

## 생비골 성장판 이식술을 이용한 선천성 다발성 골연골증에서 전완부 변형의 치료

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

한정수 · 유명철 · 정덕환 · 한현수 · 한수홍

— Abstract —

### Treatment of Forearm Deformity caused by Hereditary Osteochondromatosis using Free Vascularized Fibular Epiphyseal Transplantation

Chung-Soo Han, M.D., Myung-CHul Yoo, M.D., Duke-Whan Chung, M.D.,  
Hyun-Soo Han, M.D., Soo-Hong Han, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Kyung Hee Universty Hospital Seoul, Korea*

It is difficult to manage the growing deformity of forearm bone caused by hereditary osteochondromatosis in children, because deformity and discrepancy of limb length is progressive.

There are many treatment methods of these problems including excision of osteochondroma, lengthening of ulna, shortening of radius, corrective osteotomy with or without lengthening apparatus.

Among many treatment methods, we tried free vascularized epiphyseal transplantation with the proximal fibular epiphysis in 3 patients of hereditary osteochondromatosis for inducement of continuous bone growth and deformity correction. The average duration of follow up was 7 years and 1 month, the shortest duration being to 4 years and 5 months and the longest 10 years and 8 months. Serial radiologic and clinical evaluation were carried out during follow up and there were satisfactory length gain, deformity correction and improvement of adjacent joint motion in 2 cases.

According to our follow up evaluation, free vascularized epiphyseal transplantation is valuable procedure in forearm deformity of hereditary osteochondromatosis although it needs skillful and experienced operative technique

**Key Words :** Osteochondromatosis, Epiphyseal transplantation

---

\* 통신저자 : 한정수  
서울시 동대문구 회기동 1번지  
경희대학교 부속병원 정형외과학교실

## 서 론

선천성 다발성 골연골종은 골단 연골아세포의 이소성 증식에 대해 점진적인 발달의 장애를 보이며 결국에는 골간단 재형성에 결손을 보이며 골연골종의 형성과 골단의 성장지연을 특징으로 하는 질환이다<sup>20</sup>.

이러한 다발성 골연골종에서 전완부 변형을 60%에서 동반하고 있다고<sup>20</sup>하며 척골의 원위부 연골판의 이상이나 조기유합에 의해 단축이 있고 요골은 척골에 맞춰서 만곡이 발생하며 점차로 요척골의 길이차이가 커지며 내반주나 요골두 탈구가 발생할 수가 있다. 또한 완관절에서는 수부의 척측 전위와 수근골이 척측으로 전위를 동반한 원위부 요골 골단판의 척측 경사의 변형을 보이고 이러한 복잡한 변형은 결국에 완관절의 요측 운동과 전완부 회외, 내전 운동의 장애를 초래하게 된다.

이에 대한 치료로 골연골종의 절제술<sup>10</sup>, 요골 단축술<sup>6</sup>, 척골 신연술<sup>15</sup>, 원위부 요골 골단판의 요측 유합<sup>21</sup> 등의 수술 방법들이 소개되고 있으나 이러한 치료법은 잔존하는 변형을 남기게 되고 골성장판을 다시 재생할 수가 없으므로 골성장판에 대한 근본적 치료로 골성장판의 이식 가능성 여부가 여러 저자들에 의해 연구되어 왔다.<sup>8, 9, 24, 25, 29, 30</sup>

저자들은 선천성 다발성 골연골종에서 성장판 결손으로 인한 수지 및 완관절 변형 및 성장장애를 보인 3례에서 비골 근위부 성장판을 생비골 상태로 이식하여 골성장을 도모하고 변형을 교정할 수 있었다. 시술한 3례는 최저 4년 5개월, 최고 10년 8개월 원격 추시하였는데 2례에서 보여준 결과에서 이식된 골단과 성장판은 고유의 골성장 기능을 유지하였으며 장골의 신장에 기여하고 있었다. 본 논문은 3례의 성장판 이식의 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 자료분석

### 1. 대상 및 연구 방법

1983년 12월부터 1994년 8월까지 경희대학병원 정형외과에 입원한 전완부 변형을 동반한 선천성 다발성 연골종 환자에서 척골 원위단에서 성장판을 포

함한 광범위 절제후 생긴 골 및 성장판 결손에 대해서 비골두의 성장판을 포함한 생비골을 미세수술 수기를 통하여 이식하였다. 3 명환자의 연령은 각각 7세, 2세, 8세이었다.

결과판정은 수술 전후의 방사선 촬영 및 스캐노그 램상 장관골 전체 길이 성장과 이식한 비골 근위부 성장판의 골길이 성장을 측정하여 비교 분석하였고, 이식 성장판의 생존 여부는 슬후 동위원소 골주사를 이용하여 확인하였다.

### 2. 비골 근위단 및 성장판의 혈관 구조

비골 근위부 성장판의 혈류 공급은 크게 3가지로 구분할 수 있는데 첫째 하외측 슬상 동맥(inferolateral genicular artery)의 골단 분지, 둘째 전경골 동맥에서 분지하는 골단 분지, 셋째 비골 동맥에서 상방으로 분지하여 골간단 성장판에 분포하는 혈관 등이다.

본 저자들은 이식비골의 근위부 성장판 혈류 공급을 주는 공여부 혈관으로써 비골동맥의 골간단 분지를 택했던 2례에서는 비골두 주위의 혈류 공급 혈관인 전경골 동맥분자와 하외측 슬상 동맥의 골단 분지를 절찰하고 비골 동맥을 충분히 박리하여 필요로 하는 혈관의 길이를 얻을 수 있었다. 또 공여부 혈관을 전경골 동맥의 분지를 이용한 1례에서는 필요로 하는 혈관의 길이를 가능한 길게 확보하였으며 전경골동맥의 결손부위에 정맥이식을 시행하지는 않았다.

### 3. 비골 근위부 성장판 박리 및 채워

수술은 두팀으로 공여부와 수용부에서 동시에 시작하였고, 혈관의 박리는 2.5배 Loupe를, 혈관 봉합시에는 수술현미경(3.5 - 18배)을 사용하였다.

비골을 얻기 위하여 Henry approach로써 총비골 신경과 그의 분지 신경을 찾아 정교하게 박리후 전경골 비골 상부에서 시작하는 비골근과 족관절 신전근의 외측으로 분지되어 주행하는 전경골 동맥과 성장판 분지의 주행을 추적 박리 후 비골의 전외측부에 5mm내외의 근육층을 남기고 절개하였다. 비골의 후외측 박리는 슬와혈관과 후경골 신경을 찾아 확인하고, 슬와근의 비골 기수부에서 비골에 평행하게 1 - 2cm 절개하여 후경골 혈관 및 비골 혈관을 확인하였다. 비골 혈관은 그 자체의 주행과 더불어

분지에서 나오는 비골의 골간단동맥 및 영양동맥의 주행을 따라 역추적 박리하고, 골간단 동맥의 분지를 따라 상부의 추적 박리로 골성장판 및 비골두에 공급되는 혈관분지를 다치지 않게 주의하면서 비골두에 연결된 연부조직과 안대 및 이두근을 분리하였다.

#### 4. 고정 및 혈관 문합

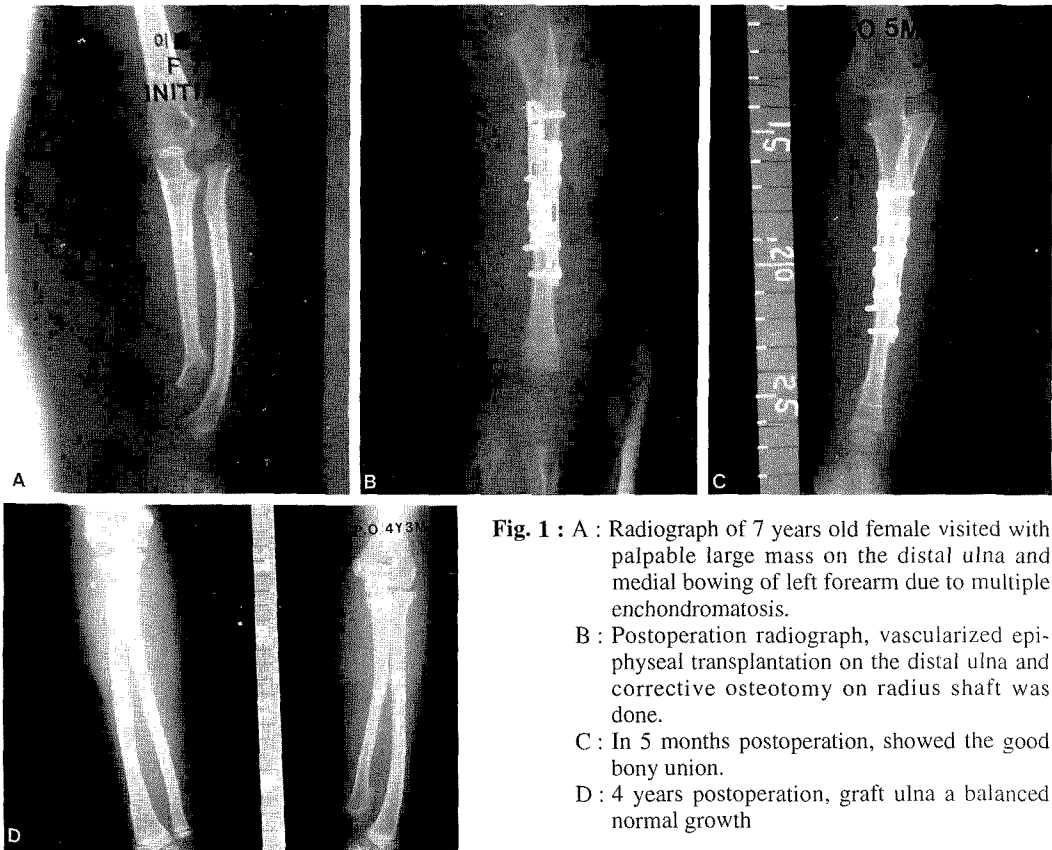
채취한 성장판을 포함한 비골은 공여부와 상황에 따라서 완관절의 해부학적 형태에 맞추어 측부인대를 보완하고 관절의 정확한 위치를 맞춘후 척골 상부에서 충분히 절제하고 압박금속판으로 비골을 고정시켰으며 척골동맥 또는 요골동맥에 혈관봉합을 시행하였다. 비골두의 완관절 부위에 대한 해부학적 정복은 K-강선으로 시행하였으며 특별히 관절낭의 재건술은 시행하지 않았으나 측부인대 및 이두고근의 잔여부에 완관절의 관절낭 일부를 봉합하였다.

비골두를 제거한 슬관절에 대해서는 경골의 성장판을 다치지 않도록 조심하여 피질골의 일부를 노출시킨 후 이두고근 및 측부인대를 피질골 및 주위의 골막에 봉합하였다.

#### 증례보고

##### 증례 1

7세 여아로 3년전부터 시작된 좌측 전완부 내측 만곡(Bowing)과 전완부 단축을 주소로 내원하였다. 과거력상 상기 환자는 척골 원위부의 다발성 골연골종에 대하여 수술적 치료를 받은바 있으며 방사선 소견상 잔존하는 다발성 골연골종의 병변과 수술시 발생한 척골 원위부 성장판 손상에 의한 길이 성장 장애와 요골의 내측만곡을 보였다(Fig. 1-A). 수술은 척골 원위부를 광범위하게 5cm 절제하고 좌측 비골두 및 성장판을 포함한 비골 근위부를 8cm



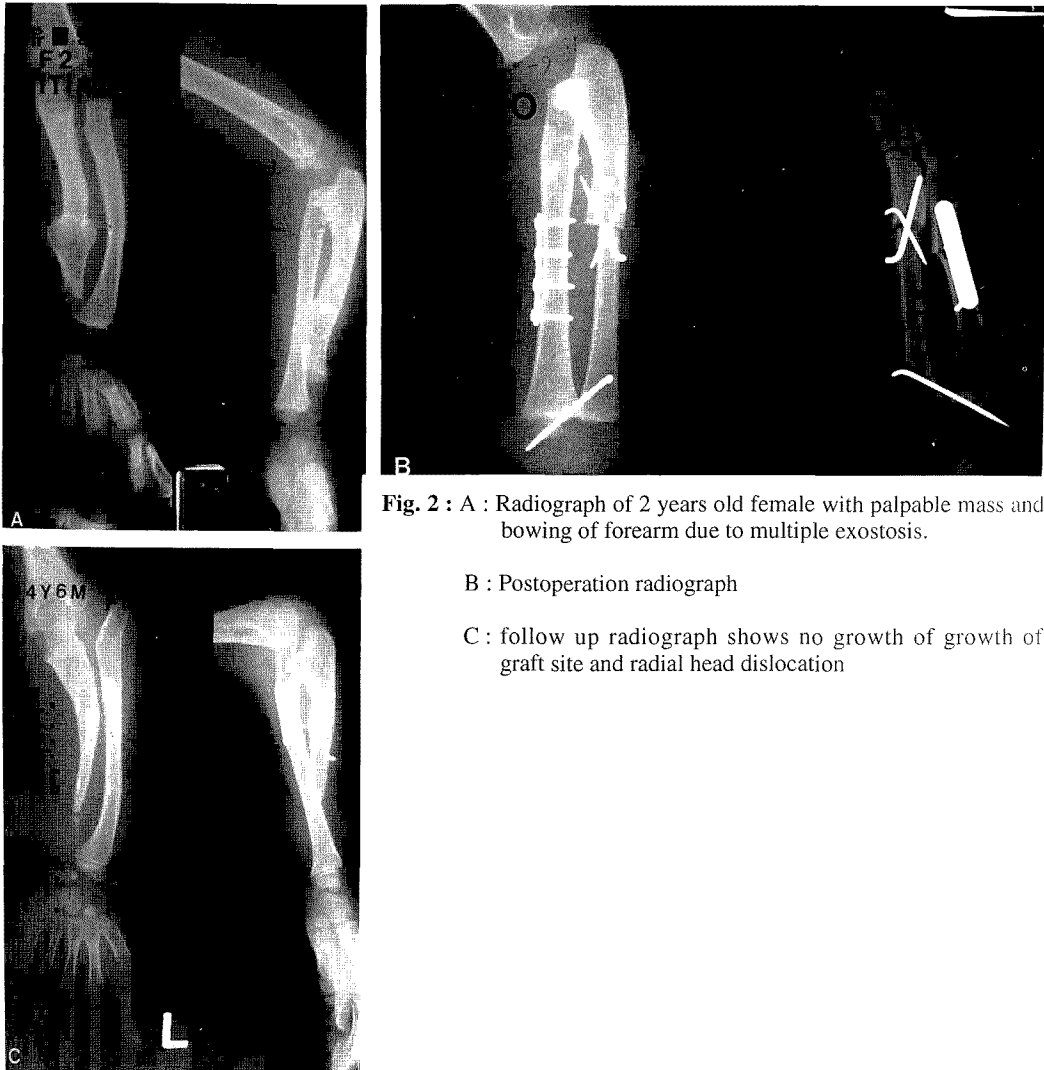
**Fig. 1 :** A : Radiograph of 7 years old female visited with palpable large mass on the distal ulna and medial bowing of left forearm due to multiple enchondromatosis.  
 B : Postoperation radiograph, vascularized epiphyseal transplantation on the distal ulna and corrective osteotomy on radius shaft was done.  
 C : In 5 months postoperation, showed the good bony union.  
 D : 4 years postoperation, graft ulna a balanced normal growth

혈관 부착 상태로 압박 금속판으로 고정하고 이식 비골의 전경골 동맥과 수용부의 척골동맥을 문합하였다(Fig. 1-B). 요골에 대하여 역시 만곡위 고정을 위하여 절골술을 시행하고, 술후 5개월 방사선 사진에서 이식비골과 절골술을 시행한 요골에 좋은 골유합 소견을 볼 수 있으며(Fig. 1-C) 술 후 4년의 방사선 사진에서 변형은 완전히 소실되고, 이식한 비골 성장판을 포함하여 요골은 정상적인 성장소견을 보였다. 외형상 술전의 변형은 완전히 소실되고 팔의 모양도 곧 바르게 되었다. 척골의 길이 성장은 수술 직후 13cm, 48개월후 16.4cm으로 3.4cm의 성장을 보였고 원위부 나사못과 골단까지의 길이는 수술직후 4.5cm, 48개월후 6.5cm의

2cm의 성장을 보여 이식 성장판의 길이 성장율은 거의 정상에 가까운 소견을 보여 주었다.

#### 증례 2

2세 여아로 좌측 전완부의 척측 만곡 변형, 촉진되는 종물과 완관절의 척측 변위를 주소로 내원하였다. 방사선 소견상 요골의 다발성 골연골증 양상과 척골의 골 결손 및 불완전 발육을 보여(Fig. 2-A) 선천성 다발성 골연골증으로서 골연골증 부위를 완전히 제거하고 골 결손에 대하여서는 좌측 비골두 및 성장판을 포함한 비골 근위부를 이식하였으나(Fig. 2-B)술후 지속적 추시 관찰상 이식부의 성장은 없었고 비골 성장판의 흡수(resortion)를 보였으



**Fig. 2 :** A : Radiograph of 2 years old female with palpable mass and bowing of forearm due to multiple exostosis.  
 B : Postoperation radiograph  
 C : follow up radiograph shows no growth of growth of graft site and radial head dislocation



**Fig. 3 :** A : 8 years old female with congenital dislocation of radial head and cubitus valgus.  
 B : Corrective osteotomy of radius was done  
 C : Tissue expander was inserted for enough tissue  
 D : Postoperation state, vascularized epiphyseal transplantation from proximal fibula to the distal ulna.  
 E : Follow up finding revealed nearly normal appearance and corrected deformity.

며 요골의 성장에 따라 요골두의 탈구가 진행되었다 (Fig. 2-C).

### 증례 3

8세 여아로 요골두의 선천적 탈구와 함께 외반주를 동반했던 환자( Fig. 3-A) 수술은 요골과 척골 절골술을 먼저 시행하였고( Fig. 3-B) 조직확장기로 연부 조직을 충분히 확보한후( Fig. 3-C). 우측 비

골 근위부에서부터 생비골 성장판 이식술을 시행하였다( Fig. 3-D). 최종 추시관찰에서 이식 전완부의 정상적인 길이 성장이 있었고 외형상 변형도 교정되었으며 주관절 신전 제한 15도 이외에는 관절 운동도 정상 범위를 보였고 척골의 길이성장은 수술 직후 14cm 48개월 후 16cm로 2.0cm의 길이성장을 보였고 원위부 나사못과 골단까지의 길이는 수술 직후 2.6cm 48개월 경과 후 4.2cm로 1.6cm의 길이

성장을 보였다(Fig. 3-E).

## 고 찰

유전성 골연골증에 대하여 Solomon<sup>22)</sup>은 그 신체의 분포, 특징, 이에 의한 성장장애, 합병증 등을 상세히 기술하였으며 전완의 변형은 척골의 종적형성 부전을 일으키는 골연골증과 관련이 있어, 골단 연골에 발생하여 골단판의 이환부를 묶는 역할을 함으로써 이환되지 않은 부위의 골단판 성장에 대해 각형성을 일으키게 된다<sup>10)</sup>.

이러한 선천성 장애로 인한 성장골의 변형 및 발육장애에 대하여 성장판 이식을 이용한 골결손의 재건과 계속적인 이식골의 성장유도로 사지변형을 교정하려는 시도는 오래전부터 있어왔다<sup>1,4,5)</sup>. 이러한 성장판의 이식에는 과거 혈관봉합 없이 성장판만 이식하여도 좋은 결과를 얻을 수 있다는 몇몇 저자들의 보고가 있었다<sup>3,8,12,17,18,31)</sup>. 1929년 Strub<sup>23)</sup>은 인간에서 경골하부 골단을 반대측 경골에 혈관봉합 없이 이식하여 길이 성장에 대한 성공적 보고를 한 이후 Wenger<sup>32)</sup>, Graham<sup>12)</sup>, Freedman<sup>11)</sup>, Whitesides<sup>33)</sup>, Barr<sup>3)</sup>등의 혈관봉합 없는 골간단 이식 후 길이 성장에 대한 보고가 있었다. 또한 1965년 Harris<sup>12)</sup>는 토끼에서 혈관봉합 없는 성장판 이식에서 이식 성장판은 7-10일간의 무혈상태 기간을 주위 조직으로부터 확산을 통해 영양을 공급받기 때문에 아주 작은 크기의 성장판 이식은 생리학적 측면에서 피부이식과 유사하다고 주장하였다. 그리고 1982년 Goldberg와 Watson은 이러한 무혈성 성장판 이식의 필수조건으로 작은 크기, 어린 나이, 골막의 보전을 주장하였다. 그러나 이러한 이상의 몇몇 저자의 보고 외에는 대부분 연구결과가 무혈성 성장판 이식의 불합리성 및 실패를 조직학적인 연구와 방사선학적 연구로 발표하고 있다<sup>7,8,17,28,31)</sup>. 1964년 Spira<sup>23)</sup>는 무혈성 성장판 이식을 시행한 후 방사선적 조사결과 이식 성장판의 완전분리 뿐 아니라 성장의 증거를 전혀 발견할 수 없었고, 조직학적으로 이식 성장판은 7-10일간 주위조직에서의 확산에만 의존한 영양공급으로는 생존할 수 없으므로 18개월간의 추적조사 결과, 연골세포의 소실 및 성장판의 섬유화로 수용부와 분리된 결과를 발표하면서 혈관계를 포함한 성장판 이식술의 필요성을 강조하였

다<sup>14,16,19,34,35)</sup>. 인체 비골의 성장중심은 비골체, 근위 및 원위골단에 있고 원위골단은 2세에서 4세, 근위골단은 14세에서 19세경 비골체에 융합하고, 길이 성장은 근위성장판에서 60%, 원위성장판에서 40% 기여하는 것으로 되어 있어 성장판 이식술에는 비골 근위부가 적합한 것으로 판단된다. 비골 근위부 성장판의 혈류 공급은 Trueta와 Morgan<sup>26)</sup>에 의해 크게 3가지로 첫째 하외측 슬상동맥, 둘째 전경골동맥의 골단분지, 셋째 비골 동맥에서 분지되는 골간단 분지로 이루어 진다고 보고 하였는데, 실제로 혈관봉합면에서 있어서 개체에 따라 각 분지의 크기와 혈관 분포 상태에 다소 차이가 있어 어느 분자를 사용하느냐는 각례에 따라 다소 다르리라 생각된다. 1978년 Donski<sup>7)</sup>나 1980년 Donski와 O'Brien<sup>8)</sup>은 개의 척골을 이용한 혈관부착 성판 이식술 시행에서 영양동맥과 골막동맥을 각각의 혈관정으로 하여 미세수술적 봉합 결과, 영양동맥의 경우 견측에 비해 63%의 길이성장을, 골막동맥의 경우 69%의 길이 성장을 보고 하였다. 그후 일부 저자들은 개의 비골 상부 성장판 이식수술시 성장판동맥과 골간단 혈관을 모두 봉합했을때 거의 정상에 가까운 길이성장을 하였고, 조직학적으로도 연골세포의 변화가 전혀 없었다고 하였다. 그러나 실제 소아의 하외측 슬상동맥을 통한 골단동맥의 굵기는 매우 가늘어 추적박리가 힘들어 본 저자들도 이식성장판의 혈류공급원으로 비골동맥 및 전경골동맥에서 나오는 성장판 분지를 이용하였다<sup>1,31)</sup>. 이식 성장판의 성장율에 대해서도 1978년 Tsu-Min Tasi<sup>27)</sup>는 2레에서 비골 근위부 성장판을 하외측 슬상동맥 및 전박부에 이식하고 길이 성장을 추적한 결과 0.22cm/year. 1.2cm/year의 성장을 보고한 바 있고, 저자들의 예에서는 1레에서는 성장판의 길이성장을 유도하지 못하였지만 2레에서 평균 이식비골 근위부 성장판의 길이 성장율이 0.45cm/year이어서 Tsu-Min Tasi와 비슷한 성장율을 보이고 있었다. 결국 근위비골의 혈관 부착 성장판 이식술은 소아에서 성장판 손상을 동반한 장골의 결손이나<sup>29)</sup>, 성장판을 침범한 골종양의 광범위 절제 후 생긴 골결손의 재건<sup>19)</sup>, 선천적 성장판 기능 소실에 대해 교정 및 골 길이성장을 유도할 수 있고, 생골이식의 장점을 갖고 있어 빠른 골유합으로 고정기간의 단축화 더불어 인접 관절의 강직을 피할 수 있었다. 반면 수술시 성장판으

로 분포하는 동정맥의 방리가 고도의 기술적 문제를 요할 뿐 아니라, 장시간의 수술로 인한 감염의 가능성이 있다. 또 하지의 주요 혈관의 일부를 손상시킨다는 단점과 술후 비골 근위부 이식으로 인한 슬관절의 외측부 불안정성 등이 지적되기도 하나 본 저자들의 3례에서는 이런 합병증이 전혀 없었다. 그러나 이식비 골두를 이용한 관절면의 대치 및 공여부, 수용부 성장판 길이성장율의 차이로 생길 수 있는 점진적 기형의 재발 등에 대해 좀 더 많은 례에서 장기간의 추적조사가 필요한 것으로 사료된다.

## 결 론

저자들은 전완부 변형을 동반한 선천성 다발성 골연골종 환자 3명의 소아에 대해 혈관부착 생비골 및 비골 근위부 성장판 이식술을 시행, 추적조사에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 2례에서 이식후 이식 비골의 근위부 성장판은 계속적인 길이성장을 보여주고 있어 술전의 사지기형이 교정되었다.
2. 이식 성장판의 성장 및 크기는 방사선적 조사에서 정상적 농도(density)를 보이고, 지속적 성장 기능을 갖고 있음을 할 수 있었다.
3. 성장 잠재력의 보존으로 전완부 변형을 동반한 선천성 다발성 골연골종 환자의 변형교정 및 골성장에 기여할 수 있는 좋은 방법임을 확인할 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) 유명철, 안진환, 이방섭 : 혈관부착 비골골단 및 성장판 이식. *대한정형외과학회지*, 20:1153-1160, 1985.
- 2) 유명철, 정덕환, 한정수, 신문호, 나기남 : 생비골 성장판 이식술을 이용한 소아 성장판 장애의 재건. *대한정형외과학회지*, 23:1477-1484, 1988.
- 3) Barr JS : Autogenous epiphyseal transplantation. *J Bone Joint Surg*, 36-A:688-674, 1954.
- 4) Brown K, Marrie P, Lyszakowski T, Daniel R and Gross R : Epiphyseal growth after free vascular transfer with and without microvascular anastomosis. *J Bone Joint Surg*, 65-B:493-501, 1983.

- 5) Chen ZW, Yan W : The study and clinical application of the osteocutaneous flap of fibula. *Microsurgery*, 4:11-16, 1983.
- 6) Dal Monte A, Amdisano A and Capanna R : Lengthening of the radius or ulna in asymmetrical hypoplasia of the forearm(report on 7 cases). *Ital J Orthope Traumatol*, 6:329-342, 1980.
- 7) Donski PK, Carwell GR and Sharzer LA : Growth in revascularized bone graft in young puppies. *Plast Reconstr Surg*, 64:239-248, 1979.
- 8) Donski PK and O'Brien B : Free microvascular epiphyseal transplantation : an experimental study in dogs. *Br J Plast Surg*, 33:169-176, 1980.
- 9) Eades JW and Peacock EE Jr : Autogenous transplantation of an interphalangeal joint and proximal phalangeal epiphysis. *J Bone Joint Surg*, 48-A:775-778, 1966.
- 10) Fogel GRT, McElfresh EC, Peterson HA and Wicklund PT : Management of deformities of the forearm in multiple hereditary osteochondromas. *J Bone Joint Surg*, 66-A:670-680, 1984.
- 11) Graham BS : The results of epiphyseal transplant by flap and free graft : A brief survey. *Plast Reconstr Surg*, 36:227-230, 1965.
- 12) Graham WC : Transplantation of joint to replace diseased or damaged articulation in hands. *Am J Surg*, 88:136-141, 1954.
- 13) Harris WR, Martin R and Tile M : Transplantation of epiphyseal plate. *J Bone Joint Surg*, 47-A:897-914, 1965.
- 14) Helferich H : Versuche uber die transplantation des intermediarknorpels wachsender rohrenknochen. *Dtsch Z Chir*, 51:564-573, 1899.
- 15) Kameshita K, Itoh S, Wada J and Yoshino M : Ulnar lengthening combined with radial shortening for the forearm deformity in multiple hereditary osteochondromas. *J Bone Joint Surg*, 66-A:670-80, 1984.
- 16) Kleinert HE : Bone and osteocutaneous microvascular free flap. *J Hand Surg*, 8:735-737, 1983.
- 17) Mathes SJ, Buchannan R, Reeks PM : Microvascular joint transplantation with epiphyseal growth. *J Hand Surg*, 5:586-589, 1980.

- 18) **Pho RWH** : Free vascularized fibular transplant for replacement of the lower radius. *J Bone Joint Surg*, 61-B:362-365, 1979.
- 19) **Pho PWH** : Malignant giant cell tumor of the distal end of radius treated by a free vascularized fibular transplant. *J Bone Joint Surg*, 63-A:877-884, 1981.
- 20) **Shapiro F, Simmon S and Glimcher MJ** : Hereditary multiple exostoses : anthropometric, roentgenographic, and clinical aspects. *J Bone Joint Surg*, 61-A:815-824, 1979.
- 21) **Siffert Rs and Levy Rn** : Correction of wrist deformity in diaphyseal aclasis by stapling : report of a case. *J Bone Joint Surg*, 45-B:292-304, 1983.
- 22) **Solomon L** : Hereditary multiple exostosis. *J Bone Joint Surg*, 46-B:292-304, 1983.
- 23) **Spira E and Farin I** : Epiphyseal transplantation. A case report. *J Bone Joint Surg*, 46-A : 1978-1982, 1964.
- 24) **Straub GF** : Anatomic survival, growth and physiologic function of an epiphyseal transplant. *Surg Gynec and Obstetr*, 48:687-690, 1929.
- 25) **Tamai S et al.** : Vascularized fibular transplantation : A report of eight cases in the treatment of traumatic bony defects of pseudoarthrosis of long bones. *Int J Microsurg*, 2:205-212, Dec. 1980.
- 26) **Taylor G, Miller G and Ham F** : The free vascularized bone graft. *Plast Reconstr. Surg*, 55:533-539, 1975.
- 27) **Trueta J and Morgan JD** : The Vascular Contribution to Osteogenesis. *J Bone Joint Surg*, 42-B:97-105, 1960.
- 28) **Tsai TM, Jupiter JB, Kutz JE and Kleinert HE** : Vascularized autogenous shole joint transfer in hand. A clinical study. *J Hand surg*, 7:335-342, 1982.
- 29) **Weiland AJ, Kleinert HE and Daniel RK** : Free vascularized bone graft in surgery of the upper extremity. *J Hand Surg*, 4:129-134, 1979.
- 30) **Weiland AJ** : Current concept review. Vascularized free bone transplant. *J Bone Joint Surg*, 63: 166-169, 1981.
- 31) **Wray RC, Mathes SM, Young VL and Weeks PM** : Free vascularized shole joint transplantation with ununited epiphyses. *Plast Reconstr Surg*, 67:519-525, 1981.
- 32) **Wenger HL** : Transplantation of epiphyseal cartilage. *Arch Surg*, 50:148-151, 1945.
- 33) **Whitesides E** : Normal growth in a transplanted epiphysis. Case report with thirteen-year follow up. *J Bone Joint Surg*, 59-A:546-547, 1977.
- 34) **Wilson JN** : Epiphyseal transplantation. A clinical study. *J Bone Joint Surg*, 48-A:245-256, 1966.
- 35) **Yoshimura M, Shimamura K, Iwai Y, Yamauchi S, and Ueno T** : Free vascularized fibular transplant. A new method for monitoring circulation of the frafcted fibula. *J Bone Joint Surg*, 65-A:1295-1301, 1983.