

## 미세수술을 이용한 발뒤꿈치 재건

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 허창룡 · 김학윤 · 서정대

— Abstract —

### The Heel Reconstruction by Microsurgery

Kwang Suk Lee, M.D., Chang young Huh, M.D.,  
Hak Yoon Kim, M.D. and Jeong Dae Suh, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea*

The heel, with its specialized fat for shock absorption at heel strike and large surface area for balance and weight bearing, is a important component of normal ambulation. Despite of distinguished improvement in the field of microsurgical free flaps, the choice of reconstruction of the heel has been remained controversial. We reviewed 22 cases of the heel reconstruction using vascularized free flaps from January, 1980 through May, 1993 at the Department of Orthopedic Surgery of Korea University Hospital. The results were as follows:

1. The etiology was traumatic in 21 cases, and chronic ulceration due to burn in 1.
2. The arteries used in free flaps were 11 dorsalis pedis arteries, 2 deep circumflex iliac arteries, 2 superficial iliac arteries, 2 branches of lateral femoral circumflex iliac arteries, 2 radial arteries, and 3 thorcodorsal arteries.
3. The mean size of the vascularized bone was 4.5cm×3.5cm, and that of skin flap was 12.1cm×9.2cm.
4. Of the 22 cases, 19 had a successful outcome and 3 in failure, the causes of failure were thrombosis and infection.

**Key Words :** Heel, Soft Tissue and Bone Defect, Free Flap.

### I. 서 론

최근 빈번한 산업재해와 교통사고 등으로 인하여 하지의 연부조직 손상은 개방성 골절과 함께 증가되고 있으며 더욱 광범위해진 경우 고식적인 치료로는 해결하기 어려운 문제이다.

하지는 다른 부위보다 혈액 순환이나 조직 탄력성이 적을뿐 아니라 일단 조직 결손이 발생하면 감염이 쉽고 치료기간이 길어지는 특성이 있어 치료에 어려움이 많으며, 특히 발뒤꿈치는 체중부하를 직접 받는 부위로서 최근에 유리 피판술이 발전했음에도 불구하고 재건에 어려움이 많은 실정이다.

이에 저자들은 치료에 어려움이 많은 발뒤꿈치의 재건에 대하여 보다 적절한 방법을 찾아 보고자 하여 1980년 1월부터 1993년 5월까지 발뒤꿈치에 연부조직 결손이나 골 결손 등이 동반되어 있는 22례에 대하여 발뒤꿈치 재건술을 시행후 최저 1년이상 추시한 임상경험을 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## II. 연구대상 및 추시기간

1980년 1월부터 1993년 5월까지 발뒤꿈치에 연부조직 결손 또는 골결손을 동반한 예에 대하여 미세 수술을 이용하여 생유리편 이식술 또는 생골 및 생피부편 이식술을 시행한 22례를 대상으로 하였으며 추시 기간은 최저 1년에서 최고 6년 5개월이었다.

## III. 결 과

### 1) 성별 및 연령

총 22례중 남자가 19례, 여자가 3례였으며 연령별로는 6세에서 54세까지 평균 23세로 활동기의 젊은남자(20~30대가 12례)에서 많았다.

### 2) 원인

원인별로는 교통사고가 14례로 가장 많았으며 기계에 의한 손상이 6례, 폭발사고가 1례, 화상에 의한 궤양형성이 1례였다.

### 3) 손상의 분류

골결손과 연부조직 손상이 동반되었던 경우가 2례였고, 연부조직 손상만 있었던 경우는 20례였다.

### 4) 재건술의 방법

재건술에 이용된 방법으로 유리 생피부이식술은 족배 피판(dorsalis pedis flap)이 11례, 서혜부 피판(groin flap)이 2례, 전완부 피판(forearm flap)이 2례였고, 유리 생피부근이식술로는 활배근 피부근피판(latissimus dorsi myocutaneous flap)이 3례, 대퇴근막장근 피부근피판(tenso fascia lata

myocutaneous flap)이 2례였으며, 연부 조직과 골 결손이 동반된 경우 2례에서는 생장골 및 생피부편을 이식하였다(Table 1).

Table 1. Type of free flap

Type	No.
Cutaneous	
Dorsalis pedis	11
Groin	2
forearm	2
Myocutaneous	
Latissimus Dorsi	3
Tensor Fascia Lata	2
Osteocutaneous	
Vascularized iliac	2
Total	22

### 5) 피부 및 골편의 크기

유리피부편의 크기는 최저 7cm×6cm에서 최대 28cm×10cm로 평균 12.1cm×9.2cm였고(Table 2), 이 식골편의 크기는 각각 4cm×3cm, 5cm×4cm였다.

Table 2. Size of skin flap

Size	No.
<49cm <sup>2</sup>	5
50-99cm <sup>2</sup>	5
>100cm <sup>2</sup>	12

Average 12.1×9.2=111.3cm<sup>2</sup>

### 6) 수술방법

전 환자에서 수술전 혈관조영술을 시행하였으며 수술팀은 2개조로 편성하여 한 팀은 공여부에서 장골과 함께 피부피판을 채취하였고, 다른 팀은 수여부를 박리하였으며 절취한 생골의 피부편을 Steinmann핀 또는 나사못으로 고정하였고, 연부 조직만 이식하였던 경우는 골이식을 하였던 경우와 유사하게 한팀은 공여부의 피판을, 다른팀은 수여부를 박리하여 Heparin 국소도포하에 혈관문합술을 시행하였으며, 14례에서는 신경이식술도 동시에 실시하였다.

### 7) 수술시간 및 유리편 단혈시간

수술에 소요된 시간은 2시간 45분에서 9시간 45분으로 평균 4시간 43분이었고(Table 3), 유리 생피판의 단혈 시간은 1시간 5분에서 3시간으로 평균 1시간 48분이었다(Table 4).

**Table 3.** Operation time

Time	No.
<3 hours	1
3-5 hours	16
>5 hours	5

Average : 4hours 43min

**Table 4.** Ischemic time of flap

Time	No.
<90 min	11
90-120 min	9
>120 min	2

Average : 108min

### 8) 결과

혈전증 및 이식편의 감염이 발생하였던 3례를 제외한 19례에서 이식편이 생존하였다(Table 5).

**Table 5.** Flap survival rate

Type	Survival	rate(%)
Cutaneous	13/15	(86.7)
Myocutaneous	5/5	(100)
Osteocutaneous	1/2	(5)
Total	19/22	(86.4)

### 9) 합병증

수여부의 합병증으로는 혈전증이 4례였으며, 그중 2례에서 혈전제거술을 시행하여 이식 피판의 생존을 얻었고, 그외 합병증으로는 피판 변연부 괴사가 5례, 창상감염이 3례, 부분적 피부 궤양이 2례였다. 공여부의 합병증으로는 감염이 2례, 족배 피판이식술 시행후 족무지의 운동장애가 1례, 미용상의 문제가 2례 발생하였다(Table 6).

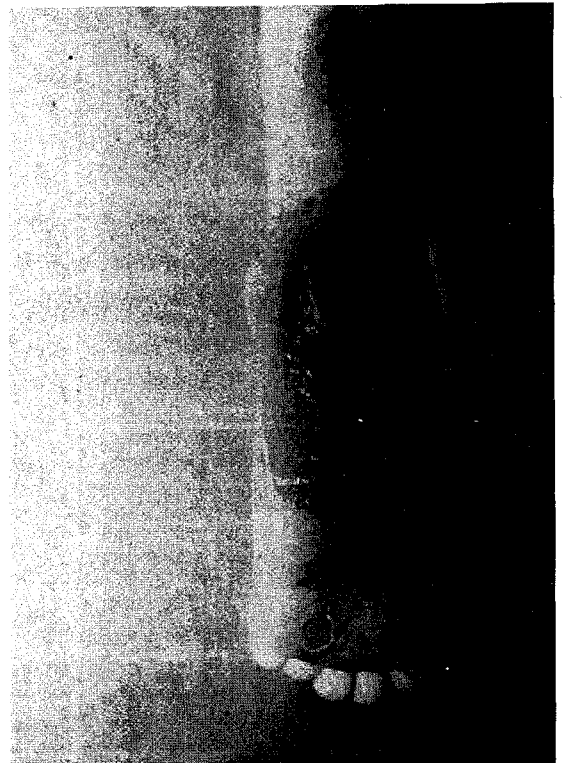
**Table 6.** Complications

Site	Complication	No.
Recipient	thrombosis	4
	marginal necrosis	5
	infection	3
	skin ulceration	2
Donor	infection	2
	limited ROM of great toe	1
	cosmetic problem	2

## IV. 증례보고

### 1) 증례 1

7세 여아로 교통사고로 인해 좌측 발뒤꿈치의 연부조직 손상 및 경골과 비골의 간부 골절을 입고 타병원에서 관혈적 정복술 및 내고정술 시행후 좌측 발뒤꿈치의 피부결손의 소견이 보여(Fig. 1), 수상후 3주에 본원으로 전원되었다. 수상후 5주째 우측 족배부에서 족배동맥, 복재정맥, 복재



**Fig. 1.** Preoperative clinical photograph showed skin and soft tissue defects of left heel.

신경을 포함한 11cm×11cm의 피부편을 얻어(Fig. 2), 좌측 발뒤꿈치 부위의 후경골동맥, 복재정맥, 복재신경에 각각 혈관 및 신경봉합술을 시행하였다. 수술후 4개월째 유리피부편의 생존을 보였으며(Fig. 3), 술후 9개월째 좌측 종골 족저부에 골극이 형성되고 종골과 이식피편 사이에 점액낭이

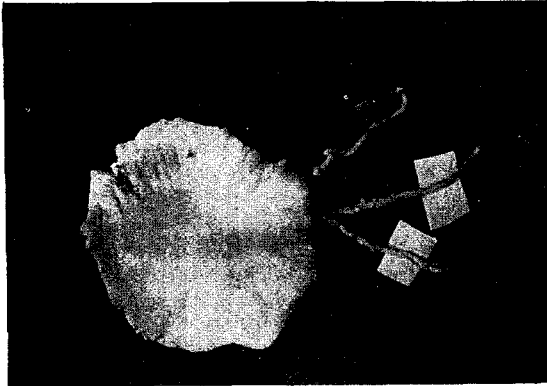


Fig. 2. The isolated flap included dorsalis pedis artery, saphenous vein and nerve.



Fig. 3. Well survived free flap of left heel was seen in postoperative 4 months.

발견되어 제거술을 시행하였고 술후 2년 10개월째 좌측 발뒤꿈치의 가벼운 촉각은 없으나 심부촉각은 느껴지는 상태로 환자는 보행에 별 문제가 없었다(Fig. 4).

## 2) 증례 2

37세 남자로 교통사고로 인해 우측 종골 및 족관절 내과 골절, Achilles건 파열의 손상을 입고 타 병원에서 관혈적 정복 및 건봉합술 시행후 발뒤꿈치에 피부 및 연부조직의 결손으로 전원되었다(Fig. 5). 수상후 9주째 흉배혈관 및 신경을 포함한 15cm×10cm의 활배근피부피편을 얻어(Fig. 6), 우측 발뒤꿈치 부위의 후경골동맥, 복재정맥 및 신경에 각각 혈관 및 신경 봉합술을 시행하였고, 술후 6년 5개월째 발뒤꿈치의 감각은 12mm의 2점식별(two point discrimination test)을 보이고 있고 보행에 장애는 없으며(Fig. 7), 이식피편에도 문제가 없었다(Fig. 8).

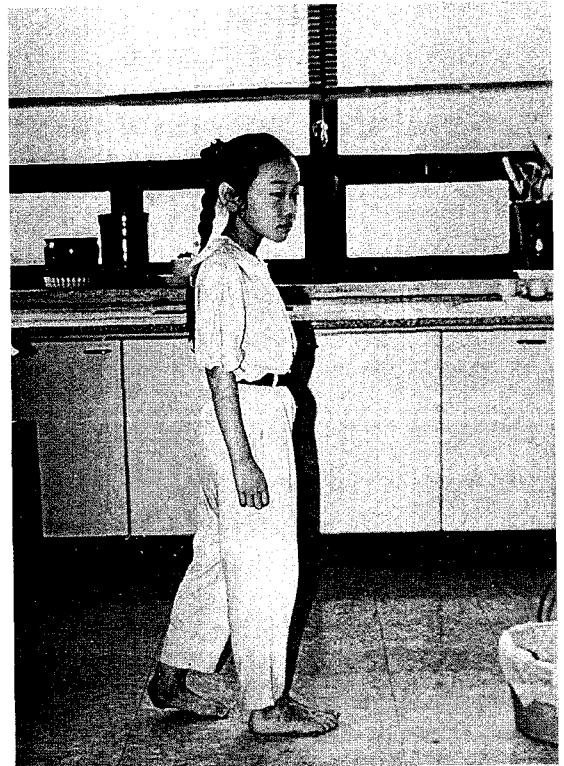


Fig. 4. Nearly normal weight bearing gait was seen in postoperative 2 years and 10 months.



Fig. 5. Preoperative clinical picture showed skin and soft tissue loss of right heel.

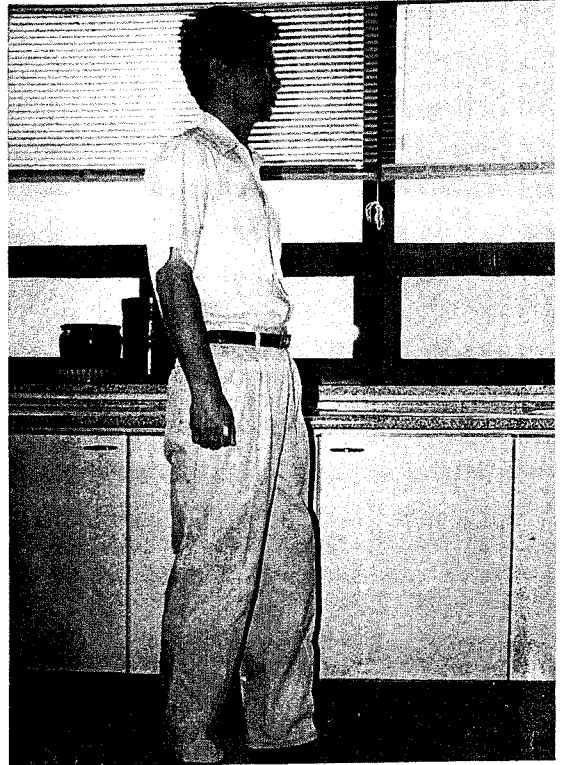


Fig. 7. Well weight bearing gait years seen in post-operative 6 years and 5 months.

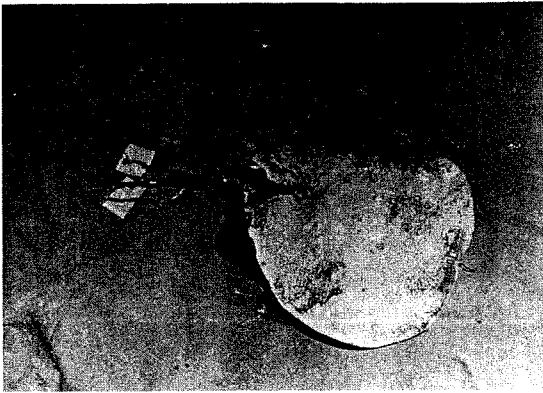


Fig. 6. The isolated latissimus dorsi flap included thoracodorsal vessels and nerve.

### 3) 증례 3

21세 남자 환자로 열차사고로 인하여 우측 발뒤꿈치에 절단창을 입고 타병원에서 치료후 전원된 환자로 연부조직의 괴사 및 종골의 체중부하 부위에 골결손이 있었다(Fig. 9). 수상후 4주째에 심회

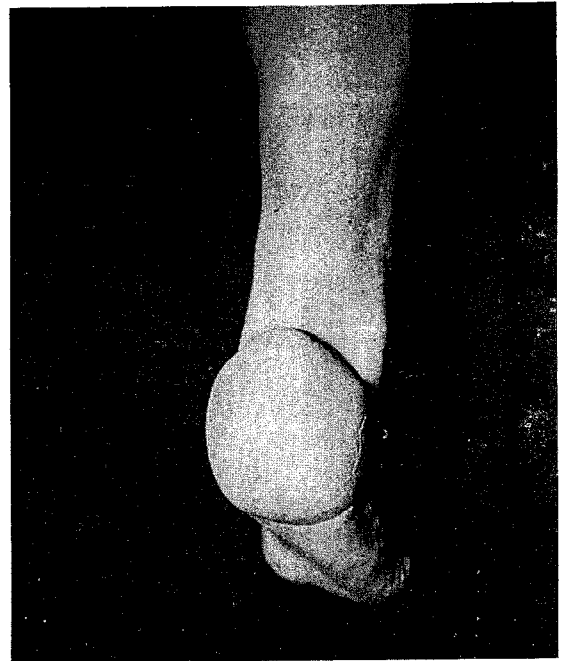


Fig. 8. No specific problems noted in postoperative 6 years and 5 months.



Fig. 9. This preoperative radiograph showed partial bony loss of weight bearing portion of calcaneus.

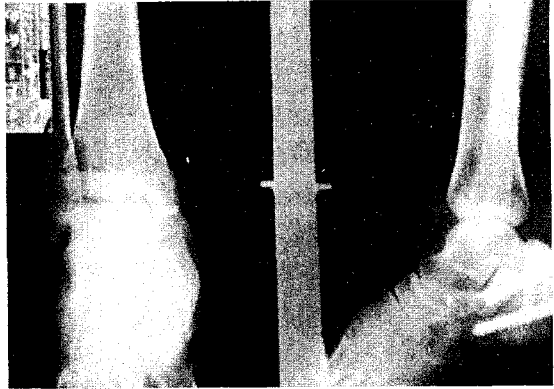


Fig. 11. This radiograph showed stable internal fixation of iliac bone to calcaneus in postoperative 4 months.

선장골혈관을 이용하여 15cm×9cm의 피부편과 5cm×4cm 크기의 장골편을 얻어(Fig. 10) 유리피판이식술을 시행하였고, 술후 4개월째 견고한 골고정(Fig. 11) 및 이식피부편의 안정을 볼 수 있었고(Fig. 12), 골주사 검사상 이식골편의 골흡수 증가가 관찰되었다(Fig. 13).

## V. 고 찰

하지의 광범위한 연부조직 손상은 골의 유합에 중요한 요소로 최근 미세수술의 발달과 함께 미세 재건술로 많이 치료되고 있다.

하지의 피부는 상지의 피부에 비해서 보통 두껍고 탄력성이 적으며 하지의 동맥은 매우 강한 교감신경 지배하에 있어 외상에 의해 말초조직의 손상을 일으키기 쉽고, 하지의 정맥은 중력에 영향

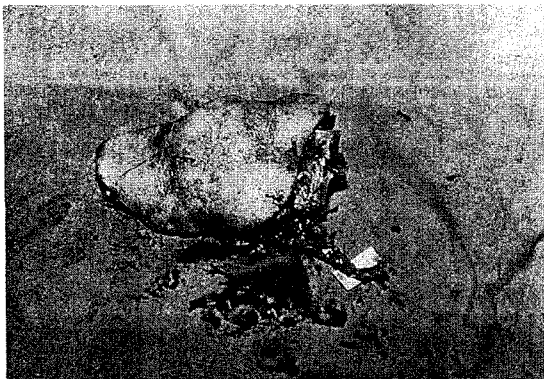


Fig. 10. The isolated vascularized iliac flap included skin and iliac bone with deep circumflex iliac vessels.

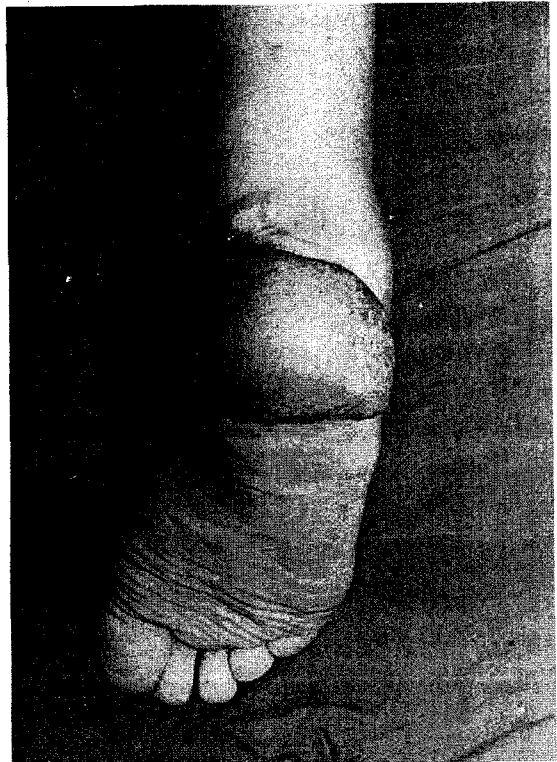


Fig. 12. Well survived and stable free flap was seen in postoperative 4 months.

을 받아 경도의 순환부전에도 울혈이나 혈전등을 일으키기 쉬우므로 하지의 상처는 상지에 비해 치유가 늦고 합병증도 많다<sup>8)</sup>.

이중 족부는 기능적인 측면에서 신발을 신을 수 있는 윤곽을 유지하는 것과 체중 부하를 견뎌야

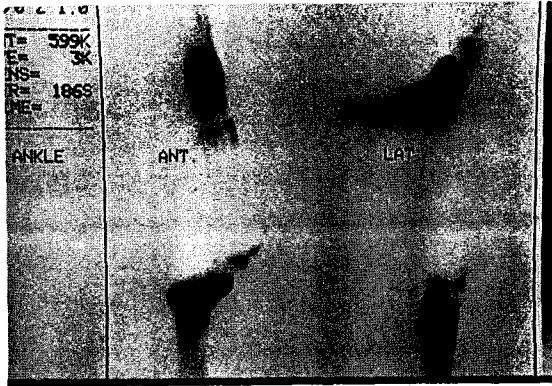


Fig. 13. Increased uptake of radioisotope was seen on the grafted bone in postoperative 4 months.

하는 것이 족부재건에 중요한 요소인데<sup>9,24)</sup>, 족부 재건에는 체중의 부하를 직접 받는 발뒤꿈치와 족저부, 그리고 체중 부하를 직접 받지 않는 족배부로 나눌 수 있다<sup>5)</sup>.

발뒤꿈치의 구조는 종골위에 섬유화 격벽으로 연결되어 있는 두껍고 튼튼한 지방과 함께 두꺼운 피부로 덮여있어 발뒤꿈치 재건시 피판이 가져야 할 특성은 감각기능이 있어야 하고, 견고성, 만족할 만한 외관성등이 있어야 한다<sup>24)</sup>.

피부이식술이 발뒤꿈치 손상에 처음 사용되었으나 내구성이 좋지 못하여 만족스럽지 못하였고<sup>11)</sup>, 근피판은 1946년 Stark등<sup>22)</sup>이 하퇴부의 만성 골수염 환자에서 근이동술을 처음 사용한 이후, Ger<sup>6)</sup>의 비복근 근이동술이 보고되었고 이후 random flap<sup>2,3,18)</sup>, island neurovascular flap<sup>21)</sup>, 단족지굴근 피부근피판(flexor digitorum brevis musculocutaneous flap<sup>7,13,20)</sup>, innervated skin graft<sup>10)</sup>, subfascial arterialized flap<sup>15)</sup>등의 국소피판은 감각성과 견고성은 얻을 수 있으나 광범위한 연부조직 손상에는 적용에 어려움이 많고, Cross-Foot<sup>14,26)</sup>, Cross Leg flap<sup>11)</sup>등은 비교적 넓은 연부조직 결손에도 사용될 수 있지만 피판괴사, 감염, 무신경피부, 그리고 입원기간의 연장등의 단점이 문제가 되어 왔다.

이런 문제들을 해결할 수 있는 방법으로 각광을 받아온 유리 피판술은 한번의 수술로 즉시 재발을 시작할 수 있고, 입원기간과 비용을 절감할 수 있으며 공여부 결손을 최소화할 수 있고 인대, 신경 또는 골 조직 등을 포함한 광범위한 개방창에 대해서는 혈행이 풍부한 유리피판을 조기에 피복해

줌으로써 감염의 치유가 빠른 장점이 있다<sup>1,4,19)</sup>.

이러한 유리 피판술의 방법으로 족배피판(Dorsalis pedis flap)<sup>13)</sup>, 대퇴근막장근 피판(Tenso fascia lata flap), 서혜부 피판(Groin flap)<sup>17)</sup>, 견갑부 피판(Scapular flap)<sup>16)</sup>, 삼각근 피판(Deltoid flap)<sup>16)</sup>, 활배근 피판(Latissimus dorsi flap)<sup>5,24,25)</sup>, 박근 피판(Gracilis 피판)<sup>24)</sup>등이 있으며 이들의 선택에는 어려움이 있으나 Stevenson등<sup>24)</sup>은 Gracilis 피판이 공여부 변형이 적고 같은 수술 시야에서 이루어지는 장점이 있어 작은결손에 적당하고, 보다 큰 결손이나 보다 긴 혈관경이 필요할때는 활배근 피판이 더 좋다고 보고하였다<sup>5,12,24)</sup>.

저자들의 경우 10cm×10cm 이하의 작은 결손에는 족배 피판, 전완부 피판 등을 사용하였으며 10cm×10cm이상의 큰 결손에는 활배근 피판, 대퇴근막장근 피판, 서혜부 피판등을 사용하였다. 발뒤꿈치 연부조직 결손외에 종골 결손이 동반되어 있으며 치료는 더욱 어려워지는데 Stevenson등<sup>23)</sup>은 11세 여아의 골결손을 동반한 발뒤꿈치 결손 환자를 심회선 장골 동맥을 이용한 생장골 및 생피부만 이식술로 치료하여 좋은 결과를 얻었다고 하였는데 저자들은 2례에서 같은 방법으로 좋은 결과를 얻었다.

## VI. 요 약

저자들은 1980년 1월부터 1993년 5월까지 종골 부위의 피부결손이나 또는 골결손을 동반한 연부 조직 손상이 있었던 총 22례 환자에 대하여 유리 피판술 또는 생골및 생피부편 이식술을 시행하고 최저 1년 이상 추시하여 다음과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 유리 피부편의 크기는 최저 7cm×6cm에서 최대 28cm×10cm로 평균 12.1cm×9.2cm였고, 유리 골편의 크기는 각각 4cm×3cm, 5cm×4cm였다.

2. 재건술에 이용된 방법으로 유리 피부피판술은 족배 피판 11례, 서혜부 피판 2례, 전완부 피판 2례였고, 유리 피부근피판술은 활배근 피부근피판 3례, 대퇴근막장근 피부근피판 2례였으며, 골결손을 동반한 연부조직 손상인 경우 2례에서 생장골 피부편을 이식하였다.

3. 총 22례중 19례에서 유리편이 생존하여 86.4%의 성공율을 보였으며, 수술후 혈전증 2례와 감염이 발생하였던 1례에서 실패하였다.

이상의 결과로 볼 때, 고식적인 방법으로 치료하기 어려운 발뒤꿈치의 연부조직 또는 골결손의 치료로서 미세수술을 이용한 유리편 재건술이 유용한 방법으로 사료되며, 발뒤꿈치의 감각신경 회복에 대하여는 향후 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) Banic A and Wulff K : *Latissimus dorsi free flaps for total repair of extensive lower leg injuries in children. Plast Reconstr Surg, 79:769-775, 1987.*
- 2) Buntine JA : *Repair of the sole. Med J Aust 1 : 520-524, 1970.*
- 3) Curtin JW : *Functional surgery for the intractable conditions of the sole of the foot. Plast Reconstr Surg, 59 : 806-811, 1977.*
- 4) Dabb RW and Davis RM : *Latissimus dorsi flaps in the elderly. An alternative to below amputation. Plast Reconstr Surg, 73 : 633-640, 1984.*
- 5) Ferreira MC, Besteiro JM, Monteiro AA, and Zumioti A : *Reconstruction of the foot with microvascular free flaps. Microsurgery 15 : 33-36, 1994.*
- 6) Ger R : *The management of pretibial skin loss. Surgery 63 : 757-763, 1968.*
- 7) Hartrampf CR, Schefaan M, and Bostwick J : *The flexor digitorum brevis muscle island pedicle flap. A new dimension in heel reconstruction. Plast Reconstr Surg, 66 : 264-270, 1980.*
- 8) Hidalgo DA and Shaw WW : *Reconstruction of foot injuries. Clin Plast Surg, 13 : 663-680, 1986.*
- 9) Knouri RK and Shaw WW : *Reconstruction of lower extremity with microvascular free flap. A 10 year experience with 304 consecutive cases. Presented at the 48th Annual Meeting of the American Association for the Surgery of Trauma. Newport Beach, CA, October 7, 1987*
- 10) Lister GD : *Use of an innervated skin graft to provide sensation to the reconstructed heel. Plast Reconstr Surg, 62 : 157-161, 1978.*
- 11) Maisels DO : *Repair of the heel. Br J Plast Surg, 14 : 117-120, 1961.*
- 12) May JW, Halls MJ and Simin SR : *Free microvascular muscle flaps with skin graft reconstruction of extensive defects of the foot. A clinical and gait analysis study. Plast Reconstr Surg 75 : 627-639, 1985.*
- 13) McCraw JB : *Selection of alternative local flaps in the leg and foot. Clin Plast Surg, 6 : 227-246, 1979.*
- 14) Mir ML : *Functional graft of the heel. Plast Reconstr Surg, 14 : 444-446, 1954.*
- 15) Reiffel RS and McCarthy JG : *Coverage of heel and sole defects. A new subfascial arterialized flap. Plast Reconstr Surg, 66 : 250-260, 1980.*
- 16) Serafin D, Sabatier RE, Morris RL and Georgiade NG : *Reconstruction of the lower extremity with vascularized composite tissue. Improved tissue survival and specific indications. Plast Reconstr Surg, 66 : 230-241, 1980.*
- 17) Serafin D and Voci VE : *Reconstruction of the lower extremity. Microsurgical composite tissue transplantation. Clin Plast Surg, 10 : 55-72, 1983.*
- 18) Shanahan RE and Gingrass RP : *Medial plantar sensory flap for coverage of heel defects. Plast Reconstr Surg, 64 : 295-298, 1979.*
- 19) Shen T, Sun Y, Cao O and Wang N : *The use of free flaps in burn patients. Experiments with 70 flaps in 65 patients. Plast Reconstr Surg, 81 : 352-357, 1988.*
- 20) Skef Z, Ecker HA and Graham WP : *Heel coverage by a plantar myocutaneous island pedicle flap. J Trauma 23 : 466-472, 1983.*
- 21) Snyder GB and Edgerton MT : *The principle of the island neurovascular flap in the management of ulcerated anesthetic weight-bearing areas of the lower extremity. Plast Reconstr Surg, 36 : 518-524, 1965.*
- 22) Stark WJ : *The use of pedicle muscle flaps in the surgical treatment of chronic osteomyelitis resulting from compound fracture. J Bone Joint Surg, 28 : 343-350, 1946.*
- 23) Stevenson TR, Greene TL and Kling TF : *Heel reconstruction with the deep circumflex iliac artery osteocutaneous flap. Plast Reconstr Surg, 79 : 982-986, 1987.*
- 24) Stevenson TR and Mathes SJ : *Management of foot injuries with free muscle flaps. Plast Reconstr Surg, 78 : 665-669, 1986.*
- 25) Takami H, Takahashi S and Ando M : *Microvascular free musculocutaneous flaps for the treatment of avulsion injuries of the lower leg. J Trauma 23 : 473-477, 1983.*
- 26) Taylor GA and Hopson WLG : *The cross-foot flap. Plast Reconstr Surg, 55 : 677-681, 1975.*