

## 혈관부착 생비골 중첩 이식술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

정 덕 환

— Abstract —

### Free Vascularized Fibular Transfer with Double Barrel Fashion

Duke Whan Chung, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Kyung Hee University Seoul, Korea*

Free vascularized fibular is the most useful bony donor of the long bone reconstruction in reconstructive microsurgical field. It has many benefits such as very strong strut tubular bone, very reliable vascular anatomy with large vascular diameter with long pedicle, minimal donor site morbidity too.

In that situations of the huge long bone defects in distal femur or proximal tibia, the defective bony shape and strength of the transplanted fibular bone is not enough if only one strut of the fibula is transferred. The bony circulation of the fibula has two ways, one from nutrient artery via peroneal artery through nutrient foramen which makes endosteal arterial network inside of the fibula, another way is periosteal network through outside encircling vascular network of the bone which distributed in muscle sleeves of the fibular diaphysis. Authors modified free vascularized fibular bone graft with transverse osteotomy is made from the anterolateral aspect of the fibular shaft just distal to entry of the nutrient artery. This produces two vascularized bone struts that may be folded parallel to each other but that remain connected by the periosteum and muscle cuff surrounding the peroneal artery and veins. The proximal strut is vascularized by both a periosteal and endosteal blood supply, whereas the distal strut is vascularized by a periosteal blood supply alone. This procedure can call "double barrel" free vascularized fibular graft.

We performed 7 cases of double barrel fashioned fibular transplantation on distal femur and proximal tibial large defects. Average bone union time takes 7 months from that procedure. There were no significant bone union time differences between both proximal and distal struts. After solid union of the transferred double barrel fibular graft, there were no stress fracture in our series. We can propose double barrel free vascularized fibular graft is useful method in that cases with very large bone defect on large long bones especially metaphyseal defects.

**Key Words** : Vascularized free fibular graft, Double barrel, Periosteal circulation

## I. 서 론

광범위한 골 결손을 재건하기 위하여 미세수술 영역에서 공여부로 가장 보편적으로 사용되고 있는 비골은 충분한 골 길이와 매우 단단한 골의 특성 및 공여부의 충분한 혈관경 등의 장점을 갖고 있으나 그 굵기가 경골이나 대퇴골에 비하여 상당히 가늘기 때문에 경골에 이식 후에도 골유합후 체중 부하시에 재골절을 일으키는 경우를 종종 볼 수 있고 대퇴골에 이식시에는 심한 골의 직경 차이로 인한 강도의 부족으로 완전한 골유합이 이루어진 후에도 안심하고 체중부하를 못시키거나 보조기 등을 항시 착용하도록 권장할 수밖에 없다. 이와 같은 단점을 보완하기 위하여는 혈관부착 비골 이식술과 더불어 다량의 해면골 이식술을 동시에 시행할 수도 있으나 저자들은 공여 비골의 충분한 길이를 채취하여 공여비골의 영양혈관을 유지한 채로 비골을 접어서 중첩되게 이식함으로써 대형골의 결손부를 더욱 견고하게 할 수 있는 방법을 소개하고자 한다. 1984년부터 1997년까지 저자들은 대퇴골 간부 3례, 대퇴골 원위부 1례, 경골 근위부 2례에 대하여 이와 같은 술식을 시행하여 얻은 결과를 보고하고자 한다. 본 술식의 혈관 해부학적인 배경으로는 비골의 혈액순환은 주로 비골동맥에서 분지되는 비골의 영양동맥에 의하여 골내순환(Endosteal circulation)을 받을 뿐만 아니라 비골동맥의 경로를 따라 비골의 골막으로 영양 공급하는 소위 arcade artery가 있어 이를 잘 보존할 시는 골내순환 경로가 차단된 경우에도 이식 비골의 생존이 가능하기 때문에 중첩되어 접혀진 이식 비골중 혈관경에 근접한 분절은 골내순환 및 골막순환 모두를 포함하나 혈관경에서 먼 쪽의 골분절은 골막순환에만 의존하게 되는데 이와 같은 방법으로 이식된 이식비골의 각 이식단의 골유합 속도에 차이가 있는지를 분석하고 본 술식의 유용성에 대하여 알아보하고자 하였다.

## II. 연구 대상 및 방법

1984년 5월부터 1997년 2월까지 7례의 본 술식을 시행하였고 대퇴골 간부 1례, 대퇴골 원위부 4례, 경골 근위부 2례에 시행하였고 남자 6례, 여자

1례였으며 골 결손의 원인으로는 6례에서 외상후 발생한 광범위한 골 결손이었고 그중 2례에서는 감염이 동반되어 만성 골수염의 후유증으로 인한 감염골 제거술 후에 생성된 광범위한 골 결손이고, 외상성 원인이 아니었던 1례는 경골 근위부의 진행된 거대세포종을 제거한 후 형성된 골 결손이었다. 평균 연령은 36세(27-53)이었다. 외상성 원인에 의한 6례에서는 본 수술전 관혈적 정복 및 금속 내고정술, 해면골 이식술, 골 소파술, 부골 제거술 등의 타 술식을 평균 3.4회나 실시하였으나 골유합을 얻을 수 없고 광범위한 골 결손 상태가 지속되는 예들을 대상으로 하였다. 골종양 소파술 후 경골 근위부에 골 이식 시행한 예에서는 중첩비골의 혈관경을 근위부로 회전 이동하는 방식을 택하였으며 나머지 6례에서는 혈관부착 생비골을 중첩시킨 상태로 골 결손부에 이식하여 금속물을 이용한 내고정 또는 외고정술을 사용하여 골의 안정성을 유지시킨 후에 수여부의 혈관과 10-0 미세수술용 봉합사를 이용하여 미세혈관문합술을 시행하였다. 외상에 의한 대퇴골 결손 6례에서 모두 공여부 혈관은 비골동맥 및 정맥이었고 수여부 혈관은 6례에서 대퇴동맥을 사용하여 단측문합술(end to side anastomosis)을 이용하였으며 이중 2례에서는 혈관경의 길이가 짧아서 정맥 이식술을 하였고 수여정맥은 3례에서 대복재정맥(great saphenous vein), 3례에서는 대퇴동맥의 동반정맥을 이용하였으며 외상에 의한 경골 근위부 결손 재건 1례에서는 전경골동맥(Anterior tibial artery)과 대복재정맥(Great saphenous vein)을 이용하여 단단 문합술(End to end anastomosis)을 시행하였다.

술후 금속 내고정 및 외부에서 장하지 석고부목을 이용한 보조적 고정을 시행하고 술후 4주일에 골주사검사를 실시하고 술후 1개월 간격으로 단순방사선검사를 정기적으로 시행하여 골유합 정도를 측정하였고 술후 8주일 전후에는 석고 부목을 제거하고 슬관절의 관절운동 훈련을 실시하였고 방사선검사 소견에 따라 평균 6개월경부터는 장하지 보조기를 제작하여 체중 부하시에 이식골 부위에 과도한 외력이 가해지지 않도록 주의시켰다.

연구 방법으로는 미세혈관 문합후 문합혈관의 혈행 존재유무는 수술시야에서 골막혈행(perioosteal circulation)만 존재하게 되는 중첩 비골중 혈관경

에서 먼쪽 분절의 가장 원위부 골 절단면에서도 출혈이 있음을 확인한 후 수술을 종료하였으나 유리피판술과 같이 이식된 피판의 혈행을 항상 감시할 수 없는 관계로 술후 혈행의 지속적인 감시는 불가능하였고 술후 4주일에 골주사검사로 이식골의 생존여부를 판단하고 술후 일 개월 간격으로 단순방사선 검사를 시행하여 골유합의 진행과정을 분석하여 골 유합이 이루어지는 시기를 판단하였고 지속적인 추시관찰로써 완전히 채증부하가 가능한 시기까지를 추시하였다

### Ⅲ. 수술 방법

공여부인 건측 하지의 술전 혈관조영술은 전례에서 시행하지 않았고 수여부 대퇴골 원위부에 여러 차례 수술을 받은 병력이 있는 4례에서는 술전에 수여부의 대퇴동맥을 중심으로한 혈관조영술을 시행하여 술전 혈관상태를 검사하였고 감염이 동반되었던 병력이 있는 예에서는 배농이 멎고 혈액검사상 감염의 소견이 없는 시기에 수술함을 원칙으로 하였으나 2례에서는 피치 못하게 감염소견이 남아 있는 시기에 수술을 시행하였다.

수술은 양아위에서 비골의 경부에서부터 족관절 외측과 상방 5cm까지 비골을 중심으로 후외측도달법으로 Gilbert의<sup>2,5)</sup> 방법과 대동소이하게 비골의 후면에 도달하여 비골동맥의 혈관경을 확인하고 이를 잘

보호하면서 상방에서 하방을 향하여 주의 깊게 박리하되 특히 비골의 영양혈관이 비골로 들어가는 부위인 비골의 상 1/3과 1/2의 주변에서는 영양동맥 보호에 특히 힘쓴다. 또한 골막혈행을 보존하기 위하여 비골동맥의 혈관경을 감싸고 있는 Flexor hallucis longus와 Tibialis posterior 근육의 두께를 1-2mm 정도 비골에 남겨 놓아 비골동맥 혈관경에 포함시키도록 하여 필요한 길이 만큼의 피골과 비골동맥을 포함한 혈관경(vascular pedicle)을 충분히 노출시킨 다음 수여부에서 필요로 하는 골 결손 길이의 2배에 해당하는 만큼의 비골을 실측하여 근위부와 원위부에서 절골하는데 저자들의 경우에는 평균 17cm의 비골 채취가 필요하였는데 이때 가급적이면 족관절 외과 상부의 비골을 많이 남기는 것이 족관절의 안정성에 큰 문제를 야기시키지 않게 된다(Fig. 1-A). 상하에서 절골되어 충분히 분리되고 지혈한 후 비골동맥 혈관경의 원위부를 잘 박리하여 비골동맥과 동반정맥 2개를 각기 결합한 다음 절단하게 되면 공여비골은 비골동맥 혈관경만 부착한 채로 수술부위로부터 완전히 분리가 가능하게 된다. 그 다음 채취된 비골을 원위부로 약간 견인하면서 혈관경의 근위부 박리를 시행하는데 이때 가급적 긴 혈관경을 얻는 것이 수여부와와의 혈관문합에 유리하고 공여부의 혈관직경도 커지므로 비골두와 경부사이에 위치하는 후경골동맥에서부터 비골동맥이 기시

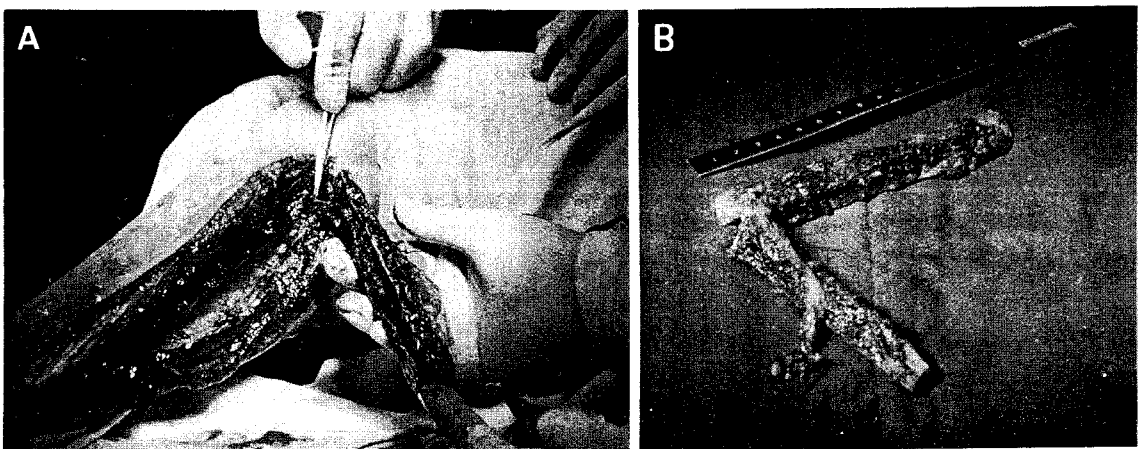


Fig. 1-A. Donor site preparation, extra long donor fibula harvested with preservation of muscle sleeve for maintain periosteal circulation of the bone.

B. Harvested fibula was osteotomized at its mid portion, osteotomy should begins from opposite side of the vascular pedicle for protecting vascular pedicle which is essential for periosteal circulation, key point of this procedure.

하는 부위까지 박리하여 동맥과 정맥을 잘 분리한 다음 지혈대를 풀고 채취 비골의 가장 원위부까지 출혈이 있는지 관찰하고, 비골동맥 및 동반정맥을 결찰하고 가급적 근위부에서 후경골동맥 손상을 피하여 절단한다. 완전히 채취된 이식비골은 중간 부의 골막에 전외측에만 아주 조심스럽게 횡절개를 가하고 여기서부터 후내측으로 골막의 일부를 2mm 이내로 벗기되 후내측에 위치하는 비골동맥 혈관경에는 전혀 손상이 가지 않도록 하여야 한다. 2mm 이내로 벗겨진 골막사이를 통하여 가는 Kirschner wire로 3-4개의 작은 구멍을 낸 후 폭이 좁은 osteotome을 사용하여 횡으로 절골하되 절골부의 후내측에 혈관경을 포함한 골막을 최대한 보존하도록 한다<sup>7)</sup> (Fig. 1-B).

수여부의 수술은 골 결손부에 도달하기 전에 수여혈관을 미리 확보하기 위하여 수여동맥으로 결정된 동맥을 잘 절개하고 박리하여 이의 수여동맥으로서 적합성 여부를 판단하고 동반정맥의 적합성 여부도 점검하고 동반정맥이 부적합할 시는 주변의 피하정맥을 탐험(exploration)하여 분리하여 준비한 후에 골결손부로 도달하여 반흔조직이나 섬유조직 등 불유합과 관련된 불필요한 조직을 모두 제거하여 골 결손부를 모두 노출시킨 후 골 결손의 근위 및 원위단에서 출혈이 확인될 때까지 변연 절제술을 시행하여 공여 비골이 이식될 공간을 확보한 다음 결손부의 길이를 측정하여 측정된 길이의 2배 만큼의 공여 비골을 반대측 하지로부터 얻어서 전술한 방법을 통하여 중첩시킨 공여 비골을 결손부에 삽입하고 내고정 또는 외고정술을 이용하여 견고한 골 고정을 시행한다. 이때 혈관경을 잘 보호하고 수여 혈관과 공여 혈관의 위치를 고려하여 미세혈관문합술이 편리하도록 한다. 견고한 골 고정 후에는 수여혈관과 공여혈관(대퇴동맥과 비골동맥)을 단측 혈관 문합술(End to side microvascular anastomosis)로 10-0 봉합사를 이용하여 수술 현미경하에서 문합하는데 혈관경이 짧을 시는 정맥이식술을 병행하기도 한다. 동맥 및 정맥의 문합이 종료되면 이식 골의 원위부에서 출혈이 잘되는가 확인하고 나머지 수술과정을 종료한다.

#### IV. 증례 보고

증례 1 : 48세 남자로 교통사고로 좌측 대퇴골 과

상부에 개방성 골절 및 광범위한 골결손으로 타 의료기관에서 가료중 골수염이 동반되고 골 결손이 확대되어(Fig. 2-A) 수상후 약 11개월만에 우측 비골을 이용한 혈관부착 중첩 비골 이식술을 시행하였다(Fig. 2-B). 채취된 비골은 19cm으로 각각 11cm, 9cm의 골 분절을 만들어 결손부에 이중으로 삽입하고 K-강선을 이용한 체내고정과 체외고정을 시행하고 지속적인 방사선 검사로 추시하여 술후 약 6개월에 이식비골의 골유합 소견이 관찰되었고(Fig. 2-C) 술후 18개월간 체중부하를 돕기 위하여 장하지 보조기 착용을 권장하였다. 슬관절의 운동 개선을 위한 물리치료의 제한으로 인하여 슬관절은 굴곡 40도의 운동범위를 보이고 있다.

증례 2 : 53세 남자로 교통사고로 우측 대퇴골 원위부에 개방성골절 및 골 결손에(Fig. 3-A) 대하여 응급 수술로 변연절제술후 체외고정 실시하여 하지의 길이를 유지하고 골수염 합병되지 않고 연부조직의 상태가 안정된 후에 좌측비골 26cm을 채취하여 이를 중첩시켜 13cm 크기의 골 결손을 미세혈관문합술로 대퇴동맥과 비골동맥을 단측문합술하였고(Fig. 3-B) 술후 8개월에 골유합 소견을 보였으나 안정된 체중부하를 위하여 골수강내 금속정을 삽입하여 일상생활 및 슬관절 운동범위 개선을 위한 물리 치료를 병행하여 견고한 골유합과 슬관절 운동은 굴곡 60도 정도이다(Fig. 3-C).

#### V. 결 과

1. 연령 및 성별분포 : 남자 6례 여자 1례, 평균 연령 36세(27-53), 추시기간 평균 3.5년(1년-13년)
2. 골결손원인 : 골종양 1례, 외상 6례
3. 골결손부위 : 대퇴골간부 1례, 대퇴골 원위부 4례, 경골 근위부 2례
4. 골결손길이 : 평균 9cm(최대 13cm)
5. 이식골의 생존률은 대퇴골 원위부에 이식된 1례에서 불확실하였으나 나머지는 모두 조기에 골유합을 얻을 수 있었고 불확실하였던 1례에서도 15개월 경과 후에 이식골 근위부의 유합이 확인되었고 지속적인 불유합 부위는 해면골 이식술과 견고한 금속 내고정술을 다시 시행하여 골유합을 얻을 수 있었고 재수술시 소견으로는 이식된 비골이 생존하여 있었음을 관찰할 수 있었기에 7례 전례에서 골 유합

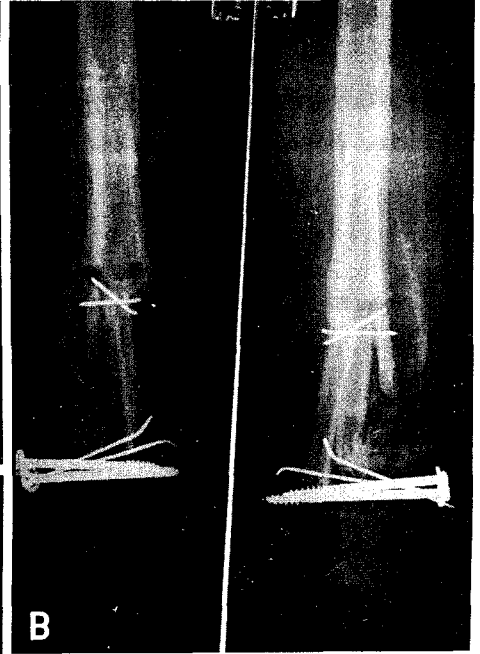
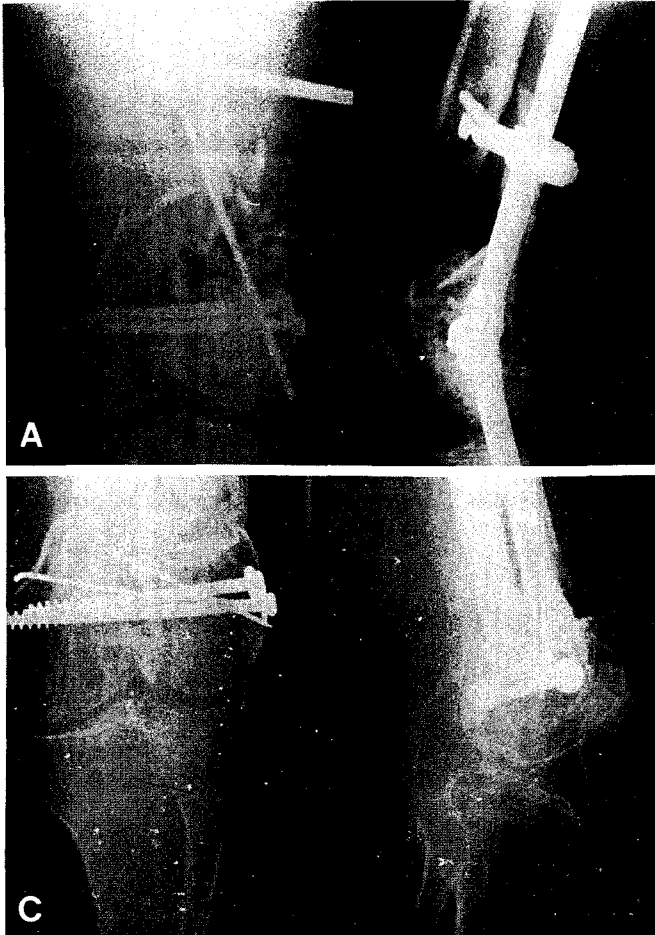


Fig. 2-A. Severely comminuted fracture with large bone defects on distal femur with poor soft tissue condition.  
 B. Post operative 6 months after double barrel free fibular graft, both bone barrels united with host bone.  
 C. Magnificate radiologic view of post-operative one year on distal grafted site shows solid united both barrels of grafted fibula.

을 얻을 수 있었다.

6. 골주사소견 : 수술 후 1개월에 시행한 골 주사 소견상 전례에서 이식비골은 생존하는 것으로 판단할 수 있었다.

7. 골유합시기 : 이식골의 생존이 불확실하였던 1례를 제외하면 평균 7개월(4개월-11개월)에 방사선 검사상 골유합 소견을 관찰할 수 있었으나 동일 예에서 이식비골의 4군데 골단의 골유합 상태가 차이가 있었지만 이는 Endosteal 및 Periosteal circulation을 모두 갖고 있는 분절에서 항상 조기 유합을 보이는 양상이 아니고 골 고정시 수여부 골과의 간격 증가나 골 고정의 견고성 여부, 공여부의 연부 조직 상태 등이 영향을 준 것으로 사료된다.

8. 합병증 : 2례에서 수술 후 공여부에서 일시적인 비골신경 마비증세가 있었고 1례에서는 수술 후 수여부의 감염으로 인하여 장기간의 항생제 투여와 1회의

변연절제술이 필요하였고 이 증례에서는 골유합 기간이 15개월로 타례에 비하여 많이 연장되었음을 관찰할 수 있었다.

## VI. 고 찰

최근 Ilizalov 방법 등을 이용한 골연장술의 발달로 장관골의 결손을 재건하는 방법에 많은 변화를 가져와서 대량의 골 결손에서도 지체 절단 없이도 치료가 가능하지만 골간단부위나 관절인접부, 특히 대퇴골 과상부(supracondylar area)나 경골과(tibial condyle) 부위의 광범위한 골 결손을 골연장술로 치료하기에는 골의 형태나 핀의 삽입부위 결정 등으로 인하여 많은 어려움이 있고, 특히 수차례의 선행된 수술이나 광범위한 연부조직 결손에 대한 피부이식술이 수반되었던 예에서는 거의 불가능하

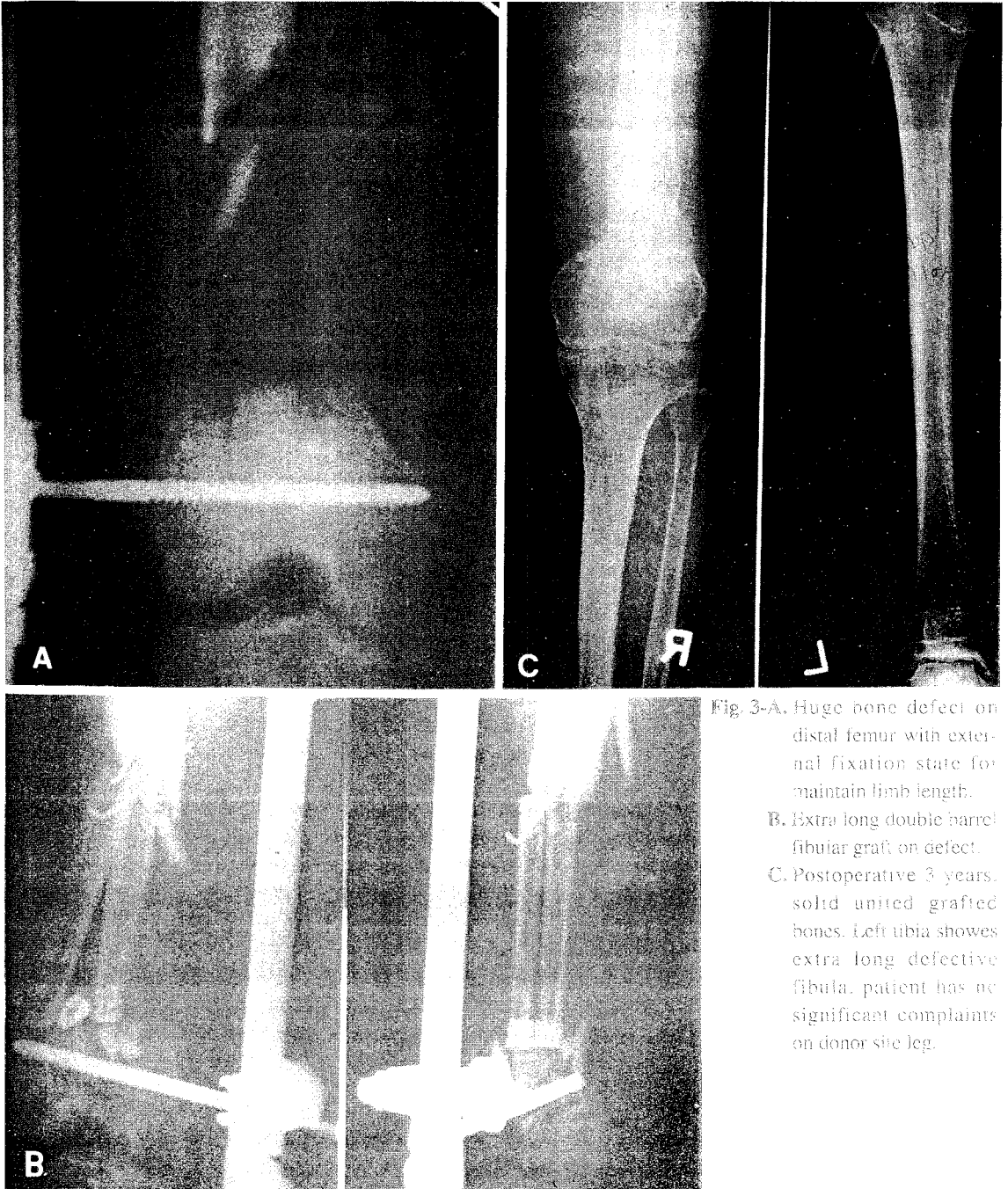


Fig. 3-A. Huge bone defect on distal femur with external fixation state for maintain limb length.  
 B. Extra long double barrel fibular graft on defect.  
 C. Postoperative 3 years, solid united grafted bones. Left tibia shows extra long defective fibula, patient has no significant complaints on donor site leg.

다. 이와 같은 경우에 미세수술을 이용한 골 이식술이 필수적인데 장관골의 재건에 가장 적합한 것으로 알려져 있는<sup>1,2,10,12</sup> 비골은 그 형태나 골의 강도등이 경골 간부나 상완, 전완부 골의 재건에는 매우 유용하나<sup>4,6</sup> 대형골인 대퇴골, 특히 대퇴골 원위부에서는

모양도 적합치 않고 골의 직경(diameter) 차이가 너무 커서 잘 응용되지 못하고 있었다. 이와 같은 단점을 극복하고 그 응용 영역을 확대하고자 비골을 이중으로 접어서 이식하는 방법을 도입하게 되었다<sup>7</sup>. 이와 같은 술식이 가능한 해부학적인 배경은 비

골의 영양동맥은 비골동맥의 분지로서 비골 간부의 중간정도 부위에서 비골의 후내측에 위치한 영양공 (nutrient foramen)을 통하여 들어가서 피질골의 내측 2/3를 담당하는 것으로 알려져 있으며<sup>6)</sup> 비골 간부의 전장을 따라 주행하는 비골동맥은 주행과정 중 비골의 골막에 수많은 골막분지를 내어서<sup>3)</sup> 이를 통하여 비골 피질골의 외측 1/3을 담당하는 골막혈행(perosteal circulation)을 형성하게 되므로 골막혈행만을 보유하고 있는 이식 비골에도 혈행이 가능하여<sup>6,9)</sup> 미세수술을 이용한 생비골 이식시에 이식골을 중간에서 횡으로 절골하여도 비골동맥을 그대로 부착시킨 상태를 유지한다면 절골하부의 비골도 생존이 가능하다는 점에 착안하게 되었다. Jones<sup>7)</sup> 등은 이와 같은 방법을 전완부의 요골 및 척골 모두 결손 시에도 사용한 경험을 보고한 바 있으나 가장 적합한 적응례는 대퇴골 원위 과상부 부위가 아닌가 사료된다. 저자들은 대퇴골 과상부를 포함한 대퇴골 간부 및 경골 근위부에서 이 술식을 시행하여 얻은 결과로 감염이 합병되었던 1례를 제외하고 6례에서 평균 8개월에 방사선 검사소견상 골유합으로 판정 가능하였는데 이는 국내 문헌중 중첩하지 않은 생비골 이식술의 체중 부하시기에 대한 결과로 김<sup>1)</sup> 등의 5-8개월, Taylor<sup>9)</sup>의 10개월과 큰 차이가 없으나 Jupiter<sup>8)</sup> 등의 4.6개월이나 중첩비골을 사용하였다는 Jones<sup>7)</sup> 등과는 다소 차이가 있으나 이는 국내의 한<sup>4,5)</sup> 등이 기술한 바와 같이 연구 방법에서 골유합을 판정하는 것이 단순 방사선검사를 주관적으로 판정하는 것이며 이식된 부위나 수여부 주변상황, 골 결손의 원인, 선행된 수술로 인한 혈행상태저하, 환자의 성별이나 연령 등을 고려치 않은 것으로 큰 의미는 없는 것으로 사료된다.

이와 같은 임상결과와 문헌고찰을 토대로 본 술식은 고식적인 해면골 이식술로는 치유가 불가능한 광범위한 골 결손중 대퇴골과 같은 대형 장골, 특히 대퇴골 원위부나 경골 근위부의 골 결손 시에 조기 골유합을 도모할 수 있고 두 개의 이식된 비골 분절의 강도로 인하여 체중 부하시 더욱 안심할 수 있고 한 개의 비골이식시에 병발할 수 있는 이식골의 재골절을 방지할 수 있는 좋은 방법이나<sup>7)</sup> 그 술식에 있어 비골의 혈관 해부학적 구조를 잘 알아야 하며 공여부 수술시에 상당한 주의를 요하며 미세수술 수기를 잘 습득한 상태에서 특히 대퇴동맥과 같은 대

형 혈관에 측단문합(end to side anastomosis) 및 정맥이식을 하여야 하는 경우가 대부분이므로 항상 주의를 요하는 술식이다.

## VII. 결 론

대퇴골 원위부 4례, 대퇴골 간부 1례, 경골 근위부 2례의 광범위한 골 결손에 대하여 혈관부착 생비골을 중첩하여 이식하는 술식을 사용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 이식된 비골의 생존률은 7례중 6례로 86%의 성공률을 보였고 1례의 실패례는 초기에는 문합혈관이 개존되었던 것으로 추측되나 수여부 수술 부위의 감염이 진행되어 문합된 혈관의 혈전형성이 실패의 원인으로 생각된다.
2. 공여부의 합병증으로는 일시적인 비골신경 마비증상이 2례에서 발현되었으나 모두 3개월 이내에 소실되었고 전례에서 공여부 하퇴의 경미한 근력 약화를 호소하는 경우가 있었으나 문제될 정도는 아니었다.
3. 평균 3.5년 추사에서 모두 이식골의 유합을 얻을 수 있었고 단순 방사선 검사 소견상 골유합으로 판정할 수 있는 소견은 술후 평균 7개월에 얻을 수 있었다.
4. 골유합을 일으키는 정도는 혈관경에서 가까운 골내순환 및 골막순환을 모두 보유한 분절이나 혈관경에서 먼 골막순환만을 보유한 분절간에 특이한 차이를 발견할 수 없었다.
5. 본 술식은 대퇴골이나 경골 근위부와 같이 대형골의 심한 결손 시에 결손부에 대응할 만한 크기와 강도의 활동성 골 조직으로 재건시키기에 매우 유용한 방법으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 김광희, 이광석, 서경환 : 생비골 이식수술의 임상적 이용 (증례보고). 대한정형외과학회지, 18:1185, 1983.
- 2) 유명철, 김봉건, 배상욱, 오동철 : 혈관 부착 생비골을 이용한 장관골 결손의 재건. 대한정형외과학회지, 21:313-322, 1986.
- 3) 유명철, 정덕환, 한정수, 김경훈, 안재성 : 생비골 이식시 Buoy Flap의 해부학적 구조. 대한정형외

- 과학회지, 22:1157-1165, 1987.
- 4) 한수봉, 강응식, 원예원 : 혈관부착 생골이식술을 이용한 척추 및 사지의 재건. 대한정형외과학회지, 22:1311, 1987.
  - 5) 한수봉, 박병문, 신성일 : 혈관부착 생골이식술에 의한 하지의 재건. 대한정형외과학회지, 22:872-878, 1987.
  - 6) Berggren, A., Weiland, A.J., Ostrup, L.T., and Dorfman, H. : *Microvascular free bone transfer with revascularization of medullary and periosteal circulation or the periosteal alone. J. Bone Joint Surg. 64A:73, 1982.*
  - 7) Jones, N.F., Swartz, W.M., Mears, D.C., Jupiter, J.B., and Grossman, A. : *The "Double Barrel" Free vascularized fibular bone graft. Plast. Reconstr. Surg. 81:378, 1988.*
  - 8) Jupiter, J.B., Bour, C.J., and May, J.W. : *The reconstruction of defects in the femoral shaft with vascularized fibular bone transfers. J. Bone Joint Surg. 69A:365, 1987.*
  - 9) Taylor, G. I., Miller, G. D.H., and Ham, F.J. : *The free vascularized bone graft. Plast. Reconstr. Surg. 55:533, 1975.*
  - 10) Weiland, A.J., and Daniel, R.K. : *Microvascular anastomoses for bone grafts in the treatment of massive defects in bone. J. Bone Joint Surg. 61A:98, 1979.*
  - 11) Weiland, A.J., Kleinert, H.E., Kutz, J.E. and Daniel, R.K. : *Free vascularized bone grafts in surgery of the upper extremity. J. Hand Surg. 4:129, 1979.*
  - 12) Yoshimura, M., Shimamura, K., Yoshinobu, I., Yamauchi, S. and Ueno, T. : *Free vascularized fibular transplant. J. Bone Joint Surg. 65A:1295, 1983.*