

유리피부판에 의한 Heel pad 재건술후 조직학적및 조직화학적 추시

원광대학교 의과대학 정형외과학교실

김상수 · 문응주 · 박희경 · 김영선

= Abstract =

Histological and Histochemical Follow-up of the Resurfaced Heel Pad, Reconstructed by Free Flaps

Sang-Soo Kim, M.D., Eung-Ju Kim, M.D., Hee-Kyoung Park, M.D. and Young-Sun Kim, M.D.

Orthopaedic Department, Won-Kwang University Hospital, I-Ri, Korea

The development of the microvascular surgery revolutionized the reconstructive surgery of the lower extremity. Especially, the defects of the heel and sole, the weight bearing area, were quite difficult and complicate to reconstruct by conventional methods. Many papers reported successful resurfacing the heel pad by free cutaneous or myocutaneous flaps. However, only few reports were concerning the late results of the reconstructed free flaps. The authors studied the histological and histochemical changes of the free flaps under the weight bearing stress in 10 cases.

1. The authors reconstructed 10 cases of the heel pad defects by dorsalis pedis free flaps (5 cases) and latissimus dorsi myocutaneous flaps(5 cases).
2. Before transfer, the horny layer was very thin(about 0.16—0.2 mm) and had an arrangement of basket-weave pattern in both flaps. Until one year after transfer, this layer was worn out (0.02—0.08 mm). However, after one year, this layer became thick (0.05—0.7 mm) and the arrangement was compact in both free flaps.
3. The granular and prickle cell layers were also increased in thickness after one year.
4. In the suprabasilar area, friction blisters were observed before one year, especially in latissimus dorsi myocutaneous flap. However, they slowly disappeared after one year and then the epidermis was stabilized.
5. In the dermis, the contents of the amyloid and acid mucopolysaccharides were increased up to the level of those of the normal heel pad in both flaps.
6. As a conclusion, the transferred free flaps were in distress before one year. But after one year, they began to adapt well histologically and histochemically to the weight bearing stress.

Key Words : Heel pad defect, Free flap.

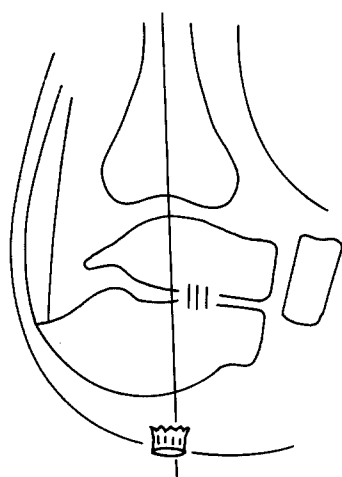
I. 서 론

족부는 재건이 어려운 부위이다¹⁾. 특히 체중부하를 받는 족저부와 heel pad의 연부조직 결손은 체중부하를 하지 않는 부위의 결손과는 달리 취급되며 치료도 단순한 피부이식술보다는 더 복잡한 외과적 치료가 필요하다^{2,3,4,6,7)}. 재건된 heel pad는

종골의 피복이외에 충분한 감각과 내구력을 필요로 한다. 현재까지 heel pad 결손부의 재건을 위한 여러가지 방법이 보고되고 있으나 재건술후 장기간 추시 결과에 대한 보고는 드물다. 본 교실에서는 최근 수년간 heel pad와 족저부의 피부 결손부위에 유리 피부판이식술을 하여 왔다. 저자는 체중부하 stress에 대한 이식된 유리 피부판의 적응 과정을 규명하기 위해 추시 기간별로 이식부에서 조직편을

Table 1. Case materials

Name	Free flap	Receipient nerve	Transferred nerve
1. Y.K. Kim	dorsalis pedis	post tibial n	superf peroneal n
2. W.C. Park	dorsalis pedis	post tibial n	superf peroneal n
3. H.S. Moon	dorsalis pedis	post tibial n	superf peroneal n
4. S.E. Kim	dorsalis pedis	post tibial n	deep peroneal n
5. J.W. Song	lat. dorsi M-C	calcaneal n	thoracodorsal n
6. K.H. Keum	lat. dorsi M-C	post tibial n	thoracodorsal n
7. S.D. Kim	lat. dorsi M-C	post tibial n	thoracodorsal n
8. I. Park	lat. dorsi M-C	post tibial n	thoracodorsal n
9. S.N. Park	dorsalis pedis	post tibial n	deep peroneal n
10. S.J. Lee	lat. dorsi M-C	post tibial n	thoracodorsal n



6 mm in diameter

Fig. 1. Specimen taken from heel.

채취하여 조직학적 및 조직화학적 방법으로 관찰하였기에 보고하고자 한다.

II. 임상재료 및 방법

Heel pad 결손이 있는 10례를 dorsalis pedis free flap (5례)과 latissimus dorsi myocutaneous flap (5례)으로 재건하였다(Table 1). 피부 감각이 회복되도록 dorsalis pedis free flap의 경우, 천비골신경과 심비골신경의 감각분지를 후경골신경의 fascicle 한개에 봉합하였고 latissimus dorsi myocutaneous flap을 한 경우에는 피부의 감각신경과는 무관하지만 thoracodorsal nerve를 후경골신경의 fascicle 한개에 봉합하였다. 수술 2개월 후 모든 예에서 protective bandage wrapping을 한채로 재건된 heel에 체중을 부하시켰다.

Fig. 2. By the traffic accident, this boy (case 3) sustained of severe crushing injury around his left ankle and foot.

III. 조직학적 및 조직화학적 검사

10예 전예에서 6개월 간격으로 조직학적 및 조직화학적 검사를 시행하였다. 생검 조직은 종골의 체중부하 부위에서 피부생검기를 사용해 직경 6 mm의 피부편을 취하였다(Fig. 1). 각 조직은 Hematoxylin-Eosin stain, Van Gieson stain, Gomori reticulum stain, Verhoeff elastic stain, Crystal violet

amyloid stain, PAS stain, Toluidine blue stain, Alcian blue stain 방법으로 염색하였다. 대조군으로는 정상 heel pad 와 족배부, 그리고 latissimus dorsi muscle 부위의 정상 피부를 취하여 같은 방법으로 염색하였다.

IV. 결 과

임상적으로는 모든 예에서 특별한 문제없이 재건된 heel pad 로 보행을 할 수 있었다. 제4, 제5 예에서 체중부하 직후에 피부 궤사가 합병되었으나 체중부하의 제거로 자연 치유되었고 그후 재발되지 않았다. Latissimus dorsi myocutaneous flap 으로 재건된 heel pad (Fig. 4, 5) 는 dorsalis pedis flap 으로 재건한 경우 (Fig. 2, 3) 보다 덜 resistant 하였다. 따라서 heel strike 시에 미끄럼을 방지하기 위해 양말안에 탄력붕대로 감싸줄 필요가 있었다. 임상적으로 전예에서 수술 6~12개월후에 방어 감각을 갖기 시작했다.

조직학적 및 조직화학적 결과

1. 정상 heel pad

각질층(horny layer)은 매우 두껍고(3.8 mm) 치밀하게 정렬되어 있으며 과립층(granular layer)은 7

Fig. 4. The pre-operative finding of left foot in case 6. Skin degloving and toes amputation injuries were sustained previously.

Fig. 3. The heel pad area (in case 3) was covered by free dorsalis pedis flap. This is the finding of 2 months after operation.

Fig. 5. The plantar surface was resurfaced by the free latissimus dorsi myocutaneous flap. This is the finding of one month after operation.

Table 2. Changes of epidermis(Dorsalis pedis flap)

	Normal dors ped	1 Y	2 Y	2.5 Y	Normal heel pad
Horny layer thickness	0.2 mm	0.08 mm	0.4 mm	0.7 mm	3.8 mm
basket arrangement		compact	compact	compact	compact
weave		partially			
Granular layer	1-2 layer	1 layer	2-4 layer	3-7 layer	7-12 layers
Prickle cell layer	0.08 mm	0.14 mm	0.2 mm	0.24 mm	0.7 mm

Table 3. Changes of dermis(Dorsalis pedis flap)

	Normal dors ped	1 y	2 y	Normal heel pad
Crystal violet	—	—		+
Alcian blue	+	+	+	+
Verhoeff	+	+	+	+
	Thin, long	Fragmented		
VanGieson				
Gomori				
P.A.S.				
Toluidine		non-specific		
Orcein & Giemsa				

Fig. 6. The epidermal changes of the dorsalis pedis free flap under the body weight. Two years after operation, the horny layer became very thick and had sweat ducts. In the granular and prickle cell layers, layer thickness and cellular hypertrophy were prominent. (Hematoxylin-Eosin stain, 100×).

~12층으로 구성되고 유극세포층(prickle cell layer)의 두께는 0.7 mm 이었다. Crystal violet, alcian blue stain 상 정상 heel pad 는 적은 양이지만 amyloid 와 산성 점다당(acid mucopolysaccharide) 성분을 가지고 있었다. Elastic stain 상 elastin 함량은 아주 미량이었다.

2. 족배부 피부판의 변화

이식전의 정상적인 족배부의 피부는 약 0.2 mm 두께의 아주 약하고 그물(basket-weave)모양의 각질층으로 되어 있다. 파립층은 1~2층으로 되어 있고 유극세포층은 매우 얇았다(0.08 mm). Amyloid 와 산성 점다당(acid mucopolysaccharide) 은 검출되지 않았다. Elastic stain 상 족배부의 피부는 얇고 긴 elastic fiber 를 갖고 있었다. 이식 12개월째 족배부의 피부판은 각질층과 파립층이 오히려 얇아졌다.

그러나 각질층의 basket weave pattern 은 papillary projection 에서 치밀하여지고 유극세포층도 0.14 mm 로 두꺼워져 있었다 (Table 2). 이때는 또한 amyloid 성분도 나타나기 시작하였으나 정상 heel pad 에 있는 양보다는 적었다. 탄력섬유(elastic fiber)는 적은 조각으로 깨져 있었으나 양은 변하지 않았다(Table 3). 이식후 24개월에는(case 1), 표피의 모든 층이 두꺼워졌다(각질층; 0.4 mm, 파립층; 2~4층, 유극세포층; 0.2 mm). 각질층은 균일하게 치밀해졌고 정상 heel pad 에서와 같이 한선의 개구(opening)가 있었다(Fig. 6). Amyloid 와 산성 점다당 성분도 역시 정상 heel pad 에서 만큼 증가되어 있었다(Table 3). 탄력섬유는 정상외 족배부 피부에서와 같이 작고 긴 모양으로 재배열 되었다. 이식 후 30개월째(case 3), 피부판은 육안적으로도 표피

의 두께와 모양은 체중부하를 견디어내고 정상적인 일상 생활을 하는데 충분한 정도로 적응되어 있었으며 조직학적으로도 각질층이 더욱 두꺼워졌으며 (0.7 mm) 구성전보다 더 치밀하여 졌다. Dermal papilla는 위쪽으로 성장하면서 그 사이에 혈관이 형성되어 있었다(Fig. 7).

3. Latissimus dorsi myocutaneous flap의 변화

Latissimus dorsi muscle 부위의 피부는 이식전에는 얇은 포피를 갖고 있었다(각질층; 0.12 mm, 과립층; 한층, 유극세포층; 0.06 mm). 각질층은 족배부 피부판에서와 같이 그물모양(basket weave pattern)으로 되어 있었다. Dermal layer에 중정도의 amyloid와 산성 점다당이 관찰되었다. 이식후 6개월째에(case 6), 각질층은 본래의 피부의 각질층보다 오히려 얇아졌다(0.08 mm). 그러나 유극세포층은 두꺼워져 있었고(0.3 mm), 과립층은 그대로 한층으로 되어 있었다(Fig. 8).

이때 suprabasilar area에 friction blister가 관찰되었고(Fig. 10) 진피에서 탄력섬유는 fragmented되어 있었다(Fig. 9). 수술후 18개월째 각질층은 유극세포층 위에서 두꺼워지고(0.5 mm) 치밀해졌다. 과립층은 3~6층으로 증가되어 있었으며 유극세포층은 0.4 mm의 두께로 되었으며(Table 4) suprabasilar area에는 friction blister는 소실되었다. Amyloid와 산성 점다당의 양도 정상 heel pad와 같이

Fig. 7. Two and half years after operation, in the dorsalis pedis free flap of case 1, the findings of papillary projection were noticed. (Hematoxylin-Eosin stain, 100×).

Fig. 8. The epidermal changes of the latissimus dorsi myocutaneous free flap under the body weight. In the findings of one and half years after, all the skin layers and cells became very thick and hypertrophied. (Hematoxylin-Eosin stain, 100×).

Fig. 9. The most of the elastic fibers in the dermis were broken into small fragments at 6 months specimen of latissimus dorsi myocutaneous flap in case 6. (Verhoeff's stain, 100 \times).

Fig. 10. The friction blisters(arrows) were observed in the suprabasilar area at 6 months specimen of the latissimus dorsi myocutaneous flap in case 5. (Hematoxylin-Eosin stain, 100 \times).

Table 4. Changes of epidermis(Lat dorsi myocut flap)

	Normal L.D.M-C	6 mo	1.5 y	Normal heel pad
Horny layer thickness arrangement	0.16 mm basket weave	0.08 mm basket weave	0.5 mm compact	3.8 mm compact
Granular layer	1 layer	1 layer	3-6 layer	7-12 layer
Prickle cell layer	0.06 mm	0.3 mm friction blister	0.4 mm	0.7 mm

Table 5. Changes of dermis(Lat dorsi myocut flap)

	Normal L.D.M-C	6 mo	1.5 y	Normal heel pad
Crystal violet	+	—	+	+
Alcian blue	+	+	+	+
Verhoeff		fragmented		
Van-Gieson				
Gomori				
P.A.S.				
Toluidine		non-specific		
Orcein & Giemsa				

증가되었다 (Table 5). Van Gieson, Gomori, PAS, Toluidine blue, Alcian blue, Giemsa 염색에는 두 피부판 모두에서 큰 변화는 없었다.

V. 고 찰

Heel과 족저부의 피부는 보행시 체중부하를 받는 피부이어서 다른 부위의 피부와는 해부학적으로 다른 특수구조를 가지고 있다. 따라서 이 부위의 피부 손상이 이의 재건술은 아주 어려운 수술 시기중의 하나로 생각되고 있으며 현재까지 여러가지 방법이 보고되었으나 어느 한가지 방법도 만족할만한 보고가 없으며 더구나 장기간 관찰한 보고는 아주 드물다. 이 부위의 피부 재건술 방법으로는 split thickness skin graft⁷⁾, full thickness skin graft, local flap, cross leg flap, muscle transfer⁸⁾ 등 재래식 방법과 미세수술 시기에 의한 free cutaneous flap^{4,5)} 또는 free myocutaneous flap¹⁾에 의한 재건술이 있다. Free flap transfer도 이 부위는 dorsalis pedis flap 등 sensible flap이 적용된다고 하였다⁹⁾. 이상의 여러방법을 비교 보고한 Sommerald (1978)⁶⁾는 이중 어떠한 방법도 만족할만 하지 못하며 합병증의 주원인은 hyperkeratosis와 궤양이라고 하였다. 또한 split thickness skin graft나 flap 수술법등 어떤 수술을 시행하였더라도 환자는 모두 보행시 될 수 있는데로 이식 피부를 피하여 보호를 시도한다고 하였다. 반면에 Woltering (1979)⁷⁾ 등은 단순한 split thickness skin graft법을 시행하여 장기간 관찰한 결과 피하조직이 잔존한 경우는 물론이고 전과 골막위에 바로 이식한 경우도 이식 피부의 궤사나 실패율이 적고 보행도 어느정도 적응이 되어 여러 복잡한 방법보다도 0.0014 inch 두께의 split thickness skin graft가 무난한 방법이라고 추천하고 있다. 그러나 Woltering⁷⁾의 경우에는 피부 소실의 평균 크기가 4.2 cm²로 아주 적어 실행 결손이 있더라도 주위의 정상 피부로 체중부하를 이동시킬 수 있었지만 족저부 피부가 전체적으로 결손된 경우는 불가능하며 전체 체중이 이식 피부에 부하되어야 하기 때문에 어떤 피부가 재건술에 사용되느냐는 중요한 선택으로 사료된다. 또한 광범위한 연부조직 손상은 족저부의 근육의 좌멸도 심하기 때문에 근육이동술⁸⁾도 적응이 되지 않아 결국은 두꺼운 피부 즉 flap 방법만을 이용할 수 있다. 재래적인 pedicled flap과 미세외과적 시기에 의한 유리피부판 이식술은 각각 장단점을 가지고 있지만 유리 피부판 이식술이 수술 방법의 어려운 점을 제외하고는 훨씬 우수한 방법으로 사료되고 있다(Serafin, 1977)⁹⁾. 그러나 현재 유

리 피부판 이식술에 의한 족저부 피부 결손부의 재건술은 여러가지 보고가 되어 있으나 이의 장기간 관찰한 보고는 드물다. Sommerald⁶⁾는 족저부 전체가 손상된 2 예에서 free groin flap을 이동시켜 재건한 결과 이식한 피부판의 중앙부가 점차 얇아져 궤양이 계속적으로 발생하였다고 하였다. 본 교실에서는 족저부 결손부중 크기가 적은 부위는 감각 신경이 있는 dorsalis pedis flap의 이동술을 시행하였고 범위가 광범위한 경우는 latissimus dorsi myocutaneous flap을 이용하였는데 이 myocutaneous flap 시에도 thoracodorsal nerve를 후경골신경의 한 fascicle에 봉합하여 근육의 신경기능 회복을 통한 간접적인 피부 보호를 시도하였다. 장기적인 관찰 결과 전 예에서 임상적으로는 물론 조직학적으로도 현저히 적응되어 가는 과정을 관찰할 수 있었고 특히 각질층의 비후와 papillary projection 형성과정은 다른 피부 이식술로는 얻어내기 힘든 변화로 사료되었다. 본 교실에서는 신경 기능이 없는 groin flap을 사용하지 않아 그 결과를 비교할 수는 없으나 cutaneous sensory branch나 적어도 muscular branch라도 있는 유리 피부판은 그 보호 기능이 더욱 양호하리라 사료된다. 그러나 유리 피부판의 감각 기능 회복이 감각신경의 재생에 의한 것인지 아니면 주위 정상 피부로 뷰터의 회복인지는 아직도 논란이 있어 구분키 어려우며 더구나 본 교실에서 시행한 thoracodorsal nerve의 봉합에 대한 효과는 더욱 연구되어야 할 것으로 사료된다.

VI. 결 론

본 교실에서 heel 및 족저부 피부 결손시 유리피부판이나 유리근피부판 이동술을 이용하여 재건한 환자중 조직학적 추시가 가능하였던 10례를 분석한 결과 다음과 같은 소견을 관찰하였다.

1. Dorsalis pedis flap이나 Latissimus dorsi myocutaneous flap은 모두 이식적에는 각질층이 아주 얇고 구성도 그물모양이었다. 이 각질층은 이식후 6개월이나 1년 이내에는 오히려 닳아져서 더욱 얇아졌지만 1년후 부터는 점차 두꺼워져서 원래의 3~4배의 두께를 유지하고 또한 구성도 치밀하여 체중부하에 잘 적응되어 있었다.
2. 과립층과 유극세포층도 1년 후에는 세포의 비대뿐 아니라 세포중 자체도 두꺼워졌다.
3. 6개월째 소견상 suprabasilar area에 friction blister가 형성되었지만 1년후에는 소실되었다.
4. 진피층에도 amyloid와 산성 점다당이 증가되었다.

5. 2년반 후의 소견에서는 수장부와 족저부의 피부에서만 볼 수 있는 papillary ridge 와 groove 소견이 관찰되었다.

6. 상기 두 유리피부판은 결코 정상 heel의 피부와는 같을 수는 없으나 조직학적 및 조직화학적으 로 잘 적응되어 가는 것을 관찰할 수 있어 heel 과 족저부의 피부의 재건술로 좋은 방법으로 사료되었다.

REFERENCES

- 1) 김상수 · 김용주 : 미세 외과 수술을 이용한 하지 재건술. 대한정형외과학회지, Vol. 19, No. 2, 245, 1984.
- 2) Bostwick, J. III : *Reconstruction of the heel pad by muscle transposition and split skin graft*. Surg. Gynecol. Obstet., vol. 143, 973, 1976.
- 3) Rigg, B.M. : *Transfer of a free flap to the* by microvascular anastomosis. *Plast. and Reconst. Surg.* vol. 55, no. 1, 36, 1975.
- 4) Serafin, D., Georgiade, N.G. and Smith, D.H. : *Comparison of free flaps with pedicled flaps for coverage of defects of the leg or foot*. *Plast. and Reconst. Surg.*, vol. 59, no. 4, 492, 1977.
- 5) Sommerald, B.C. and McGrouther, D.A. : *Resurfacing the sole: Long term follow-up and comparison of techniques*. *British J. of Plastic Surg.*, 31, 107, 1978.
- 6) Woltering, E.A., Thorpe, W.P., Reed, J.K. and Rosenberg, S.A. : *Split thickness skin graft of plantar surface of the foot after wide excision of neoplasm of the skin*. *Surg. Gynecol. Obstet.* vol. 149, 229, 1979.
- 7) Daniel, R.K. and Terzis, J. : *Neurovascular free flaps*. *Symposium on Microsurgery*. vol. 14, 46, Mosby Co., Saint Louis, 1976.