

내측 족저부 감각 유리피판을 이용한 조직결손 재건술

연세대학교 의과대학 성형외과학교실

이 훈 범* · 탁 관 철

— Abstract —

Clinical Application of Sensate Instep Free Flaps

Hoon Bum Lee, M.D., Kwan Chul Tark, M.D.

*Department of Plastic and Reconstructive Surgery
Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea*

Pulp and palm of the hand and heel of the sole are anatomically unique. Satisfactory reconstruction of these areas presents the plastic surgeon with many challenges and requires durable and sensible skin coverage, minimal donor morbidity and reliable operative procedure.

We presents 7 clinical cases of sensate instep free flap transfer in this paper during the last 2 years. Three cases were soft tissue defects due to crushing and avulsion injury on the pulp of finger. 1 case was unstable scar and redundant flap after reconstruction of soft tissue defect of palm and 1 case was contracture of first web of hand. One case was a soft tissue defect due to avulsion injury on heel. Lastly, one case was chronic osteomyelitis with open wound on lateral malleolar area.

Follow-up period ranged from 3 months to 2 years. Through the whole follow-up period, all flaps were viable and durable to persistent stress or weight bearing and were sensible enough to protect the reconstructed area from injuries and maintain functions.

In conclusions, the instep free flap should be considered as a valuable tool in reconstruction of hand and extremity requiring durability and sensation.

Key Words : Reconstruction of palm, Reconstruction of sole, Sensate instep free flap

I. 서 론

1954 Mir y Mir¹⁾ 등이 발뒤꿈치 결손을 재건하기 위한 기능피판(functional flap)으로서 cross-foot instep flap을 처음 소개한 이후 내측족저부 피판

(instep flap)은 myocutaneous island flap²⁾, fasciocutaneous island flap³⁾으로 발전하였다. 과거 발뒤꿈치나 종골(calcaneus) 등의 체중부하부위(weight bearing area)는 cross-foot flap, cross-leg flap이나 다른 부위로 부터의 다양한 유리 피판으로 재건하였으나 기능적인 면-즉, 체중감당이나 감각

기능회복면—이나 외형적인 면에서 만족할 만한 결과를 얻지 못하였다. 그러나 최근에는 미세수술의 발달과 더불어 두께가 얇으면서도 족저부의 잘 발달된 근막이 포함되고 내측족저부신경을 함께 이식할 수 있어 기능적, 외형적인 면에서 이상적인 재건효과를 기대할 수 있는 내측족저부피판 (instep flap)을 피신경을 포함하는 유리피판으로 반대쪽의 발뒤꿈치 결손이나 다른 부위, 특히 수장부의 연부조직 결손의 재건에 이용 가능하게 되었고 감각기능의 회복까지도 기대할 수 있게 되었다.

Pinch와 Grasp을 주기능으로 하는 수부는 독특한 해부학적 구조를 가짐으로써 반복되는 자극에 견딜 수 있는 충분한 내구성과 충격을 완화할 수 있는 완충작용을 가져야 하며 민감한 감각능력을 갖기 위하여 풍부한 감각신경 및 수용체를 가지고 있다. 이러한 수부 특히 수장부의 해부학적 특성을 대표적으로 충분히 갖춘 부위가 바로 내측족저부이다.

저자들은 지난 2년 동안 외상등으로 발생한 발뒤꿈치 또는 수부 등의 결손환자 7명을 내측족저부 유리-감각피판(sensate instep free flap)을 이용하여 재건함으로써 만족할 만한 결과를 얻었기에 이를 보고하며 장기추적 관찰후의 기능적 결과를 분석하고 평가하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1992년부터 1994년까지 내측족저부 유리-감각피판술을 이용하여 7명의 환자를 치료하였다.

유리피판은 7명에서 시행하였으며 수지의 첨부 염색상 3례, 제 1수지 간부의 반흔구축, 발뒤꿈치의 염색상에 의한 연부조직결손, 외측 복사골 부위(lateral malleolar area)의 개방성 만성 골수염, 수장부의 연부조직 결손이 각기 1례씩이었다.

환자의 나이는 18세 부터 64세까지였고, 평균 나이는 33세였으며 모두 남자였다. 추적조사기간은 3개월에서 2년까지였으며, 결손부위의 크기는 최소 2×3cm에서 최대 7×9cm이었다(Table 1).

III. 증례 보고

Table 1. Patient summary

case	age/sex	Diagnosis	defect site
1	54/M	soft tissue defect	thumb pulp
2	24/M	soft tissue defect	thumb pulp
3	46/M	infected amputated stump	3rd finger
4	35/M	unstable flap	palm
5	64/M	open chronic osteomyelitis	lateral malleouls
6	18/M	posttraumatic contracture	1st web, hand, Rt.
7	22/F	unstable scar	heel, total

대표적인 유리-감각피판 4례를 사진과 함께 소개한다.

증례 1(Case No.:1)

54세 남자환자로 우측 모지(제 1 수지) 수지첨부에 압박결출상에 의한 조직결손이 발생하여 본원으로 내원하였다. 광청술후 발생한 결손부를 적절한 감각기능과 두께의 회복 그리고 미용상 좋은 결과를 얻기위해 동측의 내측족저부에서 3.5×2.5cm크기의 족저부 유리-감각피판으로 재건하였다. 제 1수지는 4개월째 모양과 기능에서 비교적 좋은 모습을 보이나 이차적으로 일부 지방제거 및 모양 정리술을 시행하였다.

수술 후 특별한 합병증은 없었고 약 4개월후의 추적관찰에서 물건을 잡거나 연필을 쥐는 등의 손의 기능은 정상이었으며 TPD는 7mm로 족저부의 TPD 15~20mm보다도 매우 양호하였다(Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

증례 2(Case No.:3)

46세 남자환자로 작업도중 압연기에 제3수지의 원위지관절에서 절단되고 치료중 본원으로 전원되었다. 내원 당시 절단부에는 농양을 동반하는 심한 염증이 있었다. 약 1주일간 치료후 3×2cm크기의 내측족저부 유리-감각피판으로 피복하여 주었다. TPD은 점차 호전되었으며, 약 7개월 추적관찰시 7mm였다(Fig. 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).

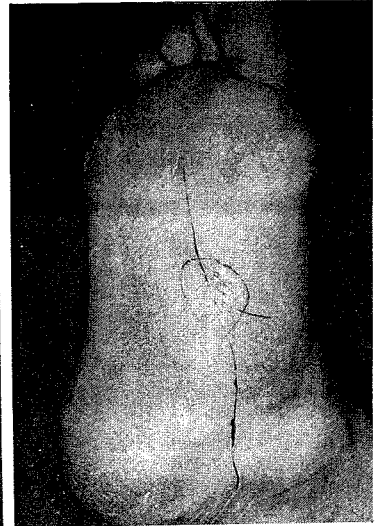


Fig. 1. Soft tissue defect of thumb pulp
 Fig. 2. After debridement, only Bony architecture remains.
 Fig. 3. Flap designed

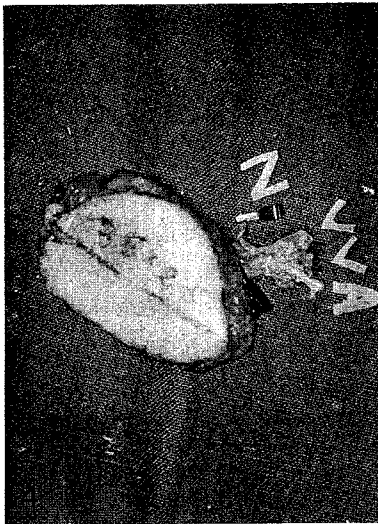


Fig. 4. Flap elevated
 Fig. 5. 3 weeks follow up
 Fig. 6. 4 month follow up

증례 3(Case No.:4)

35세 남자로 작업도중 우측 수장부에 결찰압상에 의하여 연부조직 결손이 발생하여 반전요측 전박피판술로 회복하였던 환자로 반복되는 궤양, 무감각 및 미끌거림으로 인하여 반전요측전박피판을 제거하고 7×9cm 크기의 내측족저 유리-감각

피판으로 재건하였다. 약 8개월후 수술전에 보였던 불안정성은 완전히 개선되고 감각기능도 약 11mm를 보였다(Fig. 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23).

증례 4(Case No.:5)

64세 남자로 30년전 좌측 하지 외측부 및 족관절부에 열탕화상을 입고 보존적 요법으로 치유되었

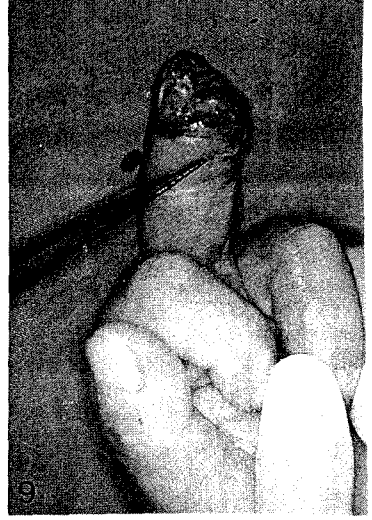
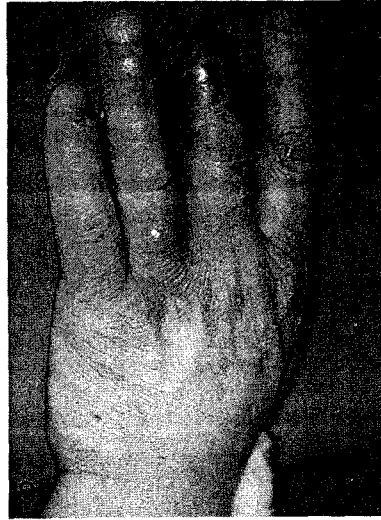


Fig. 7. 4 month follow up
 Fig. 8. Amputated stump was infected
 Fig. 9. DIP jt was noted

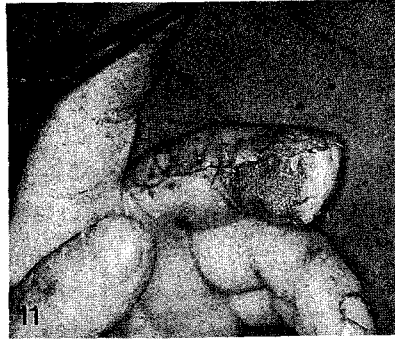
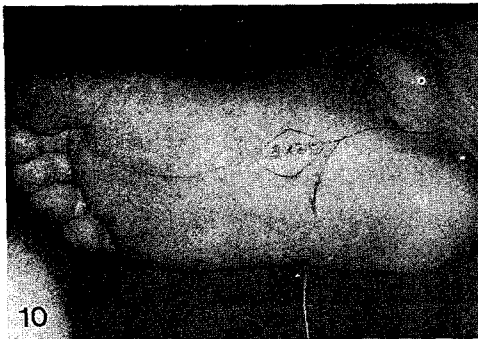


Fig. 10. Flap was designed
 Fig. 11. Sensated Medial Plantar free flap was inset
 Fig. 12. 3 weeks follow up

다가 최근 1년 6개월전부터 반복되는 궤양 및 비골
 외과(복숭아뼈)의 만성 화농성 골수염으로 본원에
 내원하였다. 광범위 광절술 및 골조직 소파술후 6
 ×7cm 크기의 내측족저 유리피판술로 피복하였다
 (Fig. 24, 25, 26, 27, 28, 29).

증례 5(Case No.:7)

22세 남자로 3년전 교통사고로 인하여 발뒤꿈치
 에 연부조직 결찰상을 입고 피부이식술을 시행하
 였던 환자로 불안정 반흔 및 보행장애를 호소하였
 다. 불안정 반흔부를 제거하고 내측 족저부 유리-
 감각피판으로 피복하였다. 약 2년 후의 모습으로

보행의 안정성 및 감각기능의 회복을 보여 TPD이
 약 18mm로써 일반적인 족저부 감각기능과 비교하
 여 정상범주에 속하였다(Fig. 30, 31, 33, 34, 35).

IV. 결 과

제1수지첨부와 수장부 그리고 제1수지간부를 내
 측족저부 유리피판으로 재건한 경우도 기능적, 미
 용적인 면에서 만족할 만하였으나 수지첨부의 재
 건시는 피판의 크기가 작아서 피판거상이 오히려
 용이하지 않았다. 감각기능은 TPD으로써 수부에
 서 평균 10mm로써 족저보다 오히려 더 양호하였

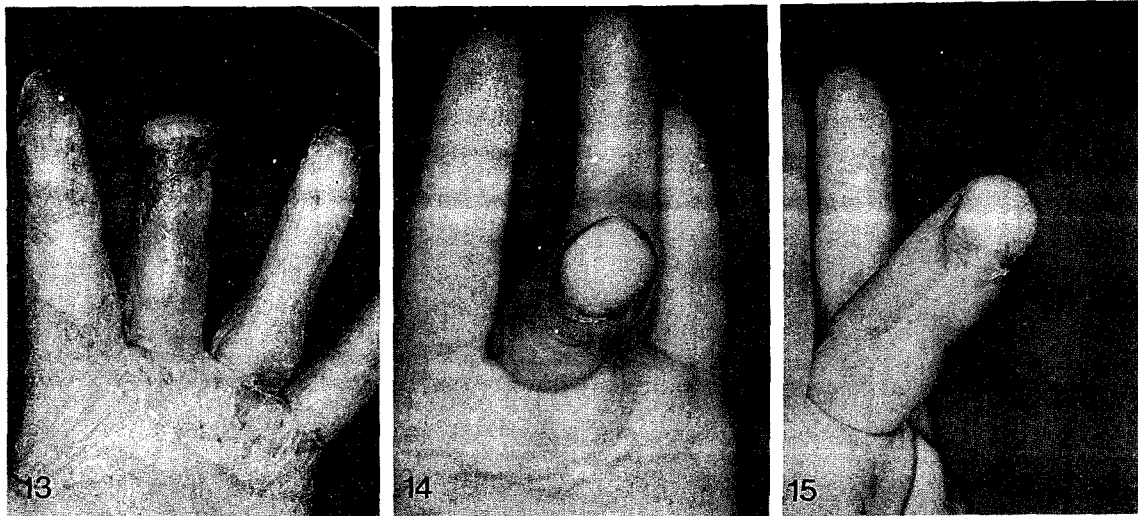


Fig. 13. 3 weeks follow up
 Fig. 14. at 2.5 month follow up
 Fig. 15. at 2.5 month follow up

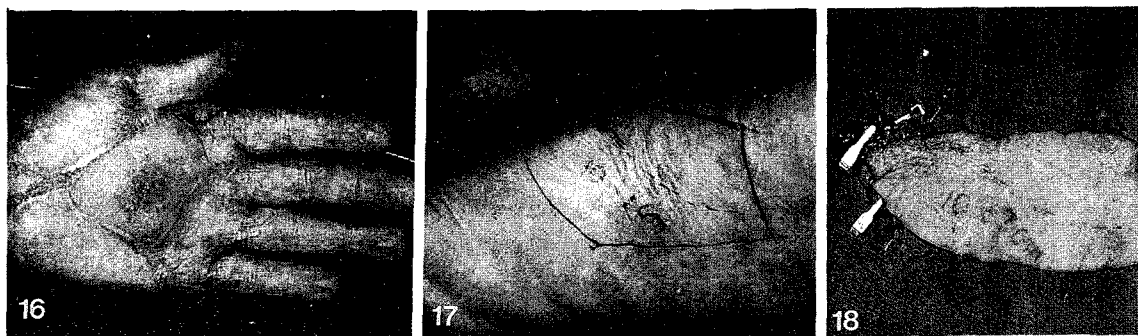


Fig. 16. Unstable flap was noted (s/p reverse radia forearm flap)
 Fig. 17. Sensate medial plantar free flap designed
 Fig. 18. Flap was elevated

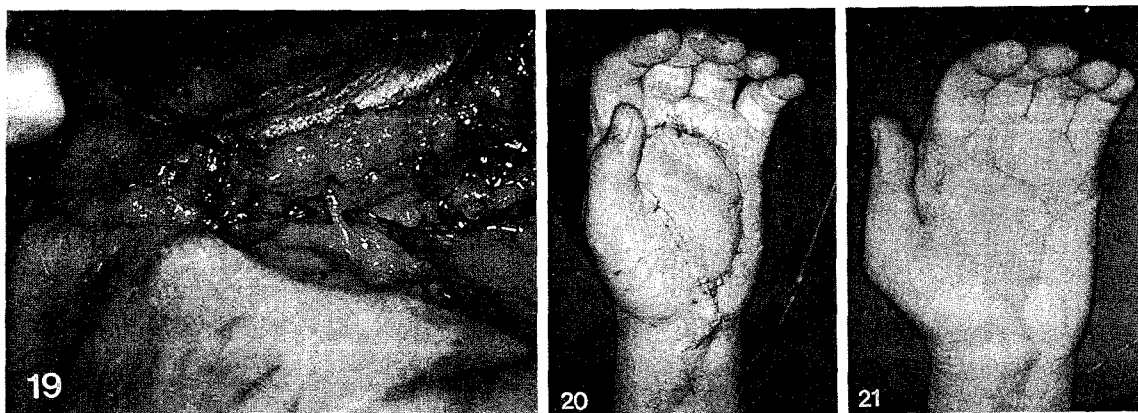


Fig. 19. Neurorrhaphy done
 Fig. 20. immediate postoperative view
 Fig. 21. 4 month follow up view

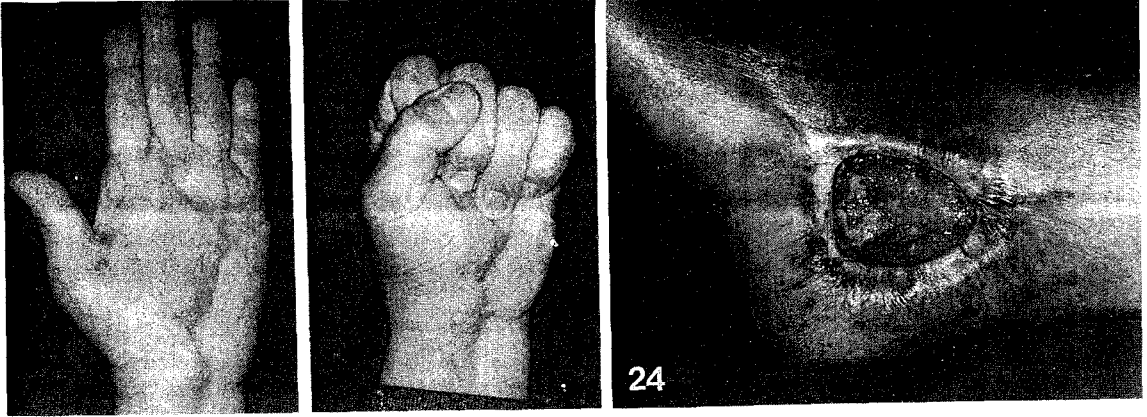


Fig. 22. 4 month follow up view

Fig. 23. 4 month follow up view

Fig. 24. chronic osteomyelitis of lateral malleolus

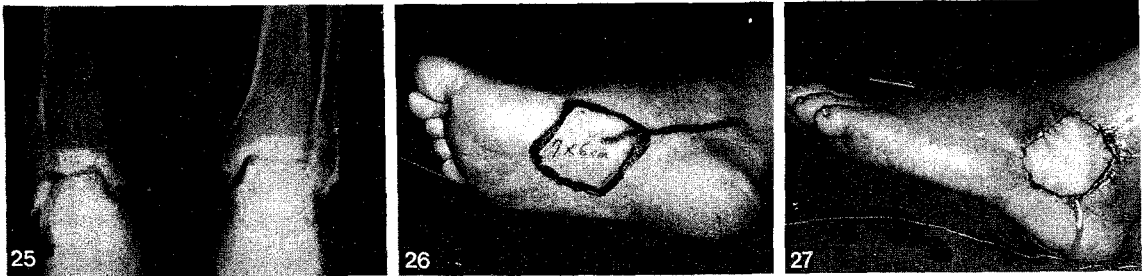


Fig. 25. preoperative x-ray view

Fig. 26. medial plantar free flap designed

Fig. 27. immediate postoperative views

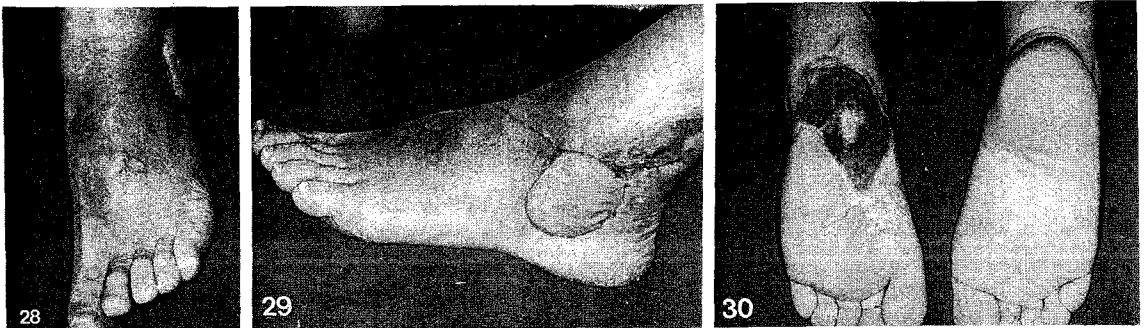


Fig. 28. 3 month follow up view

Fig. 29. 3 month follow up view

Fig. 30. Soft tissue defect of heel

다(Table 2).

비골 외과(봉숭아뼈)의 만성골수염을 보인 개방성 창상은 완전 치유되었으며, 모양이나 내구성에 있어서 만족스러웠다.

발뒤꿈치의 결손 1례에서 내측 족저부 유리-감

Table 2. Sensory recovery of Sensated Instep Flap

	*TPD(mm)	**NL TPM(mm)
Hand	10.5	3.1±1.5
Foot	19	16.8±2.1

*TPD: average Two Point Discrimination

**NL TPD: Normal TPD of Patient

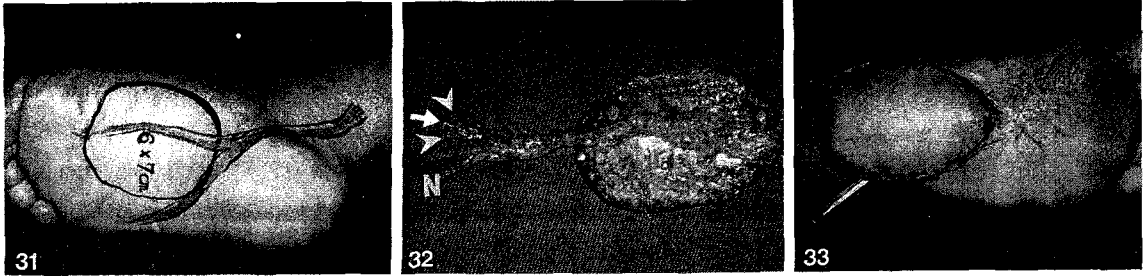


Fig. 31. Flap design
 Fig. 32. Sensated medial plantar free flap elevated.
 Fig. 33. Flap was inset

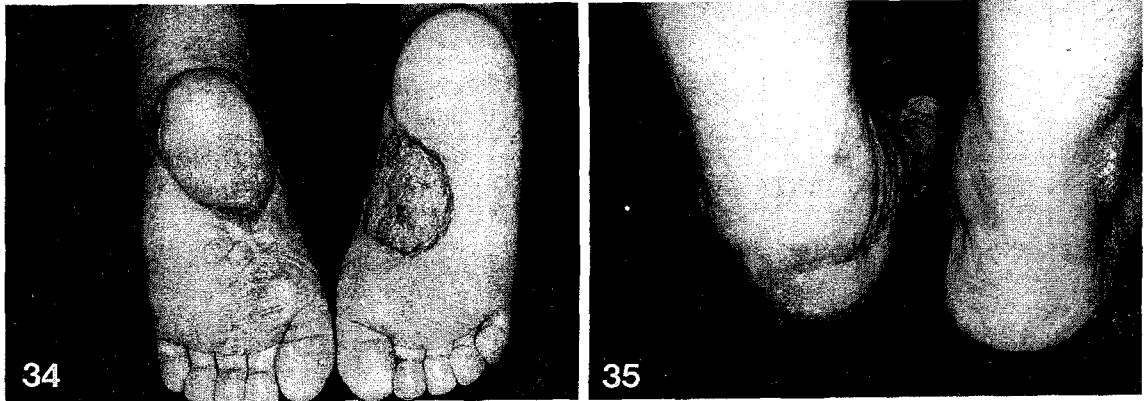


Fig. 34. 2years follow up view Shows aesthetically acceptable flap.
 Fig. 35. 2years follow up view At walking, problems were not noted.

각피판으로 재건하였다. 보행이나 신발을 신는데 불편함이 없었으며 이식된 피판은 calcaneus에 견고하게 부착되어 연부조직의 안정성(stabilization)이 잘 유지되고 있었다. 피판의 두께도 적당하여 양쪽 발뒤꿈치의 높이가 비대칭을 보이는 경우는 없었으며 색상이 비슷하여 미용적으로도 우수하였다. 감각기능의 회복은 2년 추적관찰 결과 동측 족저부의 TPD와 비교하여 볼때 TPD가 18mm로 우수하였다(Table 2). 즉 수부에 이식한 족저부 피판의 TPD는 매우 양호하였으며 족부에 이식한 피판의 TPD는 원래 족저부의 수준이었다. 수술 후 합병증으로 공여부나 피판의 변연에 생긴 각화증(hyperkeratosis)이 문제가 되었는데 주로 체중부하 부위에서 현저하였다.

V. 고 찰

수장부나 족저부 특히 발뒤꿈치는 해부학적으로

특이한 구조를 이루고 있고, 이의 재건은 항상 성형외과의 관심과 도전의 대상이었다.

수장부의 재건에는 특히 섬세한 감각기능의 회복이 중요하며 물건을 잡거나 집는 등의 손의 기능을 위해선 피판의 내구성과 미끄러짐이 없는 안정성 그리고 충격을 완화할 수 있는 완충작용을 할 수 있는 해부학적으로 독특한 형태의 피부 및 조직이 요구된다. 이를 위해 수장부의 조직과 매우 유사한 조직구조를 가진 족저부의 조직을 이용한 방법들이 많이 소개되었다. Bunke와 Rose¹⁴⁾은 제1족지 내측부의 free hemi-pulp flap을 시행하여 좋은 결과를 얻었으나 공여부가 체중부하를 받는 부위였다. Sekiguchi등¹⁵⁾이 처음으로 내측족저부 유리피판을 이용하여 수장부를 재건하여 좋은 결과를 보고하였다. 또 Inoue등¹⁶⁾은 내측족저부 유리피판을 이용하여 수지첨부를 재건하면 조직구조와 색상이 비슷하여 미용적으로 우수하며 공여부도 체중부하가 없는 부위이므로 기능적으로 지장이

없다고 하였다. 저자들은 내측족저부 유리피판으로 수장부, 수무지첨부, 제1수지간부를 재건하여 만족할 만한 결과를 얻었다. 수술 후 감각기능의 회복도 우수하여 공여부의 TPD인 15~20mm보다 오히려 더 호전되어 평균 10mm까지도 회복되었는데 이는 이식한 피판주위의 정상조직으로부터의 axonal growth와 문합한 수혜부 신경의 특성에 의한 영향으로 추측이 된다. 무지의 pulp를 재건한 경우와 같이 피판의 크기가 작아지면 내측족저부 신경혈관속을 포함한 피판의 거상이 오히려 어려워지나 조직구조의 유사성과 모양, 색상 그리고 감각기능의 회복면에서 내측족저부 유리피판은 수장부나 수지첨부의 재건에도 이상적이라고 생각된다.

발뒤꿈치는 항상 체중을 지탱해야 하는 부위로 이 부위의 재건에는 이를 위한 내구성과 감각기능 유지가 필요하며 손바닥 역시 정상적인 기능유지를 위해서는 어느 정도의 내구성과 미세한 감각기능이 요구된다. 족저부에서 주로 체중을 지탱하는 부위인 발뒤꿈치는 골구조(bony structure)와 외피(integument) 사이에 근육이 존재하지 않는 특이한 구조를 이루고 있다. 이의 재건을 위해 다양한 방법들이 사용되어 왔는데 무지굴근(flexor digitorum hallucis), 무지외전근(abductor hallucis) 등의 근육을 전이한 후에 식피술을 하는 경우나 육아조직에 직접 식피술을 하는 경우는 감각기능이나 내구성, 그리고 미용적으로 만족할 만한 결과를 얻기 어렵다. Tensor fascia lata musculocutaneous flap⁴⁾, scapular flap⁵⁾, deltoid flap⁶⁾, radial forearm flap⁷⁾, posterior calf flap⁸⁾, dorsalis pedis flap⁹⁾, latissimus dorsi flap¹⁰⁾ 등의 distant flap 등도 사용되었으며 이들은 감각기능의 회복이나 내구성면에서 식피술을 시행한 경우보다는 나을 수 있으나, 피판의 두께의 의한 발뒤꿈치 높이의 차이나 정상 족저부와 같이 골구조(bony structure)에 직접 피부가 붙지 못해 skin paddle이 유동적이라는 것등이 단점으로 지적되어 왔다.

Gillies¹¹⁾가 "losses must be replaced in kind"라고 말했듯이 족저부의 연부조직 결손을 같은 조직학적 특성을 가진 조직으로 대체하려는 노력이 행해져 왔다.

Mir y Mir¹²⁾는 결손 반대측의 내측족저부으로

부터 cross-foot flap을 시행하였고 Reiffel과 McCarthy³⁾은 족저근막을 포함하고 혈관과 감각기능을 유지시키는 근막하피판(subfascial flap)으로 족저부의 결손을 덮었으나 피판이 덮을 수 있는 위치와 크기에 제한이 있고 죽상동맥경화증(atherosclerosis)의 위험이 있었다.

Morrison¹²⁾은 내측족저부에서 근육을 포함하지 않는 근피부유리피판(fasciocutaneous free flap)으로 발뒤꿈치의 결손을 재건하였는데 이 곳에서의 피판은 결손봉뒤를 미용적으로 만족시키며 피판에 근육을 포함하지 않고 피판의 근막이 결손부위의 골에 잘 유착되어 근피판과는 달리 가동성 없이 안정될 수 있고 공여부도 피부이식만으로 이차적인 기능결손없이 잘 치유될 수 있다. 과각화증(hyperkeratosis)과 감각기능의 저하가 나타났으나 피판의 국소적인 궤양은 없었고 감각기능도 피판의 안정성을 유지하는데는 부족하지 않다고 하였다. 이들은 또한 동측의 내측족저부 피판 이용이 불가능할 경우 반대측의 내측족저부유리피판으로써 결손을 재건할 수 있다고 하였다.

Hidalgo와 Shaw¹³⁾는 족저부피판의 해부학적 기초에 대한 보고에서 내측족저부의 혈액공급은 내측족저동맥보다는 족배동맥과 외측족저동맥으로 구성되는 proximal plantar plexus가 더 중요하다고 하였으나 Morrison 등¹²⁾은 내측족저동맥만으로 외측족저부까지 포함하는 광범위한 도서형피판을 문제없이 거상하였다. 저자들도 임상적으로 내측족저동맥에서 피판으로 가는 perforator 등을 확인할 수 있었고, 피판의 혈관정으로서 충분하다고 생각된다.

저자들은 족저부, 특히 발뒤꿈치와 비골 외과(복숭아뼈)에서의 조직 결손이 있는 환자에서 반대측 또는 동측의 내측족저부에서 내측족저동맥을 혈관경으로 하는 유리피판으로 재건하여 만족할 만한 결과를 얻었다.

피판은 결손부위와 유사한 조직구조를 갖고 있으며 색상면에서도 비슷하여 미용적으로도 좋은 결과를 얻었다. 이 피판은 피판보호유지에 필요한 감각기능을 유지할 수 있고, 근육을 포함하지 않으며, 피판이 놓이게 될 부위의 바닥에 직접 붙기 때문에 다른 종류, 예를 들어 근육을 포함하는 피판에서와 같이 발뒤꿈치의 높이를 높이거나 피판

이 유동적이지 않고 안정적이었다. 족저부피판의 두께는 원래의 heel pad 두께보다는 얇지만 시간경과에 따른 어느 정도의 반흔구축으로 인해 발뒤꿈치의 높이를 약간 증가시킬 수 있었다.

발뒤꿈치 및 비골 외과(복숭아뼈)의 재건에서의 감각기능의 회복은 모두 내측족저신경의 피부분지를 피판에 포함시켜 후경골신경에 연결하여 만족할 만한 결과를 얻었다. 발뒤꿈치의 정상 TPD는 15~20mm 정도인데, 기능적으로 이부위에는 섬세한 감각기능의 회복은 필요하지 않으나 TPD는 18~10mm로 회복되었다. 피판의 꺾임을 방지하기 위해선 감각기능의 유지만으로는 충분하지 않은 것 같다. 식피술이나 근피판을 시행했던 경우 감각이 회복되어도 꺾임이 재발되어 내측족저부피판으로 대치함으로써 꺾임의 재발을 막을 수 있었다는 보고가 있으며¹²⁾, 저자들의 경우 발뒤꿈치의 결손부위에 전층식피술을 시행했던 경우에서 꺾임이 발생하여 족저부유리피판으로 대치함으로써 꺾임의 재발을 막을 수 있었다. 피부의 감각뿐 아니라 심부조직(deep tissue)에서의 감각기능이나 기계적인 견고성도 피판의 유지와 기능에 중요한 역할을 하는 것으로 생각된다.

발뒤꿈치결손을 유리피판으로 재건한 환자의 경우는 동측의 내측족저부에도 손상이 동반되어 있어 도서형피판을 거상할 수 없었던 경우였으며 이런 경우외에도 후경골동맥이나 전경골동맥이 없어 도서형피판에 혈행이 부적절할 것으로 예상되는 경우에 반대측의 족저부유리피판으로 재건할 수 있다.

VI. 결 론

내측족저부 유리-감각피판을 이용하여 수지 침부 3례, 수장부 1례, 제 1수지간부 1례, 비골외과부 만성골수염 1례, 그리고 발뒤꿈치재건에 1례씩 총 7례의 조직 결손부를 재건하였다.

내측족저신경의 피부분지를 분리하여 피판에 포함시킴으로써 공여부의 감각기능을 손상시키지 않으면서 재건부위의 피판성질 뿐만 아니라 감각기능회복에도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있으며 수부의 경우는 공여부의 감각기능 정도보다 더 호전될 수 있다. 또한 족저부피판은 피판에 근육이

포함되어 있지 않고 피부와 족저근막으로만 되어 있어 발뒤꿈치재건시 발뒤꿈치의 안정성(stabilization)에 매우 이상적이다.

내측족저부피판은 족저부나 수장부의 피부와 조직구조나 색상배합이 유사하고 감각신경을 포함하여 감각기능도 재건할 수 있어 수장부나 족저부의 재건에 우수한 피판으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Mir Y Mir: *Functional graft of the heel. Br J Plast Surg* 14: 444, 1954
- 2) Hartrampf CR, Schellflan M, Bostwick J: *The flexor digitorum brevis muscle island pedicle flap; A new dimension in heel reconstruction. Plast Reconstr Surg* 66: 264, 1980
- 3) Harrison DH, Morgan BDG: *The instep island flap to resurface plantar defects. Br J Plast Surg* 34: 315, 1981
- 4) Nahi F, Hill LH, Hester TR: *Experience with the tensor fascia lata flap. Plast Reconstr Surg* 63: 788, 1983
- 5) Barwick WJ, Goodkind DJ, Serafin D: *The free scapular flap. Plast Reconstr Surg* 69: 779, 1979
- 6) Russel RC, Guy RJ, Zook EG, Merrell JC: *Extremity reconstruction using the free deltoid flap. Plast Reconstr Surg* 76: 586, 1985
- 7) Noever G, Bruser P, Kohler L: *Reconstruction of heel and sole defects by free flaps. Plast Reconstr Surg* 78: 345, 1986
- 8) Walton RL, Petry JJ: *Follow-up on the posterior calf fasciocutaneous free flap. Plast Reconstr Surg* 76: 148, 1986
- 9) Duncan MJ, Zuker RM, Manktelow RT: *Resurfacing weight-bearing area of the heel: The role of dorsalis pedis innervated free tissue transfer. J Reconstr Microsurg* 1: 201, 1985
- 10) Takami H, Takahashi, S, Ando M: *Microvascular free musculocutaneous flaps for the treatment of avulsion injuries of the lower leg. J Trauma* 23: 473, 1983
- 11) Gillies HD Millard DR (eds.): *The principles and art of plastic surgery. Vol 1, Boston, Little Brown & Co., 1957, p52*
- 12) Morrison WA, Grabb DM, O'Brein B, Jenkins A: *A instep of foot as a fasciocutaneous island and as a flap for heel defect. Plast Reconstr Surg* 72: 56, 1983

- 13) Hidalgo DA, Shaw WW : *The anatomic basis of plantar flap design. Plast Reconstr Surg* 78 : 652
- 14) Bunke HJ, Rose EH : *The anatomic basis of plantar flap design. Plast Reconstr Surg* 78 : 627, 1986
- 15) Sekiguchi J, Kajiyama K, Kobayashi S : *Application of free medial plantar fasciocutaneous sensory flap to the hand. J Japanese Society for the Hand* 1 : 705, 1984
- 16) Inoue T, Kobayashi M, Haraahina T : *Finger pulp reconstruction with a free sensory medial plantar flap. Br J Plast Surg* 41 : 657, 1988