

# 혈관부착 비골이식술을 이용한 선천성 경골 가관절증의 치료

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

김봉건 · 유명철 · 강신혁 · 박재공 · 임홍철

= Abstract =

## Congenital Pseudarthrosis of the Tibia

### —Treated with Free Vascularized Fibular Graft—

Bong Keon Kim, M.D., Myung Chul Yoo, M.D., Shin Hyeok Kang, M.D., Je Gong Park, M.D.  
and Hong Chul Lim, 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 congenital pseudarthrosis of the tibia with conventional methods.

This paper is the results of using the free vascularized fibular graft for congenital pseudarthrosis of the tibia in 7 patients since 1978 in this hospital, which is the first attempt in Korea.

During the follow-up periods from 9 months to 32 months, 5/7 patients (71%) had good or excellent bony union, 2 patients had bone resorption at the distal site of grafted bone and required a second supplementary cancellous bone graft with electrode insertion.

So it is thought that the free vascularized fibular graft is one of good methods of treatment for congenital pseudarthrosis of the tibia.

**Key Words:** Congenital pseudarthrosis, Free vascularized fibular graft.

## 서 론

선천성 경골 가관절증의 원인은 현재까지 정확히 규명되어 있지는 않으나 neurofibromatosis와는 밀접한 관계가 있다고 생각한다<sup>1,2,3,17)</sup>.

치료에 있어서도 1958년 Boyd와 Sage<sup>7)</sup>가 기술한 바와 같이 delayed autogenous bone grafting<sup>7,17)</sup> dual onlay grafting<sup>5,6,7)</sup> two staging fibular grafting<sup>12)</sup>, multiple bone transplantation<sup>13)</sup>, fragmentation and Intramedullary nailing<sup>8,22)</sup> 등을 포함하여 단순석고 고정으로부터 절단까지 수많은 수술방법이 소개되어 왔으나 만족할 만한 골유합을 보여주지 못하였다.

한편 전기자극을 이용한 가관절증의 치료방법이 소개되면서 1972년 Lavine<sup>14)</sup> 등은 처음으로 성공적인 예를 발표하였고 Bassett<sup>15)</sup> Brighton<sup>16)</sup>, Paterson<sup>21)</sup> 등에

의해 뒷받침 되었으며 1970년을 전후하여 발달된 미세수술적 수기를 이용하여 1974년 Östrup<sup>18,20)</sup>이 동물실험에서 성공한 이래 혈관이 부착된 비골이식술 골결손 부위에 이용한 치료방법이 시작되었다.

본 경희대학교 정형외과학교실은 1978년 10월 혈관부착비골이식술을 선천성 경골가관절증 환자에 국내 최초로 시행하여 성공한 이래 최단 9개월부터 최장 32개월간 원격주시가 가능하였던 7예의 선천성 경골가관절증 환자에서 종전의 어느 치료법보다 빠르고 확실한 골유합을 이룩할 수 있다는 장점을 인지하였기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 임상자료 및 수술수기

### (A) 임상자료

1976년 10월부터 혈관부착비골이식술을 시행한 선천성 경골 가관절증 환자중 원격조사가 충분했던 7예를

대상으로 하였다.

년령은 최소 1년 5개월부터 7년 1개월 사이로 평균 3.3세 였으로 성별은 남자 5명, 여자 2명으로 남자가 많았다. 수술전 임상상전으로서는 5예에서 다발성 cafe-au-lait 반점을 발견할 수 있었고 전예에서 심한 척측변형 및 전방 혹은 전외방 각형성기형과 평균 3.5cm

의 하지 단축을 보였다.

4예(중례 1, 5, 6, 7)에서 동반된 비골 가관절증을 나타냈고 전예에서 입원전 타병원에서 치료를 받은 과거 병력을 갖고 있었는데 4예에서 수술전 평균 9개월간의 석고고정술을 실시하였으며 3예에서 평균 2회의 골이식술을 시행받은 병력을 가지고 있었다(Table 1).

Table 1. Summary of the cases

Case No	Age	Sex	Site	Clinical Sx.	Previous Tx.	Vs. anastomosis		Folow up	Results
						Donor	Recipient		
1.	4y 4m	M	Rt.	cafe-au-lait(-) ant. lat. angulation pseudomotion(+)	cast immobilization (10 mos)	Lt. peroneal a.	Rt. ant. tibial a.	32m	good union
2.	1y 5m	F	Lt.	cafe-au-lait(+) nt. angulation pseudomotion(-) constriction band at distal tibia	iliac bone graft	Rt. peroneal a.	Lt. peroneal a.	29m	ant. angulation valgus deformity (ankle-donor) good union
3.	2y	M	Lt.	cafe-au-lait(+) ant. lat. angulation pseudomotion(-)	cast immobilization (6 m)	Rt. peroneal a.	Lt. ant. tibial a.	26m	good union ant. angulation
4.	3y 2m	F	Lt.	cafe-au-lait(+) ant. lat. angulation pseudomotion(-)	cast immobilization McFarland's op. iliac bone graft	Rt. peroneal a.	Lt. post. tibial a.	25m	osteolysis at the distal site
5.	2y 1m	M	Lt.	cafe-au-lait(-) ant. angulation pseudomotion(+)	cast immobilization (9 m)	Rt. peroneal a.	Lt. post. tibial a.	21m	ant. angulation good union
6.	7y 1m	M	Rt.	cafe-au-lait(+) ant. angulation pseudomotion(+)	bone graft *(3x)	Lt. peroneal a.	Rt. ant. tibial a.	11m	osteolysis at the distal site
7.	2y 11m	M	Rt.	cafe-au-lait(+) ant. angulation pseudomotion(+)	cast immobilization (12 m)	Lt. peroneal a.	Rt. ant. tibial a.	9m	good union

\* x : time

## (B) 수술방법

이식골로서 저자들은 전측의 비골을 선택하였으며 비골상부의 주된 혈관분포는 비골동맥에서 분지되며 이는 영양동맥과 골막주위를 둘러싸고 있는 근육성골막분지(musculoperiosteal branch)로 되어 있어 수술전 병소부와 비골 제공부위의 혈행에 대한 doppler probe사용 및 동맥조영술을 실시하여 혈관분포의 상태 및 손상유무, 기형유무를 확인하였다.

수술은 무릎으로 병소와 골 제공처에서 동시에 시작하였고 혈관의 박리는 3~5배의 loupe를, 혈관봉합시는 operating microscope (3.5~54배)를 사용하였으며 환자의 위치는 이식할 골을 얻기 위하여는 복외위가

중고 병소에 접근하기 위하여는 양외위가 좋으나 단시간 두팀이 동시에 시행하기 위하여 주로 환자의 양하지를 충분히 외전시킨 반양외위에서 수술을 시행하였다.

환측에서는 먼저 접합할 혈관(전경골동맥, 후경골동맥 혹은 비골동맥)을 찾아 확인한 후에 병소에 접근하여 병적인 경골과 비골을 정상적인 조직이 나올 때까지 제거하였고 이를 둘러싸고 있는 섬유대(fibrous band)를 가능한 한 완전히 제거한 후에 이식해야 할 비골의 길이를 측정하였다.

동시에 다른 한 팀은 이식할 비골을 얻기 위하여 술 와면에서 시작하는 Henry 도달법을 사용하여 총비골신경(common peroneal nerve)과 그의 분지신경들을 찾아 절제한 박리후 손상받지 않도록 하였다.

전외위에서는 경골과 비골상부에서 시작하는 비골근

과 신전근을 비골에 약 5-10mm정도 근육을 부착시킨 상태에서 박리하였다(Fig. 1가).

후의측에서는 비복근(gastrocnemius)의 외측두와 족저근(plantaris)을 대퇴골로부터 박리하거나 전인하여 슬와혈관과 후경골신경을 찾아 확인한 후 soleus의 기시부에서 비골과 평행하게 박리하여 1-2cm정도 비골에 부착되게 한 후 비골혈관을 확인하였다. 비골혈관은 족모지장굴근의 밑을 지나거나 그 속으로 통과하게 됨으로 조심하여 10mm정도의 근육을 비골혈관을 포함하여 비골내측에 남겨두면서 하방으로 절개하였다(Fig. 1나).

후내측 절개를 시작하여 5-8cm(평균 6.5cm)의 비골을 air osteotome으로 절단후 후경골근과 골간막을 절개하여 혈관이 부착된 비골을 분리하고 지혈대에서 공기를 배출후 이식할 비골의 혈관유통 유무를 확인하고 비골혈관을 기시부에서 절찰한 다음 완전히 분리하였다(Fig. 1다).

혈관이 부착된 비골을 경골의 골수강내로 삽입하거나 한쪽 끝에 홈을 만들어 비골을 삽입후 bone screw나 K강선으로 고정하고 확대시야하에서 미세혈관보합술을 시행하여 동맥은 제골부위의 비골동맥과 수용부위의 전경골동맥을 주로 연결하였고 정맥은 각각 2개의 동행정맥을 연결하였으며 이 때 하단부의 비골혈관은 절찰하거나 원위부의 동맥과 보합하였다(Fig. 2나, 다). 보합이 완성된 후에 지혈대를 풀어 보합의 성공여부를 확인하였다.

수술후 환측은 장하지 석고고정 혹은 hip spica cast

로 고정하였고 비골제공처는 압박치로써 장하지 부목을 실시하고 지속적인 고단위 항생제를 필요로 하며 rheomacrodex는 2~3일간 부여하였다. heparin용액(0.1%)은 수술중 혈관색적을 위하여서만 사용하였다.

수술후 추시기간중 이식비골의 혈행상태를 확인하기 위하여 단순 X-선 촬영, 골주사 및 혈관 조영술등을 시행하여 평가하였다.

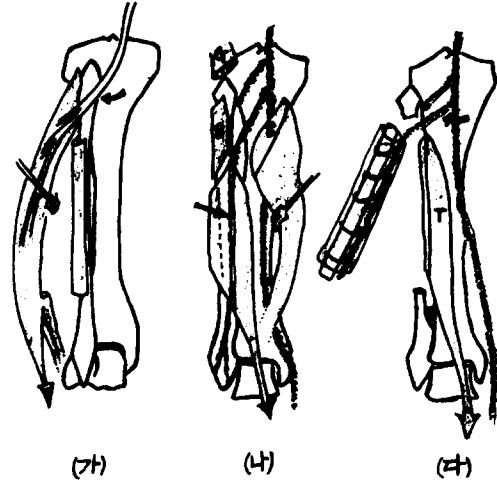


Fig. 1. (가) 전의측에서 비골근과 신전근을 박리하는 1단계 과정. (나) 후의측에서 슬와혈관과 후경골혈관 및 비골혈관을 확인하는 2단계 과정. (다) 후내측에서 후경골근과 골간막을 절개후 비골을 분리하는 3단계 과정.

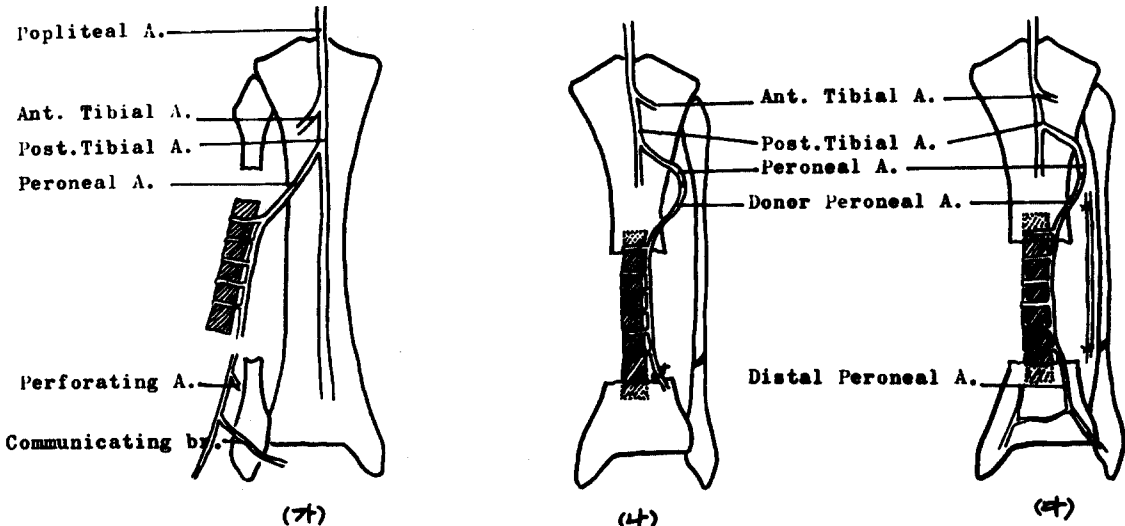


Fig. 2. (가) 혈관이 부착된 비골을 박리한 모습. (나) 하단부의 비골혈관을 절찰한 모습. (다) 하단부의 비골혈관을 병소의 원위부 동맥과 보합한 모습.

(가) (나) (다) (라)

Fig. 3. (가) 수술전 사진. (나) 수술후 1개월에 혈관조영술을 실시해 혈관의 재개를 확인하였다. (다) 수술후 4개월에 원위부 이식골의 약간의 골흡수 현상을 제외하고는 양호한 골유합을 보임. (라) screw 제거 및 자가골 이식술후 양호한 유합을 보임. (일차 수술후 23개월)

#### (C) 증례분석

##### 증례 1.

4세된 정상분만의 남아로서 우측 하지의 기형 및 부전유합으로 본원에 내원하였다. 병력상 태어날 때부터 약간의 경골의 각형성 기형을 보여주었으며 사소한 외상으로 골절을 당한 후에 타병원에서 계속적인 석고붕대 고정으로도 골유합의 현상을 보여주지 않아 수술을 권유받고 본원에 내원하였다. 이학적 검사상 경골 및 비골 원위부에 전외측의 각형성 기형 및 이상운동을 보여주었으며 신체에 특이한 반점은 발견할 수 없었다.

수술은 전기에서 설명한 방법으로 혈관이 부착된 비골 이식술을 시행한 후 고정은 상하 양단에 screw를 사용하였으며 이식골 원위부의 비골혈관은 절찰하지 않고 병소의 원위부 전경골혈관에 봉합하였다. 술후 1개월에 혈관조영술을 실시하여 혈관의 재개가 확실한 것을 인지하였으며 왕성한 가골형성도 확인하였다. 4개월후의 단순 X-선 촬영상 이식골 근위부는 거의 완전한 골유합이 보이나 원위부는 일부의 유합과 일부는 screw 및 다른 불명의 원인으로 약간의 골흡수 현상이 나타나 screw제거술 및 자가골 이식술을 시행한 후 고정은 두개의 K강선을 사용하였다. 그후 3개월 후에 양단의 이식골 유합이 양호함으로 금속을 완전히 제거하였다. 수술후 23개월 후의 원적사진상 완전한 골유합 및 골수강 재개를 보여주고 있다(Fig. 3).

##### 증례 2.

1년 5개월된 정상분만의 여아로 생후 6개월에 좌측 경골의 전방 각형성 기형이 발견되었으며 2개월후 외상없이 골절되었다. 타병원에서 2차대에 걸쳐 골이식술을 시행한 후에도 골유합의 양상이 보이지 않아 내원하였다.

이학적 소견상 cafe-au-lait 반점과 경골 원위부에 수술흔 및 협착대가 보였다.

X-선상 전골은 약 20°였으며 골단경화 및 골수강의 폐쇄등이 보였다.

수술은 동일한 방법으로 우측의 비골동맥을 좌측의 비골동맥에 봉합하였으며 이식골 원위부의 비골혈관은 절찰하고 고정은 상하양단에 K강선을 사용하였다.

수술후 여러차례에 걸쳐 hip spica cast를 바꾸어 주며 추시한 결과 양호한 골유합의 양상을 보여주고 있으나 약 40°의 전골이 인지되었고 이식골 제공처인 우측 발목관절에 외반변형을 나타내었다(Fig. 4).

##### 증례 3.

2세된 정상분만의 남아로서 사소한 손상을 받은후 좌측 하지의 기형을 나타내어 계속적인 석고붕대 고정에도 부전유합의 현상을 보여 본원에 내원하였으며 이학적 소견상 특이한 반점을 찾아볼 수 없었고 비교적 정상적으로 발육되었다.

수술은 전기에서 기술한 방법으로 시행하여 비골을

(가)

(나)

(다)

**Fig. 4.** (가) 수술전 사진. (나) 수술후 18개월에 양호한 골유합 및 골비대의 소견을 보여주고 있음. (다) 이식 골 제공처인 우측 발목관절의 외반변형이 나타났다.

(가)

(나)

(다)

**Fig. 5.** (가) 수술전 사진. (나) 수술후 1개월. (다) 수술후 17개월로서 양호한 골유합을 보임.

(가)

(나)

(다)

**Fig. 6.** (가) 수술전 사진. (나) 수술후 6주의 사진으로 이식골 근위부에 약간의 골흡수현상을 보여주고 있다. (다) 일차 수술후 9개월에 양호한 골유합의 소견을 보인다.

골수강내로 삽입하지 않고 흡을 파서 끼워놓은 후에 접치는 부분을 wiring하여 고정하고 우측 비골동맥을 좌측 후경골동맥에 봉합하였다.

수술후 17개월에 이식된 비골의 상하는 완전히 유합되었으며 최초의 병소에 약간의 간격 및 각형성기형이 보이거나 주위의 골로서 유합되었다(Fig. 5).

#### 증 례 7.

2년 11개월된 남아로 1세때부터 2번의 사소한 외상을 받은 후 골절의 양상을 보여 타병원에서 수차례에 걸쳐 석고고정술을 시행하였으나 골유합의 양상이 보이지 않아 내원하였다.

이학적 소견상 우측 경골원위부에 심한 각형성 기형 및 이상운동이 나타났고 전신에 cafe-au-lait반점을 보였다.

X-선상 전골이 80°로 나타났고 골단경화 및 골수강 폐쇄의 소견을 보였다.

수술은 동일한 방법으로 좌측 비골동맥을 우측 전경골동맥에 봉합하였고 원위부 혈관은 절단하였으며 고정에는 K강선을 사용하였다.

수술후 3개월에 이식골 근위부에서 약간의 골흡수 현상을 보여 자가골 이식술후 석고고정을 실시하였다.

일차 수술후 9개월에 양호한 골유합 및 골비후와 골

수강 재개를 보여주고 있었다(Fig. 6).

#### (D) 결 과

선천성 경골가관절증 환자 7예에 대하여 혈관부착된 비골이식술을 시행한 결과 5예(71%)에서 평균 5개월이 경과후 양호한 골유합의 소견을 보여주었다.

합병증으로서는 3예에서 경미한 경골의 각형성 기형을 나타내었고 2예에서 이식골 원위부에 골유합이 지연되는 소견을 보여주었다.

또한 1예의 이식골 제공부위에서 발목의 외반변형이 나타났다.

#### 고 찰

선천성 경골 가관절증에 대한 수많은 치료방법과 문제점들이 숙제로 남은 가운데 1970년 전후로 시작하여 발달되어온 미세수술적 방법들은 1974년 Östrup<sup>19,20)</sup>이 동물실험에서 혈관이 부착된 골을 이식하여 빠른 골유합을 보여 주었으며 Talyor and Miller<sup>23,24,25,27)</sup> 등은 경골의 심한 결손부위에 혈관이 부착된 비골을 사용하여 골유합에 성공하였다.

저자들의 문헌고찰상 처음으로 Chen<sup>10)</sup> 등은 1977년부터 선천성 경골가관절증 19예를 포함하여 골결손이 발생한 부위 41예에 대하여 혈관이 부착된 free bone transplantation 및 free periosteal flap graft를 시행하여 보고하였다.

저자들은 이러한 점들을 고려하여 1978년도부터 선천성 경골가관절증에 혈관이 부착된 비골을 사용하여 빠르고 확실한 골유합을 이룰 것으로 생각하였다.

혈관이 부착된 비골이식술의 장점으로는 첫째, 한번에 조작될 수 있고, 둘째, 충분한 길이를 얻을 수 있고, 셋째, 다른 onlay bone graft 보다 강하며 넷째, 골유합이 빠르며 다섯째, 혈관봉합이 실패한다해도 종래의 골이식술이 될 수 있다는 장점이 있으나 단점으로서 수술시간이 길고 수술전 충분한 계획이 필요하며 풍부한 경험과 숙련된 미세수술기법이 요구된다는 점이다.

적은 증례와 짧은 원격추시로 확정적인 결론에는 도달할 수 없지만 추시중 짧은 기간에 확고하고 완전한 골유합을 보여주는 예도 있는 반면 아직 미해결된 점 및 보완해야 할 점들을 발견하였다.

혈관이 부착된 이식골로서 이용할 수 있는 골은 비골, 늑골 및 장골이나 비골은 늑골에 비해 긴 길이까지 사용할 수 있고 골은 삼각주의 형태로 견고한 고정물을 얻을 수 있으며 비교적 일정한 혈행분포를 갖고 있는 장점이 있어 이식골로 선정되었다<sup>24,25)</sup>.

성공적인 골이식 후에도 각형성 기형 및 재골절을 일으키는 경우가 많아 Charnley<sup>26)</sup>나 Sofield<sup>27)</sup> 등은 내고정술의 중요성을 시사하고 충분한 골유합 및 골수강 재개를 보일 때까지 보조기 착용 및 보조적 골이식술을 주장하였다.

내고정술의 문제는 근위부의 확고한 고정도 필요하지만 원위부 비골을 원위부 경골의 골수강내 삽입할 때 경골의 골수강이 확대됨으로 견고하게 삽입되지 못하며 이를 보완해야 할 금속내고정도 경골하단부의 골성장판이 있으므로 어려움이 있다. 또한 병적조직 제거술도 근위부는 비교적 완전하게 할 수 있으나 원위부는 골성장판의 손상을 의식하게 됨으로 철저한 제거에 소극적일 수도 있다. 저자의 2예에서 발생한 이식골 원위부의 지연유합도 이러한 원인으로 생각되며 이들에 대하여 자가골 이식술후 전극을 삽입하고 전기자극을 통한 골유합 현상을 계속 추시중에 있다.

따라서 초기에 충분한 병적조직 제거 및 비골 삽입부에 cancellous bone graft를 동시에 시행하면 더 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

이식골 제공부위에서의 문제점은 건축의 혈관과 그 주위의 근육이 비골과 함께 이식됨으로 건축의 경비골간 관절분리와 발목관절의 외반변형, 및 checkrein deformity가 유발될 수 있으므로 유념하여 이식골을 박리하여야 한다. 특히 제공처의 측관절의 외반변형 방지를 위해서는 원위 경비골간의 골유합수술이 필요하다.

수술시 이식골의 원위부 동맥을 절찰하는 방법과 환측의 원위부 동맥과 봉합하는 방법에 대한 원격추시도 치료의 결과를 판정하는데 도움을 줄 것으로 생각된다.

## 결론

본 경희대학교 외과대학 정형외과학교실에서는 1978년부터 선천성 경골가관절증 7예에 대한 혈관이 부착된 비골을 이식하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 선천성 경골가관절증 7예중 5예에서 평균 5개월에 양호한 골유합의 양상을 보였다.
2. 3예에서 경미한 각형성 기형이 나타났고 2예에서 이식골 원위부에 지연유합의 양상을 보였다. 1예의 이식골 제공처에 발목관절의 외반변형을 나타냈다.
3. Free vascularized fibular graft는 선천성 경골가관절증의 치료에 우수한 방법으로 생각된다.

## REFERENCES

- 1) Aegerter, E.E.: *The Possible Relationship of Neurofibromatosis, Congenital Pseudarthrosis and Fibrous Dysplasia.*, J. Bone Joint Surg., 32A: 618, 1950.
- 2) Andersen, K.S.: *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia and Neuro-fibromatosis.*, Acta. Ortho. Scand., 47: 108-111, 1976.
- 3) Andersen, K.S.: *Congenital Pseudarthrosis of the Leg.*, J. Bone Joint Surg., 58A: 657, 1976.
- 4) Bassett, C.A.L. Pilla, A.A. and Pawluk, R.J.: *A Non-operative Salvage of Surgically Resistant Pseudarthrosis and Non-unions by Pulsing Electromagnetic Field. A Preliminary Report.*, Clin. Orthop., 124: 128, 1977.
- 5) Boyd, H.B.: *Congenital Pseudarthrosis. Treatment by Dual Bone Grafts.*, J. Bone Joint

- Surg., 23 : 497—515, 1941.
- 6) Boyd, H.B., and Fox, K.W.: *Congenital Pseudarthrosis. Follow up Study after Massive Bone Grafting.*, J. Bone Joint Surg., 30A : 274—283, 1948.
- 7) Boyd, H.B. and Sage, F.B.: *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia.*, J. Bone Joint Surg., 40A : 1245—1270, 1958.
- 8) Brighton C.T., Friedenbunrg, Z.B., Zemsky, L.,M. and Pollis, P.R.: *Direct-Current Stimulation of Non-union and Congenital Pseudarthrosis. Exploration of its Clinical Application.*, J. Bone Joint Surg., 57A : 368, 1975.
- 9) Charnley, J.: *Congenital Pseudarthrosis of the Tibia Treated by the Intramedullary Nailing.*, J. Bone Joint Surg., 38A : 283—190, 1956.
- 10) Chen Zhong-Wei and Bao Yueh-Se.: *Microsurgery in China.*, Clinics in Plastic Surg., Vol. 7 : 4 : 437—474, 1980.
- 11) Fieman and Yokovac.: *Neurofibromatosis in Childhood*, J. of Pediatrics., 76 : 339, 1970.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) Lavine, L.S., Lustrin, I. and Shamos, M.H.: *Treatment of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia with Direct Current.*, Clin. Orthop. 124 : 69, 1977.
- 15) Lavine, L.S., Lustin, I., Rinaldi, R.A. and Liboff, A.R.: *Electrical Enhancement of Bone Healing.* Science, 175 : 1118—1121, 1972.
- 16) McFarland, B.: *Pseudarthrosis of the Tibia in Childhood.*, J. Bone Joint Surg., 33B : 36—49, 1951.
- 17) Moore, B.H.: *Some Orthopedic Relationships of Neurofibromatosis.*, J. Bone Joint Surg., 23 : 100—140, 1941.
- 18) Moore, J.R.: *Delayed Autogenous Bone Graft in the Treatment of Congenital Pseudarthrosis.*, J. Bone Joint Surg., 31A : 23—38, 1949.
- 19) O strup, L.T. and Fredrickson, J.M.: *Distant Transfer of a Free Living Bone Graft by Microvascular Anastomosis and Experimental Study.*, Plast. Reconstr. Surg., 54 : 274, 1974.
- 20) O strup, L.T. and Fredrickson, J.M.: *Reconstructive of Mandibular Defects after Radiation, Using a Free Living Bone Graft Transferred by Microvascular Anastomosis. An Experimental Study.*, Plast. Reconstr. Surg., 55 : 563, 1975.
- 21) Paterson, D.C., Lewis, G.N. and Cass, C.A.: *Treatment of Congenital Pseudarthrosis of the Tibia with Direct Current Stimulation.*, Clin. Orthop., 148 : 129, 1980.
- 22) Sofield, H.A. and Miller, E.A.: *Fragmentation, Realignment and Intramedullary Rod Fixation of the Living Bones in Children.*, J. Bone Joint Surg., 41A : 1371—1391, 1959.
- 23) Taylor, G.I., Miller, C.D.H. and Ham, F.J.: *The Free Vascularized Bone Graft. A Clinical Extension of Microvascular Technique.* Plast. Reconstr. Surg., 55 : 533, 1975.
- 24) Taylor, G.I.: *Microvascular Free Bone Transfer. A Clinical Technique.*, Orthop. Clin. North Am., 8 : 425—447, 1977.
- 25) Taylor, G.I.: *Fibular Transplantation, Microsurgical Composite Tissue Transplantation.* The C.V. Mosby Co., pp418, 1979.
- 26) Vannes, C.P.: *Congenital Pseudarthrosis of the Leg.*, J. Bone Jointsurg. 48A : 1467—1483. 1966.
- 27) Weiland, A.J. and Danial, R.K.: *Microvascular Anastomosis for Bone Grafts in the Treatment of Massive Defects in Bone.*, J. Bone Joint Surg., 61A : 98—104, 1979.