

족부 및 족관절의 개방성 골절 환자에서 음압 치료와 실버 드레싱 제재 복합 치료의 유용성

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

이유상 · 조재호 · 박 진 · 한승환

The Effectiveness of Vacuum-Assisted Closure (V.A.C) Dressing combined with Silver Dressing Material in Open Fracture of the Foot and Ankle

Yu-Sang Lee, M.D., Jae Ho Cho, M.D., Jin Park, M.D., Seung-Hwan Han, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Ajou University Hospital, Suwon, Korea

=Abstract=

Purpose: Open fractures of the foot and ankle require prompt repair of the wound due to the complexity of anatomy, insufficiency of soft tissues and inadequate blood supply. Early flaps and skin grafts are used for this purpose yet general condition of the patient as well as local wound environment often precludes such treatment options. Vacuum-Assisted Closure (VAC) is recently being used in such cases. This study was done to validate the use of VAC together with silver antimicrobial dressing materials in contaminated open fracture wounds.

Materials and Methods: We have selected 10 patients with Gustillo-Anderson type III open fractures of the foot & ankle treated with VAC and silver antimicrobial dressing materials from March 2007 to January 2008. The relationship between duration of treatment with wound size, contamination, and degree of soft tissue damage was analyzed.

Results: The average age of patients was 36.6 years. The average amount of VAC application time was 23.4 days. Silver dressing materials were used for 16.8 days. Average wound healing time was 51.9 days. Statistically significant relationship was found between wound size, VAC application time and silver dressing material application time. No complications such as osteomyelitis were found after treatment.

Conclusion: VAC technique is recently being used in open fractures with wide skin and soft tissue defects, producing good results. A wide array of dressing materials such as silver dressing is in development. We have incorporated the VAC technique together with silver dressing materials in the treatment of open fractures and achieved complication free results.

Key Words: Ankle, Foot, Open fracture, Vacuum assisted closure, Silver dressing material, Flap

• Address for correspondence

Seung-Hwan Han, M.D.

Ajou University Hospital, Department of Orthopedic surgery, San 5, Wonchon-dong, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 443-721, Korea

Tel: +82-31-219-5220 Fax: +82-31-219-5229

E-mail: osmedic@naver.com

* 본 논문의 요지는 2008년도 대한정형외과학회 추계학술대회에서 발표 되었음.

서 론

개방성 골절에 대한 치료는 창상의 크기와 연부조직의 손상 정도에 따라 치료의 방침이 다르며, 이를 위한 분류법으로 Gustillo와 Anderson⁸⁾이 제시한 방식이 가장 널리 이용되고 있다. 창상의 크기가 작거나 수상 후 봉합이 가능한

IIIa형 이하의 경우, 즉각적인 창상에 대한 오염 제거, 변연 절제술을 실시하고 골절에 대한 고정술을 시행하면서 창상을 봉합하는 것이 창상 감염, 골수염, 불유합 등의 합병증을 방지하는데 중요한 것으로 알려져 있다³⁾. 특히, 족부 족관절 부위는 해부학적 구조의 복잡성, 불충분한 혈류 공급, 연부 조직의 부족 등으로 인해 수상 직후부터의 창상 관리가 매우 중요하며, 치료 결과를 결정하는데 결정적 역할을 한다. 하지만, 단순 봉합으로 닫히지 않는 개방성 창상이 있는 골절의 경우 초기 치료 방침에 대한 논란이 지속되고 있다²⁾.

Godina⁶⁾는 응급 피판 성형술(emergency free flap or fix & flap approach)의 개념을 세우고 IIIb형 이상의 개방성 골절 환자에게 수상 후 72시간 이내에 혈류가 좋지 않은 골 조직을 포함한 연부 조직을 제거하고 재생 가능한 조직만을 남긴 후 골절에 대해 내고정술을 시행하고 피판 성형술을 이용하여 창상을 덮었으며, 창상을 개방시켜 놓았을 때보다 감염률을 낮추는 결과를 얻었다. 이러한 결과는 이후 시행된 다른 연구자들에 의해서도 재현이 되었으며, 현재까지 고도의 개방성 골절의 치료의 원칙으로 여겨지고 있다^{7,10,13,18)}.

그러나 압괴 손상(crushing injury)과 동반된 고도의 개방성 골절의 경우 초기부터 창상 오염이 심한 경우가 많아, 초기의 적극적인 피판 성형술은 제한적일 수밖에 없다. 또한, 피판 성형술을 위해 장시간의 수술 및 마취는 환자의 전신 상태를 악화시킬 수 있어 시행하기 어려운 경우가 많고, 응급 피판 성형술의 경우 고도로 훈련된 의료진과 시설이 필요로 하기 때문에 모든 경우에 적용하기 어렵다는 현실적인 제한점도 있다.

음압 치료(vacuum-assisted closure, VAC)는 1997년 처음 임상에 적용된 예가 보고된 이후 개방성 창상의 치료

에 이용되고 있는 창상 치료법으로, 창상 부종 및 감염의 억제, 육아 조직 형성에 도움이 된다고 알려져 있다^{1,11,16)}. 고도의 개방성 창상에서 음압 치료의 유용성에 대한 연구도 이루어져 있으나 그 결과는 최근까지도 논란이 있다. Steiert 등¹⁵⁾에 의하면 개방성 골절 시 음압 치료를 시행 후 7일 이상 경과 시점에 창상이 호전되면 피판 성형술을 시행하여 좋은 결과를 얻었다고 하였으나, Timothy 등²⁾은 음압 치료가 창상의 감염률을 조기 피판 성형술보다 낮추지 못한다고 보고하였다.

은제재가 항균 작용을 위해 사용된 것은 1884년부터로 알려져 있으며, 1968년 소개된 1% silver sulfadiazine은 현재에도 화상의 치료 등에 널리 이용되고 있다. 하지만, 기존 은제재들은 극히 짧은 반감기로 인해 장기간의 사용에 문제점이 있었고, 비용과 노력이 많이 필요로 한다는 제한점이 있어, 최근 다양한 종류의 은 함유 피복제재들이 개발되었으며, 긴 반감기와 강력한 항균 능력을 보여주고 있다⁵⁾.

이에 본 저자들은 고도의 족부 족관절 부위 IIIa, b형 개방성 골절 환자에게 은 함유 피복제재와 음압치료를 동시에 이용하였으며, 창상의 호전에 따라 피판 성형술 또는 지연 봉합을 시행하는 치료법을 시행하였고 치료결과, 기간을 조사하여 유용성을 조사하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2007년 3월부터 2008년 1월까지 본원에서 입원 치료 받은 Gustillo-Anderson III형 이상의 하지 개방성 골절 환자 중에 은 함유 피복제재를 사용한 음압 치료를 받은

Table 1. Summary of Cases

Case	Sex/Age	Gustillo-Anderson type	Wound size (cm ²)	Culture	VAC* (days)	Silver material (days)	Wound healing (days)
1	M/75	IIIb	375	MRCNS [†]	30	40	64
2	F/26	IIIb	26	Enterococcus	32	25	67
3	M/25	IIIb	25	MSCNS [‡]	36	10	50
4	M/16	IIIa	16	No growth	14	3	30
5	M/55	IIIb	55	MRCNS	4	12	45
6	M/59	IIIa	59	MRCNS	21	15	40
7	M/39	IIIb	39	No growth	24	3	38
8	F/20	IIIb	25	MRCNS	8	7	60
9	M/35	IIIb	35	MRSA [§]	30	10	50
10	F/16	IIIb	16	MRSA	35	43	75

*VAC, Vacuum-assisted closure; [†]MRCNS, Methicillin Resistant Coagulase-Negative Staphylococci; [‡]MSCNS, Methicillin Susceptible Coagulase-Negative Staphylococci; [§]MRSA, Methicillin Resistant Staphylococcus Aureus.

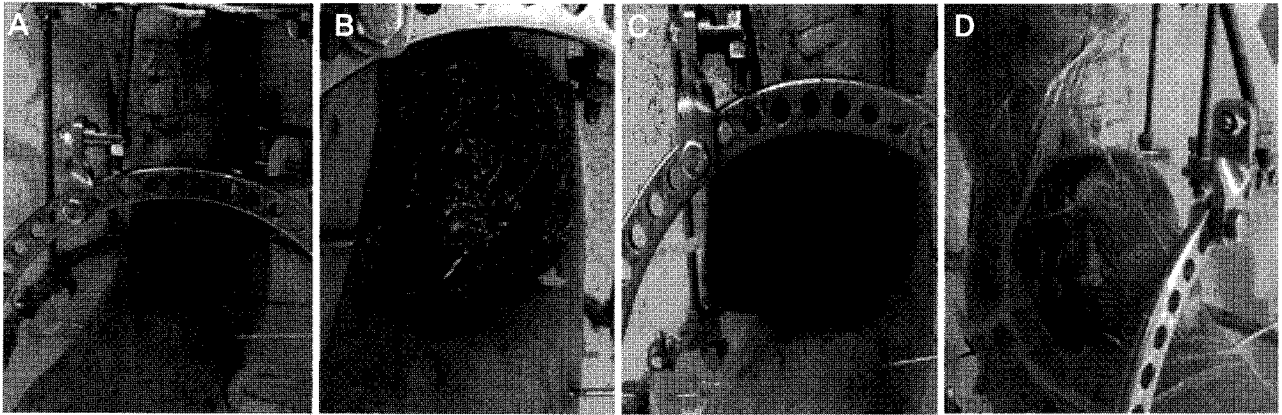


Figure 1. Treatment method of applying silver dressing material and VAC to open wound. (A) Debridement and saline irrigation for reduce infected tissue for every 3 day. (B) Apply silver dressing material to open wound (Silver dressing material should not be larger than wound size). (C, D) Apply VAC on silver dressing material.

환자 10명을 대상으로 치료기간 및 결과를 분석하여 비교하였다. 치료기간은 음압 적용기간, 피판 성형술 시행까지 소요기간 및 창상 치유가 완료된 기간을 조사하였다.

남자가 7예, 여자가 3예였으며, 수술 당시 평균 나이는 36.6세(범위, 16~75세)이었으며, 수술 후 평균 추시 기간은 12.6개월(범위, 9~19개월)이었다. 수상 부위는 족관절 부위 6예, 후족부 1예, 중족부 3예이었으며, 수상 당시 창상의 크기는 68.9 cm^2 (범위, $16 \sim 375 \text{ cm}^2$)이었으며(Table 1), 은 함유 피복제재는 창상의 오염이 심하여 창상 세척 및 변연 절제만으로 오염을 제거하기 힘든 불결 오염 창상(dirty contaminated wound)에 사용하였다.

2. 수술 및 드레싱 방법

모든 환자는 수상 후 24시간 이내에 전신 마취하에 창상 세척, 광범위한 변연 절제술을 시행 받았으며 창상 봉합이 안 되는 부위의 골절에 대해서는 외고정 장치를 이용하여 골절부의 정복 및 유지를 실시하였다. 창상 관리는 수상 후 2~3일 간은 매일 수술실에서 생리 식염수만을 이용하여 무균 소독을 시행하면서 괴사 부위의 제거를 시행하였고, 은 함유 피복제재를 오염부위에 붙이고 그 위에 음압 치료용 스펀지를 위치시킨 후 밀봉시켜서 음압 치료를 실시하였다(Fig. 1). 수상 3일 후 부터는 은 함유 피복제재의 반감기를 고려하여 3일마다 드레싱을 교체하였다. 은 함유 피복제재는 창상에서 실시한 균 배양 검사상 음성이 되는 시기까지 지속적으로 사용하였으며 적용부위가 창상의 범위를 넘어서지 않도록 주의하였다. 음압 치료는 창상의 삼출물(oozing)이 없어지고, 육아조직(granulation tissue)으로 창상이 덮이는 시기까지 적용하였다.

3. 임상적 평가 및 통계학적 검증

창상의 치유 기간은 수상 후로부터 모든 드레싱이 완료되는 시점(봉합사의 제거 시기)까지의 기간으로 정하였으며, 창상의 크기, 창상 치료 기간, 음압 치료의 기간, 은 함유 피복제재 사용기간, 음압 치료 기간, 균 배양검사 결과 및 창상 치유 기간을 조사하였으며 각각의 결과를 비교하여 연관 관계를 알아보았다. 또한, 추시 기간 동안 이학적 검사, 혈액 검사(WBC count, Erythrocyte sedimentation rate, C-reactive protein), 균 배양검사와 방사선 검사를 통하여 연부 조직 감염 및 골수염에 대한 평가를 실시하였다. 통계는 SPSS 13.0 (1 Sep 2004, LEAD technologies, Inc.)을 이용하여 치유기간, 창상크기, 음압 치료 적용 기간 및 은 함유 피복 제재 사용기간을 Pearson correlation test로 비교 검증하여 상관관계를 알아보았다.

결 과

음압 치료와 은 함유 피복제재를 동시에 사용한 10명의 개방성 골절 환자에서 총 치유 기간은 51.9일(범위, 30~75일), 음압 치료 기간은 23.4일(범위, 4~36일), 은 함유 피복제재 사용 기간은 16.8일(범위, 3~43일)이었다. 은 함유 제재는 창상 균 배양 검사상 음성 판정이 나올 때까지 적용하였으며, 음압 치료는 괴사 조직의 제거, 육아 조직의 생성 및 삼출물의 양의 변화를 관찰하여 중단 시기를 결정하였다. 내원 당시 시행한 창상 균 배양 검사상 MRCNS 6예, MSCNS 1예, enterococcus 1예가 관찰되었으며, 균 배양 검사상 양성인 환자의 치유기간이 평균 56.4일 음성인 환자의 치유기간이 평균 34일로 양성 환자에서 치유기간이

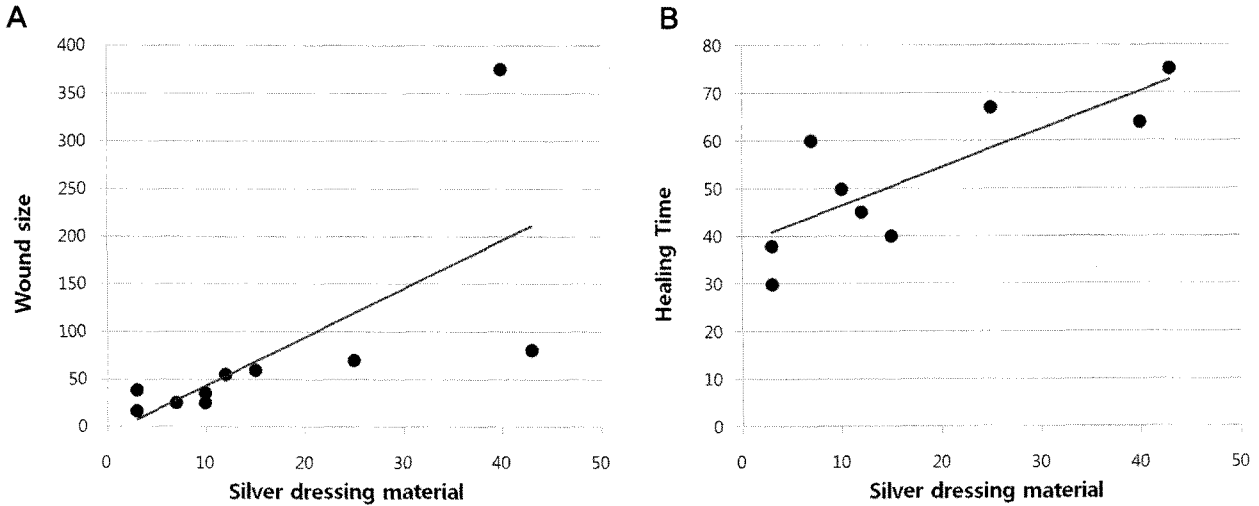


Figure 2. Significant correlation was found between (A) silver dressing material and wound size ($p=0.012$) (B) silver dressing material and healing time ($p=0.005$).

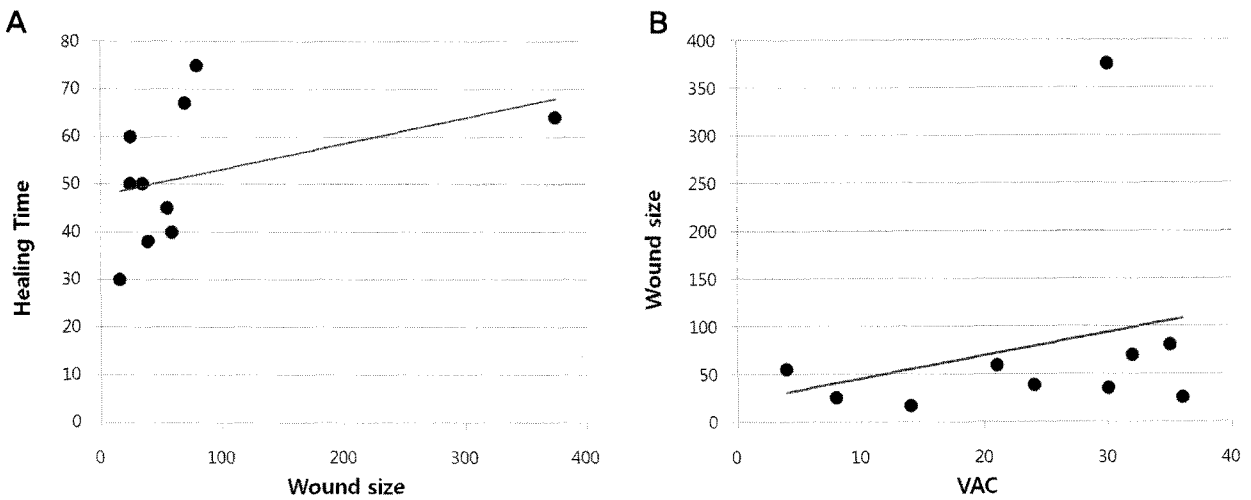


Figure 3. No significant correlation was found between (A) VAC and healing time ($p=0.179$) (B) VAC and wound size ($p=0.307$).

길었다($p=0.038$). 또한, 창상의 크기와 은 함유 피복 제제의 사용 기간 그리고 치유기간과 은 제제의 사용 기간은 유의한 관계가 있었다(Fig. 2). 하지만, 창상의 크기와 음압 치료기간과의 관계와 창상의 크기와 치유 기간과의 상관관계는 무의미하게 조사되었다(Fig. 3). 총 3예의 환자에서 피판 성형술을 시행하였고, 나머지 환자는 피부이식술 또는 지연 봉합을 시행하였다. 피판 성형술을 시행한 환자의 경우 최초창상의 크기보다 20% 이상 줄어든 상태였으며, 피부이식이나 지연 봉합을 한 환자의 경우 50% 이상의 창상 크기 감소가 있었다. 피판 성형술을 시행한 환자의 경우 창상 치유 기간이 34일(범위, 30~38일)이었으나, 이식을 하지 않은 환자는 60일(범위, 16~140일)이었으며, Paired sample test로 검정한 결과 유의한 차이를 나타냈다($p=$

0.039).

수술 후 추시 기간 동안 창상 부위의 관절 강직, 외상 후 관절염 등으로 인한 통증의 호소는 있었으나, 창상 감염 및 골수염의 합병증은 관찰되지 않았다.

고 찰

광범위한 피부 및 연부조직의 결손을 동반한 개방성 골절 환자의 치료에 대해서는 지속적인 발전이 이루어져 왔으나 초기 치료에 대해서는 논란이 있다. Yaremchuk 등¹⁷⁾은 개방성 창상에 대해 초기 2주 내에 생리 식염수를 이용해 창상 세척을 하고 변연 절제술을 시행하면서 호전되는 것을 기다려도 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였으나, Godina⁶⁾가



Figure 4. Type IIIb foot and ankle open fracture. (A) Initial clinical photograph and simple x-ray of ankle show Type IIIb open fracture with severe contaminated dirty wound. (B) At 3 months after trauma, wound care was finished after free flap and skin graft. No evidence of infection and osteomyelitis was found.

처음 소개한 ‘응급 피판 성형술’이 임상에서 시행되면서 수상 후 72시간 내에 창상에 대한 이식술을 시행하는 것이 감염의 방지에 효과적이라는 보고가 지속적으로 되었다. Gopal 등⁷⁾은 수상 후 72시간 이내에 피판 성형술을 시행하여 골 감염률을 10~30%에서 3%로 줄이는 효과를 나타내었고, Hertel 등¹⁰⁾도 24시간 이내에 치료를 한 그룹에서 골감염이 없었다고 하였고, 최근 치료 경향으로 인정받고 있다.

하지만, 고도의 개방성 골절이 있는 환자의 경우 수상 시 고에너지 손상일 경우가 대부분이고 다른 부위의 동반손상이 있는 경우가 흔하며, 전신의 활력 징후가 안정적이지 못할 경우가 많다. 이런 경우, 피판 성형술을 위해 장시간의 수술 및 마취는 환자의 전신 상태를 악화시킬 수 있어 시행하기 어려운 경우가 많다. 또한, 응급 피판 성형술의 경우 고도로 훈련된 의료진과 시설이 필요로 하기 때문에 모든 경우에 적용하기 어렵다는 제한점도 있고, 회복 가능한 연부조직의 경계를 정하는 것이 힘든 경우가 많아 불필요하게

광범위한 변연절제를 하는 경우가 있어 단점으로 지적되어 왔다.¹⁵⁾ 이러한 경우 최근 Damage Control Orthopaedics (DCO) 개념을 사용하여 치료를 시도하고 있으며 그 장점이 보고되고 있다^{4,11,14)}. Steiert 등¹⁵⁾은 초기 환자 치료나 늦은 전원으로 인해 72시간이 지난 후 지연 피판 성형술을 시행한 환자에게서도 적절한 창상 관리와 골 안정성을 확보할 경우 감염의 위험도를 만족할 만큼 낮출 수 있으므로, 다발성 손상 환자에서는 즉각적인 피판 성형술보다 환자의 상태가 안정화된 후 창상을 닫는 것이 바람직하다고 보고하였다. 하지만, 창상이 개방되어 있는 기간이 7일 이상 길어질 경우 감염률은 높아진다는 보고도 같이 이루어지고 있고 있다⁷⁾.

이에 따라 최근 DCO 개념으로 환자를 치료하면서 창상을 관리하기 위해 잘 이용되는 것이 음압 치료 기법으로, 사용하기 쉬우면서 창상의 부종, 조직의 섬유화, 감염, 골막염 등의 합병증을 예방하는 데 효과가 있다고 알려져 있어 연부 조직의 결손 및 오염이 있는 창상에 초기부터 적용

되고 있으며, 좋은 결과를 나타내고 있다. 특히, 창상을 관찰하면서 피판 성형술의 시기를 결정할 수 있기 때문에 이식편의 크기가 작아지고, 이식부의 상태가 호전이 되어 이식의 효과가 좋다는 장점이 보고되었다^{1,9,16)}. 하지만 Bhattacharyya 등²⁾은 최근의 보고에서 일률적인 VAC의 이용이 모든 개방성 창상에 도움이 되지 않는다고 보고하는 등 아직 VAC 사용 후 지연 창상 봉합을 하는 것과 조기 피판 성형술을 시행하는 것의 우월성에 대해서는 논란이 있다.

음압 치료의 사용은 창상의 육아 조직의 형성을 촉진하여 치유 기간의 단축에 도움이 된다고 알려져 있으나^{11,16)}, 본 연구에서는 음압 치료 기간과 창상 치유 기간과의 관계가 없는 것으로 조사되었다. 이것은 균 배양 검사상 음성 판정이 되어 조기에 피판 성형술을 시행한 경우, 치유 기간에 변화가 있을 수 있었다는 것과 육아 조직은 형성이 잘 되었으나 창상 오염이 지속된 경우에서 치유 기간이 길어지는 문제, 그리고 창상 외적인 환자의 전신 상태 변화 등에 의해서 음압 치료의 효과가 적절하게 평가되지 못했을 수 있다고 판단된다. 또한, 이전의 연구에서 음압 치료의 효율성이 입증되었고 본 연구에서 적절한 대조군이 없었다는 점을 미루어 음압 치료의 효과를 논하기는 힘들다고 생각된다.

본 저자들은 다발성 손상 환자에서 고도의 개방성 골절이 있는 경우, DCO 개념을 이용 골절의 안정성을 확보하고, 음압 치료를 적용하여 감염 및 부종을 억제하였으며, 오염 창상에 대해서는 균주 억제를 위해 은 함유 피복 제제를 이용하였다. 수술 후 평균 12개월까지 추시 관찰 결과 국소적인 염증이나 골수염의 증상을 보이는 환자는 없었으며, 골유합도 잘 이루어져 불유합이나 지연 유합의 소견을 보이지 않았다. 최근까지의 보고들에 의하면 오염된 개방성 골절 창상은 가능한 조기에 변연 절제와 창상 봉합 또는 피판 성형술 등의 적극적인 치료를 하는 것이 감염 및 골절부 불유합을 방지하는데 가장 유용한 방법이며, 본 연구에서도 피판 성형술을 시행한 환자군의 경우 치료기간의 단축을 확인할 수 있었다. 하지만, 모든 경우에 그러한 치료가 가능하지 않기 때문에 비슷한 결과를 낼 수 있는 창상 관리 개념이 필요하며, 본 저자들의 추시 결과 만족스러운 결과를 얻었기에 향후 고도의 오염 창상 관리에 이용될 수 있는 부가적인 치료법으로 사료된다.

본 연구의 제한점은 환자군의 크기가 작다는 것과 대조군이 없어 음압 치료와 은 함유 피복 제제의 효과를 비교할 수 있는 결과가 없다는 것이다. 그러므로 다양한 환자군에 대해 본 연구에서 시행한 치료법과 기존의 음압치료 또는 은 함유 피복 제제를 이용한 창상 치료의 결과를 비교하여

창상 치유 기간의 단축 및 합병증의 예방에 어떠한 방법이 유용한지에 대한 비교 연구가 필요하다.

결 론

고도의 개방성 골절 환자의 창상 치료에서 즉각적인 피판 성형술 등의 창상 봉합이 가능하지 않은 경우 VAC 기법과 은 함유 피복 제제의 혼합사용이 부가적인 창상 치료법으로 이용될 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. **Argenta LC and Morykwas MJ:** Vacuum-assisted closure: a new method for wound control and treatment: clinical experience. *Ann Plast Surg*, 38: 563-576; discussion 577, 1997.
2. **Bhattacharyya T, Mehta P, Smith M and Pomahac B:** Routine use of wound vacuum-assisted closure does not allow coverage delay for open tibia fracture. *Plast Reconstr Surg*, 121: 1263-1266, 2008.
3. **Canale ST and Beaty JH:** *Campbell's operative orthopaedics, 11th ed., Pennsylvania, Mosby Inc., 3038-3039, 2008.*
4. **Cotton BA, Gunter OL and Isbell J, et al:** Damage control hematology: the impact of a trauma exsanguination protocol on survival and blood product utilization. *J Trauma*, 64: 1177-1182; discussion 1182-1183, 2008.
5. **Dunn K and Edwards-Jones V:** The role of Acticoat with nanocrystalline silver in the management of burns. *Burns*, 30: S1-9, 2004.
6. **Godina M:** Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities. *Plast Reconstr Surg*, 78: 285-292, 1986.
7. **Gopal S, Majumder S, Batchelor AG, Knight SL, De Boer P and Smith RM:** Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 82-B: 959-966, 2000.
8. **Gustilo RB and Anderson JT:** Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg*, 58-A: 453-458, 1976.
9. **Herscovici D Jr, Sanders RW, Scaduto JM, Infante A and DiPasquale T:** Vacuum-assisted wound closure (VAC therapy) for the management of patients with high-energy soft tissue injuries. *J Orthop Trauma*, 17: 683-688, 2003.
10. **Hertel R, Lambert SM, Müller S, Ballmer FT and Ganz R:** On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. *Arch Orthop Trauma Surg*, 119: 7-12, 1999.
11. **Hildebrand F, Giannoudis P, Krettek C and Pape HC:** Damage control: extremities. *Injury*, 35: 678-689, 2004.

12. **Russell GG, Henderson R and Arnett G:** *Primary or delayed closure for open tibial fractures. J Bone Joint Surg, 72-B: 125-128, 1990.*
13. **Parrett BM, Matros E, Pribaz JJ and Orgill DP:** *Lower extremity trauma: trends in the management of soft-tissue reconstruction of open tibia-fibula fractures. Plast Reconstr Surg, 117: 1315-1322; discussion 1323-1324, 2006.*
14. **Roberts CS, Pape HC, Jones AL, Malkani AL, Rodriguez JL and Giannoudis PV:** *Damage control orthopaedics: evolving concepts in the treatment of patients who have sustained orthopaedic trauma. Instr Course Lect, 54: 447-462, 2005.*
15. **Steiert AE, Gohritz A, Schreiber TC, Krettek C and Vogt PM:** *Delayed flap coverage of open extremity fractures after previous vacuum-assisted closure(VAC) therapy - worse or worth? J Plast Reconstr Aesthet Surg, Epub ahead of print, 2008.*
16. **Webb LX:** *New techniques in wound management: vacuum-assisted wound closure. J Am Acad Orthop Surg, 10: 303-311, 2002.*
17. **Yaremchuk MJ, Brumback RJ, Manson PN, Burgess AR, Poka A and Weiland AJ:** *Acute and definitive management of traumatic osteocutaneous defects of the lower extremity. Plast Reconstr Surg, 80: 1-14, 1987.*
18. **Yazar S, Lin CH and Wei FC:** *One-stage reconstruction of composite bone and soft-tissue defects in traumatic lower extremities. Plast Reconstr Surg, 114: 1457-1466, 2004.*