

## 공여부 합병증의 최소화를 위한 새로운 비골 이식법

정성택 · 김병수 · 신증봉 · 문은선 · 이근배

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

### New Fibular Strut Graft Technique to Minimize Donor Site Complications

Sung-Taek Jung, M.D., Buyng-Soo Kim, M.D., Zeng-Feng Xin, M.D.,

Eun-Sun Moon, M.D., and Keun-Bae Lee, M.D.

Department of Orthopedics, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

**Purpose:** To evaluate the effectiveness of a periosteal sleeve preserved fibular strut graft for the minimization of donor site complications.

**Materials and Methods:** Between September 1998 and March 2005, 20 patients who were followed for more than 12 months after the fibular strut graft for a bone defect using a periosteal sleeve preservation technique were evaluated. The mean age was 13.3 years (range, 2-29 years) and the mean follow-up period was 16.2 months (range, 12-36 months).

**Results:** The mean time for the union of the primary disease was 3.3 months (range, 2-6 months) and for regeneration of the donor site was 9.1 weeks (range, 4-12 weeks) in 13 cases. Partial regeneration developed in 6 cases and there was no regeneration in 1 case. There were 2 cases of donor site complications.

**Conclusion:** The new fibular strut graft technique is very effective method for reconstruction of a bone defect with a minimization of the donor site complications particularly in children.

**Key Words:** Fibular graft, Periosteal sleeve preservation, Donor site complications

## 서 론

정형외과 영역에 있어서 골종양, 감염성 불유합 및 외상에 의한 골결손에 대한 치료에는 많은 어려움이 있으며 기계적 안정성과 조기 골유합을 얻기 위한 많은 노력이 행해져 왔다. 골결손의 재건에는 아직까지도 자가 골을 이용한 골이식이 가장 이상적이지만 성장판이 유합되지 않은 소아환자의 경우, 채취할 수 있는 자가 골의 양이 제한적이고 다양한 공여부의 합병증이 발생할 수 있다. 자가 비골이식은 적절한 기계적 안정성을 제공하나 장골 이식에 비해 골형성이 늦고 특히 소아환자에서 긴 분절을 채취할 때는 족관절의 불안정성을 야기할 수 있음이 알려져 왔다. 이에 저자들은 골결손에 대하여 자가 비골을 이식하여 골결손을 재건하는 동시에 공여부의 합병증을 방

지할 수 있는 골막보존 비골이식의 치료 결과에 대해 보고하고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상 및 방법

1998년 9월부터 2005년 3월까지 본원 정형외과에서 골결손에 대해 골막을 보존하여 비골이식을 시행하였던 환자중 1년 이상 추시가 가능하였던 20명을 대상으로 하였다. 성별 분포는 남자가 15명(75%), 여자가 5명(25%)이었으며, 평균 연령은 13.3세(범위, 2-29세)였고, 평균 추시 기간은 16.2개월(범위; 12-36개월)이었다.

골결손의 원인 질환은 동맥류성 골 낭종 6예(30%), 단순 골 낭종 4예(20%), 불유합 3예(15%), 섬유성 이형성

통신저자 : 정 성 택  
광주시 동구 학 1동 5번지  
전남대학교 의과대학 정형외과학교실  
TEL: 062-227-1640 · FAX: 062-225-7794  
E-mail: stjung@chonnam.ac.kr

Address reprint requests to  
Sung-Taek Jung, M.D.,  
Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam University College of Medicine,  
5, Hak 1-dong, Dong-gu, Gwangju 501-746, Korea  
Tel: +82,62-227-1640, Fax: +82,62-225-7794  
E-mail: stjung@chonnam.ac.kr

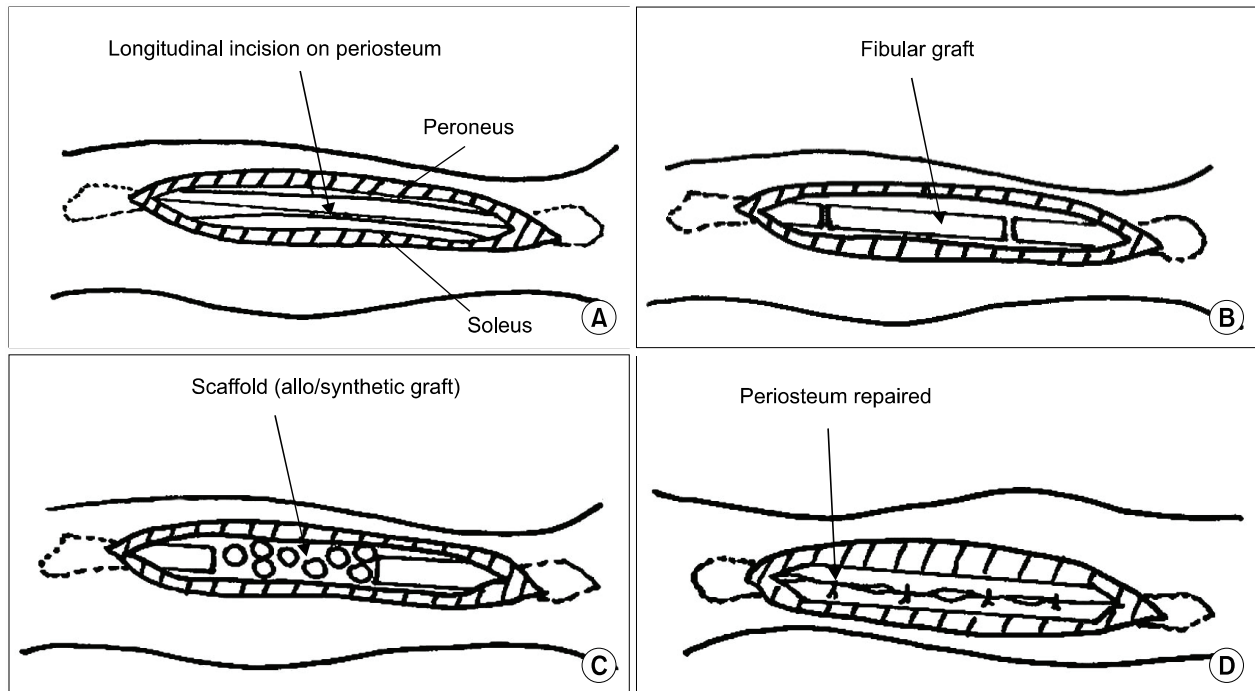


Fig. 1. (A) A longitudinal incision was made on the fibular and its periosteum, (B) The fibular was harvested using a periosteal preservation technique, (C) Bone defect of the donor site was filled with an allochip graft or calcium sulfate, (D) The periosteum was sutured.

중 2예(10%), 골섬유성 이형성증 2예(10%), 내연골종 1예(5%), 골육종 1예(5%), 유잉육종 1예(5%)였다. 골결손의 부위는 대퇴골 13예, 경골 5예, 상완골 1예 그리고 골반골 1예였다.

## 2. 비골 채취 방법

비골 채취시 비골의 장축에 대해 수직절개를 시행한 후 비골근과 가자미근사이로 접근하여 골막의 혈행보존에 주의하여 근육을 박리한 후 골막에 수직절개를 시행하여 비골을 채취하였다. 비골채취 후 비골부위의 골결손에 대해서는 15예에서는 동종 해면골을, 5예에서는 calcium sulfate를 충전하였으며 골막을 보존하여 관모양으로 봉합하였다(Fig. 1). 하지만 성인환자에서는 골막의 두께가 충분하지 않아 적절한 골막보존이 어려웠다. 비골채취시 신경손상에 유의하였으며 합병증을 최소화하기 위해 근위부와 원위부를 보존하였다 전체 비골의 평균 26.5% (범위, 9.9–57.9%)를 채취하였고, 채취한 비골의 평균 길이는 77.7 mm (범위, 22.0–137.2 mm)였다.

## 3. 연구 방법

재형성은 비골 채취 후 공여부에 방사선 적으로 채취 전과 유사한 골 음영이 나타나는 것으로 정의하였으며, 원발 골병변의 골유합까지의 기간과 공여부의 재형성에 소요된 기간 및 합병증을 평가하였다. 또한 재형성 지표 (Regeneration index)를 재형성에 소요된 기간(weeks)/재형성된 비골의 전체 비골 길이에 대한 비율(%)로 정의하였다(Table 1).

결과는 SPSS 12.0통계 프로그램을 이용하였으며, 선형회귀분석을 이용하여 재형성 지표와 연령과의 상관관계를 비교하였고, 유의성의 판정은 p값을 0.05 미만으로 하였다.

## 결 과

### 1. 골결손에 대한 치료 결과

골유합은 평균 3.3개월(범위, 2–6개월)에 얻을 수 있었으며, 불유합이나 지연 유합은 발생하지 않았다. 원발 질환의 재발은 발생하지 않았으며, 이식골의 골절 또한 발생하지 않았다. 원발 질환의 골유합까지의 기간은 연령간에 통계적인 유의성을 보이지 않았다.

Table 1. Summary of Cases

Case no	Age	Sex*	Causes of defect†	Defect site	Regeneration	Regeneration index‡	Calcium sulfate	Time to regeneration	Time to union
1	3	M	ABC	Proximal femur	(+)	0.26	(-)	12 weeks	3 months
2	7	M	ABC	Proximal femur	(+)	0.28	(-)	8 weeks	2 months
3	11	M	ABC	Proximal femur	(+)	0.39	(-)	10 weeks	3 months
4	12	M	ABC	Proximal femur	(+)	0.43	(-)	10 weeks	3 months
5	21	F	ABC	Proximal femur	Partial		(+)		3 months
6	21	M	ABC	Proximal femur	Partial		(-)		3 months
7	5	M	SBC	Proximal femur	(+)	0.29	(-)	8 weeks	2 months
8	7	M	SBC	Proximal femur	(+)	0.32	(-)	8 weeks	2 months
9	13	M	SBC	Proximal femur	(+)	0.42	(-)	8 weeks	3 months
10	29	M	SBC	Proximal femur	(-)		(-)		3 months
11	10	F	Nonunion	Femur	(+)	0.35	(-)	10 weeks	5 months
12	13	M	Nonunion	Tibia	(+)	0.66	(-)	12 weeks	3 months
13	13	M	Nonunion	Tibia	(+)	0.80	(+)	8 weeks	4 months
14	23	F	FD	Pelvis	Partial		(+)		3 months
15	24	F	FD	Tibia	Partial		(-)		5 months
16	4	M	OFD	Tibia	(+)	0.22	(-)	8 weeks	3 months
17	9	M	OFD	Tibia	(+)	0.27	(-)	12 weeks	4 months
18	20	M	Enchondroma	Distal femur	Partial		(+)		3 months
19	18	F	OSA	Proximal femur	Partial		(-)		6 months
20	2	M	Ewing's sarcoma	Humerus	(+)	0.15	(+)	4 weeks	3 months

\*M, male; F, female; †ABC, aneurysmal bone cyst; SBC, simple bone cyst; FD, fibrous dysplasia; OFD, osteofibrous dysplasia; OSA, osteosarcoma; ‡Regeneration index, time to regeneration (weeks)/portion of regeneration (% length of taken fibula/length of fibula).

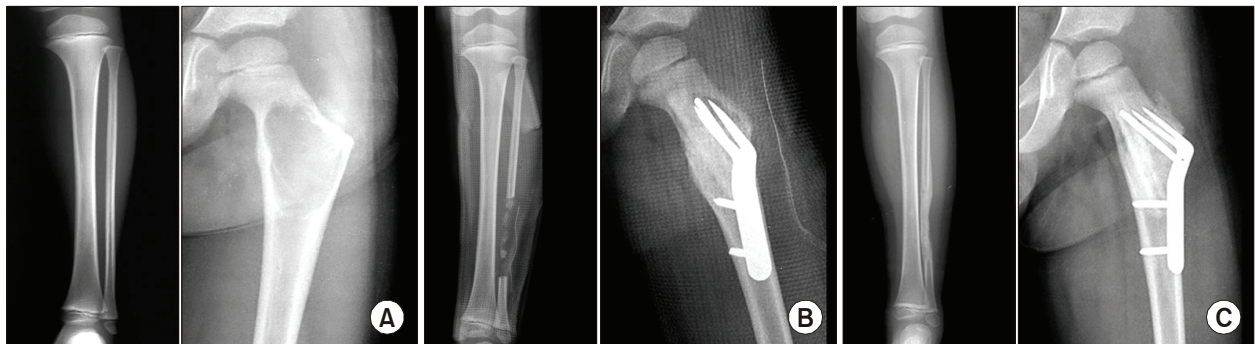


Fig. 2. (A) Preoperative radiograph of a 6-year-old boy show a simple bone cyst on the proximal femur. (B) Immediate postoperative radiograph show a bone defect of the primary disease filled with fibula. A new defect of donated fibular was filled with an allochip graft and repaired using a periosteal preservation technique. (C) After 3 months, the primary disease was healed and the fibular had completely regenerated.

## 2. 공여부의 재형성

공여부의 재형성에는 재형성이 완전하였던 13예에서 평균 9.1주(범위, 4-12주)가 소요되었다(Fig. 2). 6예에서는 재형성이 불완전했으며 1예에서는 재형성이 일어나지 않았다. 재형성이 불완전하거나 일어나지 않은 경우는 모두 15세 이상이었으며, 골막이 충분히 두껍지 않아 골막보존 비골이식이 어려웠던 경우였다. 공여부의 재형성

에는 연령간에 통계적 유의성을 보이지 않았다. 재형성 지표는 연령 증가에 따라 의미 있는 증가를 보여 연령이 낮을 수록 재형성이 의미 있게 빨리 진행됨을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ). 연구대상에 포함된 연령군이 다양하여 채취한 비골의 단순 길이로는 적절한 비교가 힘들 것으로 생각되어 환자의 전체 비골에 대한 채취 비골의 비율을 반영하여 재형성 지표를 정의하였으며, 결과 또한 재형성

기간은 연령별로 유의한 차이를 보이지 않았으나, 재형성 지표는 통계적으로 의미 있는 결과를 얻었다. 이상의 결과로 보아 재형성이 연령이 낮을 수록 잘 이루어지므로 저자들의 술식이 특히 골결손을 지닌 소아환자에 유용할 것으로 생각되었다(Table 1).

비골채취 후 15예에서는 동종 해면골을, 5예에서는 calcium sulfate를 충전하였으며, 동종 해면골을 이식한 환자 중 4예에서 부분적 재형성만 일어나거나 재형성이 일어나지 않았고 calcium sulfate를 충전한 환자 중 3예에서 부분적 재형성이 일어났다. 재형성이 부분적이었거나 일어나지 않은 경우는 모두 15세 이상이었고, 재형성은 충전한 동종골과 calcium sulfate의 차이보다는 연령에 영향을 받는 것으로 생각되었다.

### 3. 합병증

일반적으로 비골 전장의 약 67%를 채취할 수 있는 것으로 알려져 있으며, 저자들의 경우 가장 많은 부분을 채취한 예는 57.9%를 채취한 예로서, 이 경우에도 족관절 불안정성은 발생하지 않았다. 술 후 감염, 족관절 불안정성, 관절강직, 근력약화 및 신경손상은 발생하지 않았으며, 공여부의 재형성이 일어나지 않은 2예에서 활동 증가 시에 공여부의 통증을 호소하였다.

## 고 찰

정형외과 영역에서 광범위한 골결손은 골종양과 감염, 외상 등에 의해 발생할 수 있으며 이의 치료에는 많은 어려움이 존재한다. 고전적으로 골결손의 재건에는 골이식이 사용되어 왔으며, 피질골의 이식은 일차적으로 기계적 안정성을 제공할 수 있는 장점이 있는 반면, 해면골 이식은 골형성이 피질골 이식에 비해 우수하다<sup>1)</sup>. 이식골로는 자가골이 아직까지도 가장 이상적이지만 골결손이 광범위한 경우, 특히 소아나 골다공증이 심한 노인층의 환자에서는 채취할 수 있는 자가골의 양이 제한적이고, 공여부의 다양한 합병증이 발생 가능하여 이에 대한 대안으로서 동종골 이식에 대한 많은 연구가 행해지고 있으며, 동종골 외에도 calcium sulfate 등의 다양한 골대체물이 개발되고 있다<sup>4,10-12)</sup>. 골이식외에도 장관골의 골결손에 대해서는 Ilizarov 환형 외고정 장치 등을 이용한 내부 골이동술이 시행되기도 한다.

동종골의 사용은 이식골의 양에 제한이 없다는 장점이

있으나 자가골에 비해 치유가 늦거나 불완전한 단점을 가지며 이는 이식골에 골치유와 연관된 살아있는 세포가 없기 때문으로 알려져 있다<sup>6)</sup>.

혈관부착 생비골이식술은 미세수술 기법으로 광범위한 골결손을 수복하는 우수한 방법으로 알려져 왔으나, 비골채취시 공여부의 합병증과 미세수술 기법을 요하는 단점이 있다<sup>8)</sup>. 혈관부착 생비골이식시 공여부의 합병증으로 Shpitzer 등<sup>13)</sup>은 술 후 감염과 족관절 불안정성, 무지 굴곡약화, 공여부 통증 및 부종 등이 발생할 수 있으나 슬관절의 강직이나 불안정성은 발생하지 않았다고 보고하였으며, Ganel과 Yaffe<sup>3)</sup>는 전신적 인대 이완을 보이는 환자에서 족관절 불안정성이 유발될 수 있음을 보고하였다. Lee 등<sup>8)</sup>은 채취 원위부의 골다공증이 체중부하의 감소로 90%의 환자에서 발생하였음을 보고하였으며, Meagher와 Morrison<sup>9)</sup>은 비골신경 손상에 의한 감각이상도 발생할 수 있음을 보고하였다. Chen 등<sup>2)</sup>은 혈관부착 생비골이식을 할 지라도 7.5 cm 이상의 심한 골결손에서는 골유합이 잘 되지 않는다고 하였으며, 약 45%에서 이식골의 피로 골절이 발생할 수 있음을 보고하였다. 저자들의 경우 14예에서는 견고한 내고정을 시행하였고, 골반골의 섬유성 이형성증 외에 5예에서는 충분기간 석고고정을 시행하였다. 또한 비골이식 후에도 잔존하는 골결손에 대해서는 자가 해면골이나 동종골이식을 추가로 시행하였으며, 이식골의 피로 골절이나 불유합은 발생하지 않았다.

비골이식은 채취할 수 있는 이식골의 양이 많고, 내고정 장치를 지지할 수 있는 강한 이중 피질골을 제공하며, 미세수술 기법을 사용하는 경우 혈류를 보존한 채로 골이식을 시행할 수 있는 장점을 갖고 있다. 하지만 골채취 후 발생할 수 있는 족관절 및 슬관절의 불안정성을 예방하기 위해 채취할 수 있는 골의 양은 근위부에서 약 3 cm, 원위부에서 6 cm 이내로 채취하는 것이 좋으며, 비골 전장의 약 67%를 채취할 수 있는 것으로 알려져 있다<sup>3)</sup>. 특히 원위부 1/4은 족관절의 불안정성을 예방하기 위해 보존해야 하는 것으로 알려져 있다. 일반적으로 비골채취 후 족관절의 외반변형은 소아 환자에서만 발생한다고 알려져 있으며, 비골채취 시 야기되는 골간막의 소실로 족관절 불안정성이 발생하는 것으로 알려져 있다. 저자들의 경우 2세 환아에서 상완골에 발생한 유잉 육종의 예에서 비골 전장의 57.9%를 채취한 경우가 있었으며, 비골 근



위부와 원위부를 적절히 보존한 상태로 비골을 채취하였다. 추시상 공여부의 완전한 재형성을 얻을수 있었으며 족관절 불안정성 등의 공여부 합병증은 발생하지 않았다.

또한 혈관부착 생비골이식술은 많은 시간과 숙련된 수술팀과 다양한 미세수술 장비를 요하는 단점을 가지며 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 Hatori 등<sup>5)</sup>은 혈관부착 없이 동측 경골의 중앙 절제 후 2단계로 비골의 원위부와 근위부를 각각 경골의 골결손부에 고정함으로서 경골의 광범위한 골결손을 수복할 수 있었다고 보고하였다.

최근 Vogelín 등<sup>14)</sup>은 쥐의 대퇴골의 골결손에 대해 혈행을 보존한 골막에 의해 골형성을 촉진시킬 수 있음을 보고하였으며, 골형성단백이나 biodegradable matrix 만 사용한 경우에 비해 우수한 골형성을 얻을 수 있고 이 조성 골형성도 감소시킬 수 있다고 보고하였다. 저자들도 비골채취 시 근육을 박리할 때 골막의 혈행을 보존하기 위해 주의하였으며 골막의 봉합전에 이중 해면골이나 calcium sulfate를 충전하였다. 골막의 봉합만으로도 비골 채취부의 재형성은 기대할 수 있을 것으로 생각되나, 신속한 재형성과 재형성시 비골의 정상적인 형태유지를 위하여 이중골 혹은 calcium sulfate를 사용하였다.

저자들의 새로운 골막보존 비골이식술은 수술이 간편하고 공여부의 합병증을 최소한으로 줄일수 있으며 원발 골종양이 재발된 경우, 재형성된 비골을 이용하여 반복적으로 골이식을 시행할 수 있는 장점이 있으며 이는 채취할 수 있는 자가골의 양에 제한이 있는 소아 환자에서 특히 효과적인 술식이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 결 론

다양한 원인에 의한 광범위한 골결손에 대해서는 현재 까지도 치료에 많은 어려움이 있다. 저자들의 골막보존 비골이식술은 골결손부에 적절한 안정성을 제공하는 동시에 공여부의 골결손이 재형성되어 공여부의 합병증을 최소화 할 수 있을 것으로 생각된다. 공여부의 재형성으로 특히 자가골 이식에 어려움이 있는 소아환자에서 광범위한 골결손을 수복하거나 골종양의 재발로 반복적인 골이식을 요하는 경우에 있어서 우수한 술식이 될 수 있을 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. Chapman MW, Rodrigo JJ: Bone grafting, bone graft

substitutes, and growth factors. *Chapman's orthopedic surgery*. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins: 181-215, 1993.

2. Chen MT, Chang MC, Chen CM, Chen TH: Double-strut free vascular fibular grafting for reconstruction of the lower extremities. *Injury*, 34: 763-769, 2003.
3. Ganel A, Yaffe B: Ankle instability of the donor site following removal of vascularized fibular bone graft. *Ann Plast Surg*, 24: 7-9, 1990.
4. Gitelis S, Piasecki P, Turner T, Haggard W, Charters J, Urban R: Use of a calcium sulfate-based bone graft substitute for benign bone lesions. *Orthopedics*, 24: 162-166, 2001.
5. Hatori M, Ayoub KS, Grimer RJ, Carter SR, Tillman RM: The two-stage ipsilateral fibular transfer for tibial defect following tumour excision. *Sarcoma*, 4: 27-30, 2000.
6. Kerry RM, Masri BA, Garbuz DS, Czitrom A, Duncan CP: The biology of bone grafting. *Instr Course Lect*, 48: 645-652, 1999.
7. Kim HM, Lee KH, Jeong CH, Kim YS, Choi MG, Ilm IJ: Treatment of avascular necrosis of the femoral head with free vascularized fibular graft. *J Korean Orthop Assoc*, 33: 941-951, 1998.
8. Lee EH, Goh JC, Helm R, Pho RW: Donor site morbidity following resection of the fibula. *J Bone Joint Surg Br*, 72: 129-131, 1990.
9. Meagher PJ, Morrison WA: Free fibula flap-donor-site morbidity: case report and review of the literature. *J Reconstr Microsurg*, 18: 465-468, 2002.
10. Mirzayan R, Panossian V, Avelid R, Forrester DM, Menendez LR: The use of calcium sulfate in the treatment of benign bone lesions. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am*, 83: 355-358, 2001.
11. Peltier LF, Jones RH: Treatment of unicameral bone cysts by curettage and packing with plaster-of-Paris pellets. *J Bone Joint Surg Am*, 60: 820-822, 1978.
12. Rougraff BT: Bone graft alternatives in the treatment of benign bone tumors. *Instr Course Lect*, 54: 505-512, 2005.
13. Shpitzer T, Neligan P, Boyd B, Gullane P, Gur E and Freeman J: Leg morbidity and function following fibular free flap harvest. *Ann Plast Surg*, 38: 460-464, 1997.
14. Vogelín E, Jones NF, Huang JI, Brekke JH, Lieberman

**JR:** *Healing of a critical-sized defect in the rat femur with use of a vascularized periosteal flap, a biodegradable matrix, and*

*bone morphogenetic protein. J Bone Joint Surg Am, 87: 1323-1331, 2005.*

**= 국문초록 =**

**목 적:** 골막을 보존하여 비골이식을 시행하여 공여부의 재형성을 통한 공여부 합병증을 감소시키는 새로운 치료 방법의 결과에 대해 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 1998년 9월부터 2005년 3월까지 골종양 및 불유합으로 인한 골결손에 대해 골막 보존 비골이식을 시행하였던 환자 중 12개월 이상 추시가 가능하였던 20명을 대상으로 하였다. 평균 연령은 13.3세(범위, 2-29세)였고 평균 추시 기간은 16.2개월(범위, 12-36개월)이었다.

**결 과:** 골결손을 유발한 질환의 골유합에는 평균 3.3개월(범위, 2-6개월)이 소요되었고 공여부의 재형성에는 13예에서 평균 9.1주(범위, 4-12주)이 소요되었으며, 6예에서는 재형성이 불완전했으며, 1예에서는 재형성이 일어나지 않았다. 공여부의 합병증은 2예에서 발생하였으며, 모두 공여부에 재형성이 불완전했던 경우였다.

**결 론:** 골막을 보존하는 비골이식방법은 공여부의 합병증을 최소화하면서 골결손을 재건할 수 있는 우수한 방법으로 생각되며 특히 소아환자에서 유용한 술식으로 생각된다.

**색인 단어:** 비골이식, 골막 보존, 공여부 합병증