

흰쥐의 감염된 전층피부결손에 미치는 은 함유 드레싱제재와 폴리우레탄 폼 드레싱제재의 비교관찰

곡낙수¹ · 김한구¹ · 김승홍¹ · 김우섭¹ · 배태희¹ · 김미경²

중앙대학교 의과대학 성형외과학교실¹, 병리학교실²

Comparative Study of Acticoat[®] & Allevyn[®] on Infected Full-thickness Wound of the Rat Skin

Nak Soo Gok, M.D.¹, Han Koo Kim, M.D.¹,
Seung Hong Kim, M.D.¹, Woo Seob Kim, M.D.¹,
Tae Hee Bae, M.D.¹, Mi Kyung Kim, M.D.²

¹Department of Plastic and Reconstructive Surgery, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea,

²Department of Pathology, College of Medicine, Chung-Ang University, Seoul, Korea

Purpose: Allevyn[®](Smith & Nephew, England) is a type of polyurethane foam material with good wound discharge absorption. Acticoat[®](Smith & Nephew, England) is a silver coated dressing material which is effective in infected wound. The purpose of this study is to compare the effects of dry gauze, Acticoat[®] and Allevyn[®] on infected full-thickness wound healing in rat.

Methods: One hundred and twenty rats were divided into 3 groups: group I(dressing with dry gauze, n=40), group II(dressing with Allevyn[®], n=40), group III(dressing with Acticoat[®], n=40). A 15 × 15 mm square full-thickness wound was made on the dorsum and left open for 24 hours. The size of wound defects were measured each dressing changes. The histological evaluation was performed on the 3rd day, 7th day, 14th day, 21th day.

Results: After the wound was left open for 24 hours, typical findings of bacterial infection was observed. After the 7th day, group III showed larger area of epithelialization, smaller defect size compared to those of two other groups. Complete replacement by fibrotic scar tissue was observed in group III with no signs of inflammation

on the 14th day. By day 21, the average defect size in group III was decreased from initial 100% to 3.63%. while in group I and II, it was decreased to 62.66% and 53.62%, respectively.

Conclusion: Acticoat[®] is an effective tool in the treatment of infected wound.

Key Words: Acticoat, Allevyn, Dressing, Infection, Polyurethane foam dressing, Silver, Silver coated dressing

I. 서 론

상처 치유과정은 염증기, 상피화기, 증식기, 성숙기로 구분하며, 이중 초기 창상치유에 마무리 단계인 증식기에는 교원질 합성, 육아조직 형성, 상피화 및 창상수축 등의 과정을 거친다.¹

창상치유를 저해하는 원인은 영양실조, 저산소증, 감염, 약성종양, 방사선조사 및 부신피질호르몬 등이며, 그중 창상감염이 임상적으로 창상치유를 저해하는 중요한 요인 중 하나이다. 창상감염은 숙주의 저항(host resistance)과 세균증식(bacterial growth)간의 불균형에 의해서 일어난다.² 이는 염증을 연장시키고 상처의 산소분압을 저하시켜 상처치유를 지연시키며 생체의 방어능력마저 저하시킨다. 그러므로 상처에서 감염을 억제하는 것이 창상치유에 가장 중요한 필수요소이다.

창상 치료방법은 거즈를 이용한 고식적인 드레싱 방법에서부터 생물학적 재료 및 드레싱제재를 이용한 방법에 이르기까지 다양하다. 드레싱은 내부의 상처분비물을 흡수하고 이물 침입을 방지하며 물리적 충격 혹은 자극으로부터 보호하기 위한 목적에서 시작되었으나, 최근에는 상처가 보다 효율적으로 치유될 수 있는 환경을 제공하는 능동적 개념에 따라 새로운 드레싱제재 및 드레싱방법들이 꾸준히 개발되고 있으며, 제재로는 Allevyn[®], Acticoat[®], Duoderm[®] 등이 있다.

거즈 드레싱은 고식적 방법으로 사용이 간단하고 비용이 적게 들며 미약한 변연절제(debridement)의 기능이 있으나 단점으로는 드레싱을 자주 시행해야 하며, 드레싱 교환시 통증이 있고 상처가 건조(wound desiccation)되어 습

Received September 22, 2006

Revised December 13, 2006

Address Correspondence: Han Koo Kim, M.D., Department of Plastic and Reconstructive Surgery, College of Medicine, Chung-Ang University, 65-207 Hangang-ro 3-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-757, Korea. Tel: 02) 748-9561 / Fax: 02) 795-3873 / E-mail: hkkim@cau.ac.kr

* 본 논문은 2005년 제 59차 대한성형외과학회 추계학술대회에서 포스터 발표되었음.

* 본 논문은 2006학년도 중앙대학교 학술연구비 지원에 의해서 만들어진 논문임.

운 환경 유지가 안 된다.³

폴리우레탄 폼(polyurethane foam) 드레싱제제는 삼출액 흡수능이 뛰어나며, 상처면에 부착되지 않고, 사용이 간편한 것이 장점으로 알려져 있으며, 상처 보호(wound protection)기능도 뛰어나다. 3층으로 구성되어 가장 바깥층인 보호필름은 외부 환경으로부터의 방어기능을 갖고 있고 중간층의 흡수폼 층은 삼출액을 흡수 저장하는 기능을 갖고 있으며, 가장 안쪽의 접촉필름은 상처면으로부터 삼출액을 흡수하고 상처면과 부착 방지 기능을 갖고 있다. 개발된 제재로는 Alleevyn[®], Duoderm[®], Medifoam[®] 등이 대표적이다.

은(silver)을 포함한 물질은 수세기 동안 창상치료에 사용되어 왔으며 그람양성 및 음성세균, 진균, 바이러스에 대해 광범위한 항균효과가 있다고 알려져 있다.^{4,5} 현재 은을 포함한 드레싱제제가 많이 개발되어 사용되고 있으며, 근래에 개발된 Acticoat[®]는 나노은을 함유하여 은 이온이 창상부위에서 빠르게 유리되며, 항균농도가 장시간 일정하게 유지된다는 장점이 있다.⁵

저자는 소독된 거즈, Alleevyn[®], Acticoat[®] 등 세 가지 드레싱제제를 사용한 동물실험을 통하여 육안적 및 조직학적 변화를 비교함으로써 감염된 창상의 치유 효과를 비교 관찰하여 임상적용에 도움이 되고자 본 실험을 시행하였다.

II. 재료 및 방법

가. 연구 재료

1) 실험동물

실험동물은 체중이 200 - 250 gm의 암컷 Sprague-Dawley 계 흰쥐 120마리를 사용하였고, 실험실에서 쥐-햄스터용 반합성 사료와 물로 사육하여 일주일간의 적응기간을 거친 후 실험을 시작하였다.

2) 드레싱제제

실험에 사용된 드레싱제제는 한국스미스앤드네퓨(주)의 Alleevyn[®]과 Acticoat[®]였으며, 실험동물에 드레싱제제를 고정하기 위한 목적으로 Hypafix[®](BSN medical GmbH & Co. KG, Germany)을 사용하였다.

나. 실험방법

1) 실험동물에 감염된 창상 유발

5% ketamine hydrochloride(Ketar[®], 유한양행, 서울) 20 mg/kg와 xylazine hydrochloride (Rompun[®], 바이엘코리아, 서울) 2 mg/kg를 혼합해서 좌측 대퇴부에 근주하여 마취시킨 후 배부를 삭모하였다.

각 실험동물의 배부에 절개를 가하고 가위를 이용하여 1.5 × 1.5 cm²의 전층 피부결손을 만든 후(Fig. 1) 창상을

개방된 상태로 24시간 노출시켜 감염을 유발하였다.

창상개방 24시간 후부터 2일 간격으로 3주 동안 같은 방법으로 마취 후, 40마리는 소독된 거즈, 40마리는 Alleevyn[®], 40마리는 Acticoat[®]를 사용하여 피부 결손부위를 덮고, Hypafix[®]를 이용하여 피부에 고정하였다(Fig. 2).

2) 조직 채취

실험 3일, 1주, 2주, 3주째 같은 방법으로 마취를 시행하



Fig. 1. Photograph of 15 × 15 mm square full-thickness excisional skin wound on the dorsum of rat.



Fig. 2. Photograph of dressing materials fixed on the dorsum of rat with Hypafix[®].

고 세 군에서 각각 5마리씩, 정상부위를 포함한 창상부위를 생검하여 10% 포르말린용액에 6시간이상 고정하였다.

다. 평가 방법

1) 세균학적 검사

창상의 감염여부를 평가하기 위해 창상을 개방된 상태로 24시간 노출한 후 모든 쥐의 창상에서 균 도말배양검사 (swab culture)를 시행하였다.

2) 육안적 검사 및 창상면적 측정

실험기간 동안 창상을 24시간 개방 후와 2일에 한번 드레싱 교환마다 창상의 육안소견을 관찰하였으며, 각 군당 20마리씩, 총 60마리에서 드레싱 교환 시마다 투명한 플라스틱 필름(OHP film)에 창상모양을 유성펜으로 그린 후 모눈종이를 이용하여 면적을 측정하였다.

3) 조직학적 검사

10% 포르말린 용액에 고정한 조직을 4 mm 두께로 박편을 만들어 Hematoxylin and eosin stain을 시행하고, 광학 현미경 100배 시야 하에서 관찰하였다.

4) 통계처리

창상면적 변화에 대한 비교는 SPSS program의 two way repeated ANOVA test를 시행하여 통계처리를 하였으며 *p*값이 0.05 미만인 경우를 통계적 의의가 있는 것으로 간주하였다.

III. 결 과

가. 창상감염에 대한 세균학적 검사소견

창상감염 여부를 평가하기 위해 창상을 개방된 상태로 24시간 노출 후 모든 쥐의 창상에서 swab culture를 시행한 결과 *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* 및 *Proteus mirabilis* 중 최소 1가지 이상의 세균이 동정되었으며

(Table I), 창상의 육안적인 소견에서도 삼출물 및 가피가 관찰되어 창상감염이 확인되었다(Fig. 3).

나. 육안적 소견

창상의 육안적 소견을 비교한 결과 삼출물의 양은 5일째까지는 Allevyn[®]을 사용한 군에서 더 적었으며, 소독된 거즈 및 Acticoat[®]를 사용한 군에서는 드레싱 제거 시 가피 탈락에 의한 출혈을 관찰할 수 있었다. 실험 7일째부터 육안적으로 창상 면적이 Acticoat[®]를 사용한 군이 소독된 거즈와 Allevyn[®]을 사용한 군에 비해 작아졌고 상피화가 진행되었으며, 염증 소견도 호전된 것이 관찰되었다.

다. 조직학적 소견

3일째는 육아조직의 양과 염증반응이 세 군에서 모두 비슷하였으나, 1주일째에서는 소독된 거즈와 Allevyn[®]의 경우 염증반응이 여전히 심하였고, 부분적 상피재생이 보였으나, Acticoat[®]의 경우 더 넓은 부위의 상피재생과 훨씬 감소된 염증반응이 관찰되었다. 이후 2주째 및 3주째 생검한 조직에서 소독된 거즈와 Allevyn[®]을 사용한 군에서는 이전과 비슷한 소견이 보였으나, Acticoat[®]의 경우

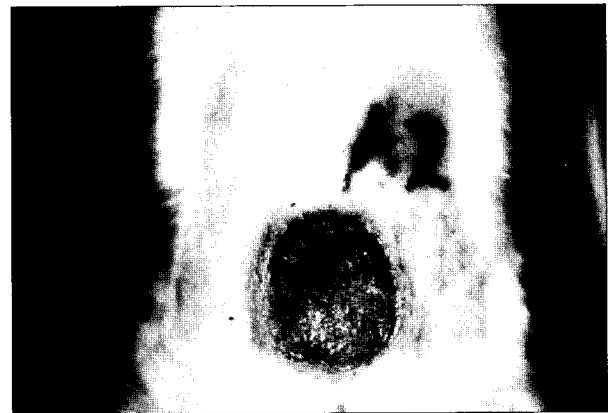


Fig. 3. Gross finding of infected full-thickness wound on rat dorsum.



Fig. 4. Histologic findings of the wound after 1 week (Hematoxylin and eosin stain, × 100). (Left) Dry gauze group. (Center) Allevyn[®] group. (Right) Acticoat[®] group. Note the larger area of epithelialization and less inflammation in Acticoat[®] group.

Table I. Swab Culture Results

Swab culture results	Dry gauze(n=40)	Allevyn [®] (n=40)	Acticoat [®] (n=40)
<i>Staphylococcus aureus</i> : many <i>Escherichia coli</i> : many <i>Proteus mirabilis</i> : many	3 rats	2 rats	3 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : many <i>Escherichia coli</i> : some <i>Proteus mirabilis</i> : many	4 rats	4 rats	5 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : many <i>Proteus mirabilis</i> : many	4 rats	3 rats	3 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : many <i>Escherichia coli</i> : few <i>Proteus mirabilis</i> : few	6 rats	7 rats	7 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : few <i>Proteus mirabilis</i> : few	6 rats	7 rats	7 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : many <i>Proteus mirabilis</i> : few	4 rats	3 rats	3 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : some <i>Proteus mirabilis</i> : some	4 rats	4 rats	3 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : some <i>Proteus mirabilis</i> : few	4 rats	4 rats	3 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : many <i>Escherichia coli</i> : many	1 rat	2 rats	2 rats
<i>Staphylococcus aureus</i> : many <i>Escherichia coli</i> : few	0	1 rat	1 rat
<i>Staphylococcus aureus</i> : some <i>Escherichia coli</i> : some	2 rats	2 rats	1 rat
<i>Staphylococcus aureus</i> : many	1 rat	0	1 rat
<i>Escherichia coli</i> : many	0	0	1 rat
<i>Proteus mirabilis</i> : many	1 rat	1 rat	0

완전한 상피재생과 염증소실이 관찰되었으며 상처부위는 반흔조직으로 대체되었다(Fig. 4-6).

라. 창상면적의 변화

처음 창상을 만든 크기는 모두 225 mm²였으며, 측정된 각 군의 평균면적을 구하고(Table II, Fig. 7) SPSS program의 two way repeated ANOVA test를 시행하여 통계학적 비교를 시행한 결과, 1주째 Allevyn[®]과 Acticoat[®]를 사용한 군 간의 비교를 제외하고 모두 통계학적으로 유의

한 차이를 보였다($p < 0.05$). 전충결손을 만들 당시의 창상 면적을 100%라고 하였을 때 각 군에서 평균 면적백분율의 변화는 소독된 거즈에서는 1, 2, 3주에 각각 87.06%, 47.15%, 62.66%였고, Allevyn[®]에서는 1, 2, 3주에 각각 59.28%, 54.73%, 53.62%였으며, Acticoat[®]에서는 1, 2, 3주에 각각 56.33%, 8.50%, 3.63%로, Acticoat[®]를 사용한 군에서 더 많이 감소하였다(Table III). 소독된 거즈로 드레싱을 시행한 군에서 2주째의 측정결과에 비해 3주째에서 유의하게 증가한 것을 제외하면, 모든 비교결과에서 창상면적



Fig. 5. Histologic findings of the wound after 2 weeks(Hematoxylin and eosin stain, × 100). (Left) Dry gauze group. (Center) Allevyn[®] group. (Right) Acticoat[®] group. Note the near complete epithelialization in Acticoat[®] group. The other groups still showed many inflammatory cells with large defect.



Fig. 6. Histologic findings of the wound after 3 weeks(Hematoxylin and eosin stain, × 100). (Left) Dry gauze group. (Center) Allevyn[®] group. (Right) Acticoat[®] group. Note the complete replacement by fibrotic scar tissue and total epithelialization with no signs of inflammation in Acticoat[®] group.

Table II. Mean Full-thickness Defect Size in Each Group(mm²)

	1st day	1st week	2nd week	3rd week
Dry gauze	225	195.80(± 12.10)	106.10(± 11.46)	140.90(± 19.33)
Allevyn [®]	225	133.40(± 14.88)	123.20(± 14.88)	120.70(± 14.23)
Acticoat [®]	225	126.75(± 18.54)	19.51(± 9.92)	8.20(± 7.55)

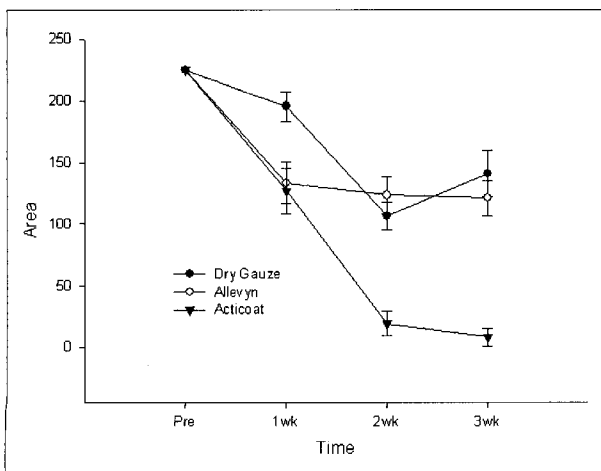


Fig. 7. Defect size change in each group.

이 시간 경과에 따라 유의한 감소를 보였다.

IV. 고 찰

효과적인 창상치료를 위해서는 상처의 특징을 잘 이해해야 이에 따른 드레싱 방법 및 제재의 선택이 중요하다.⁶ 최근에는 종래의 단순한 창상보호개념과 달리 창상치유가 가장 효과적으로 진행될 수 있는 환경을 제공하고, 더 나아가 감염을 억제하는 등 보다 능동적인 목적의 드레싱제재들이 개발되고 있다.

Allevyn[®]은 폴리우레탄 폼(polyurethane foam) 드레싱제재로 삼출액 흡수능을 개선한 제품으로 Duoderm[®]과 같은 hydrocolloid dressing material에 비해 5배나 높은 흡수력을 갖고 있어 창상의 삼출액을 충분히 흡수하여

Table III. % Ratio of Wound Area in Each Group

	1st day	1st week	2nd week	3rd week
Dry gauze	100%	87.06%	47.15%	62.66%
Allevyn [®]	100%	59.28%	54.73%	53.62%
Acticoat [®]	100%	56.33%	8.50%	3.63%

상처의 일정한 습도를 유지시켜 주며 과다한 삼출액의 넘침에 의한 주변피부의 침연 손상을 방지할 수 있어 주변조직 침윤에 의한 부종으로 창상 주변의 조직 산소 분압이 낮아져 육아조직 형성을 저해하는 것을 방지할 수 있다. Allevyn[®]은 삼중 라미네이트(Tri-laminate)구조로 이루어져 있으며 가장 외부의 폴리우레탄 보호필름은 외부로부터의 균이나 이물질이 침입 못하도록 하는 방어기능을 갖고 있고, 중간층의 흡수층은 삼출액을 흡수 저장하는 기능을 갖고 안쪽의 창상면 접촉필름은 상처면의 삼출액을 흡수하고 상처면과 부착 방지 기능을 갖는다. 거즈를 사용할 경우 하루 4-8회 정도의 교환이 요구되는 창상의 경우 1-2일에 1회 정도의 폴리우레탄 폼 드레싱으로 충분하며, 상처에 대한 보호기능 및 보온성이 뛰어나고 상처에 적절한 습윤환경을 제공하여 창상치유를 촉진하며 사용하기도 편리하고 창상면과의 부착이 적어 드레싱 시 통증이 적어 임상적으로 많이 이용되고 있다.⁷

은(silver)은 수세기 동안 상처치료에 이용되었으며 최근 100년 동안 항균목적으로 이용되고 있다.⁸ 은(silver)은 미생물의 시토크롬(cytochrome)의 전자전달계를 방해하며 DNA 복제를 저해하여 *Pseudomonas aeruginosa*, MRSA (methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), VRE(vancomycin-resistant *enterococcus*) 등이 포함됨 광범위한 그람 양성 및 음성세균, 진균, 바이러스에 대해 모두 효과적이라고 보고되고 있다.^{4,5,9} 과거에는 질산은이 많이 사용되었으나 조직에 대한 자극현상을 유발하여 창상치유를 오히려 지연시켜, 1960년대 이후 이런 단점을 보완할 수 있는 silver sulfadiazine이 개발되어 사용되어 왔으나, 2가지 물질 모두 창상의 삼출액에 의해 은 성분이 비활성화되기 때문에 드레싱을 자주 교환하여야 하는 문제가 있었다.⁵ Acticoat[®]는 근래에 개발된 은을 함유한 많은 드레싱제제 중 하나로, 3층의 폴리에틸렌메쉬(polyethylene mesh), 나노 은(nanocrystalline silver)과 2겹의 레이온 폴리에스테르(rayon polyester)로 구성되어 있다.¹⁰ 아르곤가스를 이용한 물리증착법(physical vapour deposition)을 통해 나노은을 코팅하였으며, 기존의 질산은과 silver sulfadiazine에 비해 30배나 적은 양의 은을 유리하지만 많은 양이 Ag⁰의 형태로 유리되어 상처의 할로겐화물(halide)과 결합하지

않아 은 성분이 비활성화 되지 않는다. 드레싱 시행 시 은 이온이 창상부위에서 30분 이내에 항균농도인 70-100 ppm사이로 다른 은 함유 드레싱 재제보다 빠르게 유리되며, 생체 외(*in vitro*)실험에서 이 농도가 7일 까지 일정하게 유지된다고 보고되고 있다.¹⁰ MRSA(methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*), VRE(vancomycin-resistant *enterococcus*), *Pseudomonas aeruginosa*에 대한 항균효과도 다른 은 드레싱 재제보다 효과적이라고 알려져 있다.⁵

창상감염은 임상적으로 창상치유 지연의 원인 중 가장 흔한 문제 중 하나이며 감염을 좀 더 효율적으로 억제하기 위한 연구가 다각적으로 진행되고 있다. 본 연구도 최근에 개발된 드레싱제제인 Allevyn[®], Acticoat[®] 및 고식적인 드레싱제제인 마른 거즈를 이용한 동물실험을 통하여 감염된 창상치료에서 보다 효과적인 드레싱제제의 선택을 위한 목적으로 시행하였다.

실험 결과, 3일째는 육아조직의 양과 염증반응이 세 군에서 모두 비슷하였으나, 1주일째에서는 소독된 거즈와 Allevyn[®]의 경우 염증반응이 여전히 심하였고, 부분적 상피재생이 보였으나, Acticoat[®]의 경우 더 넓은 부위의 상피재생과 훨씬 감소된 염증반응이 관찰되었다. 이후 2주째 및 3주째 생검한 조직에서 소독된 거즈와 Allevyn[®]을 사용한 군에서는 이전과 비슷한 소견을 보였으나, Acticoat[®]를 사용한 군의 경우 완전한 상피재생과 염증소실이 관찰되었으며, 창상부위는 반흔조직으로 대체되었다. 창상면적 변화의 결과를 보면 1주째 Allevyn[®]과 Acticoat[®]를 사용한 군 간의 비교를 제외하고 모두 통계학적으로 유의한 차이를 보였으며, 소독된 거즈로 드레싱을 시행한 군에서 2주째의 측정결과에 비해 3주째에서 유의하게 증가한 것을 제외하면, 대부분 창상면적의 유의한 감소를 보였다. 거즈 드레싱을 시행한 군에서 2주째에 비해 3주째에서 창상면적이 유의하게 증가한 이유는 거즈 드레싱을 시행한 군에서 2주 이후 감염이 더 심해진 것과 거즈드레싱에 의한 조직의 기계적 탈락에 의한 것이라 생각된다. 창상면적의 면적백분율의 변화를 비교할 때, 다른 군에 비해 Acticoat[®]를 사용한 군에서 더 많이 감소하였다.

2주째의 거즈드레싱을 시행한 군이 Allevyn[®]을 사용한 군의 평균 창상면적보다 유의하게 적게 나왔으며, 이는 2

주께까지 Allevyn[®]의 높은 삼출액 흡수능보다 거즈의 미약한 변연절제(debridement)효과가 감염된 창상치유에 보다 도움이 되기 때문이라고 사료된다.

V. 결 론

본 실험으로 Acticoat[®]가 창상초기 치료에서 드레싱 교환 시 가피형성과 가피탈실 등의 단점이 있으나 Allevyn[®] 및 거즈를 이용한 고식적인 드레싱 방법보다 감염된 창상 치료에서 염증세포 침윤이 적고, 상피재생이 잘되어 보다 우수한 드레싱제재라고 생각되며, 앞으로 항생제 사용 등의 변수와 종간의 차이를 고려하여 임상적인 실험이 뒤따라야 할 것이라고 사료된다.

REFERENCES

1. Kang JS: Kang Jin-Sung: *Plastic Surgery*. 3rd ed, Seoul, Koonja Publishing Co., 2004, p 107
2. Robson MC: Infection in the surgical patient: an imbalance in the normal equilibrium. *Clin Plast Surg* 6: 493, 1979
3. Lorenz HP, Longaker MT: Wound healing: repair biology and wound and scar treatment. In Mathes, Stephen J.(eds): *Plastic Surgery*. 2nd ed, Philadelphia, Saunders Elsevier, 2006, p 209
4. Yin HQ, Langford R, Burrell RE: Comparative evaluation of the antimicrobial activity of Acticoat[™] antimicrobial barrier dressing. *J Burn Care Rehabil* 20: 195, 1999
5. Dunn K, Edwards-Jones V: The role of Acticoat[™] with nanocrystalline silver in the management of burns. *Burns* 30(Suppl 1): S1, 2004
6. Ladin DA: Understanding dressings. *Clin Plast Surg* 25: 433, 1998
7. Park MH, Lee JS: Occlusive moist dressing materials. In Korean Research Group for Wound Care(eds): *Advances in Wound Care*. 1st ed, Seoul, Korea Medical Book Publisher Co., 2002, p 189
8. Klasen HJ: A historical review of the use of silver in the treatment of burns: II. Renewed interest for silver. *Burns* 26: 131, 2000
9. Bragg PD, Rainnie DJ: The effect of silver ions on the respiratory chain of *Escherichia coli*. *Can J Microbiol* 20: 883, 1974
10. Mooney EK, Lippitt C, Friedman J; Plastic surgery educational foundation data committee: Silver dressings. *Plast Reconstr Surg* 117: 666, 2006