

미세 수술을 이용한 당뇨병성 족부병변의 재건

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 하경환 · 임당재 · 김태하

— Abstract —

Reconstruction of Diabetic Foot by Microsurgery

Kwang-Suk Lee, M.D., Kyung-Hwan Ha, M.D., Dang-Jae Lim, M.D., Tae-Ha Kim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

In general, amputation has been performed in the treatment of diabetic foot which doesn't respond to the conservative treatment. We have evaluated the existence of post-operative infection, the morbidity of donor site, the degree of recovery of sensation, weight bearing ambulation and recurrence in the 6 cases(5 patients) of diabetic foot patients among the 230 cases of free flap transfer done in our department.

In all cases of free flap transfer to diabetic foot, 100% of survival rate was shown. The sensory recovery was more than average of 40% of the area of the transferred flap, and two points discrimination was shown average of 5cm as a result. In all cases, no evidence of post-operative infection was discovered and the weight bearing gradually became easier, and at the average of 5 months after operation, the full weight bearing ambulation became possible.

If the infection of diabetic foot and the level of blood sugar could be controlled successfully, the free flap transfer could be considered one of the treatment option to avoid amputation.

Key Words : Diabetic foot, Reconstruction, Free flap transfer

I. 서 론

당뇨병성 족부병변은 당뇨병의 이환율과 사망률을 증가시키는 중요한 원인이며 현재까지 그 치료 및 예방이 임상적으로 문제시 되고 있는데, 대개의 경우 보존적 치료로서 호전되지만, 보존적 치료에 반

응하지 않거나, 골 및 건이 노출된 광범위한 궤양의 경우에는 일반적으로 절단술이 시행되어 왔으며³⁾, 성인에서 외상에 의한 경우를 제외하고 사지를 절단하게 되는 가장 흔한 원인으로 알려져 있다¹⁾. 1973년 Daniel과 Taylor⁴⁾가 연부조직 결손에 대해 미세 수술을 이용한 유리 피판 이식술을 시행한 이후 사지 절단을 피하기 위한 유리 피판 이식술에 대한 많

은 보고가 있다^{3,15)}. 이러한 방법들은 비 체중 부하 부위에 성공적으로 적용되어 왔으나 체중 부하 부위의 결손에 있어서는 적지 않은 실패가 있어 왔다. 즉 체중 부하를 하여야 하는 족부의 연부조직 결손 시, 피부 피복뿐 아니라 방어감각을 회복하는 것이 중요하며, 특히 족부는 혈액순환이 원활치 못하고 정맥혈액의 복귀도 잘 안되며, 말초 신경의 지배를 받으므로 당뇨병성 궤양과 같은 병변이 발생할 경우 타 부위보다 상처 치유가 잘 안되어 지금까지는 치료하기가 매우 어렵고, 고식적인 방법으로는 대개 수차례의 수술이 필요한 경우가 많았다.

고려대학교 의과대학 정형외과학 교실에서는 골 및 연부조직의 노출과 결손을 동반하는 당뇨병성 족부병변에 대하여 미세수술을 이용한 유리 피판 이식술을 시행하여 만족스러운 결과를 얻어 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 연구 대상 및 방법

1980년 1월부터 1999년 5월까지의 미세수술을 이용한 유리 피판 이식술 230례 중, 연부 조직 결손을 동반하고 골 및 건이 노출되어 절단술의 적응이 되었던 당뇨병성 족부 병변 환자 5명(6례)을 대상으로 하였다.

환자의 연령 분포는 48세에서 68세까지로 평균 60세였고, 성별 분포는 남자가 3명, 여자가 2명이었으며, 추시 기간은 4년 3개월부터 8년 1개월까지로 평균 5년 3개월이었다. 환자의 당뇨병의 이환 기간은 3년부터 20년까지로 평균 8년 5개월이었고, 공복시 혈당은 134mg/dl에서 287mg/dl까지로 평균 191mg/dl이었으며, 족부 병변이외의 다른 합병증이 3명에서 있었으며 종류는 망막증이 1명, 망막증 및 신경병증이 1명, 신경증이 1명이었다(Table 1). 모든 환자에서 입원 후 먼저 보존적 치료 즉, 혈당 조절, 상처치료, 하지고정 및 정맥내 항생제 투여를 시행하였고, 수술전 평가 방법으로 도플러를 이용한 혈류 상태 확인 및 혈관 조영술을 시행하였다.

연부 조직의 결손 부위는 종부가 3례, 제 1 중족골두부가 1례, 내측 족관절부 및 종부가 1례, 경골 근위부 절단단부가 1례였고, 공여 유리 피판의 종류는 전완부 피판 이식이 3례, 광배근 피판 이식이 3례였다.

전완부 피판은 크기가 평균 9.5×6.4cm²이었고, 단혈 시간은 평균 104분이었으며, 종부에 2례, 제 1 중족골두부에 1례 이식되었다. 광배근 피판은 크기가 평균 12.5×8.7cm²이었고, 단혈 시간은 평균 105분이었으며, 종부에 1례, 내측 족관절부 및 종부에 1례, 경골 근위부 절단 단부에 1례 이식되었다

Table 1. Case analysis

No. of case	Sex	Age	Location of lesion	Du. of DM	FBS	Other complication
1	F	48	heel	5 yrs	287 mg/dl	retinopathy
2	M	68	1st metatarsal head	20 yrs	181 mg/dl	retinopathy, nephropathy
3	F	61	heel & med. ankle	4 yrs	134 mg/dl	(-)
4	M	64	prox. tibia stump	3 yrs	164 mg/dl	(-)
5	M	59	heel	10 yr	189 mg/dl	neuropathy

Table 2. Flap analysis

No. of case	Flap	Size(cm ²)	Ischemic time(min)	Op. time(min)	Application
1	LD* flap	11.5×11	135	210	heel
2	Forearm flap	9×4.2	90	184	1st metatarsal head
3	LD flap	10×5	80	210	heel & med. ankle
4	LD flap	16×10	100	210	prox. tibia stump
5	Forearm flap	9.5×7	108	201	heel
	Forearm flap	10×8	115	165	heel

* Latissimus dorsi

Table 3. Clinical results

No. of case	Flap	Recovery of sensation(%)	2PD*(cm)	Morbidity of donor site
1	LD flap	35	7.2	(-)
2	Forearm flap	50	3.6	(-)
3	LD flap	40	6.5	(-)
4	LD flap	30	4.2	hematoma & partial skin necrosis
5	Forearm flap	45	4.3	scarring & dysesthesia
	Forearm flap	40	4	(-)

* 2 points discrimination

(Table 2). 생유리 피판 이식시 모든 예에서 한 개의 동맥과 두 개의 정맥을 문합하였으며 감각의 회복을 기대하기 위해 신경 봉합술도 함께 시행하였다. 술후 감염의 유무, 공여부의 이병을, 감각의 회복정도, 체중 부하 보행정도 및 재발을 평가하였으며, 감각의 회복은 이식된 생유리 피판의 총 넓이 중 pin prick에 의해 감각을 보였던 부위를 백분율로 나타냈고, 동시에 이점 식별 검사를 시행하였다.

III. 결과 및 증례 보고

유리 피판 이식술을 시행한 전 예에서 100%의 생존율을 나타내었다. 전완부 피판 이식술시 감각의 회복은 이식된 피판의 넓이 중 평균 45% 이상이었으며, 이점 식별 검사에서는 평균 4cm의 결과를 보였다. 그러나 공여부의 상흔 및 표재 요골 신경의 장애로 인한 이상 감각을 보인 경우가 1례에서 있었다. 광배근 피판 이식술시, 감각의 회복은 이식된 피판의 넓이 중 평균 35% 이상이었으며, 이점 식별 검사는 평균 6cm의 결과를 보였다. 1례에서 술후 추시도중 외형상의 이유로 지방 제거술이 필요하였고 다른 1례에서 술후 4일째에 공여부의 부종이 심하여 봉합 피부의 일부를 발사하였으나 호전되지 않아 탐험술(exploration) 및 혈종 제거술이 필요하였으며, 같은 예에서 공여부의 일차 봉합시 과도한 긴장으로 인한 피부의 변색 및 수포 형성으로 술후 이차적인 부분층 피부이식이 필요하였다(Table 3).

수술후 감염은 전예에서 없었으나, 혈당조절이 잘 안되었던 1례에서 장액성 삼출을 보였으며 혈당조절 및 보존적 치료 후 상처 회복을 이루었고 전예에서 술후 혈당조절이 술전에 비해 양호한 소견을 보였다.

모든 예에서 술후 점차적으로 체중 부하가 용이하게 되어 평균 술후 5개월 경에는 완전 체중 부하 보행이 가능하였으나, 1례에서 이식 부위의 골수염이 재발하여 족지 관절 이개술이 시행되었다. 이식 피판의 방어감, 온감, 통감의 기능이 시간이 지남에 따라 적응도가 증가되었고, 질감(texture)은 전 예에서 향상되었으며 처음 이식시의 두꺼운 피하 지방층도 원격 추시중 점차 위축되어 주위 조직에 적응되어 외견상 모양이 만족스럽게 되어졌다.

증례 1.

68세 남자 환자로 내원 3개월 전부터 우측 제 1 중족골두 부위의 피부 괴사 및 농 배출이 진행되어 타 병원에서 절단 권유받고 내원하였다. 20년 전 당뇨 진단받고 경구 혈당 강하제로 조절하던 환자로 공복시 혈당은 181mg/dl이었고 혈관 조영술상 우측 제 1 중족 동맥이 폐쇄되어 있었다. 전완부 피판 이식술을 시행하였으며 피판 크기는 9×4.2cm²이었고 문합 혈관으로 족배동맥과 요골동맥, 복재정맥의 두 개의 분지와 두 개의 요골 수반정맥을 이용하여 단단 문합을 시행하였고 외측 전완 표재신경(lateral antebrachial cutaneous nerve)을 표재 비골신경(superficial peroneal nerve)의 분지에 수술현미경 하에 신경 외막 봉합술(epineural suture)을 시행하였다. 현재 수술후 4년 5개월로 피판의 감각회복은 50% 이상이었으며, 이점 식별 검사에서는 3.6cm의 결과를 보였으며 완전 체중 부하가 가능하였다(Fig. 1-A, B, C).

증례 2.

59세 남자 환자로 양측 종부에 피부 및 연부조직

결손이 발생하여 타병원 거쳐 전원되었다. 10년 전 당뇨 진단 받았으며 말초 신경병증이 동반되어 있던 환자로 공복시 혈당은 189mg/dl이었다. 입원 후 혈당 조절과 함께 상처치료를 시행하였으며, 혈관 조영술상 족배동맥 및 전, 후경골동맥은 잘 유지되어 있었다. 양측 중부 연부조직 결손에 대해 전완부 피부 이식술을 시행하였다. 피부의 크기는 우측이 9.5 × 7cm², 좌측이 10 × 8cm²이었고 양측 모두 요골 동맥과 후 경골 동맥, 요측 피부정맥과 복재정맥, 수반정맥과 수반정맥을 문합하였고, 외측 전완 표재신경을 비복신경(sural nerve)에 수술 현미경하에 신경외막 봉합술을 시행하였다. 술후 우측 전완부에 상흔 및 표재 요골신경 장애로 인한 이상감각을 보였으나 수여부의 감염의 증거는 보이지 않았으며 체중 부하 보행이 가능하였다(Fig. 2-A, B, C, D).

IV. 고 찰

하지에 궤양 및 허혈성 괴저가 동반된 당뇨병성 족부병변 환자는 정형외과 영역에서 비교적 흔히 접

하지만 그 치료의 선택은 어려운 문제중의 하나이다. 미국의 경우 통계적으로 인구의 5% 정도가 당뇨병을 가지고 있고, 하지절단의 약 80%가 당뇨 환자에 대해 시행되고 있으며¹⁰⁾, 하지 절단술을 받은 환자의 50% 정도만이 3년 이상 생존하고⁶⁾, 또한 5년 이내에 약 50%에서 반대측 하지를 절단하게 되며 경제적으로 많은 손실을 가져온다고 보고되고 있다^{7,8)}.

당뇨병 환자에서 나타나는 족부의 병변은 말초혈관의 혈류장애와 말초 신경병증에 의한 감각의 이상, 여러 가지 감염균에 의한 감염증이 증세를 악화시키는 중요한 요인으로 알려져 있다. 말초 신경병증은 족부병변이 있는 당뇨병 환자의 80% 이상에서 보고되고 있으며¹¹⁾, 허혈성 병변의 원인으로 소혈관 질환의 역할에 대해서 소혈관 혈액학에서의 여러 이상이 족부 궤양 환자에서 입증되었으며 진행된 당뇨병성 신병변증, 망막증, 신경증이 같이 있는 환자에서 족부 궤양의 빈도가 증가하는 것으로 보고되고 있다^{9,14)}.

1987년 Taylor와 Porter¹⁶⁾는 조기에 적극적으로 상처에 대해 피사조직 제거술을 시행하면서 혈관 재

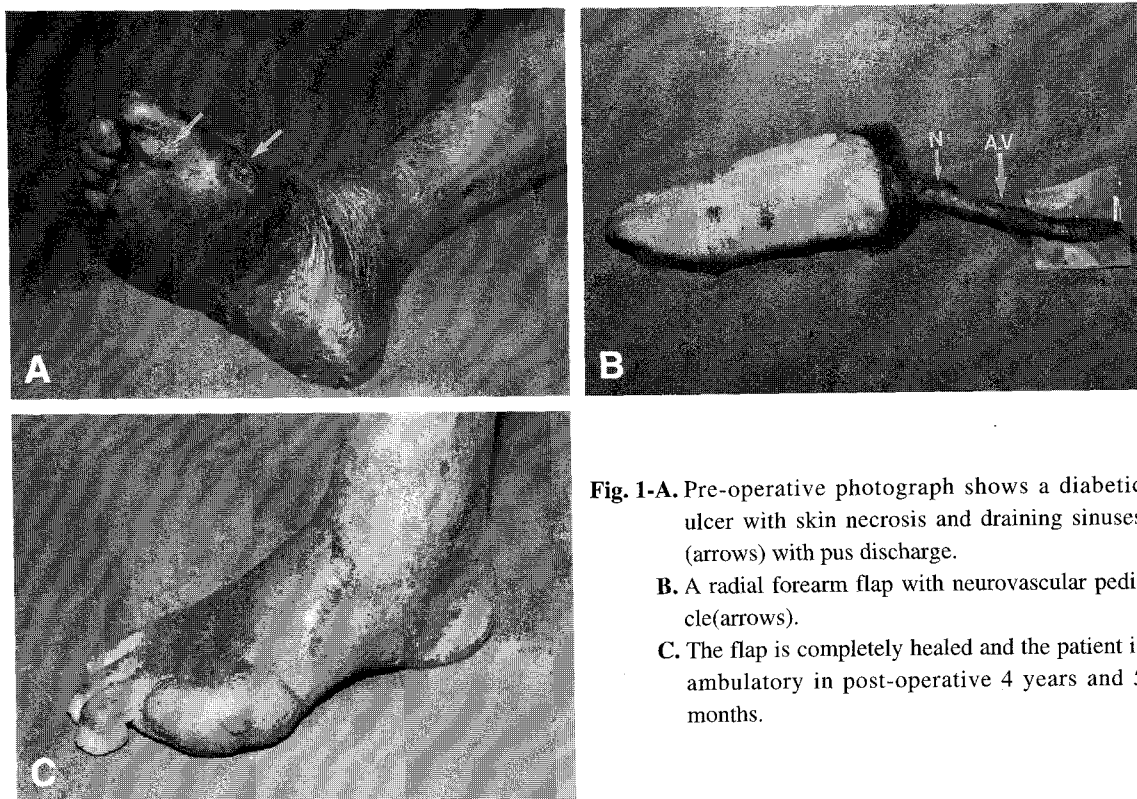


Fig. 1-A. Pre-operative photograph shows a diabetic ulcer with skin necrosis and draining sinuses (arrows) with pus discharge.
 B. A radial forearm flap with neurovascular pedicle(arrows).
 C. The flap is completely healed and the patient is ambulatory in post-operative 4 years and 5 months.

건술을 병행하여 74%에서 사지 구제 성공률을 보고 하였으며 절단술을 마지막 수단으로 보류해야 한다고 하였다. 하지만 아직까지 충분한 혈액순환을 갖고 있는 당뇨병성 족부궤양 환자에 대해서도 상처의 심각성으로 인해 절단술이 요구되기도 한다²⁾.

미세수술을 이용한 유리 피판 이식술은 1970년 외상후에 연부조직 결손이나 골수염이 있었던 환자들에게 처음 시행되었으며³⁾, 또한 동맥질환이 있는 환자에서 골 및 연부 조직이 노출된 궤양에 대해 유리 피판 이식술을 시행한 보고가 있었다^{2,10)}.

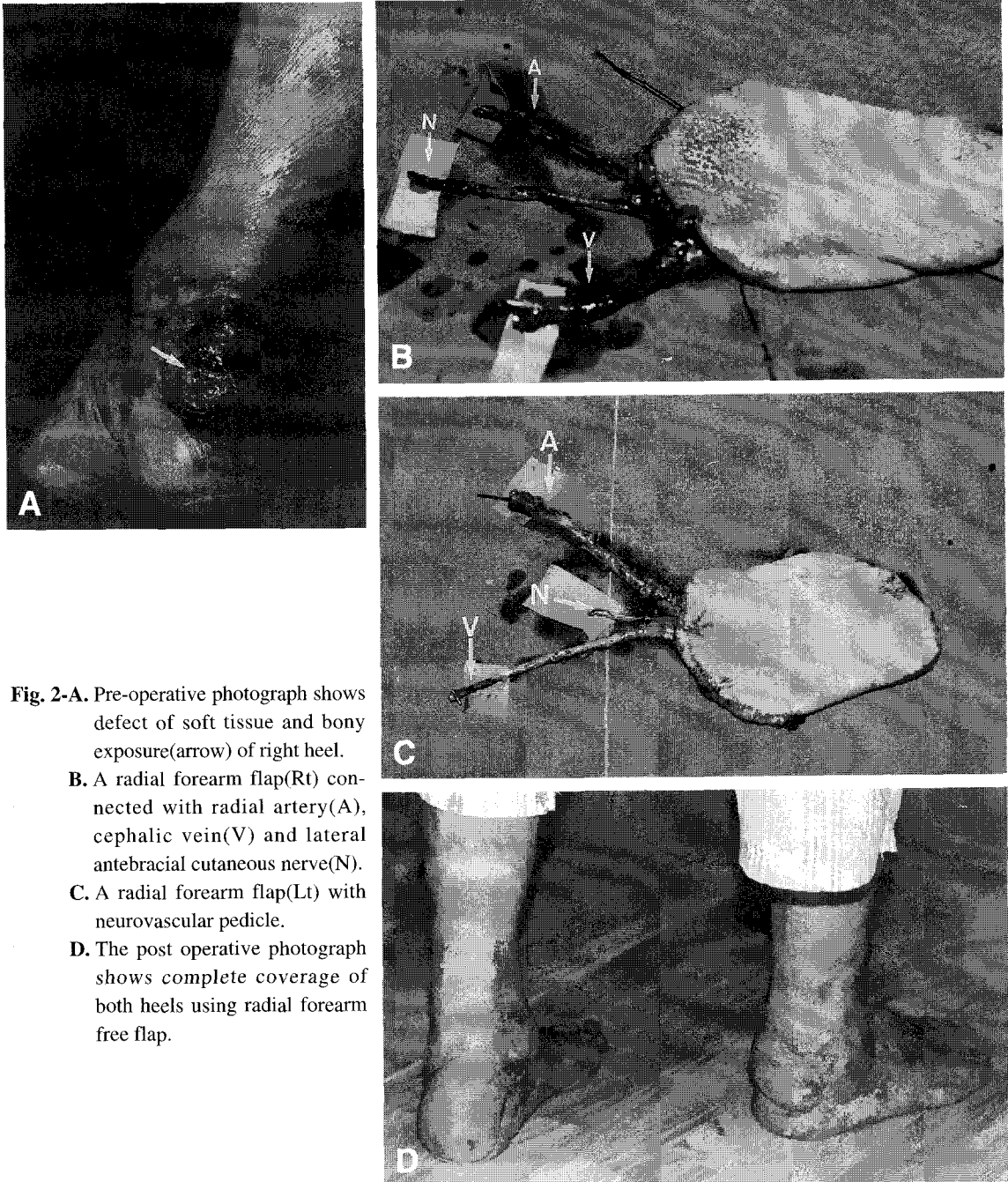


Fig. 2-A. Pre-operative photograph shows defect of soft tissue and bony exposure(arrow) of right heel.
B. A radial forearm flap(Rt) connected with radial artery(A), cephalic vein(V) and lateral antebrachial cutaneous nerve(N).
C. A radial forearm flap(Lt) with neurovascular pedicle.
D. The post operative photograph shows complete coverage of both heels using radial forearm free flap.

저자들은 모든 환자에 대해 보존적 치료를 먼저 시행하면서 술전 수용처의 혈관 조영술을 시행하여 말초혈액 순환상태를 파악한 후에 치료 방침을 결정하였으며, 이용 가능한 혈관이 있는 경우 유리 피판 이식술을 고려하였다. 유리 피판으로 전완부 피판 및 광배근 피판을 이용하였고, 말초신경 및 말초혈액 순환이 좋지 않은 당뇨 환자임을 고려하여 전예에서 한 개의 동맥과 두 개의 정맥을 문합하였고, 방어감각 회복을 위해 신경 봉합술을 병행하였다.

전완부 피판은 혈관경의 길이를 비교적 쉽게 얻을 수 있고 혈관의 내경이 커서 상대적으로 쉽게 문합이 가능하나 수부의 중요 혈관이 요골동맥의 회생이 필수적이고 공여부의 상흔(Scar)과 때로는 표재 요골신경 유착으로 인한 이상감각이 문제시 될 수 있는데^{4,5} 저자들의 경우에서도 1례에서 공여부의 이상 감각을 보였다. Norman과 Brian¹²은 전완부 피판은 지방 제거술이 필요없이 족부 형태를 대처할 수 있고, 감각의 재생이 가능하며, 튼튼하고 안정적으로 족저부의 체중부하 부위를 제공할 수 있으며, 특히 체중 부하 부위, 골수염 상처 그리고 중등도 크기의 피부결손 부위에 이식이 적합하므로 이상적인 족부 공여부라 하였다. 광배근 피판은 매우 큰 피판을 얻을 수 있어 광범위한 결손 부위에 사용할 수 있는 장점이 있는 반면, 공여부에 커다란 반흔을 남기며 비만한 환자에서는 적합하지 않다는 단점이 있다. 기능면으로는 강력한 근육이므로 굴곡 기능의 개선시에 사용할 수 있다⁵. 저자들의 경우에 있어서 1례에서 공여부 일차 봉합시 과도한 긴장으로 인한 피부괴사로 이차적인 부분층 피부이식이 필요하였고, 다른 1례에서 술후 외형상 이유로 지방 제거술이 필요하였다. 또한 저자들이 경험한 이식 유리 피판의 감각 회복에서 광배근 피판이 전완부 피판에 비하여 좋지 않았다.

사지 구제를 위한 수술시 적절한 술전 평가 및 치밀한 계획이 필수적이고 수술전후의 관리도 중요하다¹⁰. 당뇨병 케양 환자의 사지 구제술을 고려할 경우 혈관 조영술과 같은 술전 평가가 반드시 필요하고, 환자의 술전 일상 활동 기능 및 재활 의지를 파악하는 것도 중요하며, 성공적인 수술 후 재발을 방지하기 위해 무엇보다 중요한 것은 환자에 대한 교육 및 엄격한 혈당 조절이라 할 수 있다. 또한 내과 및 재활의학과 등과 연계를 이루어 팀워크를 형성하여

환자에게 접근하여야 보다 좋은 결과를 얻을 수 있다고 생각된다.

V. 결 론

고려대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 골, 건 및 연부조직의 노출이 심하고 괴사 및 염증이 동반되어 하지 절단술의 적응이 되었던 당뇨병성 족부 병변을 가진 5명(6례)에 대하여 미세수술을 이용한 유리 피판 이식을 통한 재건술을 시행하여 전예에서 임상적으로 비교적 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다. 결론적으로 당뇨병성 족부 병변을 치료함에 있어 절단술로 인한 정신적, 신체적, 경제적 손해를 막기 위해서는 즉각적이고 집중적인 치료가 필요하며, 보존적 요법에 치유되지 않을 경우, 환부의 감염 치료 및 혈당조절이 이루어진다면 미용상 그리고 기능적으로 우수한 유리 피판 이식술을 고려해 볼 가치가 있으며 절단술은 마지막 수단으로 선택하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

REFERENCES

- 1) Boulton AJM : *The diabetic foot: Neuropathic in aetiology?* Diabet Med. 7:852-858, 1990.
- 2) Carlos DC and Eduardo AT : *Microvascular free myocutaneous flap for treatment of nonhealing ischemic ulcers of the lower extremity. A case report.* Tex Heart Inst J. 23:222-225, 1996.
- 3) Cronenwett JL, McDaniel MD, Zwolak RM, et al. : *Limb salvage despite extensive tissue loss. Free tissue transfer combined with distal revascularization.* Arch Surg. 124:609-615, 1989.
- 4) Daniel RK and Taylor GI : *Distal transfer of an island flap by microvascular anastomoses. A clinical technique.* Plast Reconstr Surg. 52:111-117, 1973.
- 5) Dutton RO and Dawson EG : *Elbow flexor plasty.* J Bone Joint Surg. 63-A:1064-1068, 1981.
- 6) Ecker ML and Jacobs BS : *Lower extremity amputations in diabetic patients.* Diabetes. 19:1189, 1970.
- 7) Goldner MG : *The fate of the second leg in the diabetic amputee.* Diabetes. 9:100, 1960.
- 8) Kucan JO and Robson MC : *Diabetic foot infections: Fate of the contralateral foot.* Plast Reconstr

- Surg.* 77: 439, 1986.
- 9) Logerfo FW and Coffman JD : *Vascular and microvascular diseases of the foot in diabetes.* *N Engl J Med.* 311:1615, 1984.
 - 10) Milton BA, Rafael EV and Douglas ML : *Free-tissue transfer for lower-extremity reconstruction in the immunosuppressed diabetic transplant recipient.* *J Reconstr Microsurg.* 13-1:1-5, 1997.
 - 11) Most RS and Sinnock P : *The epidemiology of lower extremity amputations in diabetic individuals.* *Diabetes Care.* 6:87-91, 1983.
 - 12) Norman W and Brian WD : *Foot and ankle reconstruction using the radial forearm flap: A review of 25 cases.* *Plast Reconstr Surg.* 102:1999-2005, 1998.
 - 13) Pecoraro RE, Reiber GE and Burgess EM : *Pathways to diabetic limb amputation: Basis for prevention.* *Diabetes Care.* 13:513-521, 1990.
 - 14) Scot E, Moss MA and Ronald K : *The prevalence and incidence of lower extremity amputation in a diabetic population.* *Arch Intern Med.* 152:610-616, 1992.
 - 15) Shestak KC, Hendricks DL and Webster MW : *Indirect revascularization of the lower extremity by means of microvascular free-muscle flap. A preliminary report.* *J Vasc Surg.* 12:581-585, 1990.
 - 16) Taylor LM and Porter JM : *The clinical course of diabetics who require emergent foot surgery because of infection or ischemia.* *J Vasc Surg.* 6: 454, 1987.