

## 개방성 경골 골절의 치료에서 유리 복직근 피판술의 유용성

가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

송주현 · 이한용 · 이은상 · 이주엽

— Abstract —

### Free Rectus Abdominis Muscle Flap for Treatment of Open Fractures of the Tibia

Joo-Hyoun Song, M.D., Han-Yong Lee, M.D., Eun-Sang Lee, M.D., Joo-Yup Lee, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, the Catholic University of Korea, Seoul, Korea*

**Purpose:** Management of soft-tissue defect after open tibial fractures includes immediate and repeated debridement, skeletal stabilization, and early soft-tissue coverage with muscle flaps. The purpose of this study was to evaluate the outcome of the free rectus abdominis muscle flap (RA flap) for treatment of open fractures of the tibia and to discuss its advantages compared with the latissimus dorsi muscle flap (LD flap) in polytrauma patients.

**Materials and Methods:** We performed a retrospective review of 5 patients who had a severe (*Gustilo IIIB or IIIC*) open fracture of the tibia treated with RA flap from May 2003 to March 2006. All were men, and the mean age was 46.6 years (range, 28~68). Three patients had combined injuries such as pelvic bone fractures, multiple rib fractures with hemothorax, and contralateral tibial fracture. All patients received RA flap within 7 days after trauma except two with established chronic osteomyelitis.

**Results:** All flaps survived, and there was no marginal flap necrosis. During the follow-up period, there was no evidence of persistent or recurrent osteomyelitis. The size of RA flap ranged from 8~20 cm in length and 6~10 cm in width. The average time required for RA flap elevation was 32 minutes, which is shorter than LD flap. Flap elevation could be done in supine position which is essential in polytrauma patients.

**Conclusion:** Although a wide variety of options are available, RA flap is regarded as an optimal method for coverage of soft-tissue defect of the open tibial fracture in polytrauma patients. LD flap is reserved for large sized soft-tissue defect which cannot be covered by RA flap.

**Key Words:** Rectus abdominis muscle flap, Open tibial fractures

※통신저자: 이 주 엽

경기도 수원시 팔달구 지동 93번지

가톨릭대학교 의과대학 성빈센트병원 정형외과

Tel: 82-31-249-7186, Fax: 82-31-254-7186, E-mail: hand@vincent.cuk.ac.kr

## I. 서 론

연부조직의 손상을 동반하는 개방성 경골 골절은 주로 교통사고와 같은 고 에너지 손상에 의하여 발생하며, 창상의 오염 및 분쇄 골절로 인하여 치료가 매우 어려운 손상 중 하나이다.<sup>1,2</sup> Byrd<sup>3</sup>과 Godina<sup>4</sup>가 유리 피판술에 의한 개방창의 조기 피복이 감염의 예방 및 골유합에 중요한 요소임을 강조한 이래로, 개방성 경골 골절의 치료는 즉각적인 변연 절제술, 견고한 골 고정과 함께 혈액 순환이 풍부한 유리 근 피판술을 조기에 시행하는 것이 치료의 원칙이 되고 있다.

개방성 경골 골절에 동반된 연부조직 결손의 피복을 위하여 다양한 유리 근 피판술이 이용되고 있지만, 결손의 범위가 큰 경우 대부분의 연구에서 유리 광배근 피판술(free latissimus dorsi muscle flap)이 가장 많이 사용되고 있다.<sup>5,8</sup> 유리 광배근 피판은 우리 몸에서 가장 크게 채취할 수 있는 근피판으로, 광범위한 연부조직 결손의 피복에는 유용하나 다발성 외상 환자에서는 측와위가 어렵고 긴 수술 시간을 필요로 하는 등의 문제점이 있다.

유리 복직근 피판술(free rectus abdominis muscle flap)은 Pennington<sup>9</sup>이 처음 기술한 이래로 유방의 재건 및 하지의 연부조직 결손에 많이 사용되고 있다. 유리 복직근 피판술은 유리 광배근 피판술에 비하여 피판의 거상이 쉽고 빠르며, 양와위에서 수술이 가능하기 때문에 측와위가 불가능한 다발성 외상이 동반된 개방성 경골 골절의 치료에서 유용할 것으로 판단된다.

이에 저자들은 개방성 경골 골절의 치료에서 유리 복직근 피판술을 사용하여 연부조직의 결손을 피복하고 그 유용성을 알아보고자 하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

### 가. 연구 대상

2003년 5월부터 2006년 3월까지 개방성 경골 골절에 동반된 연부조직의 피복을 위하여 유리 복직근 피판술을 시행한 5예의 환자를 대상으로 하였다. 모두 남자였으며 평균 연령은 46.6세(28~68세)이었다. 부상의 원인은 보행자 교통사고가 3예, 오토바

이 사고가 1예, 운전자 교통사고가 1예가 있었으며, 동반 손상으로 골반골 골절 1예, 다발성 늑골 골절 및 혈흉이 1예, 반대측 경골 골절이 1예가 있었다. 골절의 위치는 4예서 간부에, 1예에서 원위 경골에 발생하였으며, 개방성 골절의 분류인 Gustilo의 분류<sup>2</sup>상 IIIb가 4예, IIIc가 1예 있었다. 3예에서는 외상 후 평균 5.4일(3~7일)에 피판술을 시행하였으며, 이미 골수염이 동반되었던 2예에서는 변연 절제술 후 이차적으로 피판술을 시행하였다. 평균 추시 기간은 13개월(6~39개월)이었으며, 최종 추시시 피판의 국소괴사, 골수염 소견, 골유합, 체중부하 보행 여부, 공여부의 합병증 등을 확인하였다.

### 나. 수술 방법

환자를 양와위에 눕히고 양 팔은 벌려 복부로의 접근이 용이하게 하였다. 전 레에서 피판에 피부를 포함하지 않았기 때문에 천공지를 확인하기 위한 술 전 도플러는 사용하지 않았다. 골절된 하지는 대퇴부에 지혈대를 감고, 유리 복직근을 거상하기 위하여 흉골에서 치골부까지 복부 전체를 소독하여 준비하였다. 혈관 손상이 동반되었던 Gustilo IIIc형 개방성 경골 골절 1예에서는 파열된 후경골 동맥을 수여 혈관으로 하여 피판술을 시행하였다. 오염된 창상에 대하여 철저한 변연 절제술을 시행하고, 골 고정은 골절의 형태에 따라 비확공성 골수강내 금속정을 2예, 외고정 장치를 이용한 고정을 3예에서 시행하였다. 이미 골수염이 동반되었던 2예에서는 피판술 전에 수 차례에 걸쳐 변연 절제술, 소파술, 감염성 부골 제거술을 시행하여 염증을 제거한 후 피판술을 시행하였다. 유리 복직근의 거상을 위하여 복부 정중선의 약 3 cm 외측에 복직근의 장축을 따라 절개선을 가하였다. 2예에서는 Salgado 등<sup>10</sup>이 제안한 Pfannenstiel 절개를 시행하였으나, 거상하려는 복직근의 크기가 큰 경우 종절개가 시야 확보에 더욱 용이하였다. 전방 복직근 근막을 장축을 따라 절개하고 복직근을 노출하였다. 복직근의 하방에서 외부 장골 동맥(external iliac artery)에서 기시하는 심하복벽 동맥(deep inferior epigastric artery)을 노출하고 박리하였다. 복직근은 치골 부착부에서 분리하여 상부로 박리를 진행하였으며, 연부조직 결손의 크기보다 약 3~4 cm 길게 전기 조각기를 이

용하여 분리하였다. 복직근을 거상한 후 전방 복직근 근막은 탈장을 방지하기 위하여 비흡수성 봉합사로 견고하게 봉합하였다. 수여 혈관은 전경골 동맥이나 후경골 동맥 중 피판의 삽입이 용이한 혈관을 이용하였으며, 전례에서 단단 봉합술을 이용하여 혈관을 문합하였다. 혈관 봉합은 확대경(loupe)하에서 8-0 monofilament nylon을 이용하였고, 정맥 봉합은 가능하면 2개를 하는 것을 원칙으로 하였으나 골수염이 동반되었던 2예에서는 주위 조직과의 유착이 심하여 1개의 정맥만을 문합하였다.

술 후 처치로 5일간 저분자 덱스트란(Dextran-40, 500 ml/day)을 정맥주사 하였으며, 아스피린 300 mg을 일주일간 경구 투여하였다. 프로스타글란딘이나 헤파린은 과다 출혈에 대한 우려로 사용하지 않았다.

### Ⅲ. 결 과

피판은 전례에서 생존하였으며, 변연부의 국소 괴사도 관찰되지 않았다. 수술 전에 골수염이 동반되었던 2예는 모두 염증이 치유되었으며, 그 중 1예에서는 추가적인 변연 절제술이 필요하였다. 연부조직 결손의 크기는 길이가 8~20 cm로 평균 14.3 cm이었으며, 폭이 6~10 cm로 평균 8 cm 이었다. 피판 거상에 걸린 시간은 평균 32분으로 유리 광배근 피판술에서 피판 거상에 걸리는 시간보다 빨랐으며, 앙와위에서 시행하여 수술 자세의 변경은 필요하지 않았다. 수여 혈관은 연부조직의 결손의 형태에 따라 결정하였으며, 전경골 동맥을 2예, 후경골 동맥을 3예에서 사용하였다. 심하복벽 동맥의 평균 굵기는 2.5~3 mm 이었으며, 평균 길이는 5~7 cm로 수여 혈관과의 단단 문합에 충분하였다. 술 후 피판의 순환을 관찰하여 괴사 여부를 확인하였으며, 피판술 후 평균 7.3일(5~13일)에 부분층 식피술을 시행하였다.

골유합은 최단 6개월에서 최장 10개월로 평균 7.8개월이 소요되었다. 골수염이 동반되었던 1예에서는 지속적인 불유합 소견이 관찰되어, 피판술 후 약 6개월에 자가 해면골 이식술을 시행한 후 골유합을 얻을 수 있었다. 이때 절개선은 혈관경의 반대쪽을 선택하였으며, 골이식 후 피판의 부분 괴사는 관찰되지 않았다. 최종 추시상 전례에서 피판술을 시

행한 하지로 완전 체중부하 보행이 가능하였으며, 복근의 근력 약화나 탈장 등의 공여부 합병증을 호소하는 환자는 없었다.

### Ⅳ. 증례 보고

#### 증례 1.

49세 남자 환자가 교통사고로 발생한 좌측 경골 간부 개방성 분쇄골절로 타 병원에서 수술 후 내원하였다. 내원 당시 좌측 경골의 전내측을 따라 연부조직의 괴사 및 골수염 소견이 관찰되었다(Fig. 1A). 괴사 조직에 대한 즉각적인 변연 절제술과 금속판 제거술을 시행하고, Ilizarov 외고정 장치를 이용한 골 고정을 시행하였다. 그 후 염증 소견이 없어질 때까지 이를 간격으로 추가적인 변연 절제술을 시행하였다(Fig. 1B). 연부조직 결손의 크기는 12×8 cm<sup>2</sup> 이었으며, 동측의 복직근을 거상하여 결손부에 삽입하고, 전경골 동맥을 수여 동맥으로 하여 혈관경의 단단 문합을 시행하였다(Fig. 1C). 수술 후 피판의 정맥 울혈이나 괴사는 관찰되지 않았으며, 7일째 부분층 식피술을 시행하였다. 술 후 6개월에 골유합이 진행되지 않아 자가골 이식술을 시행하였으며, 최종 추시상 연부조직의 괴사나 골수염 소견은 관찰되지 않았다(Fig. 1D).

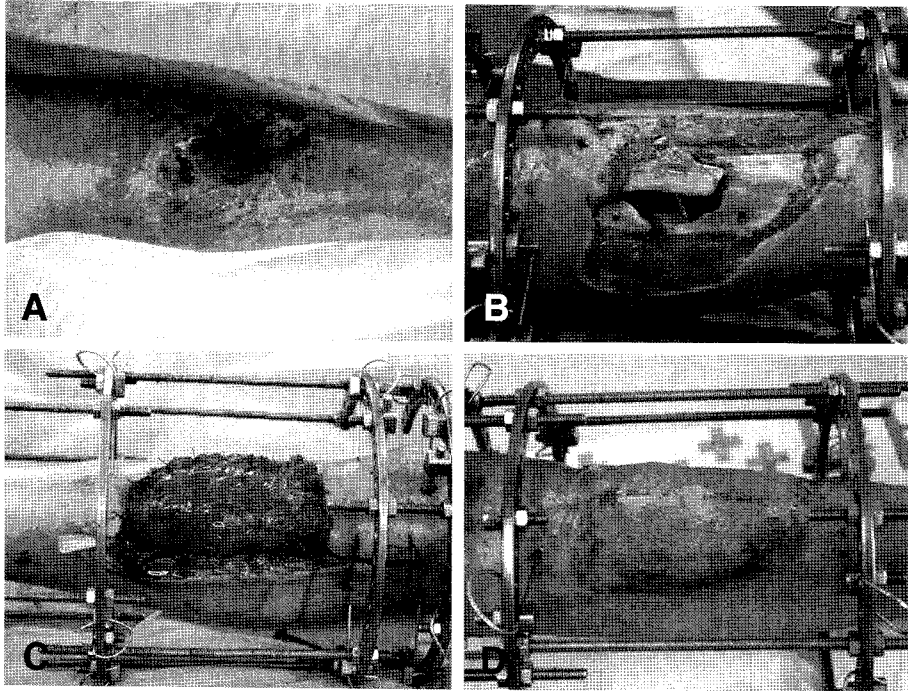
#### 증례 2.

39세 남자 환자가 오토바이를 타고 가다 넘어지며 발생한 우측 원위 경골 골절 및 하지 전내측의 탈장갑 손상을 주소로 내원하여, 즉각적인 변연 절제술 및 골수강내 금속정을 이용한 골 고정을 시행하였다(Fig. 2A). 3일째 추가적인 변연 절제술을 시행하였으며, 연부조직 결손의 크기는 18×10 cm<sup>2</sup> 이었다. 환자는 동반 손상으로 다발성 늑골 골절 및 혈흉이 있어 측와위가 불가능하였으며, 유리 광배근 피판술 대신 동측의 복직근을 이용한 유리 피판술을 시행하였다(Fig. 2B). 수술 후 피판의 괴사는 관찰되지 않았으며, 7일째 부분층 식피술을 시행하였다. 최종 추시상 연부조직의 괴사나 골수염 소견은 관찰되지 않았다(Fig. 2C).

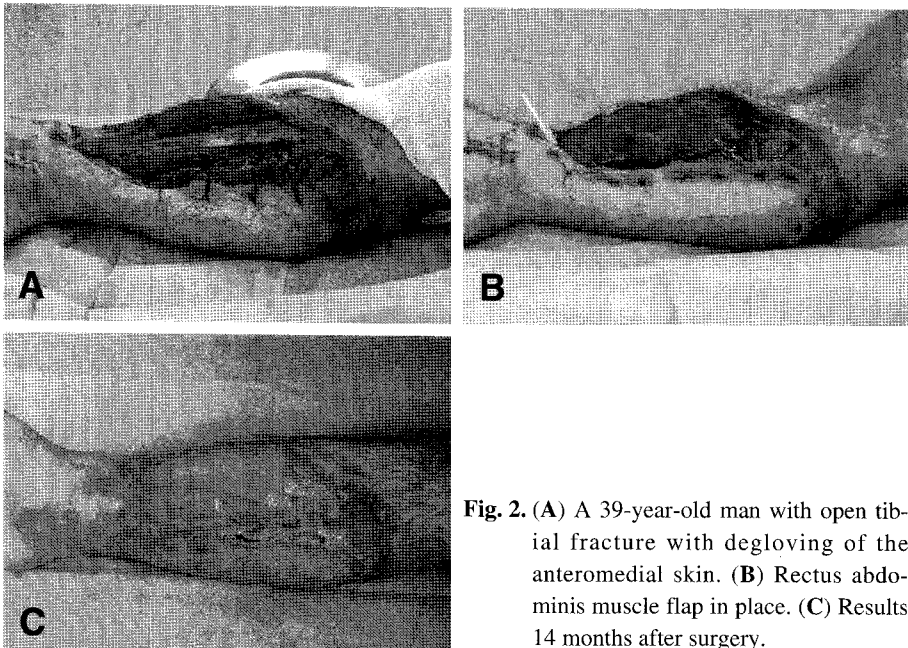
증례 3.

49세 남자 환자가 보행자 교통사고로 발생한 다발

성 골절 및 좌측 하지 연부조직 결손을 주소로 응급  
실로 내원하였다. 내원 당일 즉각적인 변연 절제술  
및 골반골 골절에 대하여 외고정술, 좌측 경골 골절



**Fig. 1.** (A) A 49-year-old man with open tibial fracture with acute osteomyelitis. (B) After aggressive debridement of necrotic tissue and bone. (C) Rectus abdominis muscle flap in place. (D) Results 9 months after surgery.



**Fig. 2.** (A) A 39-year-old man with open tibial fracture with degloving of the anteromedial skin. (B) Rectus abdominis muscle flap in place. (C) Results 14 months after surgery.

에 대하여 골수강내 금속정 고정술을 시행하였다. 3 일째 추가적인 변연 절제술을 시행하였으며, 골반골을 고정한 외고정 장치로 인하여 측와위가 불가능한 상태였다(Fig. 3). 환자는 동측의 복직근을 이용한 유리 피판술로 연부조직을 피복하였으며, 최종 추시상 피복된 연부조직의 상태는 양호하였다.

## V. 고 찰

전통적으로 개방성 경골 골절은 정형외과 의사에 의한 골절 치료 및 변연 절제술 후 성형외과 의사에 의한 지연성 연부조직 재건술로 치료되어 왔다.<sup>11</sup> 그러나 연부조직의 재건이 지연될 경우 창상 감염에 의한 골수염 및 불유합이 흔하게 발생하기 때문에,<sup>11,12</sup> 최근에는 “fix and flap”, 즉 즉각적인 변연 절제술 및 골 고정술 후 1주일 이내에 혈액 순환이 풍부한 근 피판술로 연부조직 결손을 피복하는 것이 감염의 예방 및 골유합에 중요한 요소로 받아들여지고 있다.<sup>7</sup> 이를 위하여 정형외과와 성형외과 의사의 긴밀한 협조 체제나 팀 구성이 필요하다.<sup>13,14</sup> 현실적으로는 어려움이 있기 때문에 기본적인 미세혈관 문합술을 가진 정형외과 의사가 쉽게 시행할 수 있는 피판술이 필요하다.

연부조직 결손의 크기가 작을 경우 내측 반 가자미근 피판술(medial hemisoleus muscle flap)을 시행할 수도 있으나,<sup>15</sup> 경골의 해부학적인 특성<sup>16</sup> 때문에 대부분 유리 근 피판술이 필요한 경우가 많으며

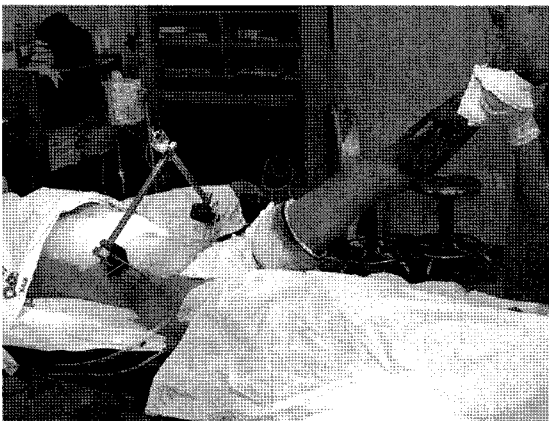


Fig. 3. Free rectus abdominis muscle flap can be performed in supine position, which is essential in polytrauma patients with pelvic bone injury.

대부분의 연구<sup>5-6</sup>에서 유리 광배근 피판술을 선호하고 있다. 유리 광배근 피판술은 넓은 연부조직 결손을 피복할 수 있고, 혈액 순환이 풍부하여 감염에 저항하는 장점이 있는 반면에 몇 가지 문제점도 함께 가지고 있다. Salmi 등<sup>17</sup>은 유리 광배근 피판술을 시행한 후 견관절의 신전력이 감소한다고 하였으며, Celikoz 등<sup>18</sup>은 유리 광배근 피판의 공여부에서 3예의 혈종 및 5예의 장액종이 발생했다고 하였다. 또한 다발성 외상 환자에서는 측와위가 어렵고, 자세 이동에 따른 시간 소요와 흉배 동맥의 혈관 분지가 많아 긴 수술 시간을 필요로 하는 등의 단점이 있다.

유리 복직근 피판술은 Pennington<sup>9</sup>이 처음 기술한 이래로 유방의 재건에 가장 많이 사용되고 있으며, Bunkis 등<sup>19</sup>이 보고한 이래로 하지의 연부조직 결손에도 사용되고 있다.<sup>20-22</sup> 유리 복직근 피판술은 다발성 외상이 동반된 개방성 경골 골절의 치료에서 유리 광배근 피판술에 비하여 많은 장점을 가지고 있다. 첫째, 양와위에서 수술이 가능하여 혈흉, 골반골 골절 등 다발성 외상을 동반한 개방성 경골 골절 환자에서 시행할 수 있으며, 두 팀을 이뤄 수술할 수 있기 때문에 수술 시간을 단축할 수 있다. 본 연구에서 복직근 피판의 거상에 걸린 시간은 평균 32분으로, 광배근 피판의 거상에 필요한 90~120분보다 빨리 거상할 수 있었다. 둘째, 평균 5~7 cm의 긴 혈관경을 얻을 수 있으며, 심하복벽 동맥의 평균 굵기는 2.5~3 mm, 정맥의 평균 굵기는 3~4 mm로 기본적 미세혈관 문합술을 가진 정형외과 의사가 수여 혈관과의 단단 문합을 시행하는데 충분한 크기이다. 셋째, 광배근 피판과는 달리 두 개의 동반 정맥이 일정하게 존재하기 때문에, 정맥 울혈이 피판술 실패의 주요한 원인이 되는 외상성 하지 재건에서 큰 장점이 있다. 넷째, 복직근은 직사각형의 형태를 띠고 있기 때문에, 연부조직 손상이 흔한 경골의 전내측 면과 그 크기 및 형태가 매우 유사하다. 본 연구에서도 전례에서 경골의 전내측에 연부조직 결손이 발생하였으며, 결손부의 폭이 6~10 cm으로 복직근 피판을 이용하여 피복하기에 충분하였다. 다섯째, 공여부의 합병증이 적다. Geish auser 등<sup>23</sup>은 유리 복직근 피판술을 시행받은 환자의 95%에서 공여부 만족감을 나타냈으며, 복벽의 이완이나 탈장 등은 전방 복직근 근막을 견고하게 봉합함으로써 예방할 수 있다고 하였다. 본 연구에

서도 전례에서 복근의 근력 약화는 관찰되지 않았으며, 전방 복직근 근막을 포함하지 않아 탈장을 예방할 수 있었다. 여섯째, 복직근 피판은 Mathes-Nahai 분류<sup>24</sup>상 제 3형에 해당하는 피판으로, 근육의 장축을 따라 긴 혈관망을 가지고 있기 때문에 피판의 피사에 대한 우려 없이 적당한 크기로 분리하여 사용할 수 있다. 저자들도 연부조직 결손의 크기에 따라 장축의 길이보다 약 3~4 cm 길게 전기 조각기를 이용하여 분리한 후 피판을 이용하였다.

개방성 경골 골절에서 양호한 결과를 얻기 위하여 감염의 예방 및 골수염의 치료가 매우 중요하다. 일부 저자들은 하지의 골수염에서 근막 피판을 사용할 수 있다고 하였으나,<sup>25</sup> 근 피판이 염증의 제거에 더욱 효과적임은 의심할 여지가 없다. 근 피판은 혈액 순환이 풍부하여 골유합을 촉진하며,<sup>26</sup> 항생제를 잘 전달하여 염증의 제거가 용이함이 밝혀져 있다.<sup>27</sup> 저자들도 골수염이 동반된 개방성 경골 골절 환자에서 유리 복직근 피판을 연부조직의 피복에 사용하였으며, 최종 추시상 전례에서 염증 소견은 관찰되지 않았다.

유리 복직근 피판술로 피복할 수 있는 하지 연부조직 결손의 크기는 문헌에서 잘 기술되어 있지 않다. 대부분의 하지 연부조직의 결손은 경골의 전내측에 발생하고, 전외측은 풍부한 근육으로 둘러싸여 있기 때문에 골이 노출되는 경우는 드물다. 본 연구에서 저자들은 유리 복직근 피판술을 이용하여 최대 길이 20 cm, 폭 10 cm의 결손을 피복할 수 있었다. 저자들은 길이 15 cm 이하의 경골 전내측에 국한된 하지 연부조직 결손은 유리 복직근 피판술을 시행하고 있으며, 이보다 광범위한 결손이 있을 경우에는 유리 광배근 피판술을 시행하고 있다.

## Ⅶ. 결 론

저자들은 개방성 경골 골절의 치료에서 유리 복직근 피판술의 유용성을 확인할 수 있었다. 유리 복직근 피판술은 유리 광배근 피판술에 비하여 피판의 거상이 쉽고 빠르며, 양와위에서 수술이 가능하고, 두 팀을 이뤄 수술할 수 있고, 혈관경이 길고 일정하며, 경골의 연부조직 결손부와 형태 및 크기가 유사하고, 공여부 합병증이 적기 때문에 다발성 외상이 동반된 개방성 경골 골절의 치료에서 유용하게

사용될 수 있다. 유리 광배근 피판술은 광범위한 연부조직 결손이 있는 경우에 한하여 제한적으로 사용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- 1) Gustilo RB, Anderson JT: *Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analysis.* J Bone Joint Surg Am, 58:453-458,1976.
- 2) Gustilo RB, Mendoza RM, Williams DN: *Problems in the management of type III (severe) open fractures: a new classification of type III open fractures.* J Trauma, 24:742-746,1984.
- 3) Byrd HS, Spicer TE, Cierny G III: *Management of open tibial fractures.* Plast Reconstr Surg, 76:719-730,1985.
- 4) Godina M: *Early microsurgical reconstruction of complex trauma of the extremities.* Plast Reconstr Surg, 78:285-292,1986.
- 5) Nieminen H, Kuokkanen H, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S: *Free flap reconstructions of tibial fractures complicated after internal fixation.* J Trauma, 38:660-664,1995.
- 6) Gonzalez MH, Tarandy DI, Troy D, Phillips D, Weinzwieg N: *Free tissue coverage of chronic traumatic wounds of the lower leg.* Plast Reconstr Surg, 109:592-600,2002.
- 7) Gopal S, Majumder S, Batchelor AGB, Knight SL, De Boer P, Smith RM: *Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia.* J Bone Joint Surg Br, 82:959-966,2000.
- 8) Gopal S, Giannoudis PV, Murray A, Matthews SJ, Smith RM: *The functional outcome of severe, open tibial fractures managed with early fixation and flap coverage.* J Bone Joint Surg Br, 86:861-867,2004.
- 9) Pennington DG: *The rectus abdominis myocutaneous free flap.* Br J Plast Surg, 33:277-279,1980.
- 10) Salgado CJ, Orlando GS, Hecceg S, Serletti JM: *Pfannenstiel incision as an alternative approach for harvesting the rectus abdominis muscle for free-tissue transfer.* Plast Reconstr Surg, 105:1330-1333,2000.
- 11) Gustilo RB, Merkow RL, Templeman D: *Current concepts review: the management of open fractures.* J Bone Joint Surg Am, 72:299-304,1990.

- 12) Hertel R, Lambert SM, Muller S, Ballmer FT, Ganz R: *On the timing of soft-tissue reconstruction for open fractures of the lower leg. Arch Orthop Trauma Surg, 119:7-12,1999.*
- 13) Green AR. *The courage to co-operate: the team approach to open fractures of the lower limb. Ann R Coll Surg Engl, 76:365-366,1994.*
- 14) British Orthopaedic Association and British Association of Plastic Surgeons. *A working party report. The early management of severe tibial fractures: the need for combined plastic and orthopaedic management. September, 1997.*
- 15) Pu LLQ: *Soft-tissue coverage of an open tibial wound in the junction of the middle and distal thirds of the leg with the medial hemisoleus muscle flap. Ann Plast Surg, 56:639-643,2006.*
- 16) Dellinger EP, Miller SD, Wertz MJ, Grypma M, Droppert B, Anderson PA: *Risk of infection after open fracture of the arm or leg. Arch Surg, 123:1320-1327,1988.*
- 17) Salmi A, Tuominen R, Tukiainen E, Asko-Seljavaara S: *Morbidity of donor and recipient sites after free flap surgery. A prospective study. Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 29:337-341,1995.*
- 18) Celikoz B, Sengezer M, Isik S, Turegun M, Deveci M, Duman H, et al: *Subacute reconstruction of lower leg and foot defects due to high velocity-high energy injuries caused by gunshots, missiles, and land mines. Microsurgery, 25:3-14,2005.*
- 19) Bunkis J, Walton RL, Mathes SJ: *The rectus abdominis free flap for lower extremity reconstruction. Ann Plast Surg, 11:373-380,1983.*
- 20) Reath DB, Taylor JW. *Free rectus abdominis muscle flap: advantages in lower extremity reconstruction. South Med J, 82:1143-1146,1989.*
- 21) Musharafieh R, Macari G, Hayek S, El Hassan B, Atiyeh B: *Rectus abdominis free-tissue transfer in lower extremity reconstruction: review of 40 cases. J Reconstr Microsurg, 16:341-345,2000.*
- 22) Xing-Qaun Z, Shao-Dong W, Qing-Yu F, Bao-An M: *Versatility of rectus abdominis free flap for reconstruction of soft-tissue defects in extremities. Microsurgery, 24:128-33,2004.*
- 23) Geishauser M, Staudenmaier RW, Biemer E: *Donor-site morbidity of the segmental rectus abdominis muscle flap. Br J Plast Surg, 51:603-607,1998.*
- 24) Mathes SJ, Nahai F: *Classification of the vascular anatomy of muscles: experimental and clinical correlation. Plast Reconstr Surg, 67:177-187,1981.*
- 25) Hong JP, Shin HW, Kim JJ, Wei FC, Chung YK: *The use of anterolateral thigh perforator flaps in chronic osteomyelitis of the lower extremity. Plast Reconstr Surg, 105:142-147,2005.*
- 26) Richards RR, Orsini EC, Mahoney JL, Verschuren R: *The influence of muscle flap coverage on the repair of devascularized tibial cortex: An experimental investigation in the dog. Plast Reconstr Surg, 79:946-958,1987.*
- 27) Gosain A, Chang N, Mathes S, Hunt TK, Vasconez L: *A study of the relationship between blood flow and bacterial inoculation in musculocutaneous and fasciocutaneous flaps. Plast Reconstr Surg, 86:1152-1162,1990.*