大 韓 微 細 手 術 學 會 誌
Vol. 2, No. 1, November, 1993

# 경골에 시행한 생비골 및 생피부편 이식의 임상적 연구

고려대학교 의과대학 정형외과학교실

이광석 · 김학윤 · 강기훈 · 심재학

— **Abstract** —

## Clinical Study of Vascularized Osteocutaneous Fibular Transfer to the Tibia

**Kwang Suk Lee, M.D., Hak Yoon Kim, M.D.,
Ki Hoon Kang, M.D., Jae Hak Shim, M.D.**

*Department of Orthopedic surgery, College of Medicine, Korea University Hospital, Seoul, Korea*

Recent advances in microsurgery have made it possible to provide a continued circulation of blood to the grafted bone so as to ensure viability. With the nutrient blood supply preserved, healing of the graft to the recipient bone is facilitated without the usual replacement of the graft by creeping substitution.

We reviewed 34 cases of vascularized osteocutaneous fibular transfers to the infected tibial defect complicated with skin defect, which were performed from May, 1982 to January, 1992, and the following results were obtained:

1. Despite of uncontrolled bone infection with skin defect, the vascularized osteocutaneous fibular flap transfer could be performed.
2. In the vascularized osteocutaneous fibula transfer, the patency of anastomoses could be indirectly monitored by observing the color of the skin flap.
3. The vascularized fibula had been hypertrophied with bony union during the follow-up period of 13 months to 6 years and 4 months (average, 30 months) and there was no resorption of the grafted fibula.
4. There was no fracture of the grafted fibula in partial resection of involved tibia.
5. The hypertrophic potentiality of grafted fibula could be inhibited by the infection status as operation site.

**Key Words : Vascularized osteocutaneous fibular transfer.**

## Ⅰ. 서 론

사지의 개방성 골절로 인한 광범위한 연부조직 결손을 동반한 감염된 골결손에 대하여 피부이식술과 유경이식술(pedicle graft), 금속물 외고정과 내고정 및 골이식술 등의 여러 단계를 거친 고식적인 방법으로 치료해 왔으나, 골수염은 잘 치유되지 않는 경우가 많으며, 특히 골견손이 큰 경우 고식적인 자가골 및 동종골 이식술로는 병소를 재건할 수 있는 충분한 이식골의 획득이 어렵고, 죽은 이식골과 수용골의 불유합, 이식골의 흡수 및 골절 등 많은 문제점이 있을뿐 아니라 수술후 골유합을 얻을 때까지 수차례의 수술과 오랜 기간의 고정이 필요하다[11,15,16]. 따라서 입원기간 및 치료기간이 길어지고, 장기간 사용되는 항생제의 비용과 부작용이 필연적이었다.

미세수술수기를 이용한 생골 및 생피부편 이식술은 고식적인 치료방법보다 골유합이 빠르며, 동시에 이식되 피부편으로 인한 연부조직 결손에 대한 치료로 광범위한 골 및 연부조직 결손을 한번의 수술로 치유할 수 있다. 유리생골 이식은 이식골의 충분한 혈액공급을 고식적인 골이식처럼 점동 치환(creeping substitution)을 거치지 않고 직접 골절치유와 유사한 과정으로 치유되므로 골유합이 더욱 빠르다[6,12,15].

저자들은 개방성 골절로 인한 광범위한 연부조직결손을 동반한 감염된 경골결손 34례에 대하여 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하고 임상적 결과를 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## Ⅱ. 연구 대상 및 방법

### 1. 연구 대상

1982년 5월부터 1992년 1월까지 경골의 개방성 골절로 인한 광범위한 연부조직결손을 동반한 감염된 경골결손에 대하여 생비골 및 생피부편 이식술을 시행한 34례를 대상으로 하였으며, 추시기간은 최저 13개월에서 최고 6년 4개월로 평균 30개월이었다.

### 2. 공여부의 해부학적 구조상

비골은 비골동맥의 영양분지로터 혈액을 공급받으며, 상당량의 혈류는 근골막동맥인 윤상동개(circular artery)으로부터 받고 있다. 비골외측의 피부 및 피하조직도 윤상동맥의 분지인 천공분지로부터 혈액을 공급받는다. 천공분지는 비골동맥으로부터 3-5cm의 간격으로 3-5개가 나오며, 약 10cm 넓이의 피부 및 피하조직에 대하여 비골을 따라 분절식으로 분포함다[5,7]. 이등[2]에 의하면, 비골외측부의 피부분지는 약 4-5개가 비골경부부터 약 3-5cm 간격으로 나오며 이들 동맥의 직경은 약 0.1-0.2mm 정도로 비골의 후내측

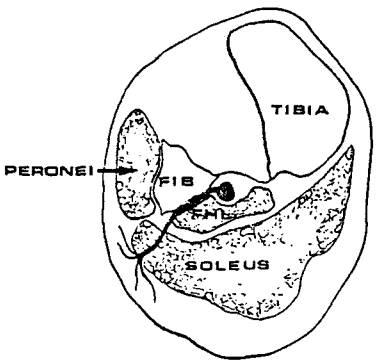


Fig. 1-A

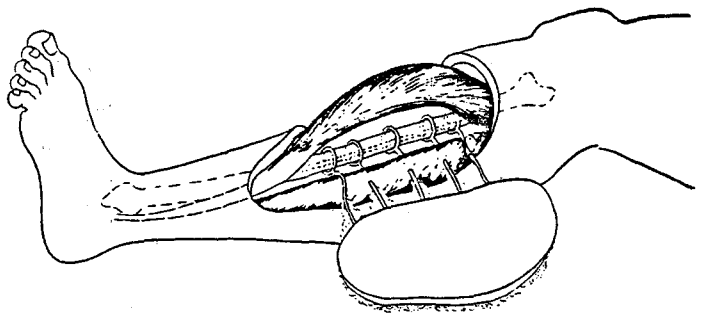

Fig. 1-B

**Fig. 1-A.** Cross-section to show the relationships of the peroneal artery in mid-calf, with one of cutaneous branches passing through the anterior edge of soleus to reach the deep fascia.

**Fig. 1-B.** Diagram to show the cutaneous branches of the peroneal artery penetrating the soleus and entering the skin flap.

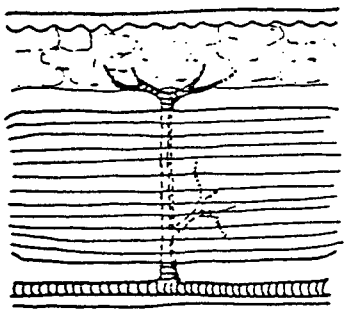

Fig. 2-A

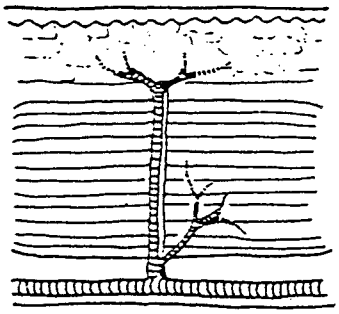

Fig. 2-B

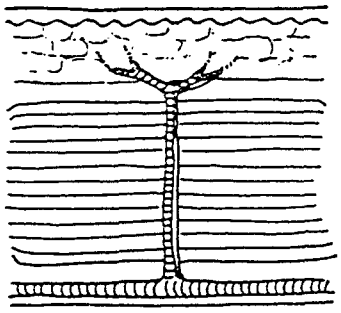

Fig. 2-C

**Fig. 2-A, 2-B and 2-C.** Diagrams showing the peroneal artery and vein (below) and the patterns of the arterial branches to the skin, subcutaneous tissue, and muscle on the lateral side of the leg.

**Fig. 2-A.** Type-A branches, located in the proximal third of the leg, penetrate and pass through the peroneus longus or soleus (broken lines.)

**Fig. 2-B.** Type-B branches, located through the whole extent of the leg, pass between the soleus ad peroneal muscles and give off branches to the adjacent muscles.

**Fig. 2-C.** Type-C branches, located in the middle and distal thirds of the leg, have the same course as the Type-B branches but have no muscular branches.

부위에서 기시하여 가자미근(soleous)을 뚫고 심근막을 지나 피하조직까지 주행한다고 하였다(Fig. 1-A, 1-B).

Yoshimura등[17]은 비골외측부의 천공분지에는 3가지 형태가 있다고 했다. A형분지(Fig. 2-A)는 주로 하퇴외측의 근위 1/3에 존재하며, 장비골근(peroneus longus)이나 가자미근을 뚫고 피하 및 피부와 이들 근육에 분지를 낸다. B형 분지(Fig. 2-B)는 하퇴외측에 전반적으로 존재하며, 가자미근과 비골근 사이를 주행하고, 이들 근육과 피부 및 피하에 분지를 낸다. C형 분지(Fig. 2-C)는 하퇴외측의 중위 및 원위 1/3에 주로 존재하며, 가자미근과 비골근사이로 주행하고, 주위 근육으로는 분지하지 않고 피부와 피하에만 분포한다.

### 3. 생비골 및 생피부면 절취방법

비골을 중심으로 필요한 크기의 피부편을 도식하고 타원형의 피부절개를 가한 후 비복근(gastrocnemius)과 가자미근의 표층까지 심근막을 절개한다. 이때 비골의 후면에서 기시하는 윤상동맥의 천공 피부분지를 보호하여야 한다. 그 이유는 이들 혈관들이 가자미근의 기시부를 지나 심근막을 뚫고 피부까지 주행하기 때문이다(Fig. 3).

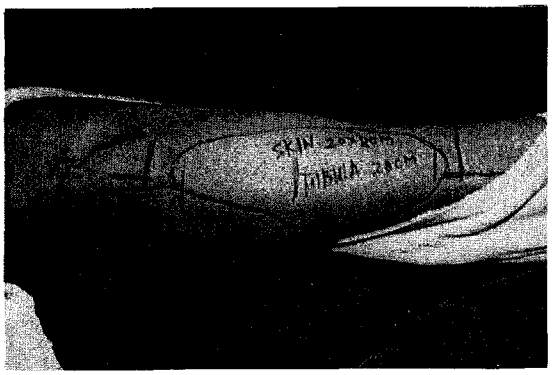

**Fig. 3.** Skin marking at the donor site.

비골양단을 필요한 길이에서 gigli saw로 자르고 연부조직을 절개한다. 가자미근은 피부분지가 지나는 부위에서약 0.5cm 후방에서 근위부부터 절단하여 원위부까지 분리한다. 이때 비골동맥과 정맥은 비골을 앞으로 돌리고 가자미근을 뒤로 젖히면 쉽게 노출될 수 있다. 비골동맥은 후경골동맥에서 기시하며, 비골 후내면의 장무지굴곡근(flexor hallucis longus)의 기시부를 따라 주행하므로 이 근육의 기시부를 절개함으로써 쉽게 노출되며, 비골혈관의 하단을 절단한 후 결찰한다(Fig. 4).

피부편의 전면을 절개하여 심근막까지 도달한 후 피부편을 장비골근의 후면을 따라 절개하고 비골의 부착부위에서 0.5cm의 거리를 두고 분리

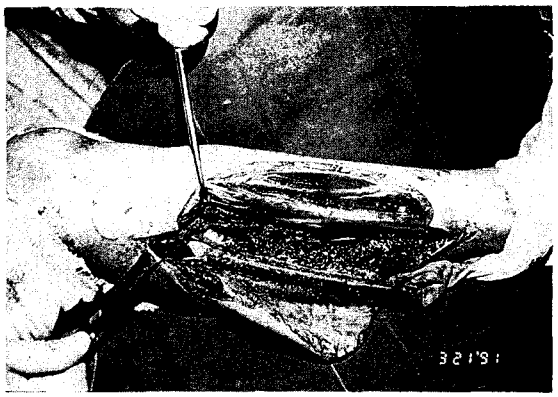

**Fig. 4.** The vascularized fibular flap connected with the peroneal vessels.

한다. 비골을 후방으로 돌려 비골에 부착된 골간막을 절단한 후 비골원위단을 골감자로 잡고 외측으로 당기면서 후경골근(tibialis posterior)을 상하고 분리하면 전비골의 생골 및 생피부편은 비골혈관경(vascular pedicle)으로만 연결되어 분리된다. 또한 천공피부분지는 비골의 장측과 평행하게 분절식으로 분포하므로 공여부의 생피부편은 그 장축이 비골과 일치하여야 하며 생피부편과 생비골의 절취시에 비골로부터 0.5-1cm까지의 근육을 같이 절취하여야 혈관에 손상을 주지 않게 된다(Fig. 5)

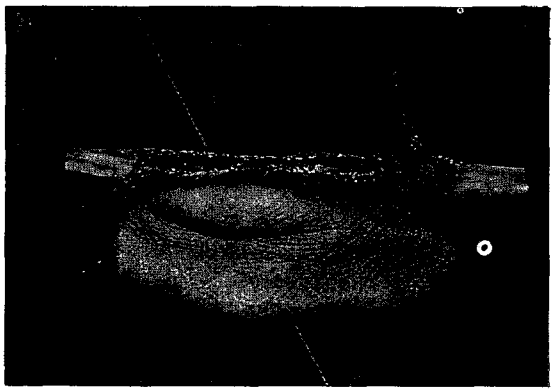

**Fig. 5.** Isolated vascularized osteocutaneous fibular flap.

지혈대를 제거한 후 비골의 피부연, 골수강단 및 주위 근육층에서 혈액의 삼출이 시작되면 생골 및 생피부편의 허혈시간을 줄이기 위하여 수여부의 조작이 끝날 때까지 혈관경을 절단하지 말아야 한다.

수술후에는 부목고정을 시행하였고, 수술후 혈관의 혈전방지를 위해 500cc 10% dextran 3일, 1.2 gram aspirin과 75 mgram persantin을 14일간 사용하였다.

## Ⅲ. 결 과

### 1. 연령 및 성별

환자의 연령은 최저 19세에서 최고 59세로 평균 36세였고, 남녀비는 33 : 1로 대부분 남자였다. 병변부위는 우측이 18례, 좌측이 16례였다(Table 1)

### 2. 생피부편의 크기 및 생비골의 길이

생피부편의 크기는 최소 8×3cm(24cm$^2$)에서 최대 17×9cm(153cm$^2$)로 평균 79cm$^2$였으며, 생비골의 길이는 최소 10.5cm에서 최대 23cm으로 평균 16.3cm였다(Table 1).

### 3. 혈관 문합

동맥문합은 후경골동맥(posterior tibial artery)과 비골동맥(peroneal artery)문합은 30례, 전경골동맥(anterior tibial artery)과 비골동맥 문합은 4례였으며, end to end 문합은 32례, end to side 문합은 2례였다.

정맥문합은 1동맥-2정맥 문합(이하 괄호안의 숫자는 정맥문합수를 표시함)한 경우가 18례였으며, 이중 대복재정맥(greater saphenous vein, 1)과 반행정맥(venacomitantes, 1)을 반행정맥 (2)에 문합한 경우가 10례, 반행정맥 (2)을 반행정맥 (2)에 문합한 경우가 7례, 대복재정맥 (2)을 반행정맥 (2)에 문합한 경우가 1례였고, 1동맥-1정맥 문합한 경우가 16례였으며, 이중 대복재정맥 (1)을 반행정맥 (1)에 문합한 경우가 12례, 반행정맥 (1)을 대복재정맥 (1)에 문합한 경우가 4례였다 (Table 1).

총 34례중 1동맥 2정맥 문합술을 시행한 18례에서는 1례에서만 생피부편의 부분적 괴사가 일어난 반면, 1동맥 1정맥 문합술을 시행한 16례에서는 3례에서 생피부편의 부분적 괴사가 일어났다.

**Table 1.** Clinical data of patients.

| Case | Age | Sex | Injured Site | Size of flap (cm) | Length of graft (cm) | Artery (No.) anastomosed recipient-donor | Vein (No.) anastomsed recipient-donor | Operation time | Ischemia time |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 43 | M | Rt. | 15×3 | 14 | ATA-PA | GSV(2)-VC(2) | 5H 30M | 3H |
| 2 | 42 | M | Lt. | 8×3 | 20 | ATA-PA | GSV(1)-VC(1) | 6H 10M | 2H 24M |
| 3 | 29 | M | Lt. | 13×7 | 15 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 6H | 2H 50M |
| 4 | 25 | M | Lt. | 10×3 | 18 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 5H | 2H 15M |
| 5 | 46 | M | Rt. | 14×6 | 14 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 4H 50M | 1H 50M |
| 6 | 19 | M | Rt. | 13×5.6 | 16 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 6H 25M | 1H 31M |
| 7 | 26 | M | Lt. | 15×8.5 | 17 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 7H 5M | 3H 10M |
| 8 | 37 | M | Rt. | 9×3 | 15 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 5H 40M | 2H 50M |
| 9 | 26 | M | Rt. | 10×2.5 | 12 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 5H 20M | 2H 35M |
| 10 | 37 | M | Rt. | 19×6 | 19 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 7H | 2H 42M |
| 11 | 34 | M | Lt. | 17×9 | 15 | PTA-PA | VC(1)-VC(1) | 6H 30M | 3H |
| 12 | 31 | M | Rt. | 15×7 | 17 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 5H | 3H 20M |
| 13 | 35 | M | Rt. | 7×10 | 18 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 6H 20M | 2H 33M |
| 14 | 26 | M | Lt. | 13.5×5.5 | 16 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 6H 30M | 2H 42M |
| 15 | 40 | M | Rt. | 14.5×5 | 16 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 6H | 2H 12M |
| 16 | 19 | M | Lt. | 15×8 | 21 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 7H 15M | 3H 3M |
| 17 | 21 | M | Rt. | 5×5 | 15 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 5H | 2H 4M |
| 18 | 34 | M | Rt. | 7×5 | 14 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 5H 30M | 2H 35M |
| 19 | 33 | M | Lt. | 17×7 | 14 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 5H 35M | 1H 52M |
| 20 | 47 | M | Lt. | 6.7×3.9 | 14.5 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 5H | 1H 3M |
| 21 | 33 | M | Lt. | 8.5×4.5 | 14 | PTA-PA | GVC(1)-VC(2) VC(1) | 6H 20M | 2H |
| 22 | 40 | M | Lt. | 10×5.5 | 18 | PTA-PA | VC(1)-VC(2) | 6H | 2H 48M |
| 23 | 52 | M | Rt. | 21×7 | 23 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 5H 25M | 1H 57M |
| 24 | 32 | M | Rt. | 17×7 | 22 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 5H 30M | 1H 54M |
| 25 | 25 | M | Rt. | 8×9 | 15 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 4H 15M | 1H 55M |
| 26 | 59 | F | Rt. | 12×6 | 17.5 | ATA-PA | VC(1)-VC(1) | 4H 40M | 1H 45M |
| 27 | 42 | M | Rt. | 8×3 | 14 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 3H 20M | 1H 39M |
| 28 | 39 | M | Lt. | 11×6 | 18 | PTA-PA | VC(1)-VC(1) | 5H | 3H 15M |
| 29 | 59 | M | Rt. | 12×9 | 16 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 5H 24M | 1H 50M |
| 30 | 24 | M | Rt. | 14×7 | 15 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 4H 45M | 1H 45M |
| 31 | 31 | M | Rt. | 11×6 | 10.5 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 6H | 3H |
| 32 | 53 | M | Lt. | 15×8 | 15 | PTA-PA | GVC(1)-VC(1) | 5H 20M | 2H 18M |
| 33 | 35 | M | Lt. | 16×9 | 14 | PTA-PA | VC(2)-VC(2) | 5H 30M | 2H 10M |
| 34 | 50 | M | Lt. | 20×6 | 20 | ATA-PA | VC(1)-VC(1) | 5H 45M | 2H 40M |

ATA : anterior tibial artery GSV : greater saphenous vein H : hours
PTA : posterior tibial artery VC : vena comitantes M : minutes
PA : Peroneal artery

### 4. 수술 시간

최단 3시간 20분에서 최장 7시간 15분으로 평균 5시간 37분이였다(Table 1).

### 5. 생비골 및 생피부편의 허혈시간

최단 1시간 30분에서 최장 3시간 20분으로 평균 2시간 22분이었다(Table 1).

### 6. 골유합 및 수술후 처치

총 34례중 3례를 제외한 31례에서 일차적으로 근위부와 원위부의 골유합을 얻었으며, 이중 17례는 3개월에, 11례는 4개월에, 3례는 5개월에 골유합 소견을 보였고, 평균 골유합 기간은 3.55개월이었다. 일차적 골유합을 얻지 못한 3례중 2례는 이식비골의 한쪽에서는 골유합 소견을 보이나, 다른 한쪽은 근위부나 원위부에서 지연유합의 소견을 보여 금속내고정 및 고식적 골이식술로 치료하여 1례는 골유합이 이루어졌으며 1례는 계속 추시중에 있다. 다른 1례에서는 이식비골의 원위부의 지속된 염증으로 불유합의 소견을 보였고 , 이로 인한 골절이 합병되어 수술후 10개월째에 금속내고정 및 고식적 골이식술로 치료하였으나 현재 수술부위의 염증소견과 재골절의 위험등으로 계속 추시중에 있다.

방사선 소견상 골유합이 진행되면 즉시 부분체중부하 보행을 시작하였으며, 경골의 일부만 절제한 경우에는 생비골 이식후 3개월째부터 부분체중부하 보행을, 5개월째부터는 전체중부하 보행을 시작하였고, 경골을 완전히 분절절제한 경우에는 생비골 이식후 5개월째부터 부분체중부하 보행을, 7개월째부터는 전체중부하 보행을 시작하였다.

### 7. 이식골의 비후

연속적인 추시가 가능하였던 12례에서 Perkins와 Skirving[10]의 방법에 의해(Fig. 6), 수술후 6개월, 12개월 및 18개월에 각각 비후된 이식골의 양을 측정하였다(Table 2). 비후된 양은 수술후 6개월에는 평균 7.13cm$^3$, 12개월에는 평균 18.68cm$^3$, 18개월에는 평균 26.74cm$^3$로써 전체중부하 보행을 시작하는 6개월 이후부터 12개월 사이에 많은 양의 비후를 볼 수 있었고, 그 이후는 서서히 증가하였다. 12례중 염증이 적었던 9례는 수술후 6개월에는 평균 7.81cm$^3$, 12개월에는 평균 22.26cm$^3$, 18개월에는 평균 33.21cm$^3$였고, 염증이 심했던 3례에서는 수술후 6개월에는 평균 5.11cm$^3$, 12개월에는 7.96cm$^3$, 18개월에는 10.30cm$^3$로 상대적으로 적은 양의 비후를 나타냈으며, 이는 국소염증이 심할수록 이식비골의 비후를 감소시키는 것으로 사료되었다.

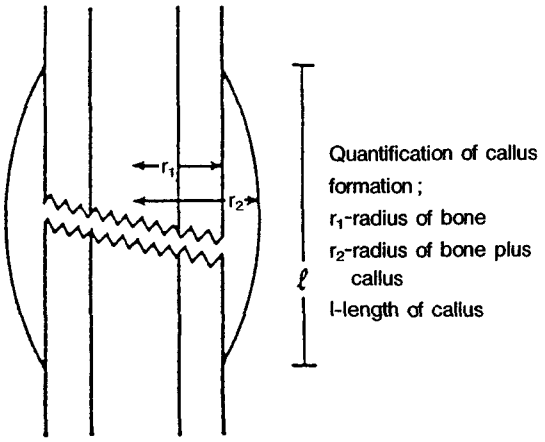


**Fig. 6.** The volume of callus produced was calculated using the formula : $2\pi r_1 (r_2 - r_1)$ l

**Table 2.** The amounts of hypertrophy of the grafted fibula

| Case | 6M (cm$^3$) | 12M (cm$^3$) | 18M (cm$^3$) |
|---|---|---|---|
| 3 | 6.60 | 9.90 | 13.20 |
| 4 | 14.70 | 25.75 | 47.76 |
| 6 | 6.03 | 9.04 | 12.06 |
| 9 | 0.55 | 13.19 | 15.83 |
| 11 | 9.90 | 19.78 | 36.27 |
| 12 | 9.45 | 20.82 | 22.92 |
| 13 | 11.87 | 35.60 | 47.48 |
| 14 | 3.01 | 15.07 | 24.12 |
| 15 | 3.27 | 9.80 | 21.10 |
| 17 | 16.48 | 47.10 | 57.75 |
| 28 | 2.70 | 4.95 | 5.65 |
| 29 | 1.04 | 13.21 | 16.68 |
| Total (Average) | 85.6(7.13) | 224.21(18.68) | 320.82(26.74) |

**Table 3.** Complications after vascularzed osteocutaneous fibular transfer

| | Complication | No. of cases |
|---|---|---|
| Intraopeative | arterial thrombosis | 1 |
| Immediate | arterial thrombosis | 2 |
| | venous thrombosis | 1 |
| Late | grafted fibular fracture (No. of cases) | 12(15) |
| | focal skin necrosis | 4 |
| | flexion contracture of the great toe at donor site | 1 |
| | delayed union | 2 |
| | nonunion | 1 |

### 8. 합병증

1례에서 수술후 동맥혈전증의 소견을 보여 즉시 혈전제거 후 재문합하였고, 3례에서 수술후 다음날 생피부편이 청색증의 소견을 보여 즉시 혈관문합 부위를 재수술하였으며, 수술소견상 2례에서 동맥혈전증, 1례에서 정맥혈전증을 보여, 각각 혈전 제거를 시행하였으며, 1례에서는 정맥이식술을 시행하였다(Table 3).

생피부편의 부분적 괴사가 4례에서 있었으며, 2례에서는 피부이식술, 1례에서는 근거리 피판술, 다른 1례에서는 이차 봉합술로 치료하였다(Table 3).

이식비골의 골유합 후 수술후 입원가료중 부주의한 사고로 인한 골절이 1례(1회) 발생하였고, 추시도중 발생한 이식비골의 골절은 총 12례(14회)에서 보였으며, 골절된 시기는 수술후 6개월에서 19개월 사이로 평균 9.3개월에 발생되었다. 10례중 8례는 석고붕대 고정으로 2례는 금속내고정 및 고식적 골이식술로 치유하였고, 2회 발생한 2례에서는 석고붕대 고정으로 치유하여 골유합을 얻었으며, 3회 발생한 1례에서는 부주의 한 사고로 인한 근위부 골절에 대하여 석고붕대 고정으로, 두번째에는 금속내고정 및 고식적 골이식술로 치료하여 골유합을 얻었으나 세번째에는 유합되지 않은 비골 원위부 골절에 대하여 고식적 골이식 및 금속내고정을, 이식비골에 대하여는 석고붕대 고정으로 치료하여 골유합과 함께 많은 이식비골의 비후소견을 보였다. 이식비골의 골절은 근위부가 7회로 가장 많았으며, 중간부위가 4회, 원위부가 4회였다. 골절된 비골의 길이는 14cm 이하가 9례중 2례(2회), 15-16cm 사이가 12례중 6례(9회)로 가장 많았고, 17-18cm 사이가 7례중 3례(3회) 및 19cm 이상이 6례중 1례(1회)였다(Table 3).

비골제공 부위의 합병증으로 제 1 족무지의 허혈성 구축으로 인한 굴곡 구축이 1례 있었으나 보행에는 지장을 주지 않았다(Table 1).

## Ⅳ. 증 례

**증례 1** : 41세 남자환자로 우측 경비골의 개방성 분쇄골절로 관혈적 정복 및 금속내고정을 시행하였으나 경골 및 금속내고정물이 노출되면서 골수염이 합병되어 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하였다. 수술후 3개월경에 골유합 소견을 보여 부분체중부하 보행을 시작하였으나 수술후 7개월경에 이식비골의 골절이 발생되어 2개월간 석고붕대 고정후 부분체중부하 보행을 다시 시작하였으며, 수술후 20개월 경에는 금속나사를 제거하였으며, 1년 5개월 추시결과 골유합과 이식비골의 비후소견을 보였다(Fig. 7).

**증례 2** : 59세 남자환자로 우측 경비골의 개방성 분쇄골절로 금속외고정 후 골수염이 합병되어 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하였다. 수술후 6개월 경에 근위부의 이식비골 골절로 금속정고정 및 고식적 골이식술을 시행하였고, 수술후 16개월경에 원위부의 골절로 비골에 대하여 금속내고정 및 고식적 골이식술을, 이식비골에 대하여 석고붕대 고정을 시행하여 32개월 추시결과 골유합과 함께 많은 이식비골의 비후소견을 보였다(Fig. 8).

## Ⅴ. 고 찰

1974년 Östrup과 Fredrickson[9]이 미세혈관문합술을 이용하여 개의 하악골에 생늑골을 성공적으로 이식한 이후 생골 및 생피부편 이식술에 대한 임상적 이용이 다수 보고되었다. 1975년 Taylor등[14]은 2례의 경골 및 비골골절과 함께 광범위한 골

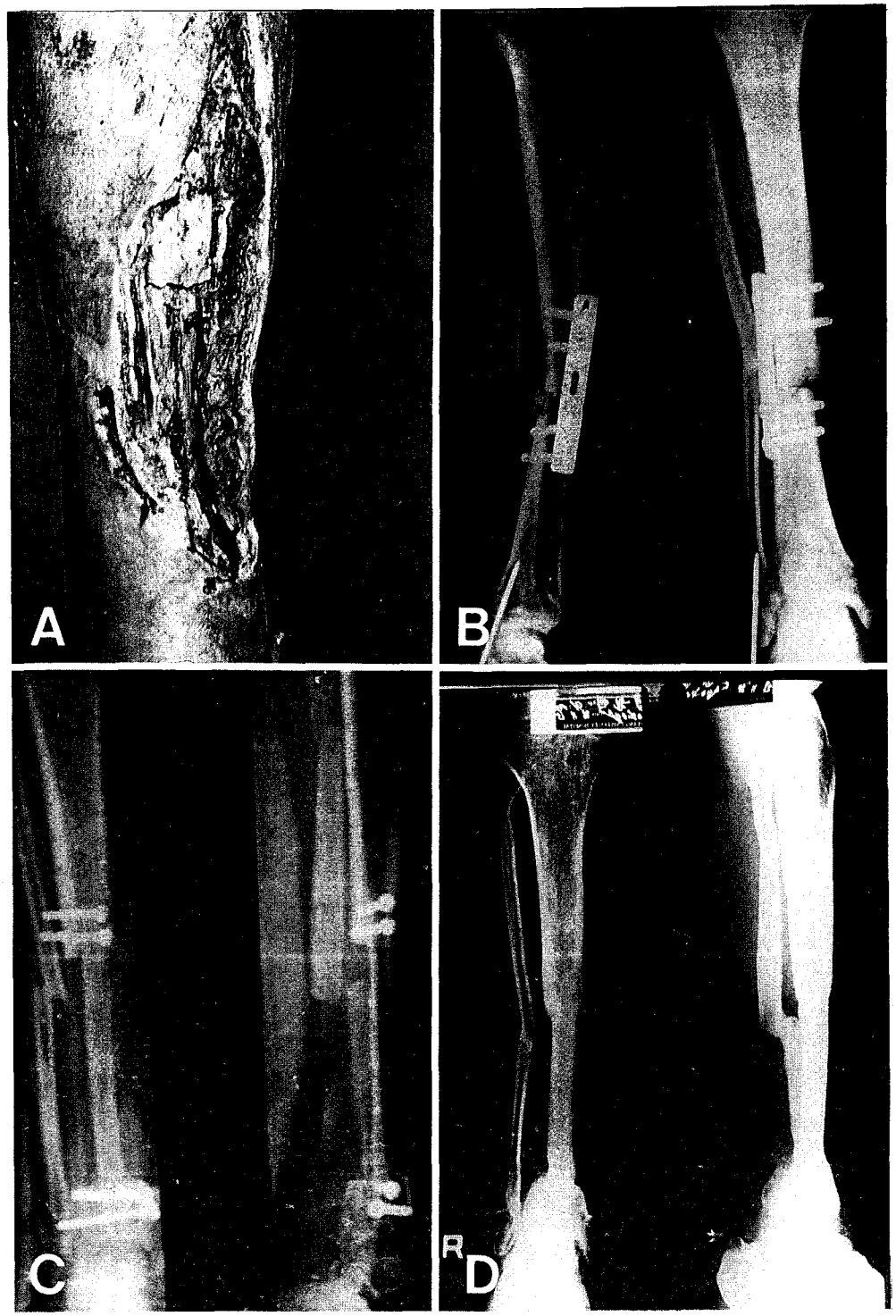


**Fig. 7–A.** Preoperative clinical feature shows exposed plate and necrotic bone.

**B.** Preoperative X-ray shows comminuted fracture of the tibia which was fixed internally with plate and screws.

**C.** Postoperative X-ray.

**D.** Postoperative 1-year and 5-month X-ray shows solid union and hypertrophy of the grafted fibula.

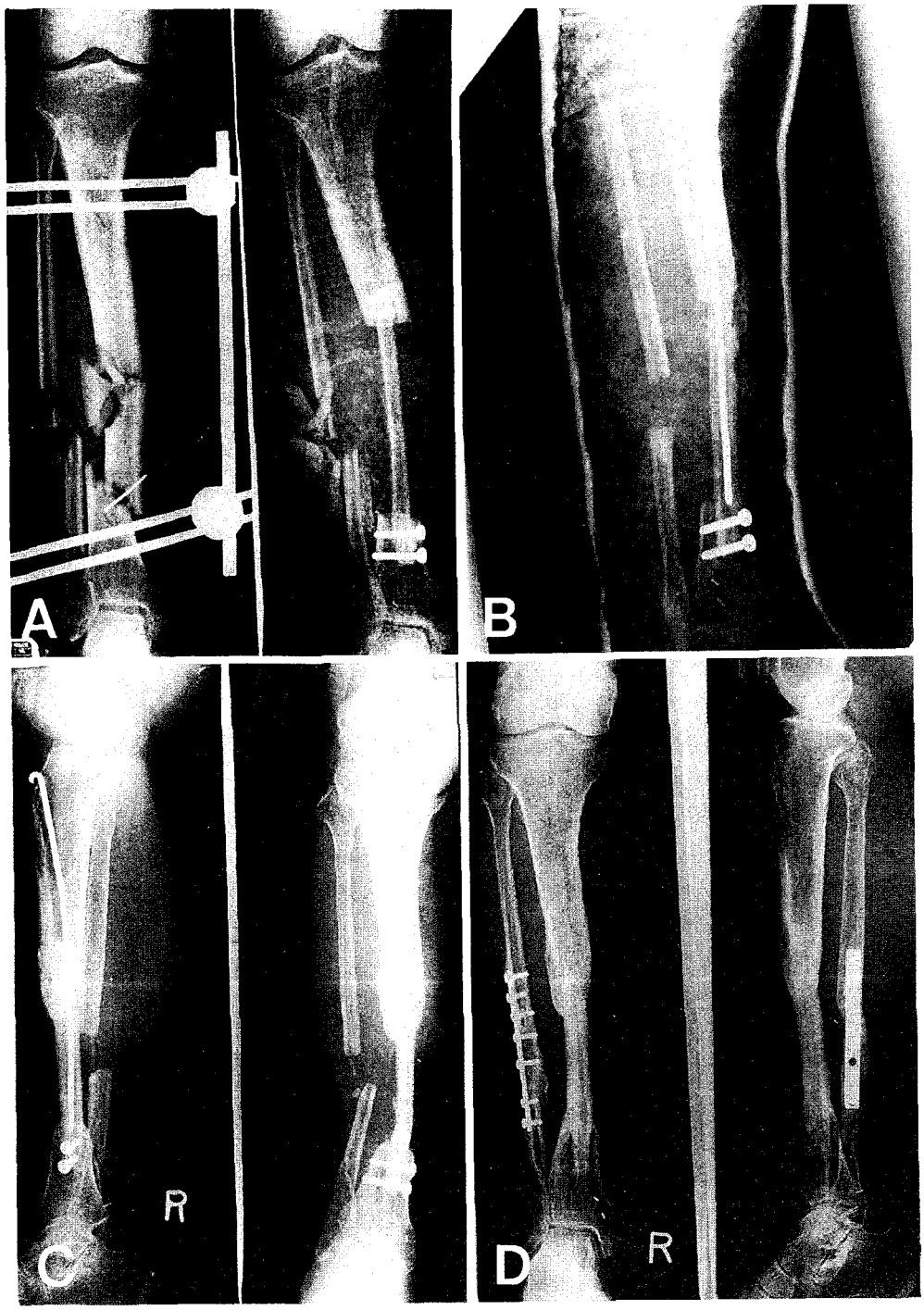


**Fig. 8–A.** Preoperative and postoperative X-rays.

**B.** Postoperative 6-month X-ray shows that screws were removed and intramedullary nailing was performed at proximal site.

**C.** Postoperative 16-month X-ray shows fracture of grafted fibula at distal portion.

**D.** Postoperative 32-month X-ray shows solid union and hypertrophy of the grafted fibula and union of recipient's fibula fixed and screws with bone graft.

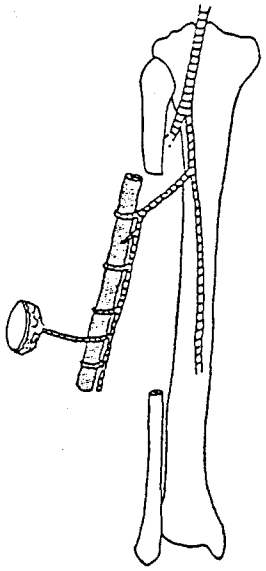

**Fig. 9.** Diagram showing the fibular graft and its vascular pedicle together with the buoy flap.

및 연부조직 결손이 동반된 예에서 일차적으로 생피부편을 이용하여 피부결손을 치유한 후, 이차적으로 생비골 이식술을 시행하여 성공한 예를 보고하면서 생비골 이식의 장점을 보고하였다. 1978년 Haw[8]도 동물실험에서 고식적 골이식과 생골이식을 비교하면서 생골이식이 골유합의 기간이 짧고, 이식골의 흡수가 적으며 국소염증에 대하여 저항력이 강하다고 보고하였다.

국내에서는 1982년 유등[1]이 생비골 이식술을 보고하였고, 1983년 이등[2]은 최초로 생골 및 생피부편 이식술의 성공례를 보고한 바 있으며, 4례의 부검을 통하여 비골혈관의 주행 및 근피부 분지의 해부학적 분포를 보고하였다. 저자들의 경우 1례를 제외한 전 례에서 수술전 수차례의 고식적인 치료를 받았어도 치유되지 않았던 골수염이 생비골 및 생피부편 이식술을 시행하고 항생제를 4주-8주간 투여한 후 치유되었다. 이는 광범위한 괴사조직의 제거 및 국소염증 부위에 혈관 문합술의 결과로 국소혈류량이 증가되어 염증에 대한 저항력이 강해진 것등으로 사료된다.

골결손이 광범위한 경우 고식적 골이식술은 병소를 재건할 수 있는 충분한 이식골의 획득이 어렵고, 죽은 이식골과 수용골의 불유합, 이식골의 흡수 및 골절, 수술후 장기간의 고정 등 많은 문제점이 있을 뿐 아니라 그 결과도 불량한 경우가 많다[11,15,16].

Ilizarov 방법으로 골결손을 재건할 수 있으나 본례의 경우 생비골의 길이가 최소 10.5cm에서 최대 23cm으로 평균 16.3cm의 큰 결손에 대하여는 성공적인 재건의 기간 및 결과가 확실하지 않으며, 광범위한 연부조직 결손이 동반되어 있을 경우에는 적용이 제한될 것으로 사료된다. 그러나 혈관이 부착된 생골 이식개념이 도입되면서 고식적인 골이식 방법과는 다른 기전으로 골유합을 얻게 되었다. 즉 제공처(donor site)로 부터 채취한 이식골에 영양 혈관이 보존된 채로 수용처(recipient site)에 이식됨으로써 골세포 및 골아세포 등이 생존하여 점동 치환(creeping substitution)을 거치지 않고 골절치유와 유사한 방법으로 빠르고 확실한 골유합을 이룰수가 있고[6,12,15], 이식골의 골유합은 대개 6개월 이내에 얻어지며, 이때부터 부분체중부하 보행을 시작하고, 이식골이 점차 비후되면서 전체중부하 보행을 할 수 있다고 하였다[15].

저자들의 경우 2례를 제외한 31례에서 평균 3.55개월에 일차적으로 근위부와 원위부의 골유합을 얻었으며, 방사선 소견상 골유합이 진행되면 즉시 부분체중부하 보행을 시작하였으며 대개 경골의 일부만 절제한 경우에는 생비골 이식후 3개월째부터 부분체중부하 보행을, 5개월째부터는 전체중부하 보행을 시작하였고, 경골을 완전히 분절절제한 경우에는 생비골 이식후 5개월째부터 부분체중부하 보행을, 7개월째부터는 전체중부하 보행을 시작할 수 있었다. 이와 같은 조기체중부하 보행이 이식비골의 조기골유합과 이식비골의 골막비후를 자극할 수 있었던 것으로 추정된다.

생골이식에 이용될 수 있는 골은 장골, 늑골, 비골 및 중족골 등이 있다. 장골은 피부편과 동시에 이식할 수 있는 장점이 있으나 크기에 제한이 있고[16], 늑골은 모양이 굽어져 있고, 골의 강도가 약해 일단 성공하여도 보강골이식이 이차적으로 필요하며, 이식부에 심한 변형을 초래하며, 하지에 사용될 경우에는 체중부하에 약한 단점이 있다[4]. 반면 생비골이식은 여러가지 장점이 있다.

Chen과 Yan[5]은 비골이 치밀골이고 견고하며

체중부하에 적합하고, 장골이기에 성인의 경우 약 20cm 정도까지 절취 가능하고, 비골동맥이 확실하게 있으며 직경이 비교적 커서 혈관 문합하기가 용이하다는 장점을 보고하면서 최대로 절취할 수 있는 피부편은 20×10cm 정도까지라고 하였고, 피부편의 크기는 피부결손 부위보다 약 1/5 정도 더 크게 도식하여야 절취된 피부편이 어느 정도 수축되는 것에 대비할 수 있다고 하였으며, 창상봉합 후 피부의 과대 긴장이 있으면 혈관경이 압박되어 혈액순환의 장애를 초래할 수 있다.

Taylor[13]는 비골이 직선이어서 대퇴골, 경골등 수용처골의 골수내 삽입이 가능하여 고정이 우수하고, 모양이 삼각형이어서 회전 및 굴곡에 강하고, 생비골 이식술이 실패하여도 이식골은 일반적인 고식적 이식골로써 작용할 수 있는 장점이 있으며, 22−26cm까지 절취할 수 있다고 보고하였으며, 특히 연부조직 결손을 동반한 경골의 만성골수염을 한번의 수술로 치료할 수 있다고 하였다. 생비골의 고정시 혈액순환 장애를 피하기 위하여 골수강내 혈액순환이나 골막의 혈액순환을 방해하는 골수정(intramedullary nail)이나 금속판(plate) 등은 피하고 금속나사(screw)를 사용하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 저자들의 경우 34례 전례에서 금속나사를 이용하여 고정하였고, 피부편을 피부결손부위보다 약 1/5정도 크게 절취하여 창상봉합 후 피부의 과대긴장을 피하고 혈관경의 혈액순환 장애를 피했으며, 생비골의 최대 길이는 23cm까지, 생피부편의 최대 크기는 17×9(153)$cm^2$까지 성공하였다.

골결손의 크기에 있어, 골결손이 6cm 이상일 경우에는 고식적인 골이식술로는 골유합을 얻을 때까지 수차례의 수술과 오랜기간의 고정이 필요하므로, 특히 연부조직 결손등 동반한 골결손일 경우 생비골 및 생피부편 이식술을 이용하여 한번의 수술로 치유할 수 있다[15]. 그러나 골결손이 6cm 이하일 경우에는 고식적인 골이식술로 치료하는 것이 생비골 이식술보다 오히려 좋고, 그 이유로는 비골을 짧게 채취할 경우비골의 윤상혈관의 간격이 3−5cm이므로 영양혈관을 정확하게 절취할 수 없기 때문이다. 따라서 이러한 경우에는 장골이나 제 2종족골을 이용한 생골 및 생피부편 이식술을 고려해야 한다.

이식골의 혈액순환 상태를 알 수 있는 방법으로는 혈관조영술[14], 골주사[3] 및 간접적으로 알 수 있는 피부편의 색깔변화[17]등이 있다. Taylor등[14]이 시행한 혈관조영술은 혈관경련의 위험이 있고, 환자에게 부담이 되므로, 저자들에서는 수술후 3개월경에 시행한 1례를 제외하고는 시행하지 않았으며, Berggren등[3]은 생골과 고식적 이식골의 골주사를 비교하면서 수술후 1주내의 골주사 양성은 vascular patency를 의미하나, 1주가 지나면 잠행성 치환에 의한 신생골 형성에 의해 양성이 나올 수 있기 때문에, 이때는 의미가 없다고 하였다.

저자들은 16례에서 수술후 1주에 골주사를 시행하여 vascular patency를 확인할 수 있었으며, Yoshimura등[17]이 이용했던 buoy flap과 같은 방법을 생비골의 vascular patency를 알아보는 간접적인 방법으로 이용하였다(Fig. 9). 즉 비골동맥에 의해 같이 혈액공급을 받는 비골편과 피부편에서 비골동맥이나 정맥이 압박을 받거나 혈전이 발생하면 피부편의 색깔이 변하므로 피부편의 관찰에 의해 이식골의 혈액순환 상태를 알 수 있었다. 저자들의 경우 3례에서 생피부편의 색깔변화로 24시간 이내에 재수술하여 혈전 제거 및 1례에서는 정맥이식술을 시행하여 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 따라서 생골 및 생피부편 이식에 있어 피부는 창상을 치유할 뿐 아니라 이식골의 혈액순환 상태를 관찰할 수 있는 좋은 monitor 역할을 한다.

비골 주위의 근육을 절취함에 있어 Taylor[14]는 0.5−1.0cm 두께의 근육층을 남기고 절취한다고 하였으나 저자들의 부검결과 비골의 주영양 혈관이나 근피부 분지들은 비골 후면에서 기시하므로 비골의 전연은 0.2−0.4cm 정도로 비골골막을 손상주지 않는 한도로 하고 후내측은 0.5−1.0cm의 두께로 절취하는 것이 좋을 것으로 사료된다. 비골의 생골 및 생피부편의 혈관경은 후경골 혈관에서 기시되며 비골이식시에는 혈관경의 방향이 수용처의 혈관과는 평행하여야 하므로 수술자는 공여골의 부위결정, 주위 조직으로 부터의 비골 이식후 혈관의 압박(kinking, twisting) 등을 방지

하는데 주의하여야 한다.

저자들의 총 34례중 1동맥 2정맥 문합술을 시행한 18례에서는 1례에서만 생피부편의 부분적 괴사가 일어난 반면, 1동맥 1정맥 문합술을 시행한 16례에서는 3례에서 생피부편의 부분적 괴사가 일어났다. 이와 같은 결과로 미루어 1동맥 1정맥 문합술을 시행한 경우 문합정맥의 저류로 이식이 실패할 가능성이 클 것으로 사료된다.

수술후 추시도중 주요한 합병증으로는 골유합 후에 발생된 이식비골의 골절로 12례(35%)에서 평균 9.3개월에 발생되었으며, 전례 모두 경골을 완전 절제한 경우였고, 부분절제한 경우에는 골절이 발생되지 않았다. 3회의 피로골절이 있었던 1례의 경우 수술후 6개월째 두번재 발생한 골절에 대해 수술적 가료후 더욱 많은 이식비골의 비후소견을 보였다. 이식비골의 골절시기가 이식비골의 비후가 가장 많이 생기는 기간과는 일치하나, 이식비골의 길이와 이식비골의 골절빈도와는 큰 상관관계를 보이기 않았다.

## Ⅵ. 요 약


고려대학교 의과대학 정형외과학 교실에서 광범위한 연부조직결손을 동반한 감염된 경골결손 34례에 대하여 생비골 및 생피부편이식을 시행하고 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 국소염증이 완전히 조절되지 않은 상태에서도 생비골 및 생피부편 이식이 가능하였다.

2. 생비골 및 생피부편 이식술을 동시에 시행함으로써, 생피부편의 임상상태로 생비골 이식의 성공여부를 간접적으로 알 수 있었다.

3. 추시기간동안 이식된 비골은 비후되었으며, 이식골의 흡수는 없었다.

4. 경골을 부분절제한 경우에는 이식비골의 골절은 발생되지 않았다.

5. 이식된 비골의 비후는 수술부위의 국소염증 상태에 영향을 받는 것으로 사료되었다.


## REFERENCES


1. 유명철, 강신혁, 김봉건, 전용석, 강순모 : 미세수술수기를 이용한 혈관부착 비골이식술. 대한정형외과학회지, 17－3 : 403－413, 1982.

2. 이광석, 김광희, 서경환 : 생비골 이식수술의 임상적 응용(증례보고). 대한정형외과학회지, 18－6 : 1185－1192, 1983.

3. Berggren, A., Weiland, A.J. and Qstrup, L.T. : *Bone scintigraphy in evaluating the viability of composite bone graft revascularized by microvascular anastmoses, conventional autogenous bone grafts, and free non-revascularized periosteal grafts. J. Bone and Joint Surg., 64-A : 799-809, 1982.*

4. Bunke, H.J., Furnas, D.W., Gordon, L. and Achauer, B.M. : *Free osteocutaneous flap from a rib to the tibia. Plast. and Reconstr. Surg., 59 : 799-805, 1977.*

5. Chen, Z.W. and Yan, W. : *The study and clinical applicatration of the osteocutaneous flap of fibula. Microsurgery, 4 : 11-16, 1983.*

6. Doi, K., Tominaga, S. and Shibata, T. : *Bone grafts with microvascular anastomoses of vascular pedicles. An esperimental study in dogs. J. Bone and Joint Surg., 59-A : 809-815, 1977.*

7. Harrison, D.H. : *The osteocutaneous free fibular graft. J. Bone and Joint Surg., 68-B : 804-807, 1986.*

8. Haw, C.S., O'Brien, B.M. and Kurata, T. : *The microsurgical revascularization of rdsected segments of tibia in the dog. J. Bone and Joint Surg., 60-B : 266-270, 1978.*

9. Qstrup, L.T. and Fredrickson, J.M. : *Distanttransfer of a free, living bone graft by microvascular anastomoses. Plast. and Reconstr. Surg., 54 : 274-285, 1974.*

10. Perkins, R. and Skirving, A.P. : *Callus formation and the rate of healing of femoral fractures in patients with head injuries. J. Bone and Joint Surg., 69-B : 521-524, 1987.*

11. Snyder, C.G. : *Mandibulofacial reconstruction with live osteocutaneous flaps. Plast and Reconstr. Surg., 45 : 14-21, 1970.*

12. Sowa, D.T. and Weiland, A.J. : *Clinical application of vascularized bone grafts. Orthop. Clin. North Am., 18 : 257-273, 1987.*

13. Taylor, G.I. : *Microvascular free bone transfer. A clinical technique. Orthop. Clin, North Am., 8 : 425-447, 1977.*

14. Taylor, G.I., Miller, D.H. and Ham, F.J. : *The free*

*vascularized bone graft. A clinical estension of microvascular techniques. Plast and Reconstr. Surg., 55 : 533–544, 1975.*

15. Weiland, A.J. : *Current concepts review. vascularized free bone transplants. J. Bone and Joint Surg., 63–A : 166–169, 1981.*
16. Weiland, A.J. and Daniel. R.K. : *Microvascular anastomoses for bone grafts in the treatment of massive defects in bone. J. Bone and Joint Surg., 61–A : 98–104, 1979.*
17. Yoshimura, M., Shimamura, K., Iwai, Y., Yamauchi, S. and Ueno, T. : *Free vascularized fibular transplat. a new method for monitoring circulation fof the grafted fibula. J. Bone and Joint Surg., 65–A : 1295–1301, 1983.*