

복재 신경의 혈관망을 이용한 원위도상 도서형 신경피부 피판술

원광대학교 의과대학 정형외과학교실

김상수 · 김동철 · 김용범

— Abstract —

Distally Based Neuroskin Pedicled Island Flaps Using the Vascular Network of the Saphenous Nerve

Sang Soo Kim, M.D., Dong Churl Kim, M.D. and Yong Bum Kim, M.D.

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

Introduction : The goal in the management of soft tissue injuries of the lower extremity is to obtain a closed stable wound as soon as possible. Recently, An anatomic study that has shown the role of the vascular axis that follows the superficial sensory nerves in supplying the skin developed the concept of a neuroskin island flap. It has been suggested that skin island flaps supplied by the vascular network of the saphenous nerve is one of the most reliable treatment to skin defect below the knee joint.

Purpose : The aim of this article is to present a clinical experience of neuroskin island flaps based on the saphenous nerve and to estimate the clinical utilities of distally based saphenous neuroskin flap.

Materials and Methods : From September 1995 to May 2000, a total 12 distally based neuroskin island flaps supplied by the vascular axis of the saphenous nerve were performed to cover defects in pretibial area below the knee.

Result : flap necrosis due to reactivation of existing infection developed in a case that skin defect had been on infected nonunion site of tibia. But other 11 cases survived completely without any specific complications.

Conclusion : The distally based neuroskin pedicled island flap using the vascular network of the saphenous nerve are versatile and reliable and especially indicated for limited defects in pretibial area below the knee joint which are not good indications for other better-known flaps.

Key Words : Saphenous nerve, Skin defect, Distally based neuroskin pedicled island flap

* 본 연구는 2000년 원광대학교 교내 연구비의 일부 지원을 받아 이루어졌음.

상적 결과를 분석하여 임상적 효용성을 알아보았다.

I. 서 론

하지 전방부는 타 부위에 비해 환경적으로 외상성 손상의 가능성이 높을 뿐만 아니라, 피복하고 있는 연부조직의 가동성이 낮아 외상 및 골수염 등에 의해 쉽게 피부 결손이 발생한다. 또한 혈류역학적으로도 하지 전방부는 혈액 공급량 뿐만 아니라, 표재 정맥혈의 순환능력도 저하되어 있어, 손상 시 치유 능력이 낮다^{10,20,23}. 따라서 하지 전방부의 연부조직 결손을 치료하는데 있어 이와 같은 하지 전방부의 혈류역학적 및 해부학적 특징들에 대한 고려가 필요하다.

표재성 감각신경의 혈역학적 연구를 통해, 표재 신경에 혈액을 공급하는 혈관망이 주위 피부의 혈액공급에도 중요한 역할을 한다는 것이 밝혀지면서, 표재 신경의 혈관망을 이용한 도서형 신경피부(neuro-skin) 피판술이 대두되었다. 이러한 표재성 감각신경의 혈관망을 이용한 임상적 적용은, 주로 비복신경의 혈관망을 이용한 원위도상 피판술을 이용하여 족관절 및 족부의 피부 결손에 많이 이용되어 왔다. 그러나, 복재 신경의 혈관망을 이용한 원위도상 피판술의 임상적 적용에 대한 보고는 매우 드물다.

따라서 본 저자들은, 슬관절 하방의 전방부에 피부 결손을 보였던 12례의 환자에 대해 표재성 감각신경인 복재 신경의 혈관망을 이용한 원위도상 도서형 신경피부 피판술을 시행한 후, 이 술식에 대한 임

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

1995년 9월부터 2000년 5월까지 본원에서 슬관절 하방의 하지 전방부에 발생한 피부 결손에 대해 복재 신경의 혈관망을 이용한 원위도상 도서형 신경피부 피판술을 시행했던 12례를 대상으로 하였다. 12례 모두 남자였으며, 나이는 최저 15세부터 최고 74세까지로 평균 43세였다. 피부 결손의 원인으로는 경골의 개방성 골절에 따른 결손이 5례, 감염성 경골 불유합 및 만성 골수염에 따른 피부 궤양이 5례, 외상성 단순 피부 결손이 2례였다(Table 1).

2. 피판의 크기 및 결과 분석

피판의 크기는 가로×세로의 길이가 최저 3×4 cm에서 최고 7×6 cm까지로 평균 가로길이는 4.2 cm, 세로의 길이는 5 cm였고, 면적은 12 cm²에서부터 42 cm²까지로 평균 21 cm²였다(Table 1). 결과 분석은 피부판의 생존율, 합병증의 유무, 소요 수술시간 및 피판의 크기에 따른 공여부의 식피술 여부등을 중심으로 분석하였다.

3. 수술 방법

하지의 내측부에서 복재 정맥의 주행을 피부에 도

Table 1. Data summary of patients.

No.	Age/Sex	Etiology	Size (cm)	Operation time(min)	Skin graft	Cx [‡]	Result
1	M/39	Open Fx*	5×6	39	+	-	Survival
2	M/24	Open Fx.	3×4	32	+	-	Survival
3	M/42	OM [†]	4×5	40	+	-	Survival
4	M/46	OM	3×4	39	+	-	Survival
5	M/16	OM	4×4	42	+	-	Survival
6	M/53	Open Fx.	4×5	36	+	-	Survival
7	M/35	OM	5×5	38	+	-	Survival
8	M/58	OM	4×6	43	-	Reactivation of infection	Necrosis
9	M/56	Open Fx.	4×6	48	+	-	Survival
10	M/74	Traumatic skin defect	4×4	37	+	-	Survival
11	M/15	Traumatic skin defect	7×6	45	+	Temporary ischemia	Survival
12	M/59	Open Fx.	3×5	43	-	Temporary ischemia	Survival

* Fracture, † Osteomyelitis, ‡ Complication

시한 다음, 원하는 크기의 피관을 복재 정맥의 주행선이 피관의 중심에 오도록 도안한다(Fig. 1-A). 출혈이 없는 깨끗한 수술시야를 확보하기 위해 지혈대를 적용시킨 후, 근막을 포함시켜 피관을 거상하며, 피관의 유경에는 복재 신경 및 신경의 혈관망과 복재 정맥이 포함되도록 하고, 혈관망의 손상이나 혈관 수축을 예방하기 위해 약간의 피하지방을 포함하여 너비 2 cm 정도로 박리한다(Fig. 1-B). 피관이 결손부에 도달할 수 있을 정도까지 피관의 유경을 박리한 후, 지혈대를 풀어 피관의 혈행상태를 확인한다. 피관의 크기가 비교적 적은 경우는 피하터널을 통해 수혜부로 피관을 이동시키고, 피하터널을 통한 이동이 불가능한 경우에는 수혜부까지 이차 피부 절개를 이용한다(Fig. 1-C). 피관의 공여부는, 피관의 크기가 적은 경우는 직접 봉합을, 큰 경우에는 전층 식피술로 피복하였다.

III. 결 과

총 12례중 11례에서 피관의 생존을 보여 92%의

피관 생존율을 얻을 수 있었다. 실패했던 1례는, 피부 결손부가 경골의 감염성 불유합 부위와 일치했던 경우로써, 피관술 후 5일째 부터 피관의 봉합부로부터 시작된 배농이 점차 악화되어, 피관 유경이 있는 피하터널까지 진행하면서 피관의 감염성 완전괴사가 발생하였다. 수술 후 15일째 피관을 제거한 후, 불유합에 대해 자가 해면골 이식을 시행하고 가자미근 전이술을 이용하여 재 피복을 시행하였다. 그리고 피관의 생존을 얻었던 11례중 2례에서 수술후 일시적인 피관의 허혈증세가 관찰되어, 피관의 유경이 있는 피하 터널을 절개함으로써 피관의 혈류회복을 얻을 수 있었다. 공여부의 식피술 시간을 제외한 순수 피관술에 소요된 수술 시간은 최저 32분에서 최고 48분으로 평균 40.2분이 소요되었다. 공여부의 식피술 여부는 공여부의 위치 및 피관의 가로 변(하지의 횡축에 일치하는 변)의 길이에 따라 결정되었다. 경골 결절 상방에 공여부가 존재했던 경우는 모든 례에서 식피술이 요구되었으며, 그 이하의 부위에서는 가로 변이 4 cm이하였던 1례에서 직접 봉합이 가능하였다(Table 1). 전 례에서 피관 공여부의

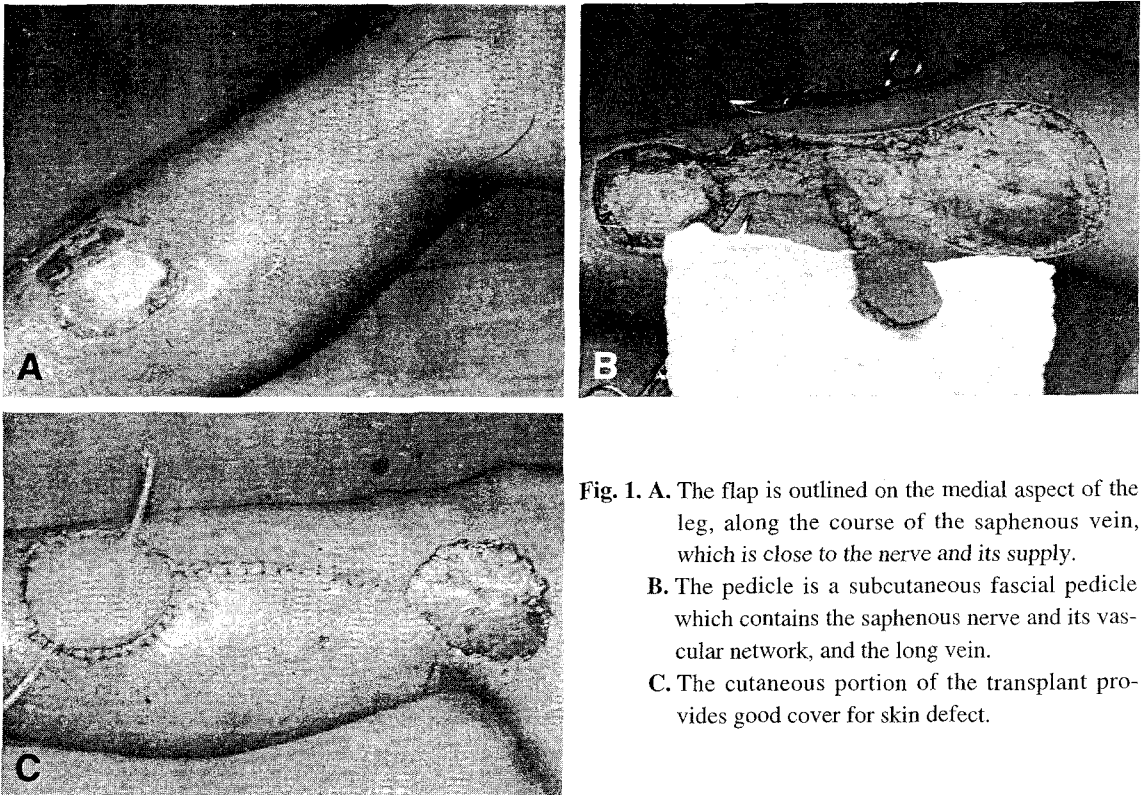


Fig. 1. A. The flap is outlined on the medial aspect of the leg, along the course of the saphenous vein, which is close to the nerve and its supply.
 B. The pedicle is a subcutaneous fascial pedicle which contains the saphenous nerve and its vascular network, and the long vein.
 C. The cutaneous portion of the transplant provides good cover for skin defect.

하방에서 복재 신경 감각 지배 영역의 감각저하가 발생하였다. 그러나 이로 인한 임상적 문제점은 관찰되지 않았고, 환자 또한 불편감을 호소하지 않았다. 그 밖에 피관술과 관련된 특이 합병증은 발생하지 않았다.

IV. 고 찰

하지의 경골 전방부는 피부 및 피하 지방층으로 피복되어 있으며, 비교적 가동성이 적어 외상이나 골수염등에 의한 피부 결손의 빈도가 매우 높다. 또한 혈류역학적 연구에서도 경골 전방부에는 공급되는 혈류량이 적을 뿐만 아니라, 중력의 영향과 근수축에 의한 펌프기능의 부재로 인해 표재 정맥혈의 순환도 저하되어 있어 치유능력이 낮다^{10, 20, 23}. 따라서 하지 전방부의 연부조직 결손 시에는 결손 부위, 창상의 오염 정도, 동반 손상 및 감염의 유무, 창상의 일차치유 가능성 및 술자의 수기 능력등이 중요하지만^{19, 23}, 경골 전방부의 혈류역학 및 해부학적 특징들에 대한 고려가 필요하다.

중격피 혈관(septocutaneous vessel)의 해부학적 및 혈류역학적 연구가 이루어지면서, 최근 하지에서의 피부 결손시에도 이러한 중격피 혈관의 해부학적 구조를 바탕으로 한 근막피부 피관술이 매우 유용한 치료법으로 이용되고 있다^{5, 11, 15, 18}. 하지만 대부분 하지에서의 근막피부 피관술은 주로 하지 원위부, 족관절 및 족부에서의 피부 결손시 다양한 방법으로 이용되었으나 근위부에 발생된 피부 결손에 대한 보고는 매우 드물다^{8, 10, 13-15, 20, 22}.

신경의 혈액공급에 대한 연구가 하지의 일부 표재 감각 신경을 위주로 혈관부착 신경이식의 목적으로 이루어졌으나^{2, 4, 9, 21}, 이들 신경에 분포하는 혈관망과 주위의 피부와의 관계에 대한 연구는 최근까지 이루어지지 않았다. 1992년 Masquelet 등¹⁶은 하지의 표재신경의 혈관망에 대한 연구를 통해 하지의 표재 감각신경과 주위 피부의 혈액공급에 서로 연관성이 있음을 보고하였다. 그들의 보고에 의하면 표재신경으로 혈액을 공급하는 외재성 혈관은 신경 주행을 따라 하지의 심부 주 동맥에서 분지된 중격피 혈관과의 문합을 통해, 혈관망(vascular network)을 형성하면서 피부로 많은 분지를 내는 바, 임상적으로 이 신경근피동맥(neurocutaneous artery)를 이용한 도서형 신

경피부 피관술(neuroskin pedicled island flap)이 가능하다고 하였다. 그러나 복재 신경의 혈관망과 문합을 하는 중격피혈관은 족관절의 내과 상방 3~5 cm 부위에서 후경골 동맥과 마지막 문합이 이루어지는 바, 피관 유경의 하방한계를 암시하였다(Fig. 2)^{16, 17}. 그러나 1999년 Ballmer 등³은 30례의 사체 연구를 통해, 복재 신경의 혈관망이 족관절의 내과에 위치한 혈관망과 서로 문합을 형성하며, 이 내과의 혈관망은 족관절과 그 이하 부위인 족부로부터 기시하는 전, 후방 내과동맥, 내측 거골동맥의 분지 및 내측 족저동맥의 분지들의 문합을 통해 구성되므로, 복재 신경의 혈관망을 이용한 역혈류성 원위도상 피관술을 시행 시 후경골 동맥과의 최하방 문합 위치에 관계없이, 유경의 회전점이 내과 위치가 될 수 있음을 주장하였다(Fig. 2). Cavadas⁶와 Coskunfirat 등⁷은 복재 신경의 혈관망을 이용한 역혈류성 원위도상 피관술을 각각 5례 및 6례를 시행하여 우수한 결과를 얻었다고 보고하였으며, 국내에서도 김 등¹은 복재 신경 혈관망을 이용한 근위도상 피관술 10례 및 원위도상 피관술 2례를 시행하여 전 레에서 만족한 결과를

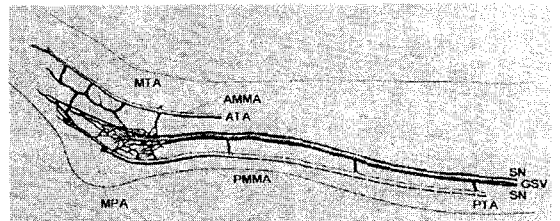


Fig. 2. The schematic diagram of vascular anatomy around the saphenous nerve. The saphenous nerve(SN) is supplied by the vascular network which the continuation of the more or less extended saphenous artery. Along the entire course of the nerve, this network anastomoses with arterioles arising from the deep posterior tibial artery(PTA) and delivers many small branches to the skin. The vascular network of saphenous nerve anastomosis with the medial malleolar network that is formed by the anterior medial malleolar artery(AMMA), branches from the medial tarsal arteries(MTA), the posterior medial malleolar artery(PMMA) and branches from the medial plantar artery(MPA) at the level of medial malleolar of ankle(ATA: anterior tibial artery, GSV: Greater saphenous vein).

얻었던 바, 원위도상 피판술의 임상적 가능성을 보고 하였다.

Hallock¹²⁾은 근막피부 피판술에 있어 근위도상 및 원위도상 피판술을 시행하였던 172례를 비교 분석하여, 두 군간의 합병증 및 피판 생존율의 의미있는 차이가 없음을 보고하면서, 근막피부 피판술의 생존에는 혈류성 유경의 위치보다 피판으로의 혈류량이 중요하다고 하여, 원위도상 피판술이 근위도상 피판술에 못지않은 높은 임상적 효용성이 있음을 강조하였다. 저자들의 경우에도 원위도상 피판술을 12례에서 시행한 결과, 피판의 완전괴사가 발생했던 1례를 제외한 11례에서 피판의 생존을 얻을 수 있었다. 그러나 괴사가 발생했던 1례도, 경골의 감염성 불유합 부위에 발생된 피부 결손시 시행했던 경우로써, 수술 후 4일째까지는 피판이 생존하였으나 감염성 불유합 부위로부터 배농을 동반한 심한 감염에 의해 점진적으로 완전괴사가 발생했던 경우였다. 따라서 기존의 수혜부 염증이 피복 후 재활성화의 위험성이 있는 경우에는 세심한 고려가 필요하다.

피판의 생존을 얻었던 11례중 2례에서 일시적 피판 허혈 증세가 관찰되었으나, 피판의 유경이 위치한 피하터널을 절개함으로써 피판의 혈류 회복을 얻을 수 있었다. 이는 하지 전방부가 피부 및 피하지방층으로만 피복되어 있어, 충분한 피하터널의 공간 확보가 어렵고, 또한 터널의 기저부가 단단한 경골로 이루어져 술 후 부종 및 출혈등에 의해 증가된 터널내 압력에 대한 완충역활의 결여에 따른 것이다. 따라서 피판의 유경이 비교적 두꺼워 피하터널에서 압박을 받을 가능성이 있는 경우에는 피하터널보다 피부 절개를 통한 피판 이동이 요구된다.

복재 신경을 이용한 신경피부 피판술의 장점으로는, 외관상 관찰이 가능한 복재정맥이 복재 신경의 주행을 암시하는 바, 피판의 도안 및 박리가 간단하여 수술의 안정성을 높일 수 있고, 미세수기를 필요로 하지 않으며, 또한 피판의 두께 및 피부 색이 결손부와 비슷하여 미용상 좋은 결과를 얻을 수 있다는 점이다. 또한 하지의 주요 혈관에 손상을 주지 않는 것도 큰 장점이라 할 수 있다.

하지만 복재 신경피부 피판술은, 피판술에 복재 신경을 이용함으로써, 공여부 이하의 하지 내측부 복재 신경의 감각지배 영역에서의 감각저하가 필연적으로 발생한다는 단점이 있다. 하지만 이로 인한 임

상적 문제는 없는 것으로 보고되었고^{1,3,6,16)}, 저자들의 경우에서도 마찬가지로 문제점이 발견되지 않았다.

복재 신경을 이용한 신경피부 피판술은 일종의 축성형, 근막피부 피판술로써 경골 전방부의 피부 및 연부조직 결손시 쉽게 적용할 수 있으나, 아직도 복재 신경의 혈관망 및 이로부터 공급받는 주위 피부에 대한 정확한 혈류역학적 연구가 미비하다. 따라서 이에 대한 정확한 연구가 이루어진다면 경골 근위부에 발생된 피부 결손에 대한 복재 신경피부 피판술의 정확한 적응증이 성립될 것으로 사료된다.

V. 결 론

슬관절 하방의 하지 전방부에 피부 결손을 보였던 12례를 대상으로 복재 신경의 혈관망을 이용한 역혈류성 원위도상 신경피부 피판술을 실시하여 비교적 만족스런 결과를 얻을 수 있었다.

신경피부 피판술은 일정한 복재 신경 및 혈관망을 갖고 있으면서, 외관상 관찰이 가능한 복재 정맥이 복재 신경의 주행과 일치하는 바, 피판의 도안이 쉽고 수기가 간단하여 수술의 안정성을 높일 수 있으며, 또한 근막피부 피판의 일종으로 피부 및 피하지방층으로 구성된 경골 전방부의 결손 시에는 미용상 우수한 결과를 얻을 수 있다. 그리고 하지의 주요 혈관을 희생시키지 않는다는 장점이 있다.

합병증으로, 복재 신경의 감각지배영역에 감각저하가 피판의 공여부 이하에서 필연적으로 발생하는 바, 이에 대한 환자 및 그 보호자에게 술 전 설명이 필요하다. 또한 결손부의 염증으로 피판의 완전괴사 1례가 발생했던 바, 재활성의 가능성이 있는 염증이 수혜부 및 주위에 존재 시에는 세심한 고려가 필요하다.

REFERENCES

- 1) 김동철, 김상수 : 복재 신경의 혈관망을 이용한 도서형 피판술. 대한정형외과학회지, 34-2:343-349, 1999.
- 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, 1976.
- 3) Ballmer FT, Hertel R, Noetzli HP and Masquelet AC : *The medial malleolar network: a constant vascular base of the distally based saphenous neurocutaneous*

- island flap. *Surg Radiol Anat*, 21(5):297-303, 1999.
- 4) Breidenbach W and Terzis JK : *The anatomy of free vascularized nerve grafts*. *Clin Plast Surg*, 11: 65-71, 1984.
 - 5) Carriquiry C, Aparecida Costa M, and Vasconez LO : *An anatomic study of the septocutaneous vessels of the leg*. *Plast Reconstr Surg*, 76:354-363, 1985.
 - 6) Cavadas PC : *Reversed saphenous neurocutaneous island flap: Clinical experience*. *Plast and Reconstr Surg*, 99:1940-6, 1997.
 - 7) Coskunfirat OK, Velidedoglu HV, Sahin U and Demir Z : *Reverse neuro fasciocutaneous flaps for soft-tissue coverage of the lower leg*. *Ann Plast Surg*, 43(1):14-20, 1999.
 - 8) Donski PK and Fogdestam I : *Distally based fasciocutaneous flap from the sural region*. *Scand Plast Reconstr Surg*, 17:191-200, 1983.
 - 9) Fachinelli A, Masquelet A, Restrepo J and Gilbert A : *The vascularized sural nerve: Anatomy and surgical approach*. *Int J Microsurg*, 3:757-763, 1981.
 - 10) Ger R : *The treatment of pretibial skin loss*. *Surgery*, 5:75-81, 1968.
 - 11) Haertsch PA : *The blood supply to the skin of the leg: A postmortem investigation*. *Br J Plast Surg*, 34: 470-489, 1981.
 - 12) Hallock GG : *Clinical scrutiny of the de facto superiority of proximally versus distally based fasciocutaneous flap*. *Plast and Reconstr Surg*, 100:1428-33, 1997.
 - 13) Louton RB, Harley RA and Hagerty RL : *A fasciocutaneous transposition flap for coverage of defects of the lower extremity*. *J Bone Joint Surg*, 71-A:988-993, 1989.
 - 14) Masquelet AC, Beveridge J, Romana C and Gerber C : *The lateral supramalleolar flap*. *Plast Reconstr Surg*, 81:74-81, 1988.
 - 15) Masquelet AC, Bessa J and Romana MC : *Bourget's artery : Anatomic basis for a new cutaneous skin flap*. *Surg Radiol Anat*, 11:249-257, 1989.
 - 16) Masquelet AC, Romana MC and Wolf G : *Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: Anatomic study and clinical experience in the leg*. *Plast Reconstr Surg*, 67:1115-1121, 1992.
 - 17) Masquelet AC and Gilbert A : *Neurocutaneous flaps. An Atlas of Flaps in Limb Reconstruction*, Martin Dunitz Ltd, 158-161, 1995.
 - 18) McGregor IA and Morgan G : *Axial and random pattern flaps*. *Br J Plast Surg*, 26:202-211, 1973.
 - 19) O'Brien BM and Hayburst JW : *Principles and Techniques of microvascular surgery. Reconstructive Plastic Surgery, Vol. 1, Chapter 14*, W.B Saunders Company, Philadelphia, 1977.
 - 20) Ponten B : *The fasciocutaneous flap: It's use in soft tissue defects of the lower leg*. *Br J Plast Surg*, 34: 215-220, 1981.
 - 21) Taylor GI and Ham FJ : *The free vascularized nerve graft*. *Plast Reconstr Surg*, 57:413-426, 1976.
 - 22) Tolhurst DE, Haeseker B and Zeeman RJ : *The development of the fasciocutaneous flap and it's clinical applications*. *Plast and Reconstr Surg*, 71-5:597-605, 1983.
 - 23) Yaremchuk MF : *Concepts in soft-tissue management. Lower Extremity Salvage and Reconstruction*, Elsevier Science Publishing Co.:95-105, 1989.