

# 경골 이식의 골결손부 골재생에 대한 실험적 연구

김수관 · 여환호 · 김수민

조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실, 구강생물학연구소

## Abstract

### AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE BONE REGENERATION OF TIBIAL BONE DEFECT

Su-Gwan Kim, Hwan-Ho Yeo, Soo-Min Kim

*Dept. of Oral & Maxillofacial Surgery, Oral Biology Research Institute, College of Dentistry, Chosun University*

Recently, the clinical applications of the autogenous cancellous bone from the proximal tibial metaphysis show satisfactory results in the repair of maxillofacial bony defect or deformity. The proximal tibia has the potential to yield viable cancellous bone with a minimum of morbidity.

The purpose of this study was to investigate the regeneration of a full thickness proximal tibial bone defect with covering or uncovering of cortical bone. The follow-up periods were 4, 8, and 12 weeks. Bone defect of right side was uncovered and left side was covered with cortical bone.

In the experimental group (uncovered cortical bone) at 12 weeks, the inside of defect was filled to normal marrow tissue. The cortical bone defect was united of inner, outer callus at 4, 8 weeks in both study group. At 12 weeks, the cortical bone defect was remodeled and invaded by osteoclast (giant cell) in experimental group. In the experimental specimen at 12 weeks, the regenerating tissue of bone defect was not differ from the control group.

## I. 서론

구강악안면부위의 골결손부를 재건할 경우 자가골이 우수하며, 작은 골결손부 재건에 있어 장골(ilium)과 늑골(rib), 두개골(cranial bone)이 많이 사용된다. 그러나 장골에서 채취하는 경우에는 보행장애, 감염, 신경의 손상과 늑골 채취하는 경우는 흉막의 열창, 폐렴, 혈흉, 반흔형성 등과 같은 합병증이 보고되고 있다<sup>1,2)</sup>. 그래서 최근에는 이러한 합병증을 피하고 적절한 양의 골 채취가 가능한 공여부로서 하지의 경골(tibia)에서 자가망상골을 이식하는 경우가 증가하고 있다. 골 이식시 피질골과 망상골은 서로 다른 치유양상을 보이는데, 피질골 이식은 수술 초기에 우수한 구조적 안정성을 보이고, 망상골 이식은 초기에 재혈관화(revascularization)가 빠르고 완전한 골 수복(bone repair)을 보이며 골형성이 완성된 후 물리적 강도가 우수하여 피질골보다 더욱 유용한 이식 형태로 받아지고 있다<sup>3-14)</sup>.

이와같이 자가망상골이 수혜부에 이식되어 치유되는 양상에 대한 연구는 활발히 이루어져 있는 반면 공여부의 골결손부 골의 재생과정에 대한 연구는 드문 형편이다. 그래서 본 연구의 목적은 최근 구강외과에서 자가골 채취부위로 많이 쓰는 경골의 골결손부에 대한 실험적 연구로 인간의 치유과정과 비슷한 모델로 개의 경골을 선택하여 자가 망상골을 채취한 후에 외측의 피질골을 제거한 경우와 피질골을 제거하지 않고 재위치시킨 경우에 있어 각각 그 치유를 알아보고자 하였다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 실험동물

실험동물은 동일조건에서 사육된 태생 2년 미만의 체중 15kg의 성견 3마리를 사용하였다.

### 2. 대조군과 실험군의 설정

각 동물의 우측 경골은 실험군으로 골창을 만들어 자가 망상골을 채취한 다음 골창(cortical bone window)을 제거하고 골막을 당겨 봉합한 군으로 설정하였으며, 좌측 경골은 대조군으로 자가망상골을 채취한 다음 골창을 제거하지 않고 재위치시켜 봉합한 군으로 설정하였다.

### 3. 실험방법

개에게 케타민(ketamin)을 주사하여 전신마취시킨 다음 술부인 경골(tibia)을 제모 및 소독하고 2% lidocaine HCl(1:10만 epinephrine 포함)을 지혈목적으로 술부에 주입한 다음 수술칼로 골막까지 길이 3~4cm정도 절개한 다음 전층골막을 박리하여 골을 노출시켰다. bur를 이용하여 직사각형 크기 1.5×1.5cm의 골창을 형성하고 골소파기를 사용하여 약 2cc가량의 망상골을 채

취하여 골결손부(bone defect)를 형성하였다. 비어 있는 골채취강(bone dead space)에 지혈을 시킨 다음 실험군은 외측의 피질골을 제거하고 골막을 당겨 봉합하고, 대조군은 골창과 인접한 골에 드릴로 구멍을 내어 철사줄(wire)을 묶어 고정시킨 다음 골막을 당겨 봉합하였다.

#### 4. 실험동물의 희생

실험후 4주, 8주, 12주째 포르말린용액을 사용하여 관류고정하여 희생하였다. 그 후 골결손부에 해당되는 부위를 절단하고 포르말린용액에 고정하여 보관하였다.

#### 5. 관찰 방법

육안적 관찰 및 조직편을 채취한 뒤 일정기간 고정하고, 탈회 및 포매과정을 거쳐 육안적 관찰과 Hematoxyline-Eosin의 이중염색을 시행한 후 광학현미경으로 골결손부의 치유과정 및 양상을 조직병리학적으로 관찰하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 육안적 관찰

4주 실험군의 육안적 소견은 아직 골결손부가 남아 있었으나 변연부에서 골결손부 중심쪽으로 가골이 형성되어 오는 양상을 관찰할 수 있었으며 4주, 8주 대조군의 소견은 골결손부의 변연부로 가골이 과잉 증식되었다. 12주 실험군 소견은 외측 피질골 골결손부에 골형성이 거의 이루어져 정상골 조직과 같은 양상을 보였으며, 대조군 역시 골결손부에 거의 치유가 이루어져 있었고, 외측으로 과잉 증식되어 있었다.

#### 2. 광학 현미경적 관찰

##### 1) 대조군 4주 소견(Fig. 1)

근심부 골절단부와 원심부 골절단부의 외측에 증식된 가골(cal-lus)이 서로 융합되어 있었으며, 골결손부 내부는 불규칙한 골양조직이 피질골에 연결된 형태로 구성되어 있었다. 골수내부의 골수조직은 정상에 가까운 모습을 보였다.

##### 2) 대조군 8주 소견 (Fig. 2)

외가골은 일부 치밀도가 증가하는 양상을 보였으며, 일부에서 골개조(remodeling)가 진행되고 있는 양상을 보였으며, 근심부와 원심부 골절단부 사이에 융합된 가골은 치밀도가 증가하는 모습을 보였다. 이미 골주 변연부는 골화작용이 활성화되고 있었다. 골결손부 내부는 역시 불규칙 골주를 형성하면서 결체조직으로 대체되고 있었다.

##### 3) 대조군 12주 소견 (Fig. 3)

외가골 치밀도는 매우 증가하였으며, 골개조현상이 나타났다. 치밀골은 다양한 골주조직으로 채워져 있었으며 결손부는 피질골에서 연결된 거대골주로 융합소견을 보였으며, 변연부의 골화작용은 증가하였다. 골수는 원래상태로 회복한 양상을 보였다.

##### 4) 실험군 4주 소견 (Fig. 4)

외가골과 내가골이 서로 융합하여 피질골 골결손부를 채우고 있었으며, 내가골의 증식으로 골결손부가 채워지고 있었다. 골결손부 내부의 일부에서는 결체조직이 잔존하나 정상 골수에 가깝게 형성되어 있었다.

##### 5) 실험군 8주 소견 (Fig. 5)

내가골에서 증식된 거대골주에 의해서 골결손부 대부분 채워져 있었고, 소량의 결체조직만 잔존하고 있었다.

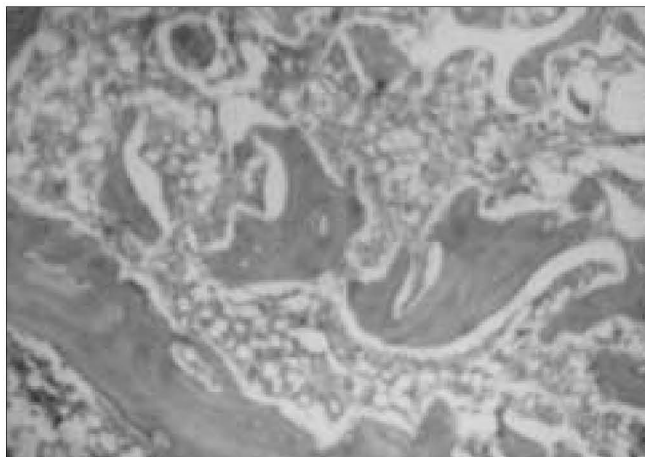


Fig. 1. Internal callus and external callus were fused, and osteoclasts were connected with cortical bone in the bone defect (Control 4 weeks, H-E stain, X 40).

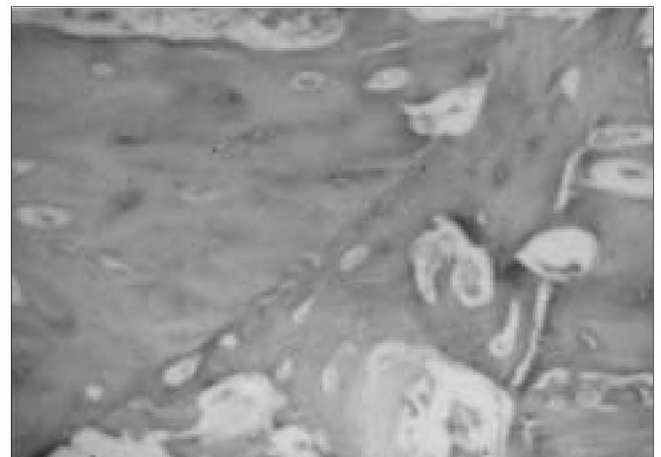
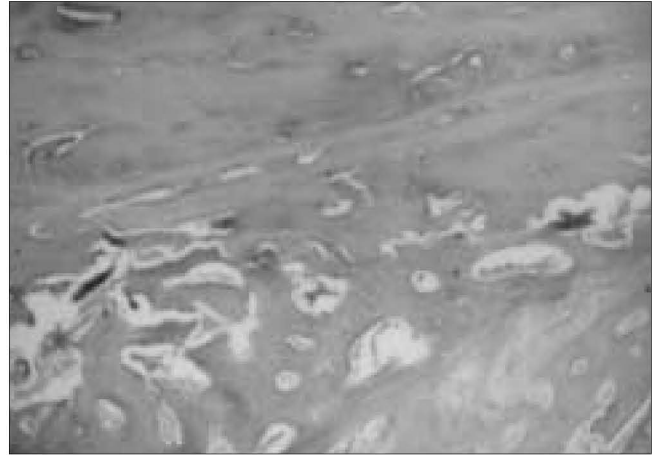


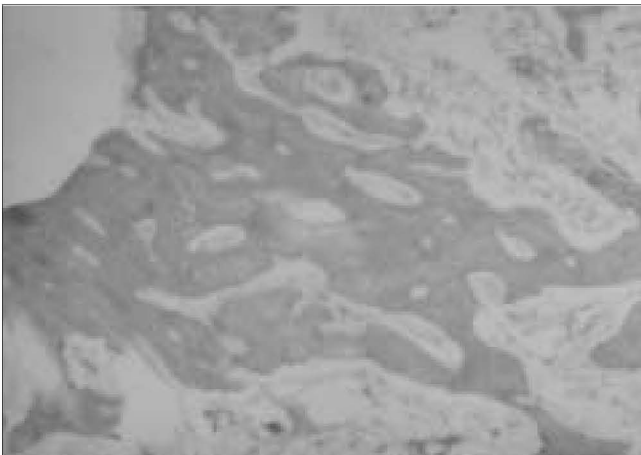
Fig. 2. Increased callus between proximal and distal bone defect (Control 8 weeks, H-E stain, X 40)



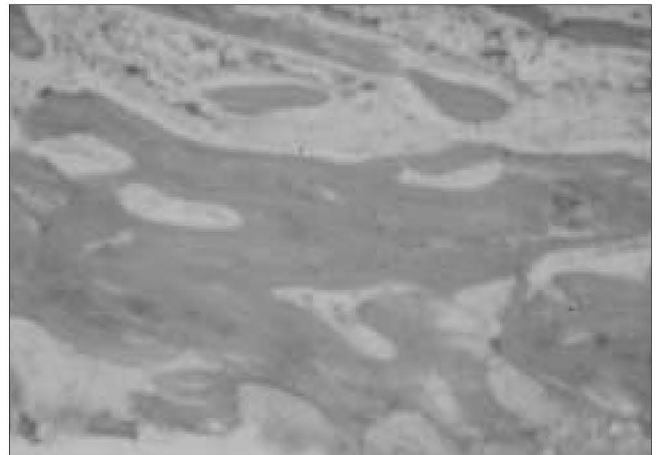
**Fig. 3.** Increased ossification and bony tissue (Control 12 weeks, H-E stain, X 40).



**Fig. 4.** Internal callus and external callus were fused (Test 4 weeks, H-E stain, X 40).



**Fig. 5.** Bone defects were filled with bony tissue (Test 8 weeks, H-E stain, X 40).



**Fig. 6.** Normal bone marrow formation (Test 12 weeks, H-E stain, X 40).

6) 실험군 12주 소견 (Fig. 6)

대조군과 비슷한 모습으로 외가골은 흡수되고 있었으며, 내부는 정상 골수조직으로 형성되고 있었고 거대골주의 증식양상이 뚜렷하게 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

자가골 이식시 공여부의 선택은 골결손부의 요구, 수여부의 성질, 골이식의 형태, 필요한 골의 양 등과 같은 여러 요인을 고려하면서 선택해야 한다.

대부분 구강악안면외과에서는 공여부로서 장골을 많이 선호하나, 장골 이식시에는 동통이 2년 이상 지속되는 경우가 있으며 대퇴피신경의 손상 가능성도 있다. 그래서 요즘 최근 구강악안면외과에서는 악안면 부위 결손부가 크지 않은 경우에 합병증이 거의 없고 충분한 양의 망상골을 채취할 수 있는 경골에서 망상골을 채취하는 술식이 널리 사용되고 있다.

그런데 임상적으로 이렇게 경골에서 망상골을 채취하는 기술을 사용하고 있으면서 경골 골결손의 골재생에 대한 실험적 연구는 드문 상황이다. 국내에서 김 등<sup>4)</sup>에 의해서 처음 경골 근위

부 자가 망상골 이식술의 임상적 적용증례가 발표되었다. 이는 일반적으로 충분한 양의 골을 채취할 수 있는 장골에 비해서 경골을 사용할 때에는 자가망상골의 양이 적다고 생각하기 때문일 것으로 추측된다. 그러나 경골에서 채취할 수 있는 망상자가골 이식의 양은 최소 10~40cc까지 보고되고 있으며<sup>5)</sup>, 이 양은 낭종이나 골결손부가 있는 크지 않은 악안면 부위의 골결손부 재건에 거의 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

경골 채취의 수술기법으로 인간에서는 경골 측방 Gerdy's tubercle 상방에서 2~3cm 길이의 절개를 시행한 다음 drill로 피질골에 구멍을 내어 피질골을 제거하지 않고 들어올린 후 외과적 큐렛으로 골을 채취하는 방법(trap door 형성)과 1×1cm 크기의 골창을 형성하여 피질골을 제거한 다음 골을 채취하는 두가지 방법이 소개되고 있다<sup>6)</sup>. 그러나 수술시는 trap door형성하는 방법이 용이하지 못하며 간편하게 골창을 제거하는 방법을 선호한다<sup>4)</sup>.

일반적으로 자가망상골 채취후에 남은 골결손부에 대한 공여부의 치유정도는 상방에 피질골이 덮여 있는 경우가 골창을 제거한 경우보다 더 우수할 것으로 사료되나, 만약 그 차이가 없다면 수술시 시간도 절약하고 간편한 골창제거법을 선호해도 무

방하리라 사료된다. O'Keffe<sup>6)</sup>는 자가골 이식시 공여부로 경골을 사용한 230증례에 있어서 합병증은 거의 없었으나, 1증례에서 감염, 3증례에서 혈종 형성이 발생하였고, 술후 항생제 처방과 배농관을 삽입하여 특별한 문제없이 치료할 수 있었다고 보고하였다.

McGrath등<sup>12)</sup>은 자가이식 공여부로 요골(radius)을 사용한 경우 9~12개월 사이에 방사선학적으로 완전한 골소주화(trabeculation)이 되었다고 하며, 개의 장골에서 인위적으로 망상골 이식후 골결손을 시킨 후에 골이 재생되는 과정을 연구한 결과 6개월에선 골소주화가 완전히 이루어지고 1년후에는 정상골과 대조시 구분할 수 없을 만큼 골의 재생이 이루어져 다시 공여부로서 사용할 수 있는 근거를 마련하였다. 또한 그는 골결손부의 재생과정이 골질의 치유과정과 매우 유사하다고 하였는데, 먼저 골결손부 내부에 현저한 혈관증식이 이루어진 다음 성숙되지 않은 골(woven bone)이 나타나기 시작하여 점차 성장하게 되고, 시간이 지나면 치밀골(lamellar bone)로 골개조되어 골소주 모습으로 바뀐다고 하였다.

본 연구에서는 개의 경골에서 자가 망상골을 채취한 후에 외측의 피질골을 제거한 실험군과 피질골을 제거하지 않고 채워치킨 대조군에 있어 치유상태를 알아본 결과, 실험군 12주에 골결손부 내부는 거대골주로 채워지고, 정상 골수조직과 유사하게 치유되어 대조군과 동일한 치유양상을 보였다.

### V. 결 론

개 경골에서 자가 망상골을 채취한 후에 외측의 피질골을 제거한 것과 피질골을 제거하지 않고 채워치킨 경우에 있어서 각각 그 치유를 알아보아 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 대조군 12주 소견에서 골개조현상이 나타났으며, 치밀골은 다양한 골수조직으로 채워지고, 골수는 원래상태로 회복하였다.
2. 실험군 12주 소견에서 대조군과 비슷한 소견을 보였으며, 내부는 정상 골수조직으로 형성되고 있었고, 거대골주의 증식

양상이 뚜렷하게 보였다.

3. 일반적 견해와는 달리 임상에서 경골채취시 피질골을 덮지 않아도 덮은 것과 비교할 때 유사한 골 치유양상을 얻을 수 있으리라 사료되었다.

### 참 고 문 헌

1. Laurie SWS, Kaban LB, Mulliken JB, Murray JE : Donor site morbidity after harvesting rib and iliac bone. *J Plast Reconstr Surg* 1984;73:933.
2. Younger EM, Chapman MW : Morbidity at bone graft donor site. *J Orthopaedic Trauma* 1989;3(3):192.
3. Burchardt H : Biology of bone transplantation. *Orthopaedic Clinics North America* 1987;18(2):187.
4. 김철환, 이미향, 김미숙, 김훈 : 경골근위부 자가망상골 이식술. *대한구강악안면외과학회지* 1997;23:152.
5. Catone GA, Reimer BL, McNeir D, Ray R : Tibial autogenous cancellous bone as an alternative donor site in maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1992;50:1258.
6. O'Keffe RM, Riemer BL, Butterfield SL : Harvesting of autogenous cancellous bone graft from the proximal tibial metaphysis. *J Orthopaedic Trauma* 1991;5:469.
7. Montgomery DM, Moed BR : Cancellous bone donor site regeneration. *J Orthopaedic Trauma* 1989;3:290.
8. Forwood MR, Turner CH : The response of rat tibiae to incremental bouts of mechanical loading: a quantum concept for bone formation. *Bone* 1994;15:603.
9. Wood SH, Lees VC : A prospective investigation of the healing of grafted pretibial wounds with early and late mobilisation. *Br J Plast Surg* 1994;47:127.
10. Murakami S, Yamamoto H, Furuya K, Tomimatsu T : Irreducible Salter-Harris type II fracture of the distal tibial epiphysis. *J Orthop Trauma* 1994;8:524.
11. Psillakis JM, Woisky R : A study of regeneration of donor areas of bone graft. *Ann Plast Surg* 1983;10:391.
12. McGrath MH, Watson K : Late results with local bone graft donor sites in hand surgery. *J Hand Surg* 1981;6:234.
13. Kent JN, Zide MF, Kay JF, et al : Hydroxyapatite block and particles as bone graft substitutes in orthognathic and reconstructive surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 1986;44:597.
14. Adekeye EO : Reconstruction of mandibular defects by autogenous bone grafts : a review of 37 cases. *J Oral Surg* 1978;36:125.

### 저자연락처

우편번호 501-759  
광주광역시 동구 서석동 588번지  
조선대학교 치과대학 구강악안면외과학교실  
김 수 관

원고 접수일 1998년 9월 11일  
게재 확정일 1998년 10월 2일

### Reprint requests

Su-Gwan Kim  
Dept. of OMFS, College of Dentistry, Chosun University  
588, Seosuk-Dong, Tong-Ku, Kwang-Ju, 501-759, KOREA  
Tel. (062)220-3553 Fax. (062)224-9172

Paper received 11 September 1998  
Paper accepted 2 October 1998