

유리 피관에 의한 족부 연부 조직 결손의 재건

가톨릭대학교 의과대학 성가병원 정형외과학교실, 가톨릭대학교 의과대학 성모병원 정형외과학교실*

김형민 · 정창훈 · 송석환* · 이기행 · 윤석준

— Abstract —

Free Flap Reconstruction of the Foot

**Hyoung Min Kim, M.D., Chang Hoon Jeong, M.D.,
Seok Whan Song, M.D., Seok Joon Yoon, M.D.**

*Department of Orthopedic Surgery, Holy Family Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Bucheon, Korea*

*Department of Orthopedic Surgery, St. Mary Hospital, College of Medicine,
The Catholic University of Korea, Seoul, Korea**

Free flap reconstruction of the foot has become one of the standard procedures at the present time, but choice of a free flap for the soft tissue defect of the foot according to location and size remains controversial. We evaluated the results of free flap reconstruction for the soft tissue defects of the foot. Twenty seven free flaps to the foot were performed between May 1986 and December 2000 in the department of Orthopedic Surgery. Patient age ranged from 3 to 60 years. Male to female distribution was 20:7. Mean follow-up period was 30.5 months which ranged from 12 months to 60 months. The indications for a specific flap depended on the location and extension of the foot defect. In weight-bearing area and amputation stump, the authors chose the sensate (reinnervated) dorsalis pedis flaps (n=7) and sensate radial forearm flaps (n=2). In nonweight-bearing area including dorsum of the foot and area around Achilles tendon, we performed nonsensate (non-reinnervated) free flap reconstructions which included dorsalis pedis flaps (n=5), groin flap (n=1), radial forearm flaps (n=6), scapular flaps (n=4), latissimus dorsi flaps (n=2). Twenty-six flaps transferred successfully (96.3%). The sensate flaps which were performed in weight-bearing area and amputation stumps survived in all cases and recovered protective sensation. Mean two-point discrimination was 26 mm at the last follow up. As a conclusion, the selection of a proper flap depends on the location and extension of the foot defect and patient's age. Fasciocutaneous flap including radial forearm flaps and dorsalis pedis flaps were the best choice in nonweight-bearing area. The sensate free flaps which are performed in the weight-bearing area and amputation stumps can produce better outcome than nonsensate free flap.

Key Words : Foot, Soft tissue defects, Free flap

I. 서 론

족부는 사지 말단에 있어 외상에 의하여 쉽게 노출되어 혈관, 신경, 건 등의 중요 조직이 손상 받기 쉬울 뿐만 아니라 혈관 손상시는 혈액 순환 장애를 일으키고 손상된 중요 연부 조직의 치유가 지연되어 족부 기능을 유지할 수 없는 치명적인 경우도 있다⁶⁾. 그리고 결손이 인대나 신경 조직을 포함할 경우 족부의 생역학적 변화를 초래하여 궁극적으로 보행의 장애를 초래하게 된다.

이러한 족부의 연부 조직 결손의 치료로 단순 피부 이식이나 국소 피판술 만으로는 재건이 불가능한 경우가 많아, 노출된 족부의 신경, 혈관 및 건 등 중요 조직을 도포 할 수 있을 뿐 아니라 풍부한 혈액을 공급할 수 있어 중요 조직의 치유를 촉진 시킬 수 있는 다양한 유리 피판술이 많이 이용되고 있다^{1,5,6,8,9,12,14,16)}. 이러한 유리 피판술에 의한 족부 재건술 시 적절한 유리 피판의 선택이 성공적인 재건술의 가장 중요한 요소로 여겨지고 있다¹²⁾. 유리 피판의 선택 시 고려해야 할 사항으로 환자의 연령 그리고 결손의 크기, 위치 특히 체중 부하의 유 무 그리고 이식할 유리 피판의 내구성, 보호감각기능, 미용성등을 고려하여 적절한 유리 피판을 결정해야 한다^{4,12)}. 그러나 족부 연부 조직 결손의 위치나 크기에 따른 가장 적합한 유리 피판은 저자들에 따라 다양하게 제시하고 있으나 완전히 정립되어 있지는 않다^{1,5,6,8,9,12,14)}. 특히 체중 부하부에서의 적절한 유리 피판 및 감각 재건의 유용성에 대하여는 많은 논란이 있으며 저자들에 따라 상이한 결과를 보고하고 있다^{3,6,8,9,11,12,13)}.

이에 저자들은 본 성가병원에서 치료한 27례의 환자를 대상으로 족부 연부 조직 결손의 치료로 유리 피판술의 효용성을 평가 하였으며, 결손의 위치에 따른 적절한 유리 피판을 알아보기 위하여, 비 체중 부하부와 체중 부하부 및 절단단으로 나누어 유리 피판술을 시행하였으며 그 결과를 분석하여 보고하고자 한다.

II. 대상 및 방법

1986년 5월부터 2000년 12월까지 족부의 연부 조직 결손으로 유리 피판술을 시행받은 27례를 대상으

로 하였다. 추시기간은 최소 12개월 최장 5년으로 평균 30.5개월이었다. 환자의 연령분포는 3세에서 60세(평균 28.5세)였으며, 10세 이하의 환자가 27례 중 7례로 25.9%를 차지하였다. 그리고 남자는 20명, 여자가 7명이었다. 연부 조직 결손의 원인으로는 직접적인 외상에 의한 피부 및 연부 조직 결손이 14례로 가장 많았으며, 압궤손상 후 조직 괴사에 의한 경우가 4례, 반흔 제거술 후 발생한 결손이 6례, 감염으로 인한 것이 2례, 종양 절제 후 생긴 결손 1례였다. 결손의 부위는 비 체중 부하 부위인 족배부가 15례 였고 아킬레스건 영역이 3례였다. 체중 부하 부위인 전족부가 2례, 발뒤꿈치가 3례였고, 절단단은 4례였고 절단단 4례 중 2례는 전족부의 체중 부하 면에 발생하였다. 유리 피판술을 시행한 결손 부위의 크기는 30 cm²에서 225 cm²으로 평균 면적은 74.6 cm²이었다. 결손부위에 따라 비 체중 부하부에 발생한 18례는 요골 전완부 피판을 6례, 건갑부 피판 4례, 광배근 피판 2례와 서혜부 피판 1례, 족배부 피판을 5례를 이용하였으며, 18례 중 1례를 제외한 17례에서 비 감각 피판술(nonsensate flap)을 시행하였다(Table 1). 체중 부하 부위인 발뒤꿈치, 전족부, 및 절단단에 발생한 5례의 결손에 대해서는 4례는 족배부 피판을, 1례는 요골 전완 피판을 이용하여 감각 피판술(sensate flap)을 시행하였고, 절단단에는 족배부 피판을 3례, 요골전완 피판을 1례의 감각 유리 피판술을 시행하였다(Table 1). 유리 피판술 시 이용한 수용부 혈관은 족배부는 족배혈관(dorsalis pedis vessel, n=15), 족저부는 후 경골 혈관(posterior tibial vessel)의 종골 분지(calcaneal branch, n=10) 그리고 종골분지가 손상 받았을 경우는 후경골혈관(n=2)에 end-to-side 방식으로 문합(anastomosis) 하였다. 감각 유리 피판술 시 7례는 경골신경(tibial nerve)의 종골지신경(calcaneal nerve)에, 2례는 복재 신경(saphenous nerve)에 봉합하였다.

10세 이하의 환자에 대하여는 조직결손의 크기에 따라 조직 결손이 작은 3례에서는 족배부 피판을 이용하였으며, 비교적 결손의 크기가 큰 4례 중 3례는 건갑부 피판을, 1례는 서혜부 피판을 이용하였다.

III. 결 과

총 27례 중 26례 (96.3%)에서 피판의 생존을 보였다. 절단단 및 체중 부하부에 시행한 감각 유리 피판술에서 정적 2점 식별력(two-point discrimination)은 최단 17 mm에서 최장 43 mm로 평균 26 mm 였고, 전례에서 보호감각이 회복되었다. 조기 합병증으로는 서혜부 피판(groin flap)을 이용했던 1례에서 피판의 괴사가 있었으며, 괴사 피판 제거 후 식피술을 시행하였으나 족배부에 심한 상흔 및 구축이 발생하여 2차적인 건감부 피판술을 시행하였다. 혈전이나 혈관유경(vessel pedicle)의 비틀림(torsion) 등으로 순환장애가 있어 조기 재수술을 시행한 예가 3례 였으나 술 후 피판의 괴사는 없었

다(Table 2). 후기 합병증으로는 전족부 절단단에 시행했던 족배부 피판(dorsalis pedis flap)에서 궤양이 발생한 경우가 1례 있었으며, 족배부에 시행했던 족배부 피판술 후 선상반흔(linear scar) 구축에 의한 무지 신전 구축이 2례 있었으나 Z-성형술로 교정할 수 있었다. 유리 피판술 후 2차적으로 시술이 필요했던 경우는 혈관 상태에 대한 시험절개를 시행한 경우가 3례, 피판의 크기 불균형으로 감 용적술(debulking surgery)을 시행한 경우는 족배부에 시행했던 서혜부 피판 1례였다. 골융기부의 절제를 시행한 경우가 1례, Z-성형술 2례, 관절 유합술을 시행한 경우가 3례였다. 그리고 족배부 피판 1례에서 공여부의 무지신전건이 노출되어 신전건 절제 및 재건술을 시행하였다(Table 2).

Table 1. Summary of donor sites

Nonweight bearing region, n=18 n=5		Weight bearing region, n=4		Amputation stump,	
Flap type	n (%)	Flap type	n (%)	Flap type	n (%)
Dorsalis pedis flap	5 (27.8)	Dorsalis pedis flap	4 (80.0)	Dorsalis pedis flap	3 (75.0)
Groin flap	1 (5.6)	Radial forearm flap	1 (20.0)	Radial forearm flap	1 (25.0)
Radial forearm flap	6 (33.3)				
Scapular flap	4 (22.2)				
LD* flap	2 (11.1)				
Sensate flap	1(5.6)	Sensate flap	5(100)	Sensate flap	4 (100)
Nonsensate flap	17(94.4)	Nonsensate flap	0 (0)	Nonsensate flap	0 (0)

LD*: Latissimus dorsi

Table 2. Summary of complications and secondary operations

<u>Complications</u>	
<u>Early complications</u>	flap failure 1 case
	venous or arterial thrombosis 3 case
<u>late complications</u>	scar contracture 2 cases
	ulcer 1 case
<u>Secondary operations</u>	
Reexploration	3 cases
Debulking surgery in groin flap	1 cases
Resection of bony prominence	1 case
Arthrodesis	3 cases
Z-plasty	2 cases
EPL reconstruction	1 case
Secondary flap surgery	1 case

IV. 증례보고

증례 1

3세 여자환자로 승용차 바퀴에 깔려 좌측 족배부의 광범위 연부조직 결손 및 골 노출을 주소로 내원하였다(Fig. 1A). 이학적 검사상 족배부의 피부 및 신전건을 포함한 광범위 연부조직 결손과 더불어 대부분의 중족골과 족근골이 노출된 상태였다. 내원 당시 타 부위의 손상과 더불어 전신상태가 불량하여 일상적인 세척 및 국소 치료 후 수상 1개월 후 육이조직이 피복되어 식피술을 실시하였다. 그 후 통원 가료 중 족배부의 상흔 구축이 진행되어(Fig. 1B) 수상 8개월 후 상흔 및 관절 구축 제거 후 견갑부 피판을 이용하여 재건술을 시행 하였다. 피판의 크기는 4×10 cm 였으며 수용부 동맥은 족배 동맥과 단단문합을 하였다. 수술 후 피판은 잘 치유 되었으며(Fig. 1C), 그 후 족지의 신전 운동제한이 있고 피판은 두터웠지만 운동화 착용시 큰 불편이 없어 보행시 특별한 문제는 없었다.

증례 2

19세 남자환자로 발뒤꿈치에 생긴 상흔과 함께 지속적인 피부 결손을 주소로 내원하였다(Fig. 2A). 과거력상 7세 때 교통사고로 인한 발 뒷꿈치의 연부조직 손상을 받아 피부는 나았지만 보행시 동통이 있었으며 간헐적인 피부 결손이 발생하였다. 이학적 검사상 족중부 대부분이 상흔 으로 덮여 있었으며 제일 돌출된 부위는 피부 결손과 더불어 뼈가 노출 되어있었다(Fig. 2B). 수술은 병변의 상흔을 최대한 제거한 후 반대측 족배부로부터 3×7 cm의 족배부 피판을 유리하여 결손부를 피복하였다(Fig. 2C). 이때 수용부의 동맥은 후 경골 동맥과 측단 문합하였으며 감각재건을 위하여 후 경골 신경의 종골 분지와 족배부 피판의 신경분지를 봉합하였다. 수술 후 피판은 잘 치유 되었으나 공여부 무지 신전건이 부분적으로 노출되어 수술 후 2개월 반 만에 신전건 절제후 무지 신전건 재건을 시행하였다. 수술 후 2년 경과 시 피부는 잘 유지되어 정상적인 보행을 할 수 있었으며 정적 2점 식별력은 2.0 cm이었다.



Fig. 1A

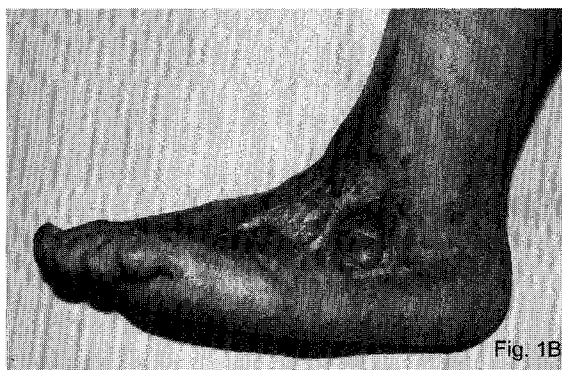


Fig. 1B



Fig. 1C

Fig. 1. A. A preoperative photograph of the debrided defect on the dorsal aspect of the foot of a 3-year-old girl showed that tarsal bones and base of metatarsal bones were exposed. And extensor tendons and neurovascular structure were lost. **B.** A photograph taken at 8 months showed severe scar formation and extension contracture of toes. **C.** A photograph taken at 14 months after free scapular flap transplantation provided an excellent aesthetic result. She can wear normal shoes.

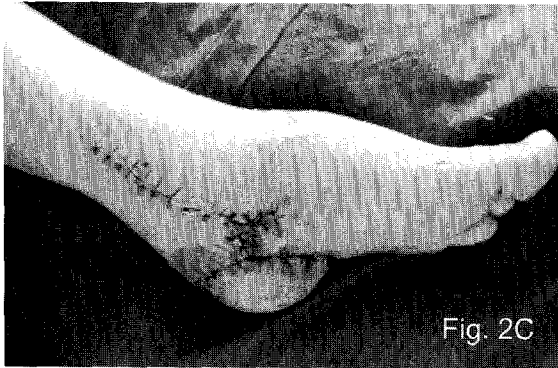


Fig. 2. A. A preoperative photograph of a nineteen year old male patient showed severe scar contracture of the heel and loss of normal heel fad contour. **B.** A preoperative photograph showed exposure of calcaneus and scar formation. **C.** A post-operative photograph taken at immediately after free dorsalis pedis flap with nerve coaptation. The dorsalis pedis artery was anastomosed to calcaneal branch of the posterior tibial artery. The superficial peroneal nerve was repaired to the calcaneal branch of the tibial nerve.

V. 고 찰

족부는 두 가지의 서로 다른 기능을 가지는 피부 및 연부 조직(soft tissue coverage)이 있다. 주로 구조물을 덮는 역할을 하는 족배부의 피부에 비해 족저부의 피부는 체중 부하를 받으면서 보행이 가능하게 하는 완충 역할을 가진다^{8,9}. 또 족부는 인체 말단에 위치하여 상대적으로 외상에 쉽게 노출되어 혈관과 신경조직들이 손상이 흔히 동반되는 경우가 많다. Nuzumlali 등¹⁰은 자동차 타이어에의 압력-견열(crushing and traction) 손상에 의해서 자주 발생한다고 하였다. 저자들의 경우도 직접적인 외상에 의한 연부조직 결손이 14례, 압력손상에 의한 피부괴사가 4례로 외상에 의한 경우가 총 27례 중 14례로 대부분을 차지 하였다.

족부의 연부 조직 결손을 치료할 때 기능적으로나 외견상 만족 할 만한 결과를 얻기 위해서는 적절한 피판을 선택하는 것이 중요하며 결손의 부위가 크지 않으면 국소 피판술을 시행할 수 있으나, 결손 부위가 크고 주위의 국소 조직이 충분치 않은 경우 노출

된 족부의 신경, 혈관, 건 중요 조직을 도포할 수 있는 유리 피판술이 필요한 경우가 많다^{7,12}.

여러 저자들에 의해서 다양한 유리 피판술이 소개 되고 있다. 주로 족배부의 결손에 대해서는 요골 전완부 피판(radial forearm flap), 외측 상박 피판(lateral arm flap) 및 부견갑부 피판(scapular flap), 및 견측 족배부 피판을, 체중부하부인 족저부 결손에는 복직근 피판(rectus abdominis muscle flap), 박근 피판(gracilis muscle flap) 및 전거근 근피판(serratus anterior muscle flap)을 주로 사용한다^{1,2,5,6,8,9,12,14,16}.

이러한 유리 피판의 선택시 고려되어야 할 요소로 Rainer 등¹²은 결손의 크기, 위치 특히 재건이 필요한 부위가 체중부하 부위인지 비체중 부하인지, 감각 재건이 필요한 부위인지를 고려하여 피판을 선택 해야 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였으며, 체중부하에 관계없이 부위는 피부 근막 피판(fasciocutaneous flap)이 두께가 두껍지 않아 모양이 좋으며 피판의 보호감각 회복이 가능한 장점이 있어 족배부의 결손에 유용한 방법이라 하였다. 저자들은 비 체중 부하 부위인 족배부와 아킬레스건 부위는 피부

근막 피판인 요골 전완부 피판을 6례, 견갑부 피판 4례, 광배근 피판 2례와 서혜부 피판 1례, 피부 피판(cutaneous flap)인 족배부 피판을 5례를 시행하였으며, 서혜부 피판 1례에서 피판 괴사가 있었으며, 족배부 피판을 시행했던 2례에서 반흔 구축에 의한 무지의 신전 구축이 있었다. 피판의 크기 불균형으로 감용적수술(debulking surgery)이 필요했던 경우는 서혜부피판 1례, 견갑부 피판에서 1례였다. 따라서 족배부 결손 및 아킬레스건 부위 결손 재건시 족배부 피판이나 피부 근막 피판인 요골 전완 피판이 유용할 것으로 사료된다.

체중 부하 부위는 근 피판술(muscle flap)과 식피술(split thickness skin graft)을 병행하는 경우와 많은데 이는 근 피판과 아래의 결손부위의 연부조직이 이루는 면과 이식된 피부와 근 피판이 이루는 두 가지 다른 조직면이 존재하므로 압박력과 전단력에 저항하는 완충제로의 역할을 하므로 족저부의 결손 유용한 방법이라 하였다^{2,6,7,9,12}. 또한 근 피판술은 결손부위가 큰 경우에서의 재건에서도 많은 양의 조직을 얻을 수 있으며 주위 조직과의 모양을 맞추기 쉬워 유용한 방법이다. 그러나 Potparic과 Rajacic¹¹은 체중 부하 부위에 피부 근막 피판 이식술이 기능적인 면이나 합병증 발생률에 있어서 근 피판술과 유의한 차이를 보이지 않았다고 하였으며 미용이나 감각재생에는 근 피판술 보다 장점을 가진다고 하였다. 또한 근 피판술은 피부이식을 병행해야 하는 단점이 있다고 하였다. 저자들은 체중 부하부인 발뒤꿈치와 전족부에 족배부 피판술 4례, 요골 전완 피판술 1례를 시행하였으며 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

그리고 체중 부하부에서 유리 피판술 시 감각 재건에는 저자들에 따라 논란이 많으나 Rainer¹²는 비교적 큰 피부근막 유리피판에는 감각재건술이 필요하다고 하였으며, 체중 부하 부위의 감각보존이 심부 압박감이나 날카로운 통각을 가지므로 환자의 족부관리에 유리하다고 하였다. 그리고 Chang 등³은 유리 피판술 후 피판의 궤양이 발생하는 원인으로 유리피판의 정상 섬유조직이 종골에 부착하지 못하는 것과 감각기능이 결여로 기인 된다고 하여 발뒤꿈치, 전족부 및 전족부 절단단등의 재건에는 감각기능의 회복이 중요하다고 하였다. 저자들은 체중 부하 부위와 절단단의 결손에는 감각 유리 피판술을

시행하였으며 전례에서 보호감각이 회복되었고, 정적 2점 식별력은 평균 26 mm였으며, 술 후 궤양 등의 합병증이 없어 체중부하부에서의 감각 유리 피판술은 합병증을 예방하고 환자의 피판 및 족부 관리에 유용한 방법이라고 사료된다.

그리고 피판의 선택시 환자의 연령도 고려하여야 한다. Yucel 등¹⁰은 총20례 중 10세 이하의 환아가 3례 였는데 이들 모두에 요골전완 피판을 이용하였다고 보고 하였다. 그러나 요골 전완 피판은 소아인 경우 공여부에 심한 상흔을 남길 수 있어, 저자들의 경우는 10세 이하의 족부의 연부조직 결손에 대하여는 결손부의 크기에 따라 결손의 크기가 비교적 작은 3례는 족배부 피판을 이용하였으며, 결손의 크기가 커서 족배부 피판으로 덮을 수 없는 경우는 1례는 서혜부 피판을 이용하였고, 3례에 대하여는 견갑부 피판을 시행하였다. 서혜부 피판을 시행했던 1례는 피판의 괴사가 있어 피판 제거 후 견갑부 피판술을 시행 하여 좋은 결과를 얻을 수 있었으며, 족배부 피판술이나 견갑부 피판술을 시행했던 경우는 견갑부 피판 1례에서 2차적인 감용적 수술을 필요로 하였으나 심각한 합병증 없이 좋은 결과를 보여 주었다. 그러므로 10세 이하의 환자에서 예견되는 수술 상흔과 같은 문제점으로 인한 공여부의 제한점등을 고려하여 결손의 크기에 따라 족배부 피판이나 견갑부 피판술이 적절할 것으로 생각된다.

VI. 결 론

족부에 발생한 연부 조직 결손의 재건술로 유리 피판술이 유용한 방법이며, 피판을 선택할 때 술자의 경험 및 선호도에 따라, 환자의 연령 그리고 결손의 크기 및 부위 등을 고려하여야 선택하여야 한다. 특히 체중 부하 부위나 절단단에서 감각 유리 피판술 시행함으로써 더 좋은 결과를 기대 할 수 있을 것으로 생각되며, 10세이하의 소아인 경우는 결손의 크기에 따라 족배부 피판이나 견갑부 피판을 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) 이준모, 김문규 : 족배유리 피판을 이용한 사지 재건술. *대한미세수술학회지*, 8:77-83, 1999.

- 2) 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.*
- 3) Chang KN, DeArmond SJ, Buncke HJ : *Sensory reinnervation in microsurgical reconstruction of the heel. Plast Reconstr Surg, 78:652-663, 1986.*
- 4) Goldberg JA, Adkins P and Tsai TM : *Microvascular reconstruction of the foot: weight-bearing patterns, gait analysis, and long term follow-up. Plast Reconstr Surg, 92:904-911, 1993.*
- 5) Hidalgo DA and Shaw WW : *Reconstruction of the foot injuries. Clin Plast Surg, 13:663-680, 1986.*
- 6) May JW, Halls MJ, Simon SR : *Free microvascular muscle flaps with skin graft reconstruction of extensive defects of the foot.: clinical and gait analysis study. Plast Reconstr Surg, 75:627-639, 1985.*
- 7) Morrison WA, Crabb DMcK, O'Brien BMcG, and Jenkins A : *The instep of the foot as a fasciocutaneous island and as a free flap for heel defects: Plast Reconstr Surg, 72:56, 1983.*
- 8) Ninkovic M, Schoeller T and Benedetto KP : *Emergency free flap cover in complex injuries of the lower extremity. Scan J Plast Reconstr Surg Hand Surg, 30:37-47, 1996.*
- 9) Noever G, Bruser P, Kohler L : *Reconstruction of heel and sole defects by free flap. Plast Reconstr Surg, 78:345-350, 1986.*
- 10) Nuzumlali E, Gurbuz C, Kantarci U, Cepel S, Bayri O and Polatkan O : *Moving car tire injuries of the foot: reconstruction with microvascular free flap. Reconstr Micro, 12:297-302, 1996.*
- 11) Potparic J and Rajacic N : *Long term results of weight-bearing foot reconstruction with noninnervated and reinnervated free flaps. Br J Plast Surg, 50:176-181, 1997.*
- 12) Rainer C, Anton H, Bauer T, Ninkovic M, Klestil T and Harpf C and Ninkovic MM : *Free flap Reconstruction of the foot. Annals of Plastic surgery, 42: 595-607, 1999.*
- 13) Rautio J, Kekoni J and Hamalainen H : *Mechanical sensibility in free and island flaps of the foot. J Reconstr Microsurg, 5:119-125, 1989.*
- 14) Russel RC, Guy RJ and Zook EG : *Extremity reconstruction using the free deltoid flap. Plast Reconstr Surg, 76:586-595, 1985.*
- 15) Stevenson TR and Mathes SJ : *Management of foot injuries with free muscle flaps. Plast Reconstr Surg, 78:665-671, 1986.*
- 16) Yucel A, Senyuva C, Aydin Y, Cinnar C and Guzel Z : *Soft tissue reconstruction of sole and heel defects with free tissue transfer. Annals of Plast Surg 44(32):259-269, 2000.*