

미세수술수기를 이용한 혈관부착 비골이식술

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

유명철 · 강신혁 · 김봉건 · 전용석 · 강순모

= Abstract =

Free Vascularized Fibular Graft Using Microsurgical Technique

Myung Chul Yoo, M.D., Shin Hyeok Kang, M.D., Bong Keon Kim, M.D., Yong Suk Jeon, M.D.
and Soon Mo Kang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

It is notoriously difficult to obtain a sound bony union of large segmental bone defects secondary to trauma or following tumor resection, infected nonunion, congenital pseudarthrosis of the tibia, and avascular necrosis of the femoral head with conventional methods.

Recent advances in microsurgery have made it possible to provide a continuing circulation of blood in bone grafts 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. Thus, the grafted bone is achieved more rapid stabilization of bone fragments separated by a large defect without sacrificing viability.

Thirty nine cases of the free vascularized fibular graft had been performed in the Department of Orthopedic Surgery, Kyung Hee University Hospital during the period of 3 years from October 1978 to December 1981.

Of these, 11 cases were congenital pseudarthrosis of the tibia, 4 cases were tuberculous spondylitis, 4 cases were infected nonunion, 7 cases were large segmental bone defects secondary to trauma, 9 cases were avascular necrosis of the femoral head and the other was one case.

The results were obtained as follows:

1. The advantages of free vascularized living fibular graft are one stage procedure, resistance of torsion and angular stress, union with rapid hypertrophy of the graft, a shorter immobilization period and more rapid incorporation of the graft into the recipient area.
2. Free vascularized fibular graft can be widely used in the field of Orthopedic surgery.
3. The fibula is the bone best suited for reconstruction of a defect in a long bone.
4. In children, distal tibiofibular synostosis must be performed.
5. For prevention of clawing toe, the muscles around the bone is meticulously dissected.
6. Evaluation by selective arteriography and isotopic scanning both before and after operation may be used to assess the viability of the fibula graft.

Key Words: Free vascularized fibular graft, Microsurgery

서론

외상으로인한 심한 골결손, 골절제가 필요한 골종양, 선천성 경골 가관절증, 난치성 불유합 등의 치료는 오늘

날에도 많은 문제와 어려움을 갖고 있다. 이러한 질환에 지금까지 사용되는 일반적인 치료방법으로써 autograft, transference of whole segments, allograft bone transplants, custom prosthetic replacement^{26, 27)} 등이 시행되어 왔는데 이러한 골이식술은 큰 골결손을 연결하여 병소를 재건할

수 있는 충분한 이식골의 획득이 어렵고 또한 죽은 이식골과 수용골(recipient bone)의 불유합, 이식골의 흡수 및 골절, 수술후 장기간의 고정등 많은 문제점이 있을뿐만 아니라^{17,27} 그결과도 불량한 경우가 많다. 그러나 최근 미세수술수기의 발달과 더불어 혈관부착 생골(free vascularized living bone) 이식 개념이 도입되면서 종전의 고식적인 이식방법과는 전혀 다른 기전으로 골유합을 얻게 되었다. 즉 제공처(donor site)로부터 채취한 이식골에 혈관이 부착되어 수용처(recipient site)에 이식됨으로써 빠르고 확실한 골유합을 이룰 수가 있다. 이때 혈관이 부착된 생골은 비골, 늑골, 중족골, 장골(iium) 등에서 얻을 수가 있는데 이중에서도 장골(long bone)의 결손 및 불유합의 이식골로는 비골이 여러면으로 장점을 가지고 있어 그 이용도가 광범위하다.^{6,21,27}

본 경희대학교 의과대학 정형외과 교실에서는 1978년 10월 부터 1981년 12월 까지 약 3년간 미세수술수기를 이용한 혈관부착 생비골이식술을 시행했던 39예에 대하여 종전의 어느 치료법보다 빠르고 확실한 골유합을 보여 그 수술 적응의 대상, 수술수기, 일부중례 및 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

자료분석

1978년 10월 부터 3년간 본 교실에서 시행한 혈관부착 생비골이식술의 예를 분석하면 지금까지 치료에 문제가 있는 선천성 경골 가관절증 11예는 모두 1~2차에 걸친 고식적 골이식술을 받았거나 심한 골위축 및 하지변형을 동반하고 있어 일반적인 치료방법으로는 골유합을 이루기가 거의 불가능한 상태의 환자들로써 남아가 7예, 여아가 4예이었으며 나이는 주로 2~5세이었다. 척추결핵 4예는 병소의 범위가 광범위해 대부분 3~4 segments를 침범하여 일반적인 이식골로는 파괴된 척추결손부를 대치 고정하기가 힘든 예들이었다. 난치성 관절 및 골감염으로 인한 부전유합이 4예이었고, 골종양 치료 3예는 경골에 발생한 악성섬유성 조직구종(malignant fibrous histiocytoma)이 1예, 상완골에 발생한 단순성 골낭종 및 섬유성이형성증(fibrous dysplasia)이 각각 1예씩이었다. 외상성 골결손 및 불유합 7예는 경골이 6예, 대퇴골이 1예이었다. 그 외 경골신장술후의 합병증으로 발생한 골결손을 동반한 불유합이 1예이었으며, 대퇴골두 무혈성괴사에 대한 치료는 현재 일반적인 골이식에서 부터 관절치환술에 이르기까지 여러가지 방법이 소개되고 있으나 근본적이고도 병의 진행을 완전히 차단시키는 근원적인 치료는 특별히 소개되어 있지 않다. 저자들은 무혈성괴사의 진행과정을 혈관이 부착된 생비골을 삽입하여 역으로 혈관의 재생 및 신생

Table 1. Summary of cases

cases	No.
선천성 경골가관절증	11
척추결핵	4
난치성 관절 및 골감염으로 인한 불유합	4
골종양	3
외상성 골결손 및 불유합	7
경골신장술후의 불유합	1
대퇴골두 무혈성 괴사	9
Total	39

골형성을 촉진하여 골괴사과정을 재생과정으로 전환시키는 새로운 방법을 시도하였다(Table 1).

혈관부착 생비골이식의 장점

미세수술수기를 이용하여 혈관이 부착된 이식골로써 이용될 수 있는 골은 장골(iium), 늑골, 비골, 중족골 등이 있다.^{6,21,23} 장골은 피부편과 동시에 이식(osteocutaneous flap) 할 수 있는 장점이 있으나²⁸ 그 크기에 제한이 있고, 이용될 수 있는 골이 많은 늑골은 모양이 굽어져 있어 골의 강도가 적어 일단 성공하여도 보강 골이식이 이차적으로 필요하며 이식부에 심한 변형을 초래한다.^{5,23} 특히 늑골이 하지에 사용될 경우에는 체중부하에 약한 단점이 있다.

혈관부착 생비골이식은 여러가지 이점이 있는데 첫째, 22~26cm의 긴 골을 얻을 수 있으며 둘째, 직선(straight)이어서 대퇴골, 경골 등 수용처 골의 골수내삽입(intramedullary insertion)이 가능하여 고정이 우수하고 셋째, 외모가 삼각형이어서 회전, 굴곡 stress에 강하며 넷째, 비골두를 포함한 경우는 비골두의 관절면을 그대로 이용할 수 있어 관절연골의 이식이 동시에 필요한 경우에는 더욱 좋은 장점이 있다.^{8,22,24} 다섯째로는 확실한 혈관 즉 비골혈관이 존재하고 그 직경은 대개 동맥은 1.8mm~2.5mm, 정맥은 2~4mm이어서 혈관봉합에 적합하며²² 여섯째, 혈관부착 비골이식술이 실패하여도 이식골편은 일반적인 고식적 이식골로써 작용할 수 있으며^{8,21} 일곱째, 하지 등 체중부하가 요구되는 부위에서의 이식에는 아주 강하고 안정된 이식골을 제공할 수 있는 여러가지 장점이 있다.^{7,25}

혈관부착 생비골이식의 수술방법

A) 수술전 처치

수술전 준비는 환자의 전신상태는 물론 비골제공처(donor site)의 연부조직, 골 및 혈관의 분포상태를 충분

히 확인하여야 한다. 정상적인 비골간부의 주된 혈관분포는 비골동맥에서 분지되며 이는 영양동맥과 골막주위를 둘러싸고 있는 근육성 골막분지(musculoperiosteal branch)로 되어 있어 수술전 병소부와 비골재공처의 혈행에 대한 Doppler probe 사용 및 혈관조영술을 필수적으로 시행하여 혈관의 손상유무, 선천성 기형, 혈관의 직경 등을 미리 알아 혈관의 절단부위와 접합부의 상호관계를 확실히 하여 미세혈관봉합에 대한 충분하고 면밀한 계획을 세운다.

B) 제공비골(donor fibula)의 채취

수술은 양팀으로 나누어 한팀은 비골채취를 다른 한팀은 수용골의 처리 및 준비를 한다. 수용골의 준비는 병소부위에 따라 차이가 있으나 원칙적으로 완전한 병소 제거 후 이식골을 수용하기 적당한 상태로 만들고 주위 혈관을 미세박리하여 혈관봉합을 하기 쉽게 만든다.

제공비골 채취시 환자의 위치는 복와위(prone position)가 좋으나 병소부위 및 절별의 종류에 따라 앙와위(supine)나 반앙와위(semisupine)에서도 할 수 있다. 절개는 하퇴부 외측에서 Henry approach를 사용하여 슬와근과 비골근 사이의 groove로 피부절개를 한 후 비복근(gastrocnemius)의 외측두를 내측으로 견인하거나 아니면 기시부에서 절개하고 비골근을 비골기시부에서 절개하여야 하며 이때 비골신경을 미리 확인하여 잘 보호하여야 한다. 그 후 슬와근(soleus)을 비골기시부에서 절개하여 내

측으로 견인하여 비골혈관을 확인 분리한 후 끝으로 비골 전·후에서 기시하는 근육과 골간막(interosseous membrane)을 박리한다. 이때 비골의 영양동맥은 비골의 상 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{3}$ 부위에서 들어가 다발성분지를 내어 슬와근, 비골근과 족모지장굴근층 깊숙히 골막에 연하여 통과하므로 혈관이 다치지 않게 세심한 주의를 하여야 한다. 전 과정을 미세박리수기로 분리하여야 하는데 이때 비골혈관은 비골기시근육들을 3~5mm 정도 비골에 부착시켜 박리하여 보호한다. 이상의 조작이 완료되면 지혈대를 풀어 혈액순환을 재개시켜 제공비골의 혈행상태를 확인한 후 비골혈관을 후경골동맥의 기시부에서 결찰하고 필요한 길이 만큼의 혈관이 부착된 비골을 절단한다(Fig. 1). 절단시 비골의 하단 $\frac{1}{4}$ 을 남겨 발목관절의 안정도를 유지시켜 주어야 한다. 성인에서의 비골채취는 22~26cm까지 할 수 있으나^{8,22)} 저자들은 최장 20cm까지 채취하였다. 특히 소아에서 비골채취시는 비골절제후 족관절의 외반변형 및 이개(diastasis)가 생기므로 반드시 절제하단부의 비골을 경골에 유합시켜주어야 한다¹⁴⁾.

C) 제공비골의 이식방법(Fig. 2)

제공비골을 이식하는데는 몇가지 방법이 있을 수 있는데 저자들은 병소의 범위, 종류, 부위 등을 감안하여 다음과 같은 세가지 방법으로 수용처에 삽입하였다.

㉑ 단일골(One single bone)이식

Fig. 2-C에서 보는 바와 같이 비골의 전장을 그대로

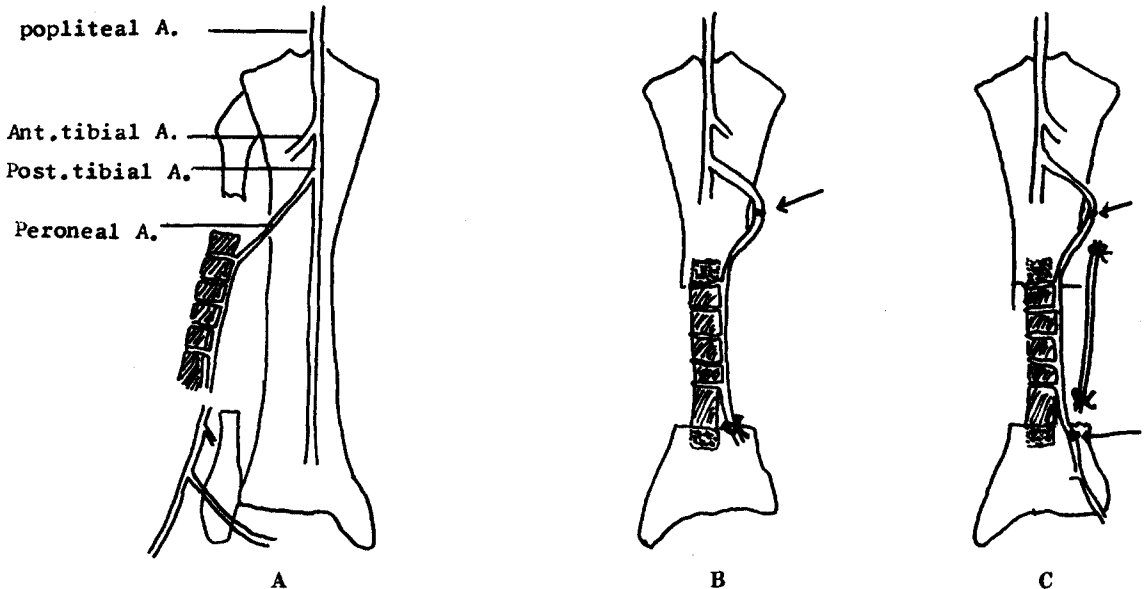
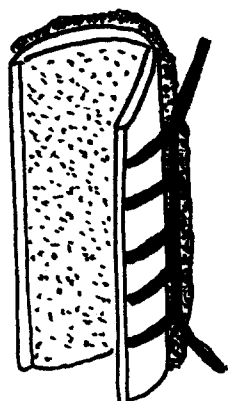
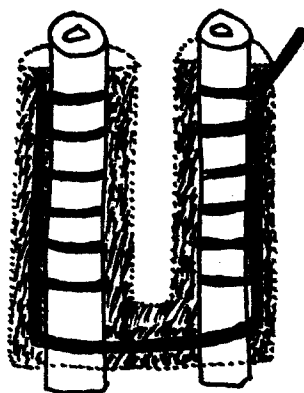


Fig. 1. 혈관에 부착된 비골을 박리한 모습 및 비골혈관 봉합방법. A) 혈관이 부착된 비골을 박리한 모습(posterior view) B) 이식 비골혈관의 근위단만을 봉합하는 단일봉합법으로 원위단의 비골혈관은 결찰한다. C) 이식 비골혈관의 근위단 및 원위단을 봉합하는 양단 봉합법(←표).



A
Splitted bone



B
U-shaped dual bone



C
One single bone

Fig. 2. 제골비골의 이식방법.

이용하여 수용체의 상·하 골수강내로 삽입 혹은 Onlay graft를 하는 방법으로 이식골의 적응이 쉽고 고정이 견고한 장점이 있다.

⑥ U형 이중골 (U-shaped dual bone) 이식

Fig. 2-B에서 보는 바와같이 비골을 채취한 후 중간부에서 다시 절골하여 혈관주행에는 손상이 없이 골을 U모양으로 접어서 수용부에 삽입하는 방법으로 이는 수용체 골간격의 길이보다는 폭이 문제가 되는 경우에 이용할 수 있다.

⑦ 분열골 (Splitted bone) 이식

Fig. 2-A에서 보는 바와같이 제골비골을 장축으로 반으로 절개하여 책을 편 모양으로 골면을 넓게하여 수용체에 삽입하거나 병소주위를 싸서 이식효과를 최대한으로 높이는 방법이다.

D) 이식골의 고정

생골이식 시에는 이식골의 혈액순환장애를 절대적으로 피해야 하므로 골수내 혈액순환을 방해하는 골수내 고정, 골막의 혈액순환을 방해하는 bone plate 등의 사용은 피하고²⁶⁾ 이식골과 수용골사이에 금속나사정 (bone screw), K-강선, Steinmann 정을 사용한다.

E) 혈관통합 방법

이식 생비골을 수용체에 고정한 후 수용체의 혈관과 봉합수술을 시행하는데는 크게 두가지 방법이 이용되고 있다. 한가지는 근위단 만의 단일봉합법이고 (Fig. 1-B) 다른 하나는 원위단까지 봉합하는 양단봉합법이다 (Fig. 1-C).

혈관통합은 loupe 나 operating microscope를 사용한 미세혈관 봉합수기로 봉합한다. 이때 10-0 또는 11-0 monofilament nylon 사를 이용하며 정확하고 세심한 봉합을 하

여 혈관폐쇄가 일어나지 않도록 주의하여야 한다. 혈관 봉합수는 비골동맥과 병소부의 동맥을 봉합하고, 비골동맥동반정맥 (concomitant vein) 2 개와 병소의 동맥동반정맥 2 개를 각각 연결한다.

이상의 조작이 끝난 후에는 이식골의 혈류재개상태와 이식골의 고정상태를 확인한 후 drain을 넣고 피부를 봉합하고 외고정으로 Hoffman 외고정이나 석고붕대 외고정을 한다.

F) 이식 생비골의 생명력확인

이식골의 생명력을 확인하는 것은 아주 중요한 과정이다. 여기에는 혈관조영술 및 골주사 방법이 있는데 저자들은 필요에 따라 혈관조영술과 술후 2주에 Technetium-99m을 사용하였는데 골주사는 환자에 고통을 덜주고 이식골에 손상을 주지 않고 간편하게 사용할 수 있어 혈관조영술 보다 많이 사용하였다⁵⁾.

증례 보고

선천성 경골 가관절증의 치료에 :

4 세된 정상분만의 남아로서 우측하지의 굴곡변형 및 가성운동으로 본원에 내원하였다. 병력상 태어날 때부터 약간의 각형성 기형을 보여주었으며 사소한 외상으로 골절을 당한 후에 타병원에서 10개월 동안 석고붕대 고정 등 보존적요법으로 치료하였으나 골유합의 소견을 보여주지 않았다. 이학적 검사상 경골 및 비골 원위부에 전 외측의 각형성 기형 및 이상운동을 나타내었다. 저자들은 선천성 경골 가관절증의 진단하에 수술은 혈관부착 비골이식술을 시행하고 고정은 상하 양단에 screw를 사용하였으며 Fig. 1-C와 같이 이식골 원위부의 비골혈관은 절찰하지 않고 병소의 원위부 전경골혈관에 봉합하

었다. 술후 1개월에 혈관조영술을 실시하여 혈관의 재개가 확실한 것을 인지하였으며 이때에 벌써 완성한 가골형성도 확인하였다. 4개월후 단순 X-선 촬영상 이식골 근위부는 거의 완전한 골유합의 소견이 보이나 원위부는 일부의 유합과 일부는 screw 및 다른 불명의 원인으로 약간의 골 흡수현상이 나타나 screw 제거술 및 자가골 이식술을 시행하고 고정은 두개의 K강선을 사용하였다. 그 후 3개월 후에 양단의 이식골 유합이 양호함으로 금속을 완전히 제거하였다. 수술후 16개월 후의 원경사진

상 완전한 골유합 및 골수강 재개를 보여주었다(Fig. 3 A-E).

난치성 관절 및 골감염으로 인한 불유합 치료에

27세된 남자환자로 입원 1년전에 양측상지에 전기화상을 입고 우측은 완관절 상단에서 절단하였고 좌측상지는 척골간부 골절 및 골노출이 있어 복부피부육경수술 등 수차례에 걸친 수술적가료를 하였으나 감염으로 인한 계속적인 배농 및 불유합의 소견을 보여 혈관부착

A B C D E

Fig. 3. 4세 남아의 선천성 경골 가관절증의 치료에. **A)** 수술전 사진으로 심한 골조직 소실과 양단의 골수강이 폐쇄된 소견을 보이고 있다. **B)** 수술후 사진으로 5cm의 생비골을 두개의 bone screw로 고정하였다. **C)** 수술 1개월후의 혈관조영술 소견으로 혈관의 재개를 확인하였다. **D)** 수술후 4개월에 원위부 이식골의 약간의 골흡수를 제외하고는 양호한 골유합소견을 보여주고 있다. **E)** 수술후 16개월후의 원경사진으로 완전한 골유합 및 골수강 재개를 보여주고 있다.

A B C D E F

Fig. 4. 27세 남자의 골감염으로 인한 불유합의 치료에. **A)** 수술전의 전완부 소견으로 심한 연부조직 손상 및 골편의 노출을 보여주고 있다. **B)** 수술전의 X-선 사진으로 골결손 및 불유합의 소견을 보여주고 있다. **C)** 수술후의 사진으로 11cm의 생비골을 이식후 K-강선 및 wiring으로 고정하였다. **D)** 수술 1개월후의 혈관조영술에서 봉합부 혈관의 재개를 확인하였다. **E)** 수술 2개월후에 골유합이 잘 진행되는 소견을 보이고 있다. **F)** 수술 7개월후에 완전한 골유합 및 골수강 재개를 보여주고 있다.

비골이식술을 시행하여 Fig. 1-C와 같이 비골동맥의 원위부를 척골동맥과 봉합하였고 이때 이식골 근 sleeve 위에 동시에 피부이식을 하였다. 수술후 2개월의 단순 X-

선 촬영상 약간의 가골형성을 보였으며 7개월에 완전한 골유합의 소견을 보였다(Fig. 4 A-F).

A **B** **C** **D**

Fig. 5. 42세 남자로 교통사고에 의한 우측 대퇴골 불유합의 치료예. **A)** 대퇴골 복잡골절에 대해 압박금속판고정 후 골수염이 병발한 사진. **B)** 부골절출술후 항생제 혼합 골시멘트정을 삽입하고 Hoffman 외고정을 시행한 사진. **C)** 혈관부착 생비골을 이식하기 직전의 사진으로 임상적 및 X-선상 염증의 소견이 없어진 소견을 보이고 있다. **D)** 생비골 이식술 4개월후에 골유합이 진행되어 가고 있는 소견을 보임.

A **B** **C** **D** **E**

Fig. 6. 18세 남학생의 우측 상박골에 발생한 단순성 골낭종의 치료예. **A)** 수술전 사진으로 8cm의 cystic lesion 및 병적골절선을 보이고 있다. **B)** 수술후 사진으로 12cm의 생비골을 골수강내로 삽입후 원위부는 wiring으로 고정하였다. **C)** 수술 3주후의 골주사 소견으로 이식생비골의 생명력을 보여주고 있다. **D)** 수술 3개월후에 양호한 골유합을 보여주고 있다. **E)** 수술 6개월후에 완전한 골유합 및 골수강재개를 보여주고 있다.

외상성 골결손 및 불유합의 치료에 :

42세된 남자로 교통사고에 의해 우측 대퇴골에 복잡골절이 발생하여 타병원에서 관혈적정복 및 압박금속판고정을 실시한 후 합병증으로 수술부 감염에 의한 골수염이 병발하여 수차에 걸친 배농수술 및 석고고정으로 치료하던중 수상 10개월후에 본원으로 전원되었다. 수상

16개월후 본원에서 1차적으로 금속내고정물 제거와 함께 부골적출술 및 Debridement을 하고 항생제혼합 골시멘트정을 골절부 주위에 삽입하였다. 이때 대퇴골의 고정은 Hoffman 외고정을 이용하였으며 6개월후에 Hoffman 외고정을 제거하고 cast brace를 착용시켜 통원관찰을 하여 감염의 소견이 완전히 소실된 후에 이차수술로 광범위한 병소조직 절제 및 항생제혼합 골시멘트정을 제거

Fig. 7. 17세 남학생의 대퇴골두 무혈성괴사 치료에. **A)** 수상직후 사진으로 대퇴골 경부 골절을 보이고 있다. **B)** multiple pinning 후 사진. **C)** 비골이식술전의 사진으로 대퇴경부 골유합은 완전하나 골두의 상외측에 함몰 및 경화상 변화를 보이고 있다. **D)** 수술 직후의 lateral film. **E)** 수술 3개월후의 사진으로 함몰현상이 진행되지 않고 신생골 형성의 소견을 보이고 있다. **F)** 수술 22개월후로 대퇴골두가 smooth 하며 이식비골이 대퇴골두와 유합된 것을 볼 수 있다.

한 후 혈관부착 비골을 상하단 대퇴골 골수강내로 삽입하고 bone screw 로 이식생비골을 고정하였다. 수술 4개월 후 이식골 양단에 양호한 골유합 소견을 보여 현재 cast brace를 착용시켜 원격추시 중에 있다(Fig.5 A-D).

굴종양의 치료에

18세된 건강한 학생으로 운동경기중 우측 상박부에 동통을 동반한 종창을 주스로 입원한 환자로 신체에 특이한 이상은 발견할 수 없었다. 단순 X-선 소견상 우측 상박골의 상부에 길이 8cm가량의 cystic lesion 이 보이면서 병적골절선을 인지하여 단순성 골낭종으로 진단하였다. 수술은 상박골의 병소를 en bloc 으로 절제하고 비골동맥의 원위부를 절찰한 혈관부착 비골을 상하 상박골 골수강내로 삽입한 후 원위부는 wiring으로 보조고정하고 superior ulna collateral vessel 과 제골비골의 근위부 비골동맥과 봉합하였다.

수술후 상지는 보조적으로 Velpeau dressing 으로 고정하였다. 수술후 3주에 시행한 골주사 소견에서 이식골의 생명력을 인지할 수 있었으며 3개월에 약간의 가골형성을 보였으며 6개월 후에는 완전한 골유합 소견을 보였다(Fig. 6 A-E).

대퇴골두 무혈성괴사의 치료에

17세된 건강한 남학생으로 2년전에 축구를 하다가 대퇴골경부 골절로 본원에서 multiple pinning 후 계속 체중부하는 않고 보행을 하였던 환자로 고관절의 동통과 운동제한을 주스로 다시 내원하여 단순 X-선 촬영상 대퇴골경부 골절은 유합되었으나 골두의 상외측에 함몰(collapse of superolateral portion), 경화상변화(sclerotic change) 및 관절면의 부정상(irregularity)의 소견이 보여 무혈성괴사의 합병증으로 진단하고 무혈성괴사된 골을 재생시키기 위한 목적으로 혈관부착 비골이식술을 시행하였다. 수술은 복와위에서 C-arm image intensifier 투시하에 전자부 및 대퇴상단부를 노출하고 미세박리법으로 1st perforating br. of profunda femoris a.를 표출시킨후 대퇴골두의 괴사된 부분을 전자부 외측에서 대퇴부경골 골절시의 nailing 방법과 같은 방법으로 이식비골을 수용할 수 있을 만큼 크게 착공(reaming)하여 이식비골을 대퇴골두내에 깊숙이 연골하골(subchondral bone)까지 삽입한 후에 이식골을 K강선으로 고정하고 비골동맥을 1st perforating br. of profunda femoris a.와 연결하였다. 수술 후 1개월에 혈관조영술을 실시하여 혈류의 재개가 확실한 것을 인지하였고 4개월 후의 단순X-선 촬영상 대퇴골두의 경화상변화는 볼 수 없었으며 함몰된 대퇴골두도 비교적 매끄러운 선(smooth line)을 만들고 괴사된 골편은 재생된 소견을 보였으며 임상적으로도 환자의 모

든 자각적 동통 및 증세도 소실되었다(Fig. 7 A-F).

결 과

본 교실에서 시행한 39예에서 얻은 결과는 다음과 같다. 선천성 경골 가관절증 11예중 24개월 이상 추시된 2예는 완전한 골유합을 보였으며 3예는 이식비골의 한 쪽은 골유합의 소견을 보이거나 다른 한 쪽은 원위부나 근위부에서 지연유합의 소견을 보여 고식적 골이식 및 전기자극골형성 촉진물을 삽입하고 치료하여 골유합이 이루어졌으며 현재도 재골절의 위험 등으로 계속 추시중에 있다. 11예중 2예에서는 골유합후 외상으로 재골절이 발생하여 1예는 고식적 골이식후 골유합을 이루었으며 1예는 현재 원격추시 중에 있다. 최근에 실시한 4예는 현재 양호한 골유합 소견을 보여주고 있다.

척추결핵 4예는 성인이 3예, 소아가 1예이었으며 4예 모두 요추부에 병소가 있었다. 이 중 1예는 제 1요추에서 5요추까지 광범위하게 병소가 파급되었고 나머지 3예도 요추의 2~3 segment를 침범하였다. 이들 모두는 혈관부착 비골이식후 견고한 전방유합을 얻었으며 특히 소아에서 시행한 1예에서는 심한 척추후만을 쉽게 교정할 수 있었다. 난치성 관절 및 골감염으로 인한 불유합 4예중 1예는 전완부에 심한 연부조직 결손 및 감염을 동반한 예로 불유합된 척골에 혈관부착 생비골을 이식하여 완전히 치유가 되었으며 2예는 대퇴골간부 불유합에 이용하여 우수한 골유합을 얻었다. 나머지 한 예는 결핵성슬관절염의 관절유합술에 이용하여 견고한 슬관절 유합을 이룩하였다.

굴종양 치료에는 3예 이었는데 1예는 경골간부에 발생한 섬유성 조직구종이었고 다른 2예는 상박골 근위단에 발생한 단순성 골낭종 및 섬유성 이형성증이 각각 1예씩이었으며 전 예에서 광범위한 en bloc 절제후 생비골이식으로 우수한 골유합을 이루었다.

외상성 골결손 및 불유합을 치료한 7예는 모두 경골이었으며 5~8cm의 골결손이 있었던 5예는 완전한 골유합을 이루었으며 수술전에도 감염증이 있는 상황에서 수술한 2예는 수술후 근위단은 유합이 되었으나 원위단에서 유합이 불확실하고 수술부에서 배농이 있어 현재 원격추시 중에 있다.

대퇴골두 무혈성괴사를 치료한 9예에서 맥관재생의 소견을 보이고 있으며 추시기간이 24개월이 지난 2예는 완전한 체중부하를 하고 있으며 7개월 이상이 경과한 5예도 X-선상 골재생 및 무혈성 병소의 소실 등의 소견을 보여 부분체중부하를 하고 있다. 7개월이 안된 2예는 현재 추시중이다.

소아마비후유증의 치료로 경골신장술을 시행해 합병증

으로 발생한 경골의 불유합 및 골결손이 있었던 1예는 혈관부착 비골이식후 4개월에 양호한 골유합을 이룩하였다.

합 병 증

비골재공처에 발생하는 합병증으로는 제 2 족지의 골곡구축이 14예, 발목관절의 외반변형이 5예, 보행시 가벼운 동통이 있는 예가 20예 이었다.

신전근 구축으로 발생하는 제 2 족지의 골곡구축 14예는 대부분 경하여 보행에 큰 불편은 없었으나 2예에서는 심한 골곡구축으로 골곡건이완술을 시행하여 좋아졌다 (Fig. 8).

이 골곡구축의 예방법으로는 비골절제시 비골기식근육을 손상이 적게 절제하고 수술후 비골 재공하지에 발가락 끝까지 splint로 고정하므로써 예방이 가능하다. 5예에서 발생한 발목관절의 이개 (diastasis) 및 외반변형은 모두 선천성 경골 가관절증 치료를 한 소아들이었다. 이들은 초기 수술예에서 속발하였다. 성장기 아동에서 비골을 절제후 남은 비골의 근위이동 (proximal migration)으로 외측부에 보호 구조물이 약해지는 원인으로 발생되었다⁴⁾.

이 합병증을 방지하기 위해 후기 수술시 부터는 비골 절제후 1차적으로 tibiofibular synostosis를 시행하므로써

Table 2. Complications after free vascularized fibular graft

Donor site		Recipient site	
Clawing toe	14	Delay union in one grafted site	6
Valgus deformity, ankle	5		
Mild walking pain (including 14 cases of clawing toe)	20		

방지되었으며 초기에 시행한 5예에서도 후에 tibiofibular synostosis를 시행하여 주었다.

비골재공 하지에 약간의 압통 및 체중부하시 가벼운 동통을 호소하는 예들은 제 2 족지의 골곡구축이 있는 14예를 포함하여 20예이었는데 수술적 치료를 한 2예를 제외하고는 일상보행에 큰 불편은 없었다.

수용처의 합병증으로는 특별한 것은 없었으며 본문에서 기술한 바와 같이 이식비골의 한쪽 단에 지연유합이 6예 있었다.

고 찰

정형외과영역에서 골이식이 필요한 질병이나 불유합, 골결손 등의 치료는 항상 문제가 되며 확실한 치료법을 이야기하기 힘든 경우가 많다. 특히 골결손 부위가 크거나 감염성으로 인한 불유합, 골침식 범위가 큰 골종양, 혈류장애로 인한 대퇴골두 무혈성괴사 등에 지금까지 사용하는 고식적 골이식은 변형, stress 골절, 오랜고정 등의 단점이 있었으며 특히 이식골이 클 경우는 주위조직으로 부터의 혈관침투가 충분치 못하여 이식골이 흡수되는 수가 많았다^{17, 26, 27)}. 1978년 O'Brien¹⁰⁾은 미세수술법을 이용한 생골이식의 운명에 대한 실험적 연구에서 이식한 생골은 고식적 이식골보다 골흡수가 적고 골유합이 빠르고 국소염증에 대한 저항이 강하다는 것을 보고한 바 있다. 또 생골이식시 이식골과 수용골과의 사이에서는 골절치유와 유사한 과정이 일어나며 이는 일반적인 골이식시의 치유과정인 creeping substitution이 아닌 직접 치유기전 (direct healing mechanism)으로 골유합을 이룰수 있다^{17, 27)}. 혈관부착 골이식술은 1971년 Strauch 등이²³⁾ dog jaw의 재건에 늑골이식을 시행하여 최초로 동물실험에 성공한 후 1974년 Ian Taylor 등이^{21, 27)} 분절상 경골결손, 감염성불유합 등에 최초로 임상에 이용하여 술 후 10개월에 임상적 및 방사선상 골유합의 소견을 보았으며 12개월째 골비대 (hypertrophy)가 생기기 시작해 3년째에 정상골의 직경과 비슷하게 되었다는 좋은 결과를 보고하였다²⁹⁾. Chen은 선천성 경골 가관절증 19예를 포함하여 골결손이 발생한 41예에 대하여 혈관이 부착된 free bone transplantation 및 free periosteal flap graft를 시행하여 좋은 결과를 보고한 바 있다⁷⁾.

선천성 경골 가관절증의 치료에 있어서 Boyd와 Sage⁴⁾가 기술한 바와 같이 delayed autogenous bone grafting^{4, 16)}, dual only grafting^{3, 4)}, two stagings fibular grafting¹²⁾, multiple bone transplantation⁹⁾, fragmentation and intramedullary nailing¹⁸⁾ 등을 포함하여 단순석고 고정으로부터 절단까지 수많은 수술방법이 소개되어 왔으나 만족할 만한 골유합을 보여주지 못하였다. 최근에는 전기자극을 이용

Fig. 8. 비골재공 하지에 합병증으로 생긴 제 1 족지의 골곡구축이 심했던 예로 골곡건 신장술을 시행하였다.

한 가관절증의 치료방법이 소개되면서 Lavine 등은¹⁵⁾ 처음으로 성공적인 예를 발표하였으나 아직 많은 문제점들이 속제로 남아있는 가운데 저자들은 1978년도부터 선천성 경골 가관절증에 혈관부착 생비골을 이식함으로써 빠르고 확실한 골유합을 보였으나 두에서 발생한 이식골 원위부의 지연유합은 병적조직 제거술시 근위부는 비교적 완전하게 할 수 있으나 원위부는 골 성장판의 손상을 의식하게 되므로 철저한 제거에 소극적인 것이 원인으로 생각되며 이들에 대하여 자가골 이식술후 전극을 삽입하고 전기자극을 통한 골유합현상을 추시중에 있다.

골관절 결핵중 특히 척추 결핵은 우리나라에 있어 아직도 정형외과 영역에서 흔히 볼 수 있는 질환으로써 치료로는 보존적인 방법과 수술적 방법으로 대별할 수 있다. 수술적 치료로는 Hodgson과 Stock¹¹⁾이 본격적으로 발전시킨 전방유합술이 척추 결핵의 적극적인 치료 방법으로 일반화 되었으나 전방유합술후 초래되는 불유합, 척추후만증, 큰 이식골 채취의 어려움 등의 난점이 있다. 이런 경우 병소의 길이 및 넓이에 따라 Fig. 2-A와 같이 혈관부착 비골을 만들어 전방유합술을 시행함으로써 좋은 결과를 얻을 수 있다.

양성 골종양의 치료에서도 골 침범범위가 광범위한 경우는 단순한 골소파술과 골이식으로는 치유가 힘든 경우가 많다⁶⁾. 이러한 경우 골 이식후에 병발할 수 있는 국소병소의 재발이나 이식골의 흡수, 골절 등의 문제를 감안한다면 생골이식의 장점을 충분히 설명할 수 있다. 특히 장골(long bone)에서의 큰 병소를 segmental resection한 후의 이식은 실제로 많은 치료상의 문제가 있는데 이때 혈관이 부착된 비골을 이식함으로써 상, 하지를 절단하거나 심한 단축을 감수하지 않고도 일반적인 골질의 유합기전과 같이 쉽고 확실하게 치료할 수 있다.

한편 장골 간부에 발생한 악성종양도 악성도가 크지 않거나 전위가 비교적 빠르지 않는 경우는 초기에 광범위한 병소절제술을 시행하고 혈관부착 비골을 이식함으로써 좋은 결과를 기대해 볼 수도 있다.

외상성 골결손 및 골감염의 치료는 많은 정형외과 의사들이 치료의 어려움을 갖고있는 것으로 생골을 이들 병소에 이식하여 골유합을 초기에 얻을 수 있었으며 특히 감염도 빠른시간 내에 치유될 수 있으므로써 관절운동의 기능도 빨리 회복된다는 좋은 결과가 간간히 몇몇 저자들에 의해 보고되고 있다.

이상의 예를 통해 저자들도 우수한 결과를 입증할 수 있었으며 이러한 생골이식술은 앞으로도 널리 이용될 가치가 있다고 사료된다.

대퇴골두 무혈성괴사에 대한 치료방법이 아직 완전히 확립된 것은 없으나 과거에는 골이식, bone nailing, 소파술(curettage) 및 골이식, subchondral sponge bone plasty

등이 이용되어 왔으나 만족할 만한 결과를 얻지 못했다²⁰⁾. 대퇴골두 무혈성괴사 치료에 있어 고려해야 할 중요한 점은 대퇴골두의 점진적인 함몰을 예방해야 하는 점으로 Merle d'Aubigne는 함몰된 체중부하 부분을 이동시키는 절골술을 시행하였으며 Sugioke는 transtrochanteric transposition osteotomy를 시행하였다²⁰⁾. 그러나 이런 방법들로 대퇴골두의 함몰 현상을 막을 수 없어 Judet¹³⁾는 대퇴골두의 혈행재개를 위해 혈행을 동반한 비골을 이용하여 대퇴골두 무혈성괴사를 치료하였다.

본 저자들은 Enneking 분류에의한¹⁹⁾ Subchondral fracture가 있고 관절강의 변화가 있는 stage III에 혈관부착 비골을 이식하였다. 이는 무혈성괴사병소에 혈류공급을 하여주는 좋은 치료방법이라 생각된다.

결론

본 경희대학교 의과대학 정형외과학교실에서는 미세수술수기를 응용한 39예의 혈관부착 생비골이식을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 혈관부착 생비골이식술은 정형외과 영역에서 골재전술, 골결손 치료 및 난치성 불유합 등에 넓게 이용될 수 있다.
2. 혈관부착 생비골은 creeping substitution이 아닌 direct bone healing mechanism으로 골유합을 촉진시킨다.
3. 비골이 생골이식시 가장 좋은 조건을 갖추고 있으며 다목적으로 충분한 길이가 이용될 수 있다.
4. 소아에서는 제공비골절제후 절제하단부의 비골을 경골에 유합시켜주어야 한다.
5. 제공비골절제 후의 제 2족지의 굴곡구축을 방지하기 위해 비골주위 근육을 세심하게 박리하여야 한다.

REFERENCES

- 1) 김봉건, 유명철, 강신혁, 박재공: 혈관부착 이식술을 이용한 선천성 경골 가관절증의 치료, 대한정형외과 학회지, 16: 745-752, 1981.
- 2) Boyd, H.B.: *The treatment of difficult and unusual nonunions with special reference of the bridging os defects.* J. Bone Joint Surg. 25:535, 1943.
- 3) Boyd, H.B.: *Congenital pseudarthrosis, Treatment by Dual bone grafts,* J. Bone Joint Surg. 23:497, 1941.
- 4) Boyd, H.B. and Sage, F.B.: *Congenital pseudarthrosis of the tibia,* J. Bone Joint Surg. 40-A:1245, 1958.
- 5) Bunke, H.J., Furnas, D.W., Gordon, L. and

- AcHauser, B.H. : *Free osteocutaneous flap from a rib to the tibia*, *Plast. Reconst. Surg.* 59:799, 1977.
- 6) Chen, C.W. and Bao, Y.C. : *Microsurgery in China*. *Clin. Plast. Surg.* 437-474, Oct. 1980.
 - 7) Chen, zhong-wei and Bao Yueh-se : *Microsurgery in China*, *Clinics in Plastic Surg.* Vol. 74:437-474, 1980.
 - 8) Daniel, R.K., and Terzis, J.K. : *Free tissue transfer by microvascular anastomoses*, *Reconstructive Microsurgery*, Little, Brown and Co., 191-280, 1977.
 - 9) Hallock, H. : *The use of multiple small bone transplants in the treatment of pseudarthrosis of the tibia of congenital origin or following osteotomy for congenital deformity*. *J. Bone Joint Surg.* 20:648-660, 1938.
 - 10) Haw, C.S., O'Brien, B.M. and Kurata, T. : *The microsurgical revascularization of resected segments of tibia in the dog.*, *J. Bone Joint Surg.* 60-B:266, May 1978.
 - 11) Hodgson, A.R. and Stock, F.E. : *Anterior Spinal Fusion, A preliminary communication of the Radical Treatment of Pott's paraplegia*. *Brit. J. Surg.* 44:266-275, 1956.
 - 12) Huntington, T.W. : *Case of bone transference, Use of a segment of fibula to supply a defect in the tibia*, *Ann. Surg.*, 41:249-251, 1905.
 - 13) Judet, H. and Gilbert, A. : *Vascular microsurgery in orthopedics*, *International orthopedics (SICOT)*, 5:61-68, 1981.
 - 14) Langenskiold, A. : *Pseudarthrosis of the fibula and progressive valgus deformity of the ankle in children. Treatment by fusion of the distal tibial and fibular metaphyseal; review of three cases*, *J. Bone Joint Surg.* 49-A:463, 1967.
 - 15) Lavine, L.S., Lustrin, I. and Shamos, M.H. : *Treatment of congenital pseudarthrosis of the tibia with direct current.*, *Clin. Orthop.* 124:69, 1977.
 - 16) Moore, B.H. : *some orthopedic relationships of neurofibromatosis*, *J. Bone Joint Surg.*, 23:100-140, 1941.
 - 17) Snyder, C.G., Bateman, J.M., Davis, C.W. and Warden, G.D. : *Mandibulofacial reconstruction with live osteocutaneous flaps*, *Plast. Reconst. Surg.*, 45:14, 1970.
 - 18) Sofield, H.A. and Miller, E.A. : *Fragmentation, Realignment and intramedullary Rod fixation of the Living Bones in Children*. *J. Bone Joint Surg.*, 41-A:1371, 1959.
 - 19) Springfield, D.S. and Enneking, W.F. : *Idiopathic aseptic necrosis. Bone and Joints*. Baltimore, The William's and Wilkins Co., 1976.
 - 20) Sugioka, Y. : *Transtrochanteric rotational osteotomy of the femoral head. The Hip. Proceedings of the eight open scientific meeting of the hip society*, The C.V. Mosby Co. 1980.
 - 21) Taylor, G.I., Miller, D.H. and Ham F.J. : *The free vascularized bone graft. A clinical extension of microvascular technique*, *Plast. Reconst. Surg.* 55:533, 1975.
 - 22) Taylor, G.I. : *Microvascular free bone transfer, A Clinical technique*, *Ortho. Clin. North Am.*, 425-447, April 1977.
 - 23) Taylor, G.I., Buncke, H.J. and Murray, W. : *Vascularized osseous transplantation for reconstruction of the tibia, Microsurgical composite tissue transplantation*. The C. V. Mosby Co., 713-742, 1979.
 - 24) Taylor, G.I. : *Fibular transplantation, Microsurgical composite tissue transplantation*. The C. V. Mosby Co., 418-423, 1979.
 - 25) Taylor, G.I. and Silber, S.J. : *Free vascularized transfer of skin flaps, bone, nerve, and muscle, Microsurgery*. The Williams & Wilkins Co., 389-422, 1979.
 - 26) Weiland, A.J. and Daniel, R.K. : *Microvascular anastomoses for bone grafts in the treatment of massive defects in bone*, *J. Bone Joint Surg.*, 61-A:98, 1979.
 - 27) Weiland, A.J. : *Current concepts review, Vascularized free bone transplants*, *J. Bone Joint Surg.*, 63-A:166, 1981.