Ergebnisse wurden klinisch deskriptiv ausgewertet und fotodokumentiert. Bei 2 Patienten wurden zusätzlich die Flüssigkeitsvolumina, welche durch diese neue Wicklungsart aus dem Gewebe entfernt werden konnten, approximativ durch eine einfache Formel berechnet.

Bei allen Patienten zeigten sich schon innert weniger Tage eine deutliche Abnahme der Schwellungen, Entzündungsreaktionen oder Hämatome. Je länger der Verband belassen wurde, desto bessere Ergebnisse konnten erzielt werden. Die angenäherten berechneten Flüssigkeitsvolumina, die so durch die neue Applikationsart entfernt werden konnten, betragen bei einem Patienten nach 3 Tagen 215 ml und bei einer Patientin nach 5 Tagen 601 ml, unterstützt durch Dual Pressure Concept (DPC).

Trotz der höheren Kosten ist der V.A.C.-Prevena-Verband, welcher modifiziert in Schlangenform um eine Extremität gewickelt wird (sNPWT; surface Negative Pressure Wound Therapy), im Vergleich zu anderen Entstauungsmethoden eine mindestens so gute, wenn nicht sogar noch effizientere Behandlungsmethode zur Reduktion von Schwellungen, Ödemen (Phleb-, Lymphödemen), Hämatomen und Stauungszuständen. Am effizientesten und mit den besten Resultaten scheint der Verband im DPC-Modus zu sein.

SCHLÜSSELWÖRTER

V.A.C.-Prevena-Verband, Ödem, Phleb-ödem, Lymphödem, Serom, Hämatom, Stauungsdermatitis, Mikrodeformation, Angioneogenese, Lymphangioneogenese, Wundheilungsstörung, Volumenreduktion, Kompression

SUMMARY

The V.A.C.-Prevena™-Dressing (Closed surgical incision management; Prevena Incision Dressing) is a tool for high risk surgical wounds to prevent infections and improve woundhealing in patients with relevant secondary diagnosis, i. e. diabetes, obesity, nicotine, vascular

Korrespondierender Autor

Dr. med. Martin Reber,
Chirurgie FMH, Leitender
Arzt, Ärztlicher Leiter
Wundambulatorium,
Kantonsspital Obwalden, CH-
6060 Sarnen, E-Mail: martin.
reber@ksow.ch

Interessenkonflikt

Dr. med. M. Reber ist als freier Berater der Firma Medaxis tätig.

Zitierweise

Reber M. sNPWT: Wie effizient ist ein zirkulärer V.A.C.-Prevena™-Verband? Klinische Beobachtung einer erweiterten Anwendungsmöglichkeit. WUNDmanagement 2019; 13(6): 295-302.

Manuskriptdaten

Eingereicht: 31.12.2018
Revidierte Fassung
angenommen: 10.10.2019

problems, etc.). This dressing is used directly over closed surgical incisions to be beneficial in reducing wound healing complications (infection, hematoma, seroma and dehiscence). We tried to find out how efficiently is the dressing in circular manner.

In 11 patients with hematoma, edemas, seromas and exuding congestion dermatitis we applied a modified Prevena Incision Dressing in spiral form in closely turns around an extremity from distal to proximal (i. e. leg). With this new dressing method we enlarge the effective area around the local problem. The results were evaluated as clinical descriptively and photo documented. In 2 patients the approximately volume loss has been calculated by a simple formula.

All patients show a clear reduction of swelling, inflammatory response or hematoma within few days. The longer the dressing was leaving on the site the better results were found. The approximately calculated volume reduction which was removed by this dressing was in one patient 215 ml in 3 days and in the other patient 601 ml in 5 days supported by Dual Pressure Concept (DCP).

Although by higher costs the modified Prevena Incision Dressing twisted circularly around an extremity (sNPWT; surface Negative Pressure Wound Therapy) is an also efficient or even faster tool to treat swellings, edemas, hematomas and congestions. The DPC modus is more efficient and served the best results.

KEYWORDS

V.A.C.-Prevena-Dressing, edema, phlebedema, lymphedema, seroma, hematoma, congestion dermatitis, microdeformation, angiogenesis, lymphangiogenesis, wound healing disorder, volume reduction, compression

Einleitung

Die Unterdrucktherapie (NPWT, Negative Pressure Wound Therapy) ist seit fast 25 Jahren etabliert und in der Wundtherapie nicht mehr wegzudenken [1–3]. Die Indikationen wurden stetig erweitert. Mittlerweile gibt es mehrere Anwendungsformen für verschiedenste Wundarten. Diese reichen von der klassischen Anwendungsform bei Wunden über die V.A.C.-Therapie (Systeme der Firma KCI, San Antonio, Texas, USA) beim offenen Abdomen

(ABTHERA™), die Instillations-Therapie bis zum Incisional-Management, der V.A.C.-Prevena™-Therapie bei kritischen chirurgischen Wunden [4, 5]. Daneben gibt es weitere Formen, wie tragbare Geräte (Via™) und die neuesten Einweg-Apparaturen mit mechanisch generierbarem Unterdruck (Nanova™, SNAP™; dNPWT, disposable) [33], oder Vorrichtungen zur oberflächlichen Entfernung von Hautzellen (CelluTome™) zur Wunddeckung.

Unser Hauptaugenmerk gilt dem V.A.C.-Prevena, angewendet zur Behandlung von postoperativen Risikowunden (zum Beispiel bei Patienten mit Diabetes, Gefäßproblemen, Chemotherapie, Nikotinabusus, Adipositas, Strahlentherapie, Steroidmedikation) [6]. Der Haupteffekt ist die Reduktion von chirurgischen Wundinfektionen durch die Verbesserung der Durchblutung im Narbenbereich, was letztlich zu einer Beschleunigung der Wundheilung und Reduktion von Ödemen und Sekretionen führt [7, 8]. Der Unterschied des V.A.C.-Prevena-Systems zu den anderen Applikationsarten ist, dass der spezielle Schaumstoffverband nicht in eine Wunde, sondern direkt auf die Naht einer chirurgischen Wunde und unmittelbar umgebende Haut appliziert wird. Die Unterseite des Schaumstoffs ist mit einer speziellen Schutzschicht versehen, damit die Haut nicht verletzt oder mazeriert wird. Der Schaumstoff wird wie gewohnt mit einer Spezialfolie luftdicht abgedeckt und über ein Track Pad und Schlauch mit der vorgesehenen Vakuumpumpe verbunden, welche kontinuierlichen oder intermittierenden Sog (subatmosphärischer Druck) appliziert; i. d. R. 125 mmHg. Der angebrachte Verband kann 5–7 Tage belassen werden.

Wir wollten herauszufinden, ob ein zirkulärer V.A.C.-Prevena-Verband sogar effizienter ist als der üblicherweise linear angebrachte Verband. Es wurde angenommen, dass durch die deutlich größere flächenmäßige Abdeckung der weiteren Wundumgebung die positiven Gewebefeffekte (siehe Hintergrund MDWT), welche durch den Sog direkt auf der Haut erzeugt werden, noch besser zum Tragen kommen. Die Schaumstoffbahnen wurden nicht längs, wie beim herkömmlichen V.A.C.-Prevena-Verband, sondern spiralförmig, z. B. um ein ganzes Bein gewickelt (schlangen-

förmig). und ebenfalls 5–7 Tage belassen. Er wurde auch dort angewendet, wo sich keine Operationsnarben oder offene Wunden befanden, z. B. bei ausgedehnten Hämatomen, Ödemen oder bei einer Stauungsdermatitis und Hypodermatitis. Es ergaben sich somit neue Indikationen. Nach Entfernung des Verbandes ist der Effekt sofort sichtbar in Form einer Umfangsabnahme der Extremität durch die Reduktion von Schwellungen (Ödeme, Serome) und Hämatomen und einer verbesserten Wundheilung [9]. Ebenfalls interessierte auch, ob anstatt eines kontinuierlichen Soges der DPC-Modus bessere klinische Resultate ergab (abwechselnde Sog- und Entspannungsphasen).

Hintergrund MDWT (Microdeformational Wound Therapy)

Das „Vakuum-Prinzip“ der Mikrodeformation funktioniert ebenso, wenn der

Tabelle 1: Vorgeschlagene Indikationen für einen zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband

Stauungsödem jeglicher Ursache (Phleb-, Lymphödem)
Hypodermatitis bei chronisch venöser Insuffizienz
Sezernierende Hautveränderungen (z. B. Stauungsdermatitis)
Hämatome, grossflächige
Serome
Oberflächliche Wundheilungsstörungen
Offene Wunden (ev. zusätzlich eingebrachter Schaumstoff)
Als Kompressionstherapie
Als Lymphdrainagetherapie
Alle bisherigen Indikationen des Incisional Managements / VAC-Prevena™

Tabelle 2: Vorgeschlagene Kontraindikationen für einen zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband

Florider oder chronischer Infekt
Offene eitrige Wunde
Erysipel, Phlegmone
Nekrotisches Gewebe
Malignome
Tiefe Venenthrombose
Schwere PAVK
Schwere kardio-pulmonale Dekompensation
Schwere Niereninsuffizienz
Allergien auf das Material (Schaumstoff, Folie)

Lizenziert zum privaten Gebrauch für den Autor. Weitergabe, Nachdruck oder elektronische Veröffentlichung nur mit Genehmigung des Verlages.
© mhp Verlag 2019

Verband anstatt in eine offene Wunde auf die unverletzte normale Haut aufgebracht wird, möglicherweise in etwas abgeschwächter Form. Durch den Sog entsteht eine Mikrodeformation, welche in vertikaler Richtung auf die Zellen einwirkt und welche je nach Stärke der wirkenden Kräfte eine vermehrte Zelldifferenzierung und Proliferation auslöst. Von den Zellen werden diese mechanischen Kräfte in biologische Signale umgesetzt (Mechanotransduktion) [10, 11]. Die Zellen sprechen dadurch besser auf Wachstumsfaktoren an. Bei normalen Zellen – insbesondere bei Fibroblasten – besteht eine isometrische Spannung längs der Zellachse, respektive parallel zur Verankerung im Gewebe. Da diese Zellen gut mit den Extrazellulärmatrix (ECM)-Proteinen verankert sind, wirken die Spannungskräfte (durch die körperliche Bewegung) stimulierend auf die Zellen und diese reagieren mit Differenzierung und Proliferation [12]. Bei Zellen in Wunden ist aber meistens eine solche Verankerung nicht mehr vollständig vorhanden. Hier kann ein von außen angelegter Sog (subatmosphärischer Druck) die nötige Spannung auf die Zellen ausüben, worauf sie sich wieder differenzieren und proliferieren können. Durch den Sog entsteht auch passager ein Hypoxie-Gradient, wo angiogenetische Inhibitoren abgezogen und die Zellen zur vermehrten Ausschüttung von pro-angiogenetischen Faktoren angeregt werden; d.h. im Endeffekt werden vermehrt Wachstumsfaktoren von den Zellen generiert (z.B. HIF-1 α , Hypoxie-induzierter Faktor-1- α ; VEGF, Vascular Endothelial Growth Factor), welche die Angiogenese stimulieren [13]. Durch weitere Wachstumsfaktoren und Zytokine wachsen neben den Gefäßen auch strukturverstärkte Fibroblasten in das Wundgebiet ein, welche die ECM und das Granulationsgewebe aufbauen [14]. Neben der Zunahme der arteriellen Durchblutung durch ein dichteres Kapillarnetz werden auch der venöse und lymphatische Abfluss verbessert [15]: An den Wundrändern wird die Dichte der Lymphgefäße durch eine Neubildung erhöht [11, 16, 17]. Insgesamt verringern sich so die Diffusionstrecken und der hydrostatische kapilläre Druck, was letztlich in der Entfernung von übermäßiger extrazellulärer Flüssig-

keit resultiert und so Ödeme jeglicher Art (venös, lymphogen) merklich reduziert [18]. Es konnte auch gezeigt werden, dass die MDWT auch das neurokutane System stimuliert, indem neurale Wachstumsfaktoren und Neuropeptide ausgeschüttet werden [19]. Die intermittierende MDWT, z.B. in Form des DPC-Modus, zeigte einen stärkeren Effekt als der kontinuierliche Sog [20].

Indikation für zirkulären Verband

Durch einen zirkulären Verband, z.B. an einem Bein, kann auf der Haut die gesamte Wirkfläche deutlich erhöht werden und weit über das betroffene Areal hinausgehen. Somit wird auch im „gesunden“ Hautareal eine verbesserte Durchblutung erreicht, welche sich zusätzlich positiv auf die betroffene Hautregion auswirkt. Das bewirkt eine effektivere Entstauung, nicht nur gerade im Bereich einer Naht, Wunde oder eines Hämatoms, sondern auch in der weiteren Umgebung und generiert in offenen Wunden neues Granulationsgewebe. In Tabelle 1 sind die vorgeschlagenen Indikationen aufgeführt. Der zirkuläre V.A.C.-Prevena-Verband kann auch als Kombinationsverband verwendet werden, z.B. gleichzeitig über gethierschte Hautstellen, Hautentnahmestellen und als postoperativer Kompressionsverband, z.B. nach Venenoperation mit Thierschungen und nässenden Hautstellen (sezernierende Stauungsdermatitis).

Kontraindikationen

Es gibt Kontraindikationen, bei denen ein zirkulärer Verband nicht sinnvoll

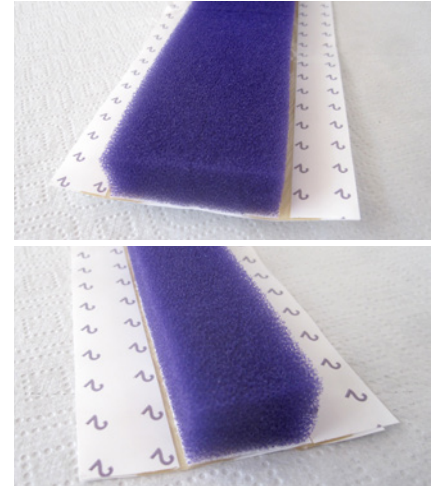


Abb. 1 Oben: die Original-Schaumstoffbahn mit ca. 5,3 cm Breite. Unten: die halbierte Schaumstoffbahn mit ca. 2,7 cm Breite. Diese lässt sich deutlich besser und einfacher um eine Extremität wickeln.

ist. Die Liste ist nicht vollständig und muss allenfalls ergänzt werden. Hier eine Auswahl: grundsätzlich bei Infektionen, schweren kardio-pulmonalen und nephrogenen Einschränkungen und maligne Hautveränderungen (Tabelle 2).

Patienten und Methode

Im Wundambulatorium des Kantonsospitals Obwalden wurden seit Dezember 2015 mehrere Patienten auf diese Weise behandelt. Die Patientenauswahl erfolgte konsekutiv z.B. beim Vorliegen von Hämatomen, Seromen und Ödemen an den unteren Extremitäten (siehe Indikationsliste). Die Indikation zur Anbringung eines zirkulären V.A.C.-Prevena-Verbandes wurde von ärztlicher Seite gestellt. Bei einigen Patienten mussten vorgängig die notwendigen internistischen Abklärungen durchge-

Tabelle 3: Liste der Indikationen der 11 Patienten, bei welchen ein zirkulärer V.A.C.-Prevena-Verband angewendet wurde

Anzahl Patienten	Indikationen
2	Schmerzhafte subkutane Hämatome am Bein nach Sturz unter oraler Antikoagulation, keine Wunden
3	Postoperative Schwellungen, Ödeme und Serome: nach operativer Versorgung mehrerer Metatarsale-Frakturen; nach Revision nach Knieprothese; nach mehreren Wundrevisionen bei Infekt nach Tibiakopfstoesynthese
1	Kombinierter postoperativer Kompressionsverband und VAC-Verband nach Varizen-Operation mit gleichzeitigem Ulcusdebridement und Thierschhautdeckung
3	Massive Ödeme mit Hypodermatitis und Hautmazerationen der unteren Extremitäten verschiedenster Ursache
1	Debridierete multiple Unterschenkelnekroseherde aufgrund einer Arzneimittelreaktion
1	Debridierete Wunde am Unterschenkel nach Heilungsstopp unter einer anti- α TNF-Therapie

führt werden, z. B. Ausschluss von tiefen Venenthrombosen, arteriellen Gefäßverschlüssen, schwere kardiopulmonale Dekompensationen und schwere Niereninsuffizienzen. Nach vorgängiger Aufklärung stimmten alle Patienten ohne Einschränkung zu. Die Patienten hatten mündlich für die Therapie und die anonymisierte Veröffentlichung der Ergebnisse und Fotos eingewilligt. Bei Beschwerden oder Schmerzen, die durch den Verband ausgelöst werden könnten, bestand die Option, diesen sofort wieder zu entfernen; diese Maßnahme war aber nie nötig. Die Verbände wurden bei Anlage und Abnahme fotografisch dokumentiert. Die Resultate wurden primär klinisch deskriptiv beurteilt, da die Effekte nach Entfernung des Verbandes sofort sichtbar waren. Bei 2 Patienten wurden zusätzlich die ungefähren Volumina der entfernten Gewebeflüssigkeit berechnet. Dazu wurden die Beinumfangs in jeweils 10-cm-Abständen vor und nach der Behandlung gemessen. Diese Werte wurden protokolliert und das approximative Volumen vor und nach der Behandlung berechnet. Die Summe der Volumina-Differenzen pro Segment ergab den ungefähren Nettoverlust an Gewebeflüssigkeit (siehe unten).

Praktische Durchführung

Die anfängliche Verwendung der originalen violetten Schaumstoffbahnen des V.A.C.-Prevena-Verbandes erwies sich als zu rigide und unhandlich, so dass der Schaumstoff der Länge nach halbiert wurde (Abb. 1) und so eine Extremität wesentlich dynamischer und enger eingewickelt werden konnte. Dazwischen sollte möglichst keine Haut mehr freiliegen. Die Sogeffekte treten nur direkt unter dem aufliegenden Schaumstoff auf.

Der Verband wurde durch drei Personen angebracht; eine Person hält das Bein in einer Streckstellung, die zwei anderen wickeln die Schaumstoff-Bahnen zirkulär von distal nach proximal. Der ganze Schaumstoff wird mit Folien luftdicht abgedeckt und über ein Track Pad mit einem Vakuum-Gerät verbunden. Die Grundeinstellung ist ein kontinuierlicher Sog von 125 mmHg. Für mehr Effizienz (wirkungsvoller und schneller) kann der DPC-Modus mit dem V.A.C.-ULTA™-Gerät gewählt werden. Ein solcher intermittierender Sog pen-

delt zwischen 125 mmHg und 25 mmHg und sinkt nie auf 0 mmHg ab. Mit einem solchen Verband um beide Beine kann der Patient normal mobilisiert werden. Der Verband wird üblicherweise 5–7 Tage belassen, kann danach entfernt oder neu appliziert werden. Über den zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband können andere Verbände, z. B. ein elastischer Bindenverband, ein Fersen-schutz aus Schaumstoff, ein VACO®ped, ein Brace oder VADOPlex-Druckmanschetten angebracht werden.

Klinische Resultate anhand von drei ausgewählten Beispielen

Bisher wurden insgesamt 11 Patienten zwischen Dezember 2015 und Dezember 2018 mit einem zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband („Sarner Schlange“) behandelt. Es handelte sich um 5 männliche und 6 weibliche Patienten, wobei 1 Patientin im Abstand von 1 Jahr zweimal behandelt wurde; bei der ersten Behandlung wurden beide Beine gewickelt, bei der zweiten nur das linke. Die Patienten waren zwischen 18 und 93 Jahren alt. 10 Patienten wurden stationär und 1 Patient ambulant behandelt. Die Indikationen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Verbände wurden von allen Patienten gut und schmerzlos ertragen. Schmerzen, die durch Schwellungen verursacht wurden, nahmen ihn den meisten Fällen bereits kurz nach Anbringung des Schlangenverbandes ab.

Die Verbände wurden zwischen 3 bis 7 Tage belassen. Bei einem Patienten wurde der Verband bereits nach 3 Tagen entfernt, da er auf eine Entlassung drängte, obwohl die Behandlung noch hätte weitergeführt werden sollen. Bei zu engen Wicklungen mit noch geringen Abständen zwischen den Wicklungen wurden mehrfach Spannungsblasen beobachtet. Der Fuß wurde meistens frei gelassen, da durch die Mobilisation rasch Lecks im Folienverband auftreten können. Über den zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband kann ein normaler elastischer Bindenverband oder andere Schutzverbände appliziert werden.

Beispiel 1

Es handelt sich um eine 92-jährige Patientin mit massiven beidseitigen Beinödemen (Phleb-, Lymph-, Lipödem). (Abb. 3). Zudem bestand eine vermehrte

kardiopulmonale Belastung. Tiefe Venenthrombosen oder arterielle Verschlüsse wurden vorgängig ausgeschlossen. Die schmalen Schaumstoffbahnen wurden etwas enger als zuvor gewickelt (Abb. 4). Dorsal am rechten Unterschenkel wurde ein Hautbezirk nach einer hämatombedingten Hautnekrose reseziert. Die Wunde wurde mit weißem Schaumstoff passgenau aufgefüllt und der zirkuläre V.A.C.-Prevena-Verband über alles gewickelt (Abb. 3). Beide Verbände wurden über ein Y-Stück mit einem Vakuumgerät verbunden (Abb. 4) und ein kontinuierlicher Sog von 125 mmHg eingestellt. Mit diesen Verbänden konnte die Pati-



Abb. 2, Beispiel 1 Ausgangssituation der lokalen Verhältnisse an beiden Beinen.



Abb. 3, Beispiel 1 Das debridierte Wundareal wurde direkt mit einem passgenauen weißen Schaumstoff ohne Hautrandschutz abgedeckt und darüber der zirkuläre Verband angebracht.



Abb. 4, Beispiel 1 Der fertige Verband. Beide Schlangen sind über ein Y-Stück mit einem V.A.C.-Gerät verbunden. Kontinuierlicher Sog von 125 mmHg während 5 Tagen.

Lizenziert zum privaten Gebrauch für den Autor. Weitergabe, Nachdruck oder elektronische Veröffentlichung nur mit Genehmigung des Verlages.
© mhp Verlag 2019

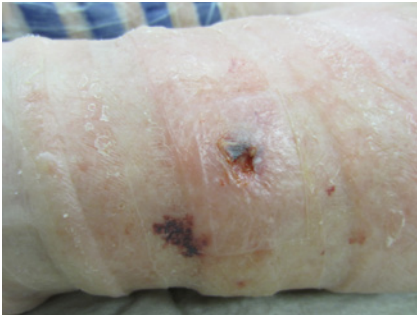


Abb. 5, Beispiel 1 5 Tage nach Abnahme des Verbands. Detailansicht vom linken lateralen Unterschenkel. Rötung und Schwellung sind deutlich regredient, ebenfalls die Schmerzen. Die furchigen Veränderungen durch die breiten Wicklungsabstände sind noch gut erkennbar. Die Haut ist bedeutend trockener.



Abb. 6, Beispiel 1 Gleiches Areal wie in Abb. 3 nach 11 Monaten. Das Defektareal ist spontan und ohne Hautdeckung abgeheilt.

entin gut mobilisiert werden. Nach 5 Tagen wurden beide Verbände entfernt. Durch engeres Wickeln wurden die Ödeme und Hämatome besser reduziert (Abb. 5). Die Wunde unter dem weißen Schaumstoff zeigte bereits gutes Granulationsgewebe. Eine Kontrolle knapp 1 Jahr später zeigte eine komplette Abheilung der Defektwunde durch eine Spontanheilung (Abb. 6).

Beispiel 2

Ein Kombinationsverband, als Wundverband für gethierschte Hautstellen und als postoperativer Kompressionsverband wurde bei einer 73-jährigen Patientin im Anschluss an eine Varizen-Operation und Thierschhaut-Deckung der debridierten Ulcus-Wunden durchgeführt. Wegen der Thierschung von mehreren Wunden am rechten Bein konnte kein üblicher Kompressionsverband angelegt werden, dennoch wurde ein postoperativer Verband benötigt. Die Hautentnahme erfolgte am rechten lateralen Oberschenkel. Somit war die Anbringung eines zirkulären V.A.C.-Prevena-Verbandes naheliegend. Die Patientin war damit vollständig

mobil und hatte keinerlei Beschwerden beim Tragen (Abb. 7). Der Verband wurde nach 5 Tagen entfernt. Durch das enge Wickeln entstanden an einigen Stellen zwischen den Klebebahnen Spannungsblasen dort, wo noch freiliegende Haut vorhanden war. Die übrigen positiven Effekte zeigten einen Rückgang der Ödeme und Hämatome mit einem guten Heilungsverlauf der gethierschten Stellen (Abb. 8).

Beispiel 3

Bei der zweiten Patientin handelte es sich um die gleiche, jetzt 93-jährige Patientin, wie in Beispiel 1, die ein knappes Jahr später wegen einem massiven nässenden Beinödem links erneut erschienen ist (Abb. 9–11). Nach 5 Tagen befanden sich im Kanister des V.A.C.-Apparates ca. 650 ml seröse Flüssigkeit (Abb. 12). Bei dieser Patientin wurde der DPC-Modus verwendet, welcher sich als effizienter erwies als ein kontinuierlicher Sog. Durch die Intervalltherapie entstand ein massageähnlicher Effekt. Die Intervalle wurden willkürlich eingestellt: 6 Minuten Sog auf 125 mmHg, anschließend abfallender Sog bis auf 25 mmHg während 6 Minuten und so fort. Klinisch deskriptiv sah man eine deutliche Abnahme der Schwellung und des Erythems, im Sinne einer Reduktion der Inflammation. Unklar bleibt, wie viel Volumen direkt über das Venen- und Lymphsystem abdrainiert wurde, da in diesem Beispiel vorwiegend der transkutane Verlust erfasst wurde.

Flüssigkeits-Volumenreduktion durch den zirkulären Verband

Es interessierte, wie effizient dieser zirkuläre V.A.C.-Prevena-Verband wirklich ist, resp. welche Mengen an Gewebeflüssigkeit in welcher Zeit entfernt wer-



Abb. 7, Beispiel 2 Der Verband kurz vor der Abnahme; die Patientin war damit voll mobil. Lediglich die Vakuumpumpe musste mitgetragen werden.

den kann. Dazu wurden bei 2 Patienten approximative Volumen-Berechnungen durchgeführt. Volumenberechnungen von unregelmässigen Körpern können auf die verschiedensten Arten erfasst oder berechnet werden. Wir haben das Volumen eines Beines grob angenähert als Summe der Differenzen einer Abfolge von mehreren Kegelstümpfen vor und nach der Therapie berechnet (modifiziert nach Kuhnke [21] und nach Lennihan und Mackereth [22]). Vor der Anlage und nach der Entfernung des Verbandes wurden in 10-cm-Abständen die Umfänge des Beines gemessen und die Volumina in jedem einzelnen Kegelstumpsegment berechnet. Eine größere Genauigkeit würden engmaschigere Umfangsmessungen liefern, z.B. in 5-cm-Abständen, oder die Verwendung eines Perometers, welches uns nicht zur Verfügung stand.

Beim ersten Patienten bestand ein traumatisch bedingtes und sehr schmerzhaftes Hämatom am linken Bein. Die Berechnungen ergaben bei diesem Patienten in 3 Tagen einen Volumenverlust von ca. 215 ml; bei der zweiten Patientin ca. 601 ml in 5 Tagen (siehe Beispiel 3). Die grobe Volumenberechnung scheint eine gute Annäherung an die effektiven Volumina zu geben.

Diskussion

Wir wollten in dieser klinischer Anwendungsbeobachtung herausfinden, wie effizient ein zirkulärer V.A.C.-Prevena-Verband ist. Ein direkter Vergleich mit dem herkömmlichen V.A.C.-Prevena-Verband konnte nur empirisch geführt werden, da keine Vergleichsgruppe geführt wurde. Die Ergebnisse bei den 11 Patienten wurden klinisch deskriptiv ausgewertet. Wir fanden in-



Abb. 8, Beispiel 2 Nach 5 Tagen wurde der Verband entfernt. An einigen Stellen sind zwischen den Windungen Spannungsblasen entstanden. Die mit Thierschhaut gedeckten Ulcera zeigten ein gutes Angehen des Meshgrafts.



Abb. 9, Beispiel 3 Massive und schmerzhafte Schwellung des linken Beines bei Phleb-, Lymph- und Lipödem. Die Stauungsdermatitis und Hypodermitis aufgrund der chronischen venösen Insuffizienz nässen durch die Haut durch. Eine tiefe Venenthrombose oder ein arterieller Verschluss wurden vor Beginn der Therapie ausgeschlossen. Kardiopulmonal war die Patientin leicht dekompensiert, ertrug aber die Therapie über 5 Tage gut.



Abb. 10, Beispiel 3 Zustand nach Anlage des Schlangenverbandes. Kurz danach nahmen die Beinschmerzen merklich ab. Der Tragekomfort des Verbandes war angenehm.

nert weniger Tage einen deutlichen sichtbaren Effekt, in Bezug auf die Volumenreduktion einer Extremität, die Abnahme von Rötung, Schwellung und Entzündungsreaktion und raschen Schmerzurückgang. Bei zwei Patienten wurden approximativ die aus dem Gewebe extrahierten Flüssigkeitsvolumina berechnet. Beim ersten wurden in 3 Therapietagen 215 ml Volumen entfernt (Abfluss über das venöse und Lymphsystem) und beim zweiten waren es 601 ml in 5 Tagen (Abfluss mehrheitlich direkt über den zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband). Bisher sind keine Nebeneffekte oder unerwünschte Wirkungen aufgetreten. Der zirkuläre V.A.C.-Prevena-Verband erweitert die Indikation des herkömmlichen V.A.C.-Prevena-Verbandes von den chirurgischen High-risk-Wunden auf jene in der Tabelle 1 erwähnten. Als Nachteil des zirkulären Verbandes sind die höheren Kosten (Gerätemiete, zusätzlich verbrauchtes Schaumstoffmaterial) wie



Abb. 11, Beispiel 3 Nach 5 Tagen wurde der Verband entfernt. Durch die zu weit auseinander liegenden Wicklungen gab es an einigen Stellen Spannungsblasen, die aber rasch abheilten.



Abb. 12, Beispiel 3 Nach der 5-tägigen Therapie befanden sich ca. 650 ml seröse Flüssigkeit im Kanister.

auch die aufwändige Applikation und das Mittragen der Vakuumpumpe zu werten. Der einmal angebrachte Verband kann 5–7 Tage belassen werden, was wiederum ein Vorteil ist, da während dieser Zeit nur noch ein äußerst geringer pflegerischer Aufwand nötig ist (eventueller Kanisterwechsel, Verbandsentfernung nach der Therapie). In Abwägung des Aufwands und der positiven Wirkung sprechen die Endergebnisse insgesamt für einen sehr effizienten Verband mit raschen sichtbaren Resultaten.

Trotzdem müssen vor einer Anwendung auch andere Entstauungssysteme mit Wundheilungsunterstützung als Therapieoption in Erwägung gezogen werden. Nicht zu vergessen sind die nicht berechenbaren Aufwendungen, wie Information des Patienten, Instruktion, Anpassung, Messung (z.B. der Strumpfgröße), Betreuung, Hilfe beim oft täglichen Anziehen und Ablegen usw.. Die Vor- und Nachteile im klinischen Alltag müssen mit den bestehenden Systemen in Bezug auf die Indikation, Anwendungsmöglichkeiten und Kosten abgewogen werden. Ein kurzer exemplarischer Vergleich mit 4 anderen Systemen soll die Vor- und Nachteile

aufzeigen: Ein **Kompressionstrumpf** der Klasse 2, welcher am häufigsten zur Abschwellung verwendet wird, erreicht im Mittel einen Druck von 23–32 mmHg bei unterschlenkellangen Strümpfen (höhere Drücke bei Kompressionsklasse 3–4: 34–>49 mmHg) [23]. Es wirkt ein statischer kontinuierlicher Druck, ausgeübt durch die elastischen Elemente des Strumpfes. Es ist bekannt, dass durch den Druck auf das Gewebe im mikroskopischen Bereich nach 2–4 Wochen ein geringfügig dichteres Kapillarnetz entsteht, welches mit der Aufsichtsmikroskopie gemessen werden kann [24]. Ein Kompressionstrumpf ist in der Anschaffung günstiger (in der Schweiz je nach Modell und Firma ca. zwischen CHF 80,- und 140,-). Schwierig wird es aber, einen Kompressionstrumpf dauerhaft bei nässenden Hautverhältnissen zu tragen (z.B. bei einer exsudativen Stauungsdermatitis). Beim pneumatischen System ACT (Adaptive Compression Therapy) besteht im Vergleich zu einem 4-Lagen-Verband ein ähnlich guter Tragekomfort und eine etwa gleiche Ulcusheilungsrate. Das ACT-System wurde in der konsultierten Studie im Mittel täglich während 11,5 Stunden getragen und im Mittel 2 Stunden im IPC-Modus (Intermittend Pneumatic Compression) betrieben. Das Steuergerät ist in den Verband integriert. Der Vorteil ist, dass der Patient nach Bedarf die Vorrichtung ablegen kann, was beim zirkulären V.A.C.-Prevena-Verband nicht möglich ist. Der ACT ist in einigen Eigenschaften etwas besser im Vergleich zu 4-Lagen-Bandagen bei etwa vergleichbarer Effizienz [25].

Ein ähnliches System wie das ACT ist die **intermittierende pneumatische Kompressionstherapie** (IPK) (z.B. lymphamat® GRADIENT). Sie besteht aus zwei gekammerten Manschetten für die Beine und einem elektronischen Steuergerät, mit dem die Druckgradienten, Intervalle und Behandlungsdauer genau eingestellt werden können. Der Patient ist während der Therapie von 30 bis 60 Minuten, welche täglich mehrfach (total 3–4 Stunden) wiederholt werden kann, nicht mobil und muss liegen. Zahlreiche gewebliche Veränderungen (u.a. positive hämodynamische Veränderungen, vermehrte fibrinolytische Aktivitäten und verbesserte transkutane Sauerstoffsätti-

Lizenziert zum privaten Gebrauch für den Autor. Weitergabe, Nachdruck oder elektronische Veröffentlichung nur mit Genehmigung des Verlages.
© mhp Verlag 2019

gung) sind nachgewiesen worden. Empfohlen wird die Anwendung vor allem bei hartnäckigen Ulcera, die mehr als 6 Monate bestehen [32]. **VADOPlex®** ist ein weiteres kontinuierliches Impulssystem. Es arbeitet mit Manschetten, die nur für den Fuß oder die Hand bestimmt sind. Es übt eine intermittierende impulsartige pneumatische Kompression auf Fuß oder Hand aus und kann bei Schwellungszuständen (venös, lymphogen), als Prävention von Thrombosen wie auch bei peripherer arterieller Verschlusskrankheit eingesetzt werden [26–31]. Die Geräte werden zur Verfügung gestellt, lediglich müssen die verschiedenen Manschetten, welche in verschiedenen Größen vorhanden sind, angeschafft werden. Während der rasch installierten und einfachen Therapie ist der Patient nicht mobil, er muss im Bett liegen und das Steuergerät kann nicht herumgetragen werden. Die Anwendungsdauer sollte täglich insgesamt mindestens 4–6 Stunden betragen. Es zeigten sich klinisch sehr gute Resultate in Bezug auf den Rückgang der Ödeme. Bei der Anwendung bei gestörter arterieller Durchblutung (Diabetiker, periphere arterielle Verschlusskrankheit) fand man signifikante Reduktionen der Ruheschmerzen und Verbesserung der Mikrozirkulation. Eine Übersicht vermittelt Tabelle 4.

Der zirkuläre V.A.C.-Prevena-Verband ist das einzige System, welches mit ei-

nem Sog (subatmosphärischem Druck) arbeitet. Durch den vertikalen Sog manifestieren sich die eingangs erwähnten physiologischen Aspekte (Hintergrund MDWT: Angioneogenese, Wachstumsfaktoren-Freisetzung, Aufbau ECM). So wird die Sogwirkung auf eine viel größere Hautfläche ausgedehnt als nur gerade auf den lokalen Befund; die Wundregion wird dadurch zusätzlich in der Heilung unterstützt. Alle anderen Systeme beruhen auf Druck resp. Kompression (kontinuierlichen Druck, intermittierender Druck) und können teils bei längerer Anwendung (mindestens 2–4 Wochen) zu einer etwas vermehrten Kapillardichte im Gewebe führen. Dynamische Druckverläufe findet man beim ACT und IPK (siehe Tabelle 4). Durch den **zirkulären** V.A.C.-Prevena-Verband ergeben sich weitere Einsatzmöglichkeiten (Tab. 1), z. B. die Anbringung um ein ganzes Bein und auf die geschlossene Haut ohne Wunden oder Nähte (sNPWT; s = surface, skin) bei voll erhaltener Mobilität. Besonders indiziert ist der Verband bei stark geschwollenen Extremitäten verschiedenster Ätiologien, z. B. bei einer nässenden Stauungsdermatitis und bei bettlägerigen Patienten. In diesem Falle bietet sich der DPC-Modus an, welcher zudem einen gewissen Massageeffekt ausübt. Kein anderer Verband scheint imstande zu sein, in so kurzer Zeit eine gleich große Flüssigkeitsmen-

ge aus dem Gewebe zu extrahieren, ohne dass dabei die Haut Schaden nimmt (Mazeration) und ohne, dass er zwischenzeitlich gewechselt werden muss. Trotz der höheren Kosten kann der positive Nutzen durch den Verband diese aufwiegen. Alle bis auf einen Patienten wurden stationär behandelt mit den in der Tabelle 3 aufgeführten Indikationen. Aufgrund der Effekte, die der subatmosphärische Druck auf die Haut und auf das Gewebe ausübt (Mikrodeformation), sind eventuell noch Indikationserweiterungen zu diskutieren. Theoretisch könnte durch die Angioneogenese bei Patienten mit einer peripheren arteriellen Verschlusskrankheit (PAVK) oder einem Diabetiker (DFS, Diabetisches Fußsyndrom) eine Verbesserung der kapillären Durchblutung erreicht werden, ähnlich den Ergebnissen beim VADOPlex [26, 28]. Eventuell wäre auch bei Verbrennungen im betroffenen Gebiet eine Verbesserung der Durchblutung durch Neubildung von Kapillaren und Verdichtung des Lymphgefäßsystems zu erreichen. Dafür wären allerdings weitere Untersuchungen notwendig.

Erstattung

In der Schweiz wie auch in Deutschland werden die Kosten eines NPWT-Verbandes bei einem stationären Patienten im Rahmen der Fallpauschale abgegolten. Beim ambulanten Patienten

Tabelle 4: Knappe Übersicht, der im Text erwähnten Methoden, welche zu einer Entstauung und zur Wundheilung beitragen. (VLU = venous leg ulcer = venöse Beinulcera)

System	Prinzip	Anwendung (alleine, mit Hilfe, Apparatur)	Drücke / Sog	Indikation	Mobilität	Gewebliche Veränderungen	Kosten
Kompressionsstrumpf (verschiedenste Hersteller)	Druck, statisch	einfach bis mittel, je nach Selbstständigkeit	KI II 23–32 mmHg; KI III–IV 34–>49 mmHg	Entstauung (Phleb- und Lymphödem), VLU	ja	ja	günstig bis mittel
VADOPlex®	Druckimpulse, Stärke regulierbar	einfach, Gerät nicht tragbar	Impulse max. 1 s, Drücke von 50–200 mmHg	Entstauung, (Phleb- und Lymphödem), Verbesserung der arteriellen Durchblutung	nein	ja	günstig, Anschaffung Impulsmanschette, Gerät zur Verfügung
ACT (adaptive compression therapy)	Dauerdruck oder Intermittierende Druckimpulse	mittel, Gerät integriert	20–50 mmHg	Heilungsunterstützung bei VLU, Phleb- und Lymphödem	ja	nicht bekannt (whs. ja)	Miete, mehrfach verwendbar (sonstige Kosten?)
IPK (lympho-mat® GRADIENT)	Druck und Intervalle, graduierbar in Stärke und Zeit	mittel, Gerät schlecht tragbar	12–200 mmHg	Heilungsunterstützung bei VLU, Ödemen	nein	ja	Miete, mehrfach verwendbar (sonstige Kosten?)
Zirkulärer V.A.C.-Prevena	Sog und Intervalle, graduierbar in Stärke und Zeit	mit Hilfe, Gerät tragbar	50–125 mmHg	s. Tabelle 1	ja	ja, umfangreich, rasch	hoch (Gerätemiete plus Verbrauchsmaterial)

sind wir in der Schweiz gegenüber Deutschland in der vorteilhaften Situation, dass die NPWT-Verbände bei ärztlicher Indikationsstellung im gesetzlichen Rahmen vergütet werden [33].

Fazit

Ein zirkulärer V.A.C.-Prevena-Verband mit schlangenförmigen Wicklungen um eine Extremität ist indiziert zur effizienten Entstauung, Entzündungshemmung und Verbesserung der Wundheilung. Erklärbar ist diese Eigenschaft durch die größere flächenmäßige Abdeckung durch den Verband. Es scheint, dass durch diese Wicklungsart die Entstauung und die Wundheilung rascher und effizienter erreicht werden kann als durch andere herkömmliche Entstauungs-Systeme. Die Kosten sind jedoch bei dieser Methode größer.

Literatur

1. **Fleischmann W, Lang E, Russ M:** Infektbehandlung durch Vakuum-versiegelung. *Unfallchirurg* 1997; 97 (4): 301–304.
2. **Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI:** Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997; 38 (6): 553–562.
3. **Argenta LC, Morykwas MJ:** Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997; 38 (6): 563–576.
4. **Agarwal A:** Predictive Risk Factors for Incision Management. *Chron Incis Manag* 2017; 1 (1): 28–31.
5. **Matatov T, Reddy KN, Doucet LD, Zaho CX, Zhang WW:** Experience with a new negative pressure incision management system in prevention of groin wound infection in vascular surgery patients, *J Vasc Surg* 2013; 57: 791–795.
6. **Consensus documents for NPWT:** *J Wound Care* 2011; 20 (4) 190. doi:10.12968/jowc.2011.20.4.190a .
7. **Willy C, Agarwal A, Anderson C:** Closed incision negative pressure therapy: international multidisciplinary consensus recommendations. *Int Wound J* 2017; 14: 385–398.
8. **Sandy-Hodgetts K, Watts R.** Effectiveness of negative pressure wound therapy/closed incision management in the prevention of post-surgical wound complications: a systematic review and meta-analysis. *JBI Reports* 2015; 13 (1): 253–303.
9. **Kilpadi DV, Lessing C, Derrick K:** Healed porcine incisions previously treated with a surgical incision management system: mechanical, histomorphometric, and gene expression properties. *Aest Plast Surg* 2014; 38 (4): 767–778.
10. **Ingber DE:** The mechanochemical basis of cell and tissue regulation. *Mech Chem Biosyst* 2004; 1 (1): 53–68.
11. **Wilkes RP, Kilpad DV, Zhao, Kazala R:** Closed incision management with negative pressure wound therapy (CIM) biomechanics. *Surg Innov* 2012; 19 (1): 67–75.
12. **Saxena V, Hwang CW, Huang S, Eichbaum Q, Ingber D, Orgill D:** Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation. *Plast Recon Surg* 2004; 14 (5): 1086–1096.
13. **Erba P, Ogawa R, Ackermann M, Avner A:** Angiogenesis in wounds treated by microdeformational wound therapy. *Ann Surg* 2011; 253 (2): 402–409.
14. **Wilkes RP, McNulty AK, Feeley TD, Schmidt MA, Kieswetter K:** Bioreactor for application of subatmospheric pressure to three-dimensional cell culture. *Tissue Eng* 2007; 13 (12): 3003–10. doi:10.1089/ten.2007.0036.
15. **Kilpadi DV, Cunningham MR:** Evaluation of closed incision management with negative pressure wound therapy (CIM): hematoma/seroma and involvement of the lymphatic system. *Wound Rep Regen* 2011; 19: 588–596. doi:10.1111/j.1524-475X.2011.00714.x .
16. **Labanaris A, Polykandriotis E, Horch Raymund:** The effect of vacuum-assisted closure on lymph vessels in chronic wounds. *J Plast Recon Aesth Surg* 2009; 62 (8): 1068–1075.
17. **Grauhan O, Navasardyan A, Tutkun B:** Effect of surgical incision management on wound infections in a poststernotomy patient population. *Int Wound J* 2014; 11 (suppl. 1): 6–9. doi:10.1111/iwj.12294 .
18. **Orgill DP, Manders EK, Sumpio BE, Lee RC, Attinger CE, Gurtner GC, Ehrlich PH:** The mechanisms of action of vacuum assisted closure: more to learn, *Surg* 2009; 146 (1): 40–51.
19. **Torbrand C, Wackenfors A, Lindstedt S, Ekman R, Ingemansson R, Malmström M:** Sympathetic and sensory nerve activation during negative pressure therapy of sternotomy wounds. *Inter Card Vasc and Thorac Surg* 2008; 7: 1067–1070. doi:10.1510/icvts.2008.181792 .
20. **Younan G, Ogawa R, Ramirez M, Helm D, Dastouri P, Orgill D:** Analysis of nerve and neuropeptide patterns in vacuum-assisted closure-treated diabetic murine wounds. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126: 87–96.
21. **Kuhnke E:** Volumenbestimmung aus Umfangmessungen. *Folia Angiol* 1976.
22. **Lennihan R, Mackereth M:** Calculating volume changes in a swollen extremity from surface measurements. *Am J Surg* 1973; 126 (5): 649–52.
23. **Reich-Schupke S, Stücker M:** Moderne Kompressionstherapie. *Ars Medici* 2012; 16: 837–841.
24. **Klyscz T, Galler S, Steins A, Züder D, Rassner G:** Einfluss einer Kompressionstherapie auf die Mikrozirkulation der Haut bei Patienten mit chronischer Veneninsuffizienz (CVI). *Hautarzt* 1997; 48 (11): 806–811.
25. **Harding KG, Vanscheidt W, Partsch H, Caprini JA, Comerota AJ:** Adaptive compression therapy for venous leg ulcers: a clinically effective, patient-centred approach. *Int Wound J* 2016; 13 (3): 317–325.
26. **Abu-Own A, Cheatle T, Scurr HJ, Coleridge Smith PD.** Effects of intermittent pneumatic compression of the foot on the microcirculatory function in arterial disease. *Eur J Vasc Surg* 1993; 7 (5): 488–492.
27. **Gardner A, Fox RH.** The venous foot-pump: influence on tissue perfusion and prevention of venous thrombosis. *Ann Rheum Dis* 1992; 51 (10): 1173–78.
28. **Morgan R, Carolan G, Psaila JV, Gardner AMN, Fox RH, Woodcock JP:** Arterial flow enhancement by impulse compression. *J Vasc Surg* 1991; 01: 8–16.
29. **Andrews B, Sommerville K, Austin S, Wilson N:** Effects of foot compression on the velocity and volume of blood flow in the deep veins. *Br J Surg* 1993; 80 (2): 198–200.
30. **Delis KT, Nicolaidis AN, Wolf JHN:** Improving walking ability and ankle brachial pressure indices in symptomatic peripheral vascular disease with intermittent pneumatic foot compression: A prospective controlled study with one-year follow-up. *J Vasc Surg* 2000; 31 (4): 650–661.
31. **McMullin G, Scott HJ, Coleridge PD, Scurr JH:** An assessment of the effect of the foot pump on venous emptying in chronic venous insufficiency. *Phlebologie* 1989; 69–71.
32. **Comerota AJ:** Intermittent pneumatic compression: Physiologic and clinical basis to improve management of venous leg ulcers. *J Vasc Surg* 2011; 53:1121–9
33. **Wetzel-Roth W, Hoffmann-Tischner I, Kostka G et al.:** Einsatz von mechanisch betriebenen Geräten zur Unterdruckwundtherapie (dNPWT) bei Patienten mit akuten und chronischen Wunden – Ergebnis einer Konsensus-Konferenz. *WUNDmanagement* 2019; 3:138–148

mhp_medien

Verlag und Copyright © 2019 by mhp Verlag GmbH,
Kreuzberger Ring 46, 65205 Wiesbaden
Nachdruck oder elektronische Veröffentlichung
nur mit Genehmigung des Verlages. ISSN 1864-1121