

당뇨병성 족부 궤양을 가진 환자에서 변형된 진공보조 봉합을 이용한 음압 창상 치료법의 경험

메리놀병원 내과¹, 정형외과²

김봉재¹, 석지혜¹, 조아라¹, 하종건¹, 정찬우¹, 박성오¹, 박형택², 김미경¹

Negative-Pressure Wound Therapy Using Modified Vacuum-Assisted Closure in Patients with Diabetic Foot Ulcers

Bong Jae Kim¹, Ji Hye Suk¹, A Ra Jo¹, Jong Kun Ha¹, Chan Woo Jung¹, Seong Oh Park¹, Hyung Taek Park², Mi Kyung Kim¹

¹Department of Internal Medicine, ²Department of Orthopedic Surgery Maryknoll Medical Center, Busan, Korea

Abstract

Diabetic foot ulcers (DFU) are common and serious complications of diabetes mellitus. The prognosis of DFU may be very poor even during early stages depending on the general conditions of patients, and amputation is often required to manage DFU. Various therapeutic approaches to DFU have been introduced, and among these negative-pressure wound therapy using vacuum-assisted closure (VAC-NPWT) is particularly noteworthy. We performed VAC-NPWT in three patients with complicated DFU. We used a modified VAC-NPWT protocol, which used wall suction and curaVAC®. Dressing changes were performed every week, which was longer than standard method. All of our cases improved with granulating wound beds and were cleared of bacterial infection by the end of modified VAC therapy. These modifications reduced the costs of VAC-NPWT without introducing associated side effects. We recommend the active application of VAC-NPWT for complicated DFU, although this recommendation should be confirmed by large randomized controlled studies. (J Korean Diabetes 2011;12:122-127)

Keywords: Diabetic foot ulcer, Negative-pressure wound therapy, Vacuum-assisted closure

서론

당뇨병성 족부 궤양(diabetic foot ulcer, DFU)은 당뇨병에 동반되는 매우 심각한 합병증으로 당뇨병 환자의 사망률을 2배 이상 증가시키며 비외상성 하지 절단 원인의 절반 이상을 차지한다[1,2]. 뼈, 인대 등이 노출되는 DFU는 전신상태가 불량한 사람에서 주로 발생하며 하지 절단이 필요한 경우가 많다[2]. DFU는 병태생리적으로 신경병증, 하지 허혈, 감염, 변형의 여러 원인이 복합적으로 동반되고[2-4], 치료에 오랜 시간과 많은 비용이 소요되어 심각한 보건학적 및 경제적 문제를 야기한다.

만성적인 DFU를 효과적으로 치료하기 위한 다양한 치료법이 개발되어 왔으며 그 중 진공보조 봉합(Vacuum-Assisted Closure, VAC)을 이용한 음압 창상

치료법(Negative-Pressure Wound Therapy, NPWT)은 매우 주목할 만한 방법이다[5]. 다기관 무작위 대조군 연구에서 VAC-NPWT가 심각한 DFU에서 고식적인 치료방법만큼 안전하면서, 상처 치유 속도를 개선시키고, 하지 절단율을 줄였다[6-8]. 컴퓨터 조절 진공 펌프와 드레싱용 스폰지, 부착성 드레싱 제재, 배기 튜브 등으로 구성된 상품화된 시스템(V.A.C®ATS; KCI, San Antonio, Texas, U.S.A)이 있으나 높은 비용으로 국내에서는 난치성 만성 창상이나 욕창, 심각한 외상 후 창상 등에 제한적으로 사용되고 있다[9,10]. 최근 국내 논문에서 비용 문제를 해결하기 위해 컴퓨터-조절 진공 펌프 대신 벽흡인기(wall suction)를 이용한 변형된 방법으로 만성 창상을 치료한 결과를 보고하였다[11-13].

이에 저자들은 세 명의 심각한 DFU 환자에서 고가의

V.A.C®ATS 대신 국내회사에서 상품화된 드레싱 제재를 이용하고, 드레싱 교체간격을 연장하였으며 벽흡인기를 이용한 변형된 치료법을 사용하여 비용을 절감시키면서도 세 환자 모두에서 DFU를 성공적으로 치유하였기에 그 결과를 보고하고자 한다.

1. 증례 (남/27세)

10년 전에 제1형 당뇨병으로 진단받고, 4년 전부터 인슐린펌프를 사용하였으며 입원 3주 전 왼쪽 발목 부위에 물집이 생긴 후 상처가 악화되었다. 입원 당시 왼쪽 발등과 발목에 각각 2.5×1.5 cm 및 1.0×0.5 cm 크기의 깊은 궤양이 관찰되었고 노란색 고름이 나오고 있었으며, 주변에 발적, 열감, 압통이 동반되었다. 발목과 발에 대한 X선 검사상 뼈의 골편 형성이나 파괴 소견은 관찰되지 않았다. 임상 소견상 37.8° 도 이상의 발열을 보이고, 혈액 검사상 경한 백혈구증가와 C-반응단백질(C-reactive protein; CRP), 적혈구침강속도(erythrocyte sedimentation rate; ESR)의 증가가 관찰되어 전신적 감염을 동반한 연조직염에 준해 항생제가 투여되었다. 좌측 발등동맥에서 맥박이 감지되었고, 발목 상완 압력지수 1.00으로 혈관병증을 의심할 만한 소견은 관찰되지 않았다. 죽은조직제거술(debridement) 후 인대와 근육이 노출되었다. 치료 1주 내 백혈구수치가 정상화 되었고, 4주경 C-반응단백질은 정상 수치를 보였다. 치료 시작 2주 내 국소적 감염 소견의 소실이 관찰되었으며, VAC-NPWT 적용 3주 후 궤양부위에 대한 미생물 배양 검사상 음성을 보였다. VAC-NPWT를 6주간 시행한 후 왼쪽 발등의 궤양 면적이 86.7% 감소하였다. 이후 VAC-NPWT를 종료하고 젖은드레싱(wet dressing)을 2주간 추가로 시행하였으며 치료 후 궤양이 완전히 상피화되었다.

2. 증례 (여/76세) (Fig. 1)

23년 전 제2형 당뇨병 진단 후 경구혈당강하제와 인슐린을 투여 받아왔다. 내원 10여일 전 왼쪽 발등에 상처가 생긴 후 점차 상처가 악화되었고, 발목의 통증과 부종이 발생하며 보행이 어려워졌다. 왼쪽 발등 대부분을 차지하는 7.5×4.5 cm 크기의 궤양이 관찰되었다. 인대와 근육이 노출되었고 괴사 조직, 고름, 주변 발적, 발열, 압통, 부종이 동반되었다. 혈액 검사상 백혈구와 C-반응단백질이 증가된 소견이 보이며, 왼쪽 발에 대한 X선 검사상 뼈의 변형이나 파괴 소견은 관찰되지 않았다. 동맥조영 컴퓨터단층촬영상 하지

동맥에 협착 및 폐쇄의 증거는 발견되지 않았다. 죽은조직제거술 및 항생제 투여 등 치료 1주 후 욕안소견상 국소적 감염 소견은 관찰되지 않았으며, 3주 내 백혈구수치가 정상화 되었고, C-반응단백질의 지속적 감소를 보였다. VAC-NPWT를 7주간 시행한 후 궤양의 70%가 상피화되었다.

3. 증례 (여/47세)

10년 전 제2형 당뇨병 진단 후 경구혈당강하제를 복용하여 왔으며 만성 신장질환이 동반되었다. 왼쪽 발등에 발생한 DFU로 타 병원에서 입원 치료를 받았으나 호전이 없어 본원으로 전원 되었다. 내원 시 발등에 노란색 가피로 덮힌 4.5×3 cm의 궤양이 있었고, 화농성 분비물이 관찰되었으며, 궤양 주변의 부종이 동반되어 있었다. 죽은조직제거술을 통해 가피를

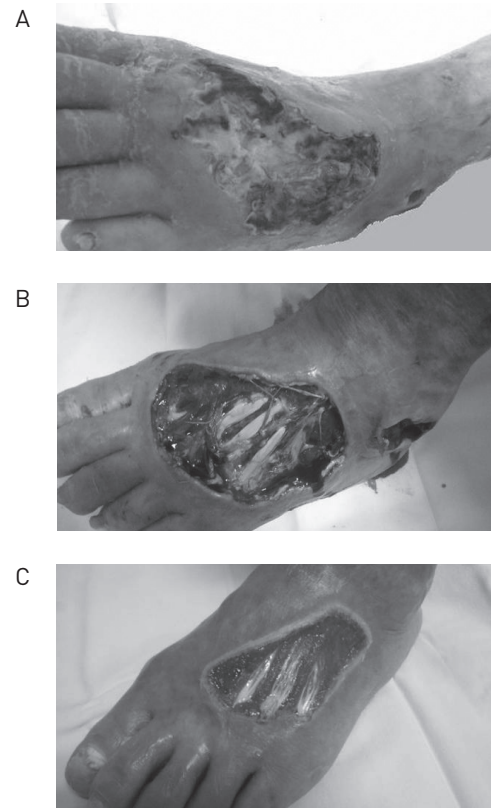


Fig. 1.

Wound status of patient no.2. (A) Pre-debridement. (B) Post-debridement. (C) Post-vacuum-assisted closure therapy, after 5 weeks.

제거 후 인대와 근육이 노출되었다. X선 소견상 뼈에는 특이 소견 관찰되지 않았다. 경한 체온 상승 외 발열은 관찰되지 않았으나, 혈액 검사상 백혈구와 C-반응 단백질이 증가된 소견을 보였다. 좌측 발등동맥에서 맥박을 감지할 수 있었고, 발목 상완 압력지수 0.90으로 경한 말초 동맥 병변이 의심되나 음압 요법의 시행은 가능한 상태였다. 치료 2주 후 백혈구수치가 정상화 되었고, C-반응단백질은 지속적인 감소 양상을 보였으며, VAC-NPWT 적용 1주 후 궤양부위에 대한 미생물 배양 검사상 음성을 보였으며, 육안 소견상 감염소견은 관찰되지 않았다. VAC-NPWT를 9주 간 시행 후 약 70% 정도 상피화가 이루어졌으며 이 후 상처는 이차 봉합하였다.

환자들의 임상 특징과 DFU의 상태 및 경과, VAC-NPWT의 설정을 Table 1에 요약하였다.

제1형 당뇨병환자가 한 명이고 제2형 당뇨병환자가 두 명이며 이들의 당뇨병 유병기간은 모두 10년 이상으로 망막병증과 신경합병증을 동반하고 있었고 혈당조절이 불량하였다.

궤양의 중증도는 Wagner's grade system에 따라 분류하였으며, 세 증례 모두 골수염의 소견은 관찰되지 않았으나 농양을 동반한 깊은 궤양으로 grade 3에 해당된다. 궤양 면적은 길이와 폭을 측정하여 계산하였다[궤양 면적(cm^2) = 궤양의 길이 \times 궤양의 폭 $\times \pi/4$]. 발목 상완 압력 지수와 동맥조영 컴퓨터단층촬영을 통해 하지 혈관 상태에 대해 평가하였으며, 궤양 부위의 미생물 배양검사 및 감염 상태에 대한 평가를 통해 적절한 항생제를 사용하였고, 세 명의 환자 모두에서 음압 요법 적용 전 1회에 한해서 외과적 죽은조직제거술을 시행하였다.

드레싱 제재는 외국에서 상품화된 V.A.C[®] GranuFoam[™]을 사용하는 대신 비용이 저렴하고,

벽흡인기에 연결이 가능한 국내에서 개발된 CuraVAC[®] (대웅제약, 한국)을 이용하였다(Fig. 2). 상처 크기에 맞게 재단된 폼 드레싱으로 궤양 내부를 채운 후 필름 드레싱 제재로 고정 및 밀봉 후 흡입헤드를 통해 배기 튜브를 연결하였다. V.A.C[®]ATS 대신 배기 튜브를 벽흡인기에 연결하여 120 mm Hg 전후의 음압을 연속적으로 유지하였다. 부착성 드레싱 제재가 벗겨져 음압 유지가 안 되는 경우를 제외하고는 7일 간격으로 드레싱을 교체하였다.

고 찰

DFU의 발생기전에는 말초 신경병증에 의한 감각의 이상, 혈류 장애, 감염 및 변형 등의 복잡한 병태생리가 관련되어 있고, 기존 연구에서 혈당 조절이 잘 되지 않는 경우, 궤양이 크고 깊은 경우, 신경병증, 눈 및 신장의 손상, 궤양 및 절단의 과거병력, 허혈 등이 있는 경우 치료에 걸리는 시간이 길고 하지 절단의 위험이 높다[2-4].

VAC-NPWT는 상처에 음압을 형성하는 비침습적인 치료법으로 세포간질 부종을 최소화하면서 습윤환경을 제공해 주며, 혈종 등의 축적을 방지하고, 조직 내 세균 집락을 감소시키고, 상처에 미세혈류 증가와 육아조직 생성을 촉진하고, 조기에 상피화를 형성하도록 도와주는 것으로 알려져 있다[5,14-16]. Banwell 등은 국소적인 상처에 적용한 음압 창상요법이 상처에서 발생하는 통증을 감소 시켜주는 것으로 보고하고 있다[17]. VAC-NPWT는 장기 적용에 따른 부종, 발적, 허혈, 감염 등의 문제가 발생할 수 있으며, 조직 허혈이 있는 경우 음압에 의해 괴사가 더 진행될 수 있으므로 음압 창상요법의 적용을 피해야 한다[18].

DFU 치료에 대한 다기관 무작위 대조군 연구에서 VAC-NPWT가 고식적인 치료법과 비교 시 비슷한 안전성을 가지면서 빠르고 효과적인 치료법으로 보고되고 있다[6-8]. Blume 등의 연구에서 VAC-NPWT군이 고식적 치료군에 비하여 유의하게 궤양 회복율이 높고(43% vs 29%), 하지 절단율이 낮았다(4% vs 10%)[6-8]. Amstrong 등의 연구에서도 VAC-NPWT 치료군이 고식적인 치료군에 비해 완전 궤양 회복율이 유의하게 높았고(56% vs 39%) 육아조직 형성이 더 빨랐다[7]. VAC-NPWT군에서 궤양의 75%상피화에는 평균 68일이, 완전 상피화에는 평균 96일이 걸렸다[7]. 두 연구 모두에서 감염, 연조직염, 골수염 등의 부작용 및 합병증 등의 발생 빈도와 중증도는 크게 차이가 나지 않았다[6-8]. Eginton 등의 연구에서도 유사한 상처에 대해 VAC-NPWT가

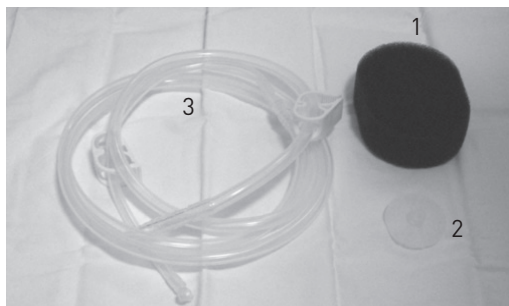


Fig. 2.

Materials used in the application of vacuum-assisted closure therapy include a polyurethane foam (1), suction head (2) and non-collapsible tube (3).

젖은드레싱 치료에 비하여 상처 깊이를 7.7%, 상처
용적을 0.1% 더 감소 시킨 결과를 보였다[6-8].

VAC-NPWT는 창상 치료에 있어서 안전하고 빠르며
효과적이나 특수한 장비와 고가의 비용으로 국내에서
널리 쓰이지 못하고 있다. 박 등은 기존의 젖은드레싱에
반응하지 않는 난치성 욕창을 가진 10명의 환자에게
V.A.C®ATS를 적용하여 창상의 호전과 조직학적 호전을
보고하였다[9]. 이 등은 일차봉합이나 피부이식이
불가능하였던 심각한 외상성 연부조직 결손을 가진
33명의 환자에게 V.A.C®ATS를 적용해 평균 25일 만에
상처크기가 32% 감소됨을 보고하였다[10]. 최근

국내에서 VAC-NPWT의 비용 문제를 해결하고, 보편적
사용을 위한 노력이 있어 왔다. 박 등은 벽흡인기를
이용한 지속적 음압 방식을 적용한 변형된 VAC-NPWT
방법을 보고하여 V.A.C®ATS 보다 낮은 비용으로 만성
창상의 효율적인 치료를 위한 방법을 제시하였고[13], 이
등은 벽흡인기와 메디폼 B® (일동제약, 한국)를 욕창
치료에 이용하기도 하였다[12]. 배 등은 벽흡인기를
이용하고 소독된 스펀지와 배액관으로 창상을 밀봉하는
방법을 고안하여 18명의 DFU 환자에서 치료하여
16예에서 평균 18일 후 건강한 욕아조직이 형성됨을
보고하였다[11].

Table 1. Summary of clinical characteristics, wound states and VAC-NPWT settings of patients

Patient number		1	2	3
Age (yr)		27	76	47
Gender		Male	Female	Female
History of smoking		Never	Never	Never
HbA1c (%)		13.2	14.5	9
Type of diabetes mellitus		1	2	2
Duration of diabetes mellitus (yr)		10	23	10
Diabetic complication	Autonomic neuropathy	Present	Present	Present
	Peripheral neuropathy	Present	Absent	Present
	Nephropathy	Microalbuminuria	Microalbuminuria	Azotemia
	Retinopathy	Moderate NPDR	PDR	Severe NPDR
Site of ulcer		Left dorsum	Left dorsum	Left dorsum
Grade of foot ulcer (Wagner)		3	3	3
Inflammatory markers	WBC (/mm ³)	10,100	12,000	38,800
	hsCRP (mg/L)	87.7	140.6	66
	ESR (mm/hr)	60	53	2
Ankle-Brachial Index	Right side	1.04	NA	0.99
	Left side	1.00	NA	0.92
Patency of peripheral artery evaluated by CT angiography		NA	No obstruction	NA
Culture results from wound swab		MSSA, <i>S. agalactiae</i>	MSSA, <i>S. agalactiae</i>	<i>S. agalactiae</i> (MRCNS)
Interval of VAC dressing change (day)		7	7	7
Length of treatment (day)		65	98	73
Length of VAC dressing used (day)		42	49	63
Wound area	Before treatment (cm ²)	2.9	26.5	10.6
	After treatment (cm ²)	0.4	7.9	3.3
Decrease of wound area (%)		86.7	70.3	68.9

VAC, vacuum-assisted closure; NPWT, negative-pressure wound therapy; NPDR, non-proliferative diabetic retinopathy; PDR, proliferative diabetic retinopathy; WBC, white blood cell; hsCRP, high-sensitivity C-reactive protein; ESR, erythrocyte sedimentation rate; NA, non-assessment; MSSA, methicillin-sensitive *staphylococcus aureus*; MRCNS, methicillin-resistant coagulase negative staphylococci.

저자들은 앞서 보고된 국내 연구의 치료 방법을 참고하고 변형하여 비용 감소를 위해 스폰지 및 부착 드레싱 제제는 V.A.C®ATS 대신 낮은 비용의 국내 생산된 CuraVAC®을 사용하였고, 컴퓨터 조절 진공 펌프 대신 벽흡인기를 이용하였으며, 드레싱 교체 주기를 2-3일 간격에서 7일 간격으로 연장하였다. 이러한 변형된 VAC-NPWT 적용에도 70% 이상의 상피화가 치료 시작 후 6-9주에 이루어졌다. HbA1c가 9% 이상으로 혈당 조절이 매우 불량하고 신경합병증, 망막합병증과 감염을 동반하였으며 Wagner grade 3의 고위험 DFU 환자들을 고려했을 때 본 증례의 결과를 통해 VAC-NPWT가 당뇨병성 족부 궤양의 치료에서 효과적으로 보인다. V.A.C®ATS를 이용한 기존 방법과 이 논문의 CuraVAC® 및 벽흡인기를 이용한 변형된 방법의 비용을 산출하여 보면, 6주간 VAC-NPWT를 시행한다고 가정 시 각각 150~200만원과 50~60만원이다. 따라서, 본 연구에서의 변형된 VAC-NPWT 방법은 비용 대비 효과 부분에서 매우 주목할 만하다. VAC-NPWT 적용 시 전통적으로 비감염 상처에 대한 드레싱 교체는 48시간에서 72시간 간격으로 이루어졌고, 감염된 상처의 경우 더 잦은 드레싱 교체를 통해 상처에 대한 면밀한 관찰을 권유하고 있다[19]. 하지만, 환자의 임상 양상 및 상처 상태에 따라 드레싱 교체간격은 가변적일 수 있고, 기존 권유된 시간 간격이 적절하다고 단언할 수 없다[19,20]. 권유된 간격 이상으로 폼 드레싱이 상처에 적용된 경우 폼 드레싱 내로 조직이 자라 들어가 드레싱 제제의 제거가 어려울 수 있고, 깊은 상처나 감염된 상처의 경우 혈관 노출 및 악화로 심각한 출혈 및 감염 악화의 위험성이 증가될 수 있으며, VAC-NPWT 장기 적용 시 추가적인 감염, 상처부위의 변형, 허혈 등이 발생할 수 있다[6-8, 18-20]. 본 증례에서 드레싱 간격을 7일로 연장하였으나 드레싱 교체 시 문제점이 발견되지 않았으며, VAC-NPWT의 적용기간 동안 추가적인 감염, 허혈, 상처의 변형, 심각한 출혈 등의 부작용은 발생하지 않았다.

저자들은 3명의 고위험의 DFU 환자에서 변형된 VAC-NPWT 치료법을 적용하여 비용을 줄이면서 심각한 부작용 없이 DFU가 호전됨을 경험하였다. 대규모의 전향적 대조군 연구가 필요하겠지만 비용 문제로 기존에 충분히 활용되지 못하였던 VAC-NPWT를 변형된 방법을 통하여 보다 적극적으로 사용하는 것을 고려해야 하겠다.

참고문헌

1. Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist J. The global burden of diabetic foot disease. *Lancet* 2005;366:1719-24.
2. Most RS, Sinnock P. The epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals. *Diabetes Care* 1983;6:87-91.
3. Ramsey SD, Newton K, Blough D, McCulloch DK, Sandhu N, Reiber GE, Wagner EH. Incidence, outcomes, and cost of foot ulcers in patients with diabetes. *Diabetes Care* 1999;22:382-7.
4. Mayfield JA, Reiber GE, Nelson RG, Greene T. A foot risk classification system to predict diabetic amputation in Pima Indians. *Diabetes Care* 1996;19:704-9.
5. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg* 1997;38:563-76.
6. Blume PA, Walters J, Payne W, Ayala J, Lantis J. Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. *Diabetes Care* 2008;31:631-6.
7. Armstrong DG, Lavery LA. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:1704-10.
8. Eginton MT, Brown KR, Seabrook GR, Towne JB, Cambria RA. A prospective randomized evaluation of negative-pressure wound dressings for diabetic foot wounds. *Ann Vasc Surg* 2003;17:645-9.
9. Bok SK, Yoon JM, Jo KJ, Oh SH, Hong JH, Lee YJ, Kim YM. The effect of vacuum-assisted closure (V.A.C.) therapy in pressure ulcer. *J Korean Acad Rehabil Med* 2005;29:128-34.
10. Lee KB, Choi J, Moon ES, Yoon TR, Lim KY. Negative pressure wound therapy for traumatic soft tissue defects. *J Korean Fract Soc* 2006;19:67-71.
11. Bae SY, Lee CW, Seo IS. Wall-suction assisted vacuum sealing for treatment of infected diabetic foot ulcer. *J Korean Foot Ankle Soc* 2004;8:26-30.
12. Lee JH, Yang HJ. Application of medifoam B(R) & negative pressure therapy for the auxiliary treatment of pressure sore. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 2004;31:733-6.
13. Park MC, Lee IJ, Lee JH. Simple and effective negative pressure therapy in chronic wound. *J Korean Soc Plast Reconstr Surg* 2002;29:583-7.
14. Morykwas MJ, Argenta LC, Shelton-Brown EI, McGuirt W. Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: animal studies and basic foundation. *Ann Plast Surg* 1997;38:553-62.
15. Shirakawa M, Isseroff RR. Topical negative pressure devices: use for enhancement of healing chronic wounds. *Arch Dermatol* 2005;141:1449-53.
16. Smith N. The benefits of VAC therapy in the management of pressure ulcers. *Br J Nurs*

1. Boulton AJ, Vileikyte L, Ragnarson-Tennvall G, Apelqvist

- 2004;13:1359-65.
17. Banwell PE. Topical negative pressure therapy in wound care. J Wound Care 1999;8:79-84.
 18. Clare MP, Fitzgibbons TC, McMullen ST, Stice RC, Hayes DF, Henkel L. Experience with the vacuum assisted closure negative pressure technique in the treatment of non-healing diabetic and dysvascular wounds. Foot Ankle Int 2002;23:896-901.
 19. V.A.C. therapy clinical guidelines. A reference source for clinicians. San Antonio, Tx: Kinetic Concepts Inc.; 2007.
 20. Stawicki SP, Grossman M. "Stretching" negative pressure wound therapy: can dressing change interval be extended in patients with open abdomens? Ostomy Wound Manage 2007;53:26-9.