

유리 외측 상박 감각신경 피판술을 이용한 종부 연부조직 결손의 재건

원광대학교 의과대학 정형외과학교실

김동철 · 김상수 · 하대호 · 유희준 · 이동훈

— Abstract —

Reconstruction for the Soft Tissue Defect of Heel using Free Lateral Arm Neurosensory Flap

Dong Churl Kim, M.D., Sang Soo Kim, M.D., Dae Ho Ha, M.D.,
Hee Jun Yoo, M.D., and Dong Hoon Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Wonkwang University School of Medicine, Iksan, Korea

Soft tissue defect on heel area of the foot present difficult problems particularly because of anatomic property of plantar surface of the foot. There is a paucity of available local tissue in the foot for coverage. In addition to having little expandable tissue, the foot's plantar surface has a unique structure, making its replacement especially challenging. Plantar skin is attached to the underlying bone by fibrous septa, preventing shear of the soft-tissue surfaces from the underlying skeleton. Plantar surface of foot is in constant contact with the environment. Protective sensibility also would be maintained or restored in the ideal reconstruction. So the ideal flap for reconstruction of the heel should include thin, durable hairless skin with potential for reinnervation.

The aim of this article is to present a clinical experience of free lateral arm neurosensory flap for reconstruction of the heel.

From March 1995 to December 1997, a total 16 lateral arm free flaps were performed to soft tissue defects on the weight-bearing area of the hindfoot. we used tibial nerve as recipient nerve in 11 and calcaneal branch of tibial nerve in 5 for restoration of sensibility of flap.

All cases survived completely. A static two-point discrimination of 14 to 34mm was detected in the flap. Radial nerve palsy which was caused by hematoma in donor site occurred in one case, but recovered in 3 weeks later completely.

In conclusion, the lateral arm free flaps are versatile, reliable and sensible cutaneous flap and especially indicated for soft tissue defect on plantar surface of the hindfoot which are not good indications for other better-known flaps.

Key Words : Heel, Soft tissue defect, Free lateral arm neurosensory flap.

* 본 논문의 요지는 1997년도 대한정형외과학회 제 41차 추계학술대회에서 구연되었음.

* 본 논문은 1999년도 원광대학교 연구비 지원을 받아 연구되었음.

I. 서 론

족부는 연부조직이 적고 다른 신체 부위에 비해 혈액순환이 불량하여, 손상에 의해 쉽게 골 및 건이 노출되며 감염의 위험성도 높다. 따라서 족부에서의 연부조직 결손은 조기에 피복을 얻어야하지만 타 부위에 비해 치료하기가 쉽지만은 않다. 특히 족저부는 타 부위와는 다른 독특한 해부학적 구조를 갖고 있어서 항상 외부와 접촉이 이루어지므로 방어감각이 중요시되는 부위로 연부조직 결손을 치료하는데 세심한 고려가 필요하다. Hidalgo와 Shaw⁹는 신경 혈관의 해부학적 연구를 통해 족저부에서의 국소 회전피판술은 안전하고 쉽게 적용이 된다고 하였다. 하지만 족저면의 피부는 다른 부위와 달리 조직의 확장성이 적고, 섬유성 격자(fibrous septa)에 의해 피부가 강하게 뼈에 부착되어 가동성이 적으므로 연부조직 결손이 비교적 큰 경우에는 국소 피판술을 이용하기 어렵다. 국소 피판술을 적용하기 어려운 경우 여러 가지 유리 피판술이 많이 이용되어지고 있으나, 이론적으로는 감각회복이 가능한 유리 피부 피판술이 족저부의 재건에 가장 적합하다고 여러 저자들은 보고하였다^{3,4,16,18}.

본 저자들은 1995년 3월부터 1997년 12월까지 후족부의 족저면에 발생한 외상성 연부조직 결손으로 국소 피판술이 어려웠던 16례에 대해 감각회복이 가능한 유리 외측 상박 피판술을 실시하여 얻은 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 연구 대상 및 방법

1. 대상

1995년 3월부터 1997년 12월까지 후족부의 체중부 하면에 발생한 외상성 연부조직 결손으로 유리 외측 상박 피판술을 시행하였던 16례를 대상으로 하였다. 남자가 12명이었고 여자가 4명이었다. 수상 당시 나이는 최저 3세에서 최고 73세까지였으며 평균 연령은 34.9세이었다(Table 1). 손상 원인은 교통사고가 11례로 가장 많은 원인이었으며, 추락사고 3례 그리고 기계에 의한 손상 및 떨어지는 들에 눌려 발생한 경우가 각각 1례였다. 피판의 크기는 적개는 4×6cm에서 최대 9×13cm까지로 평균 피판의 면적은 55cm²이었다.

2. 수술 방법

모든 중례의 수술을 동일한 술자가 시행하였고, 또한 공여부에서의 피판 박리 및 수혜부에서의 피판 접합도 같은 한 술자에 의해 시행하였다.

1) 피판 박리

주관절을 굽곡한 상태에서 삼각근의 종지부와 외측상파를 잇는 가상선이 피판의 중심에 위치하도록 적당한 크기의 피판을 도안하게 되는데, 원하는 혈관경의 길이에 따라 피판의 위치를 상하로 위치시킬 수 있다(Fig. 1-A). 피판의 박리는 먼저 피판의 후연에 절개를 가하고 삼두근의 심부근막을 박리하여 외측 근간중격까지 거상한다. 외측 근간중격에 가깝게 도달하면 삼두근을 뒤쪽으로 잡아당기면서 조심하게 박리하면 상완골근처에서 주행하는 혈관경 및 전완 후피신경을 관찰할 수 있다. 피판 후연의 근위부에서 후요측부동맥과 같이 외측상파 방향으로 외측 상완피신경이 주행하는 것을 볼 수 있으며, 이 신경을 주로 피판에 포함시켜 감각피판으로 이용한다. 피판의 후연 거상이 끝나면 전연에서 절개를 넣어 이두근, 상완근 및 완요골근의 심부근막을 포함하여 외측 근간중격까지 거상한 다음, 피판의 전, 후연을 들어올리면서 혈관경을 포함한 외측 근간중격을 원위부에서 상방으로 상완골에서 분리한다. 보다 길고 큰 직경의 혈관경을 얻기 위해 요측부동맥을 요골신경으로부터 박리하면 비교적 충분한 혈관경을 확보할 수 있다. 하지만 이때 요골신경 손상의 예방을 위한 세심한 주의가 요구된다(Fig. 1-B).

2) 피판 수혜부

후족부에 발생한 연부조직 결손부의 피사 및 감염 조직에 대해 충분한 변연절제술을 실시한 다음, 병변 부로부터 족관절 내과후방부로 절개를 한 후 후경골 동맥 및 경골 신경을 노출시킨다. 피판의 요측부동맥을 후경골동맥에, 피판의 동반정맥을 후경골동맥의 동반 정맥에 문합하였다. 피판의 감각을 위해 외측 상완피신경을 11례에서 경골신경의 일부 신경속에, 5례에서는 경골신경의 종골신경분지에 연결하였다.

3) 피판의 공여부

피판의 한변의 길이가 6cm미만의 경우에 가능하면 일차봉합을 시행하였고, 6cm이상인 경우에는 피하봉

Table 1. The profiles of the 16 cases

Case	Sex/Age	Flap size(cm)	Recipient nerve	Skin graft of Donor site	2-PD*(cm)	Complication.
1	F/46	6×11	PTN †	+	17	
2	M/36	7×9	PTN	+	18	
3	M/20	6×12	PTN	+	14	
4	M/34	9×13	PTN	+	16	
5	M/73	7×7	PTN	+	29	
6	M/7	4×6	CN ‡	-	17	
7	F/3	4×8	PTN	-	16	
8	F/13	5×5	CN	-	21	
9	M/50	5×9	PTN	-	34	marginal necrosis
10	F/51	4×9	CN	-	24	
11	M/31	8×11	PTN	+	17	
12	M/41	6×9	CN	-	20	
13	M/55	7×8	PTN	+	27	
14	M/42	5×5	PTN	-	17	
15	M/29	6×12	CN	-	22	Transient radial nerve palsy
16	M/34	7×8	PTN	+	19	

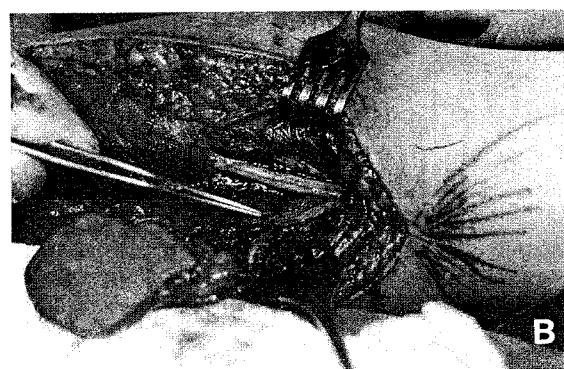
*: static 2-point discrimination

†: posterior tibial nerve

‡: calcaneal branch of posterior tibial nerve



A



B

Fig. 1-A. Flap planning. The flap is outlined on the distal third of the lateral aspect of the arm. The axis of the flap and the proximal incision needed to dissect the pedicle are traced along a line between the insertion of deltoid and lateral epicondyle.

B. Dissection of pedicle of the lateral arm flap. The triceps and deltoid muscles are retracted to expose the vascular pedicle of the flap and the radial nerve.

합을 통해 공여부의 크기를 최소화한 후 식피술을 실시하였다(Table 1).

3. 연구 방법

연구 방법은 피판의 크기에 따른 공여부의 식피술 여부, 피판의 생존, 합병증의 유무, 정적 2점식별법 (static 2-point discrimination)에 의한 피판의

감각회복정도등을 중심으로 분석하였다.

III. 결 과

1. 피판의 크기 및 공여부의 치료

공여부에서 치료는 피판의 길이가 6cm이상인 경우에는 일차봉합이 어려워 전례에서 피하봉합으로 공여부의 면적을 최소화 시킨후 식피술을 시행하였다. 6

cm미만의 경우에는 일차 봉합이 가능하였으나, 과도한 피부봉합부의 긴장에 따른 반흔이 5cm이상의 경우 관찰되었고 5cm미만의 경우에는 합병증없이 치유되어 공여부에 대한 만족도가 비교적 높았다.

2. 피판의 생존여부 및 합병증

전례에서 피판의 생존을 얻을 수 있었으나, 1례에서 술후 3일째 피판의 허혈소견이 관찰되었으며 피판 원위부의 변연부에 피부괴사가 발생하여 술후 3주째 괴사부 변연절제술후 피판을 전진시켜 결손부를 회복하였다. 1례에서는 수술직후 요골신경마비증상이 발생하였으며, 탐색술 결과 수술시 불충분한 지혈에 따른 혈종이 요골신경을 압박하고 있었다. 수술 3주째 완전한 신경기능의 회복을 관찰할 수 있었다.

3. 피판의 감각회복정도

감각회복의 판정은 정적 2점식별법을 이용하였으며, 최저 14mm에서 최고 34mm를 관찰할 수 있었다. 평균 정적 2점식별력은 20.5mm였다(Table 1).

IV. 증례 보고

증례 1

73세 남자환자로 교통사고에 의한 좌측 족부의 족저면에 연부조직 결손을 보였다. 수상 3주에 유리 외측 상박피판술을 이용하여 후족부의 체중부하면을 회복시키고, 중족부의 족저면 피부 결손에 대해서는 석피술을 시행하였다. 후경골신경의 일부속을 피판의 감각회복에 이용한 결과 술후 26개월째 정적 2점식별검사상 29mm을 관찰할 수 있었으며, 외형상 환

자가 만족할 정도로 회복되었다(Fig. 2-A,B).

증례 2

3세 여자환자로 교통사고에 의한 우측 족부의 심한 압박손상으로 타병원에서 중족지관절부위에서 전족지의 절단술을 시행 후, 족부의 광범위한 연부조직 결손으로 전원되었다. 수상 9주에 유리 외측 상박피판술을 이용하여 후족부의 체중부하면을 회복하였고, 절단부위는 역행성 외측과상부 피판술을 이용하여 회복시킨 후, 나머지 부위는 석피술로 회복하였다. 후경골신경의 일부속을 피판의 감각회복에 이용한 결과, 술후 39개월째 후족부는 정적 2점식별검사상 16mm을 관찰할 수 있었으나, 외측 과상부 피판은 36mm로 관찰되었다. 족관절의 능동운동범위는 정상으로 회복되었으며 외형상 환자가 만족할 정도로 회복되었다(Fig. 3-A,B).

V. 고 찰

족부는 타부위에 비해 혈액순환이 불량하여 손상시 치유가 느리고 감염이 잘되므로 연부조직손상시 빠른 회복이 요구된다. 하지만 족부에서는 연부조직 결손을 회복시킬 수 있는 유용한 주위 국소조직이 타 부위에 비해 상대적으로 빈약하다. 특히 체중부하를 받는 족저부의 피부조직은 확장성이 상대적으로 빈약하면서, 타 부위에 비해 독특한 조직학적 구조를 갖는 피부층과 비교적 얇은 피하조직으로 구성되어 있다²². 또한 족저부는 체중을 땅에 전달하는 과정에서 골에 대해 받는 연부조직의 전단력을 예방하기 위해 섬유성 격자에 의해 족저피부 및 연부조직



Fig. 2-A. The photograph of case 5 showing a soft-tissue defect of plantar surface of foot.



B. The postoperative appearance showing good healing of the heel defect.

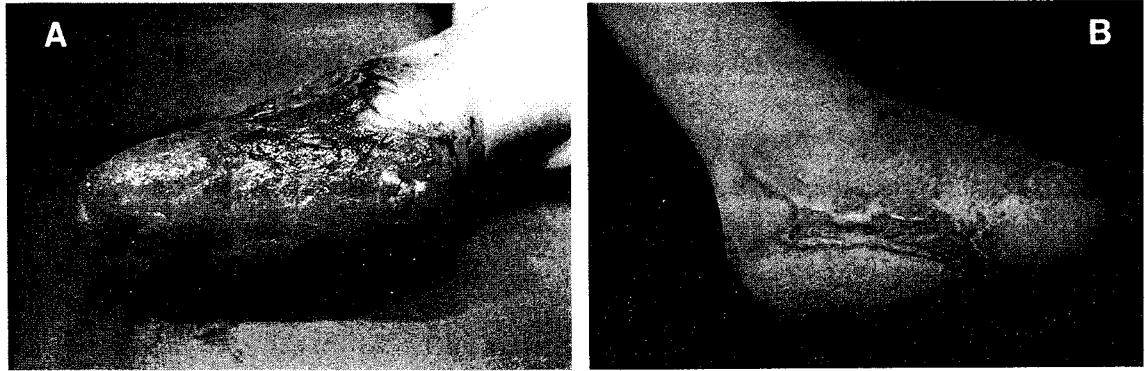


Fig. 3-A. Pre-operative photograph of case 7 shows a extensive soft-tissue defect of foot with loss of all toes.

B. The photograph shows a excellent appearance after the free lateral arm neurosensory flap transfer to heel and the lateral supramalleolar flap for coverage of amputated stump of forefoot.

이 골에 강하게 부착되어 있다. 그리고 외부와 접촉하는 부위로써 수장부와 같이 보호감각이 중요시되는 부위이기도 하다^{3,4,16,18,22)}. 따라서 족부의 연부조직 결손을 치료하는 것은 타부위에 비해 복잡하고 어렵다. 특히 체중을 부하받는 족저부위는 독특한 조직-해부학적 특성 및 외력에 항상 접하는 특징을 갖고있기 때문에 재건방법을 선택시 신중한 고려가 요구되는 부위이다^{1,4,10,14,16,22)}.

족저부에 발생한 연부조직 결손의 치료법도 다른 부위처럼 여러 가지 방법이 적용될 수 있다. 간단한 식피술에서부터 국소 피판술, 원위 유경피판술 및 미세수기를 필요로하는 유리 피판술까지 다양한 방법이 족저부 피부결손의 치료법으로 이용되고 있다. 식피술은 결손부의 모세혈관순환이 기본적으로 보존되되면서 피하조직, 근육 또는 전방조직(paratendon)이 보존된 건이 노출시 이용될 수 있다^{4,17,22)}. 그러나 족저부에서 기능적인 패딩(padding)으로서의 연부조직이 없는 창상에서의 식피술은 반복적인 이식피부의 손상을 초래하게 되므로 치료법으로의 식피술을 선택시 주의를 요한다^{4,14,21)}. 골이 노출되었거나 창상부위의 패딩조직이 불충분한 경우, 그리고 창상부위의 혈관성이 불량한 경우에는 족배부의 조직을 이용하여 유경 또는 도서형 피판을 시행할 수 있다^{15,22)}. 하지만 족부에서는 이전할 수 있는 유용한 국소조직이 적어 비교적 결손부가 큰 경우에는 한계가 있다^{4,22)}. 족배동맥 도서형피판술은 비교적 얕은 면적의 피판 제공과 유경의 회전각이 크다는 장점으로 많이 이용되나, 피판의 박리가 어렵고 공여부의 심각한 후유증의 발생가능성과 피판의 두께가 얕아서 사상

(dead space)을 채우기에는 다소 어려움이 있다는 단점이 있다^{7,19,22)}. 원위 유경피판은 대개 풍부한 피하조직으로 부피가 크고 피판의 부착성이 불량하며 보호감각을 제공할 수 없고 또한 오랜 기간의 체위고정이 요구되는 단점이 있다^{4,7,12,17,19)}. 이러한 이유들 때문에 족부에서 피복시킬수 있는 유용한 국소조직이 부족하거나 비교적 결손부위가 큰 경우에는 유리 피판술이 좋은 치료법이 될 수 있다.

유리 피판술중 근피 피판술은 피판의 부피가 크고 운동성의 두꺼운 피하 조직으로 인해 체중부하시 피판이 옆으로 밀리는 현상이 단점으로 지적되고 있다^{4,8,13)}. 따라서 이러한 근피 피판술의 단점을 최소화하기 위해 유리 근 피판술후 식피술을 시행하기도 하며, 이식된 근육의 위축 현상이 일어나 체중부하시 만족스런 패딩(padding)의 결과를 얻을 수 있다는 보고가 있으나^{12,20)}, 일부 저자들은 이에 대한 문제점을 제기하기도 하였다^{5,14)}. 이론적으로는 피하조직의 부피가 과다하지 않아 피판의 두께가 얕고 체모가 적으면서 감각회복이 가능한 피부 유리 피판술이 체중부하시면의 결손을 치료하는데 보다 합리적이라 할 수 있다. 족부의 체중부하시부위에서의 감각은 중요하며, 여러 저자들이 신체 각부위에서 감각회복이 가능한 피부 유리 피판술을 족저부의 손상에 이용하여 좋은 결과를 보고하였다^{3,4,16,18)}. Chicarilli와 Price⁴⁾은 유리 감각신경 요측 전완 피판술을 이용한 족저 피복의 결과를, Acland 등²⁾은 유리 복재 감각신경 피판술을 이용하여 좋은 결과를 보고하였다. 하지만 일부 저자들은 감각신경이 포함되지 않은 피판을 이용했을 경우에도 피판의 변연부로부터 신경이 피판조직으로

자라들어가 어느정도 충분한 보호감각이 회복되었다고 보고하였다^{9,22}. 하지만 Reigstad 등¹⁶은 유리 견갑피판술보다 피판의 감각회복이 가능한 유리 외측상박 피판술이 체중부하가 이루어지는 후족부 및 족저부 손상의 재건에 만족스런 결과를 얻었다고 하였다. 유리 외측 상박피판술은 비교적 충분한 길이의 유경을 얻을 수 있으면서도 최대 14×20cm정도 크기의 피판을 용이하게 확보할 수 있고, 외측 상완피신경을 이용하여 피판의 감각을 얻을 수 있다. 아주 얇은 피판이나 전의 활주에 도움이 필요할 때는 유리 근막피판을 얻을 수 있으며, 또한 필요시 상완골 외측부를 포함하는 골과 피판으로도 사용이 가능하다는 장점이 있다. 그리고 공여부 피판의 크기가 6cm 미만의 경우에는 일차봉합이 가능하다^{6,11,15,16}.

저자들은 후족부 연부조직 결손을 보았던 16례에 대해 유리 외측상박 피판술을 시행하여 피판의 정적 2점 식별력이 최소 14mm에서 최대 34mm까지로 평균 20.5mm을 얻을 수 있어 보호감각회복을 확인할 수 있었다. 또한 공여부에서 피판의 한번 길이가 5cm미만의 경우는 봉합부의 피부긴장이 적어 합병증없이 만족스런 결과를 얻었고, 5-6cm인 경우에는 일차봉합도 가능했으나 봉합부의 과도한 긴장으로 반흔이 많이 발생하였다. 1례에서 공여부의 혈종 형성에 따른 요골신경마비가 발생했던 바, 공여부의 충분한 지혈도 합병증을 예방하는 중요한 인자로 사료되었다.

VI. 결 론

체중부하가 이루어지는 후족부의 연부조직 결손을 치료하는데 있어, 보호감각회복이 가능하고 체모가 많지 않으면서 피판이 그다지 두껍지 않는 유리 외측 상박 피판술이 좋은 방법으로 사료되었다. 피판 공여부에서도 피판의 길이가 6cm이하인 경우 일차봉합이 가능하나 봉합부의 과도한 긴장에 따른 수술반흔을 최소화하기 위해서는, 피판의 길이가 5cm미만인 경우에는 일차 피부봉합을, 5cm이상인 경우에는 식피술을 시행하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 특히 공여부가 여름철 노출부위라는 점을 감안할 때, 짚은 여자인 경우 가능하면 손상된 족부에서의 국소피판술이나 다른 유리피판술을 고려해야 하나, 부득이 유리 외측 상박피판술을 시행해야 하는 경우에는 수술전 공여부의 위치를 미리 환자에게 인지시키는

것이 필요하다.

REFERENCES

- 1) 김상수, 문용주, 박희경, 김영선 : 유리피부판에 의한 Heel Pad재건술후 조직학적 및 조직화학적 추시. 대한정형외과학회지, 20:761-768, 1985.
- 2) Acland RD, Schusterman M, Godina M, Eder E, Taylor GI and Carlisle I : The saphenous neurovascular free flap. *Plast Reconstr Surg*, 67:763-774, 1981.
- 3) Chang KN, DeArmond SJ and Bunckle HJ Jr : Sensory reinnervation in microsurgical reconstruction of the heel. *Plast Reconstr Surg*, 8:652-664, 1986.
- 4) Chicarilli ZN and Price GJ : Complete plantar foot coverage with the free neurosensory radial forearm flap. *Plast Reconstr Surg*, 78:94-98, 1986.
- 5) Daniel RK and Faibisoff B : Muscle coverage of pressure points: The role of myocutaneous flaps. *Ann Plast Surg*, 8:445-449, 1982.
- 6) Gehrking E, Remmert S, Majocco A : Lateral upper arm flap: topographic-anatomic study for clinical use as vascular, pedicled transplant. *Laryngorhinootologic*, 74(5):317-321, 1995.
- 7) Ger R : Surgical management of ulcers of the heel. *Surg Gynecol Obstet*, 140:909-913, 1975.
- 8) Hentz VR, Pearl RM : Application of free tissue transfers to the foot. *J Reconstr Microsurg*, 3:309-320, 1987.
- 9) Hidalgo DA, Shaw WW : The anatomic basis of plantar flap design. *Plast Reconstr Surg*, 78:627-632, 1986.
- 10) Kaplan I : Neurovascular island flap in the treatment of trophic ulceration of the heel. *Br J Plast Surg*, 22:143-148, 1969.
- 11) Katsaros J, Schusterman M, Beppu M, Banis JC Jr, Acland RD : The lateral upper arm flap: anatomy and clinical applications. *Ann Plast Surg*, 12(6):489-500, 1984.
- 12) May IW, Hall MI and Simon SR : Free microvascular muscle flaps with skin graft reconstruction of extensive defects of the foot: A clinical and gait analysis study. *Plast Reconstr Surg*, 75:627-641, 1985.
- 13) Meland NB : Microsurgical reconstruction: the Weightbearing surface of the foot. *Microsurgery*, 11:54-58, 1990.
- 14) Nola GT and Vistnes LM : Differential response of skin and muscle in the experimental production of

- pressure sores. *Plast Reconstr Surg*, 66:728-735, 1980.
- 15) Rivet D, Buffet M, Martin D, Waterhouse N, Kleinman L : The lateral arm flap: an anatomic study. *J Reconstr Microsurg*, 3:121-132, 1987.
 - 16) Reigstad A, Hetland KR, Bye K, Waage S, Rokkum M and Husby T : Free flaps in the reconstruction of foot injury. 4(1-7) year follow-up of 24 cases. *Acta Orthop Scand*, 65:1, 103-106, 1994.
 - 17) Serafin D, Georgiade NG, Smith DH : Comparison of free flaps with pedicled flaps for coverage of defects of the leg or foot. *Plast Reconstr Surg*, 59(4):492-499, 1977.
 - 18) Sinha AK, Wood MB and Irons GB : Free tissue transfer for reconstruction of the weight-bearing portion of the foot. *Clin Orthop*, 242:269-271, 1989.
 - 19) Summerlad BC and McGrouther DA : Resurfacing the sole: Long-term follow-up and comparison of techniques. *Br J Plast Surg*, 31:107-117, 1978.
 - 20) Suominen E, Tukianinen E and Asko Seljavaare S : reconstruction of the Achilles tendon region by free microvascular flaps. 9 cases followed for 1-9years. *Acta Orthop scand*, 63:482-486, 1992.
 - 21) Woltering EA, Thorpe WP, Reed JK and Rosenberg SA : Split thickness skin graft of plantar surface of the foot after wide excision of neoplasm of the skin. *Surg Gynecol Obstet*, 149:229-234, 1979.
 - 22) Yaremchuk JY, Burgess AR and Brumback RJ : Lower Extermity Salvage and Reconstruction. New York, Elsevier Science Publishing Co., 1989.