

## 장 골의 양성 골 종양 절제술 후 골 결손에 대한 Ilizarov 외고정기를 이용한 치료

정성택 · 조성범 · 이진호

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

### Treatment of Bone Loss using Ilizarov Fixation after Resection of Benign Tumor in the Long Bone

Sung Taek Jung, M.D., Seong Beom Cho, M.D., and Jin Ho Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University Hospital, Gwangju, Korea

**Purpose:** This study analyzed the results of treatment of bone loss using Ilizarov fixation after resection of benign tumor in the long bone radiologically and clinically.

**Materials and Methods:** Initial diagnoses were 5 osteofibrous dysplasia, 1 aneurysmal bone cyst and 1 giant cell tumor. Three indices were used to evaluate the results; percentage transport, healing index and percentage increase. The function of the affected limb was assessed according to Enneking rating. And we assessed the radiological and functional results according to A.S.A.M.I.'s classification.

**Results:** Percentage transport averaged 75% (range: 29-144), healing index averaged 64.5 day/cm (range: 34.8-108.6) and the percentage increase averaged 13% (range: 11-20). In Enneking rating, there were 6 cases that were classified as being better than good. In A.S.A.M.I.'s classification, there were 6 good cases, and 1 fair case each in the bone result and functional result, respectively.

**Conclusion:** Ilizarov technique is a reconstruction method using living bone. It is safe and effective for the treatment of bone loss after the resection of a benign tumor in the long bone.

**Key Words:** Benign bone tumor, Bone defect, Ilizarov

#### 서 론

경골, 대퇴골 등의 장골(long bone)에 발생하는 골섬유성 이형성증, 동맥류성 골낭종, 거대세포종 등은 양성 골 종양이다. 더욱이 골섬유성 이형성증은 경과 관찰만으로도 더 이상의 진행 없이 자연치유를 보이는 경우도 있어 보존적인 치료가 원칙이며 수술이 필요하더라도 가능하면 골격 성장이 멈추어 질환의 활성이 감소하는 15세 이후까지 수술을 연기하는 것이 바람직하다. 그러나 상기 양성 골 종양은 재발이 많으며 과도한 골파괴나 골취약성을 가져와 병적 골절의 위험성을 갖는다<sup>16)</sup>. 이처럼 병변이 광범위하여 골이 취약해진 경우, 급격한 진행을 보이는 경우, 병적 골절이 반복되거나 심한

만곡이나 가관절증을 형성한 경우 등에서는 수술적 치료가 불가피하다. 이런 경우 그 치료 방법으로는 국소 소파술부터 골 병변 부위 전범위 골 절제술(en bloc resection)까지 다양하며 일반적인 치료로는 주로 소파술(curettage)이 이용되어 왔다. 하지만 이는 재발 및 장골의 각변형 등의 많은 문제점을 보이고 있어 병변 부위의 광범위 골 절제술이 필요한 경우가 많으며 이후 발생한 골 결손에 대해 골이식술 및 내고정술, 전기 자극, 생화학 물질 이식술, 외고정기를 이용한 치료방법 등이 이용되고 있다<sup>14, 16)</sup>. 이에 본 연구에서는 양성 골 종양 치료 후 발생한 골 결손의 해결 방법으로 아직 많은 보고가 없는 피질 절골술 후 신연 골생성술로써 Ilizarov 외고정기

통신저자 : 조 성 범

광주시 동구 학 1동 8번지  
전남대학교 의과대학 정형외과학교실  
TEL: 062-227-1640 • FAX: 062-225-7794  
E-mail: madkid@dreamwiz.com

Address reprint requests to

Seong Beom Cho, M.D.  
Department of Orthopaedic Surgery, Chonnam National University Hospital,  
8, Hak 1-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea  
Tel: +82,62-227-1640, Fax: +82,62-225-7794  
E-mail: madkid@dreamwiz.com

를 이용한 치료의 임상적, 방사선적 결과 및 여러 가지 합병증 등을 알아보고자 한다.

## 대상 및 방법

본원에서 1997년 10월부터 2005년 5월까지 장골에 발생한 양성 종양에 대해 광범위 골 병변 절제술 후 Ilizarov 외고정기를 이용한 신연 골생성술로 치료 받고 술후 최소 1년 이상 추시가 가능했던 7명의 환자를 대상으로 하였다. 총 7명 중 남자 6명, 여자 1명이었으며 수술 당시의 평균 연령은 13.9 (4.8-36.8)세였다. 원인 질환으로는 골섬유성 이형성증이 총 5예로 가장 많았으며 동맥류성 골낭종이 1예, 거대세포종이 1예였다.

본 연구에서는 Ilizarov 기구를 이용하여 치료한 장골의 골 결손 치료 결과의 평가를 위해 방사선적으로 골편 이동 비율(percentage transport: 골 결손 크기/이동 골편 크기  $\times 100$ )과 치유지수(healing index: 기구 장치부터 제거까지의 개월 수/연장된 길이 cm) 그리고 술전 길이에 대한 연장율(percentage increase: 신연된 골 길이/술전 원 골 길이)를 분석하였으며<sup>10,17)</sup> 임상적으로 En-neking에 따른 환측의 기능적 면을 평가하였다<sup>5)</sup>. 또한 A.S.A.M.I. group의 분류에 따라 골적 결과와 기능적 결과를 평가하였다<sup>11-13)</sup>. 골적 결과는 골유합, 감염여부, 변형, 하지부동유무 등을 기준하여 우수, 양호, 보통, 불량으로 구분하여 평가하였다. 우수는 골유합을 얻고 감염소실, 6도 이내의 변형, 2.5 cm 이하의 하지 부동이 있을 때로 하였고 양호는 골유합이 되었고 나머지 기준에서 두 개를 만족할 때이며, 보통은 골유합을 얻고 나머지 기준 중 한 개를 만족할 때, 마지막으로 골유합을 얻지 못한 경우를 불량으로 분류하였다. 기능적 결과는 다섯 가지를 기준으로 하였는데 첫째 동통의 유무, 둘째 관절 구축 유무, 셋째 연부조직 위축 유무, 넷째 보행시 파행 유무, 다섯째 일상생활 수행능력 정도를 평가하였다. 기능적 결과상 우수는 환자가 어려움 없이 일상생활을 수행할 수 있고 파행, 관절 구축, 연부조직 위축 그리고 동통이 없을 때로 하였다. 양호는 일상생활을 어려움 없이 수행할 수 있으나 다른 기준 중 한가지나 혹은 두 가지가 있을 때로 하였고, 보통은 일상생활에 어려움은 없으나 나머지 기준 중 세 가지 혹은 네 가지 전부 있거나 또는 절단을 하였을 경우이며, 불량은 어떤 경우라도 일상생활에 심각한 장애가 있는 경우로 하였다<sup>5,13)</sup>.

종양 제거술 후 발생한 골 결손의 길이는 평균 43.9 (28-74) mm였다. 수술방법으로는 수술 전 환자의 예상 골 결손 부위에 남아있는 근위부 및 원위부 각각 두 부위에서 고정될 수 있도록 미리 적절한 크기의 Ilizarov 기구를 조립하였으며, 장골의 정렬 상태를 방사선 투시하여 확인 후 상하 관절에 평행하고 근위부와 원위부에 평행하게 K강선으로 고정 후 강선 긴장기구(dynamometric wire tensioner)를 이용하여 110-130 kg의 긴장을 가하여 Ilizarov 링을 단단히 고정하였다. 수술 후 평균 8.6 (6-11)일의 절골 치유기간의 휴지기를 갖고 하루에 1 mm 또는 0.5 mm를 4회에 나누어 신장시켰다. 피질 절골술 후 근위부로 이동시킨 경우 1예, 원위부로 이동시킨 경우가 6예였다. 골편 신연 중에도 가능하면 환자에게 관절 운동과 체중 부하 운동을 시켰다. 주기적으로 방사선 촬영을 하면서 골 형성 정도에 따라 신장속도를 조절하였고 Ilizarov 외고정기를 평균 243 (123-568)일 유지하였으며 계획된 길이의 골연장을 얻은 후에는 목발 보행과 더불어 적극적인 체중부하 보행을 더욱 권장하여 신연 간격(distract gap)의 고정화(consolidation), 피질골화(corticalization)와 골수강의 재형성이 어느 정도 진행되면 Ilizarov 기구를 제거하였고, 필요할 경우 피질골화가 완전히 보일 때까지 석고 붕대를 고정하거나 보조기를 착용하여 골절이 발생하지 않도록 하였다.

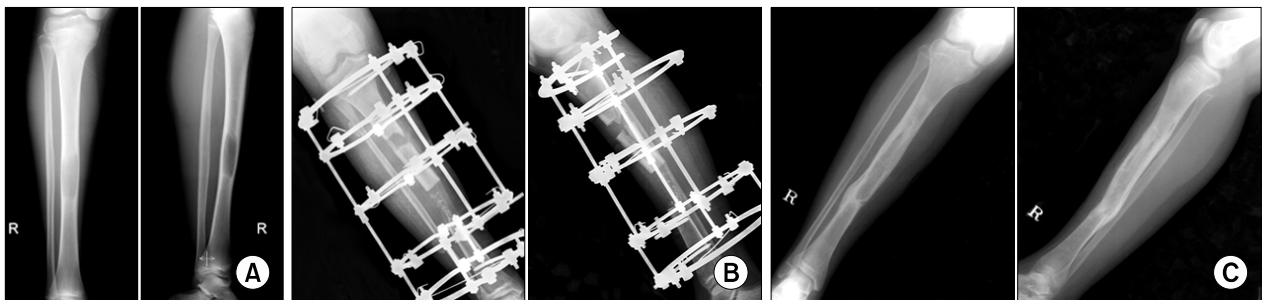
## 결 과

골연장의 목표 길이는 환자의 나이, 골연령, 환측 및 건측 골의 길이 등을 고려하여 결정하였으며 최소 3.0 cm에서 최대 7.2 cm로 평균 4.4 cm을 연장하였다(Fig. 1-7).

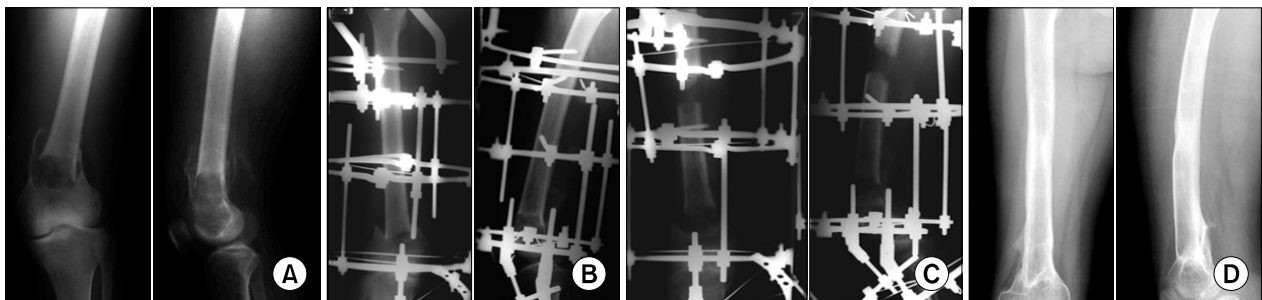
골결손의 골 재건 방법은 신연 신생골 형성 분류(classification of reconstruction by distraction osteogenesis)에 따라 골 이동(bone transport)에 의한 골간 골형성(diaphyseal reconstruction) 5예, 골 단축 신연(shortening distraction)에 의한 골간단 골형성(metaphyseal reconstruction) 2예로 분류되었다<sup>5,7,17)</sup>. 평균 골 유합 기간은 8.0 (4.1-18.9)개월이었다. 치유 지수(Healing index)는 평균 64.5 (34.8-108.6)일/cm였고 골편 이동 비율은 평균 75 (29-144)%였다. 또한 술전 길이에 대한 연장율은 평균 13 (11-20)%로 술전 연장 목표에 도달하였다<sup>10)</sup>. 또한 환측의 기능적 평가인 En-



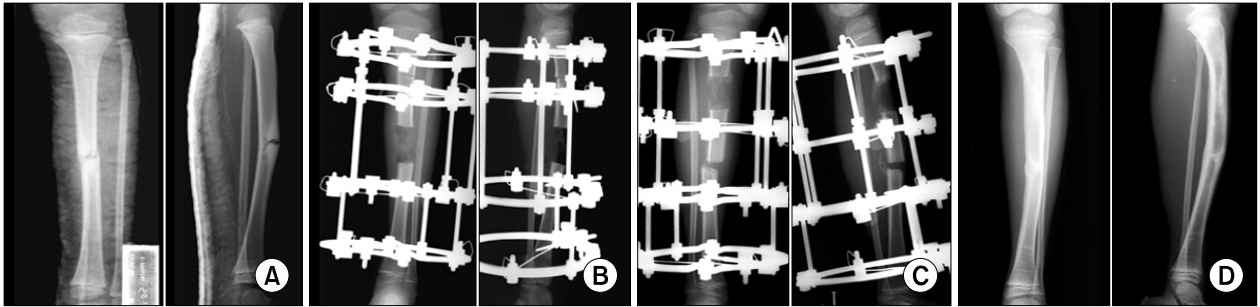
**Fig. 1.** (A) Radiographs of a 12-year-old male patient show an osteolytic lesion of left tibial shaft. (B) Coronal and sagittal images of computed tomograph show the same lesions. (C) We performed resection of the lesion and applied Ilizarov fixator. Pathologic diagnosis was osteofibrous dysplasia. (D) Radiographs of at 5 months postoperative show nonunion of docking site. (E) We performed a fibular strut bone graft at docking site. (F) Radiographs from the last follow-up show a healed bone lesion.



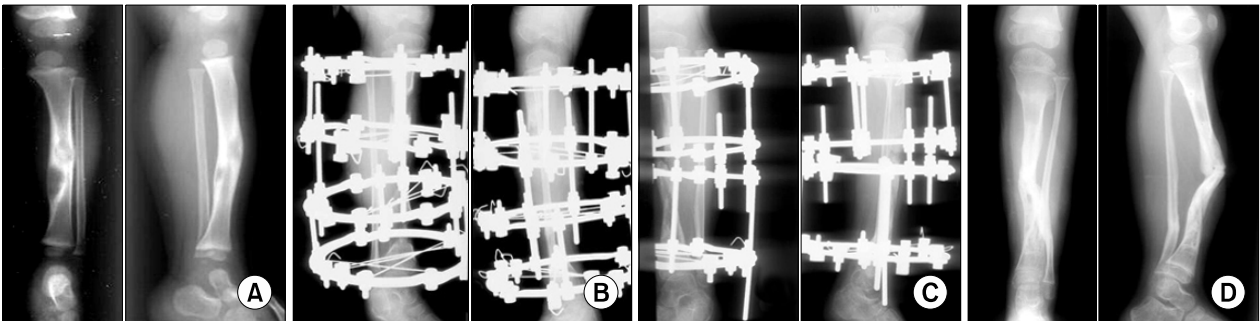
**Fig. 2.** (A) Radiographs of a 14-year-old male patient show an osteolytic lesion of the shaft of the right tibia. (B) We resected the lesion and inserted calcium sulfate into the bone defect and applied Ilizarov fixator. We simultaneously performed corticotomy at the proximal metaphysis. Radiographs at 1 month postoperative showed that the proximal fragment was transported distally. (C) Radiographs from the last follow-up show healed bone lesion.



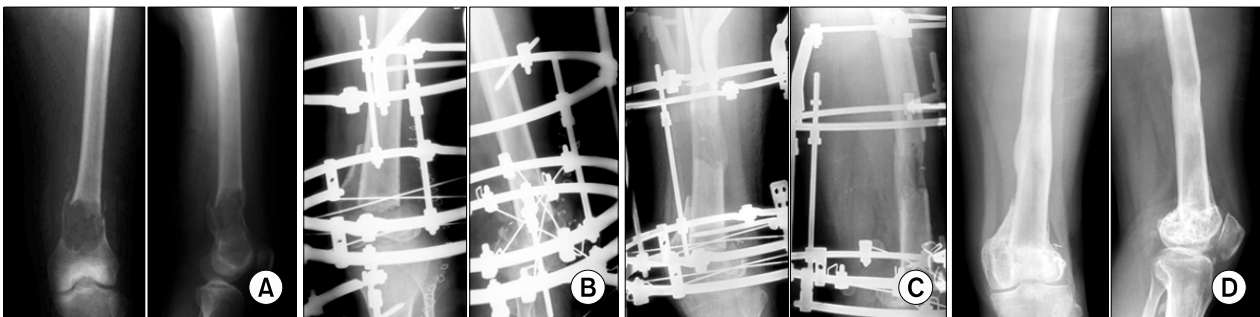
**Fig. 3.** (A) Radiographs of a 15-year-old female patient show a pathologic fracture of the right distal femur. (B) We performed resecting of the lesion and applied Ilizarov fixator. (C) Radiographs at 2 months postoperative show lengthening of the corticotomy site. (D) Radiographs from the last follow-up show a healed bone lesion.



**Fig. 4.** (A) The image shows the pathologic fracture due to fibrous dysplasia of the diaphysis, (B) We resected the lesion and applied Ilizarov fixator, (C) We performed gradual lengthening at the proximal metaphysis, (D) Radiographs at the last follow-up show a healed bone lesion.



**Fig. 5.** (A) Radiographs of a 4-year-old male patient show an osteolytic lesion of the right tibial diaphysis, (B) We performed resecting of the lesion and applied Ilizarov fixator, (C) Radiographs at 12 months postoperative show lengthening of the corticotomy site, (D) Radiographs at the last follow-up show a healed bone lesion.



**Fig. 6.** (A) Radiographs of a 36-year-old male patient show an osteolytic lesion of the left distal femur, (B) We resected the lesion and applied Ilizarov fixator, (C) Radiographs at 9 months postoperative show lengthening of the corticotomy site, (D) Radiographs at 2 years postoperative show a healed bone lesion.

neking에 따른 분석상 탁월 1예, 우수 5예, 양호 1예를 보였다<sup>5)</sup>(Table 1). A.S.A.M.I.의 분류상 골적 결과는 우수 6예, 양호 1예였고 보통 및 불량은 없었으며 기능적 결과 또한 우수 6예, 양호 1예로 보통이나 불량은 없었다(Table 1). 전 예에서 장골 계측 촬영을 시행하였으며 2 cm 이상의 하지 부동을 보이는 경우는 한 예에서도 발생

하지 않았다. 총 7예 중 2예에서 접촉 부위(docking site)의 불유합이 발생하여 비골 이식과 함께 4일간의 매일 1 mm씩 압박 단축 후 신연하여 골유합 및 원하는 길이의 골 신연을 가졌다(Fig. 1). 또한 1예에서 K강선 삽입 부위에서 염증 소견을 보였으나 일주일간의 경구 항생제 투여 후 염증소견은 소실되었다. 술 후 골절, 종양의 재발,

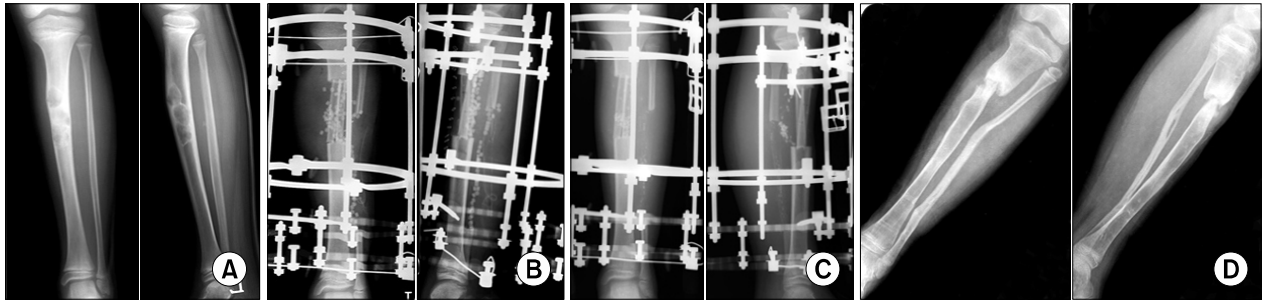


Fig. 7. (A) Radiographs of a 10-year-old male patient show an osteolytic lesion of the shaft of the right tibia. (B) We resected the lesion and inserted calcium sulfate and a fibular strut bone graft at the bone defect. (C) The image shows union processing at the graft site. (D) Radiographs at the last follow-up show a healed bone lesion.

Table 1. Summary of Treated Patients

No.*	Age	Sex	Diagnosis	Site	Defect size (cm)	Method	Enneking's rating	A.S.A.M.I. classification	
								Bone	Function
1	10.6	M <sup>†</sup>	OFD <sup>§</sup>	Proximal tibia	3.10	Diaphyseal	Fair	Good	Good
2	14.1	M	OFD	Tibial shaft	7.40	Diaphyseal	Good	Good	Fair
3	12.2	M	OFD	Proximal tibia	4.90	Diaphyseal	Good	Fair	Good
4	15.8	F <sup>‡</sup>	ABC <sup>  </sup>	Distal femur	4.50	Diaphyseal	Excellent	Good	Good
5	4.8	M	OFD	Tibial shaft	2.80	Metaphyseal	Good	Good	Good
6	7.2	M	OFD	Tibial shaft	3.80	Diaphyseal	Good	Good	Good
7	36.8	M	GCT <sup>¶</sup>	Distal femur	4.23	Metaphyseal	Good	Good	Good

\*No., Number; <sup>†</sup>M, Male; <sup>‡</sup>F, Female; <sup>§</sup>OFD, Osteofibrous dysplasia; <sup>||</sup>ABC, Aneurysmal bone tumor; <sup>¶</sup>GCT, Giant cell tumor.

족근관절의 침착, 재형성골의 조기 경화(consolidation) 등의 다른 합병증은 보이지 않았다.

## 고 찰

1905년 Codivilla가 대퇴골 절골술 후 종골 견인 방법을 제시함으로써 수술적 방법에 의한 하지 연장술이 시작된 이래 Putti, Abbott, Anderson 등이 여러 방법을 고안하였으나, 대부분 기술상의 어려움과 많은 합병증 등으로 좋은 성과를 얻지 못하였다<sup>1,2,4</sup>. 1960년대 새로운 방법들이 나타나게 되었는데, Vassershtein은 신연 간격을 동종의 피질골 이식을 통하여 채워지게 하였고 1971년 Wagner는 견고한 골신연 장치를 이용하여 골연장을 얻은 후 신연 간격에 장골 이식을 하고 내고정하는 방법을 고안하여 좋은 결과를 보고하였다<sup>18,19</sup>. Ilizarov는 신연 골생성술(distraction osteogenesis)이라는 개념을 도입하였는데, 이는 장골 방향으로 지속적인 골형성이 일어나도록 유도하는 방법으로 그는 독특한 형태의

골 외고정 장치를 고안하여 하지뿐만 아니라 상지 연장에도 이용하였고 그 밖에 복잡한 변형의 고정, 골절의 치료에까지 이용하는 등 정형외과 영역에서 치료가 용이하지 않았던 여러 질환의 치료에 좋은 결과를 보고하였다<sup>3,6-8,14</sup>.

하지만 근골격계 종양의 치료에 있어서의 그 이용은 아직 많은 보고가 없는 실정이다<sup>9,16,17</sup>. 양성 골 종양에 대한 일반적인 치료로 지금까지는 소파술을 시행하고 있으며 이는 수술 후 국소적 재발, 골용해에 의한 골절 위험성, 각 변형 등의 문제점을 야기할 수 있다<sup>9,15-17</sup>.

Ilizarov 기구를 이용한 신연 신생골 형성 방법은 오랜 기간 외고정기를 유지해야 하고 이로 인해 핀 삽입부의 감염, K-강선의 파괴, 환자의 심적 부담감 등의 문제점을 가지고 있으나<sup>15,16</sup> 자가 생골을 이용한 신연 신생골 형성술을 이용함으로써 궁극적으로 안정성 및 물리적 안정성을 제공하며 골 대체물이나 골이식술로 인한 합병증을 줄일 수 있음을 알 수 있었다<sup>9</sup>. 또한 골 신연부분의

말초 신경, 혈관, 근육 피부 등의 신연도 점진적으로 얻을 수 있어 이들의 문제점도 해소 가능하였다<sup>14)</sup>. Tsuchiya 등의 보고에 의하면 15예(10예의 골육종 및 5예의 거대세포종)의 골 종양 환자에서 신연 신생골 형성법을 이용한 결과 장기 생존율 및 합병증에 관해서 만족할 만한 결과를 얻었다<sup>17)</sup>. 그들은 또한 5예의 거대세포종 환자에서 Ilizarov 방법을 이용하여 평균 5.7 cm의 결손부위에 대해 233일의 외고정을 통하여 평균 40.5일/cm의 치유지수를 보였고 합병증으로는 1예의 접촉 부위의 골절, 족근관절의 침착, 재형성된 골의 경화, 비골 두의 아탈구의 합병증을 보였다. 본 연구에서도 이들과 비슷한 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

이처럼 Ilizarov 외고정기를 이용한 골 신연 신생골 형성술은 양성 골병변의 치료에 효과적으로 사용해볼 수 있는 한 방법이다. 골섬유성 이형성증, 동맥류성 골낭종, 거대세포종과 같은 양성 종양성 골병변이 있는 경우 간단한 소파술이나 제거술로는 재발, 각 변형 등의 단점이 있으나 본 방법은 건강한 피부 및 조직의 결손 없이 치료가 가능하며 효과적인 골 치유가 기대되기 때문이다. 또한 골 신연 신생골 형성술은 광범위 제거술 후에 발생한 과도한 골 결손을 채울 수 있으며 변형의 교정 또한 가능한 방법이었다<sup>9)</sup>.

## 결 론

장 골의 양성 골 종양 제거술 후 골 결손에 대한 Ilizarov 외고정기를 이용한 골 신연 신생골 형성술은 자가 생골을 이용한 재건이라는 장점을 가지며 안전하고 효과적인 방법으로 양성 골병변의 치료에 효과적으로 사용해볼 수 있는 한 방법임을 알 수 있었다.

## 참고문헌

1. **Abbott LC:** The operative lengthening of the tibia and fibula. *J Bone Joint Surg*, 9: 128, 1927.
2. **Anderson WV:** Leg-lengthening, in proceedings of the British Orthopedic Association. *J Bone Joint Surg Br*, 34: 150, 1952.
3. **Cierny G 3rd, Zorn KE:** Segmental tibial defects. Comparing conventional and Ilizarov methodologies. *Clin Orthop Relat Res*, 301: 118-123, 1994.
4. **Codivillar A:** On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. 1904. *Clin Orthop Relat Res*, 301: 4-9, 1994.
5. **Enneking WF:** A system for functional evaluation of the surgical management of musculoskeletal tumors. In: Enneking WF. ed. *Limb salvage in musculoskeletal oncology*. New York: Churchill Livingstone, 5-16, 1987.
6. **Hahn SB, Park EH, Park HW, Kim HW, Kim BH:** Comparison of treating tibial nonunion with bone and soft tissue defect: Ilizarov only versus free flap and Ilizarov. *J Korean Orthop Assoc*, 37: 754-758, 2002.
7. **Ilizarov GA:** The tension-stress effect on the genesis and growth of tissue: Part II. The influence of the rate and frequency of distraction. *Clin Orthop Relat Res*, 239: 263-285, 1989.
8. **Ilizarov GA:** Clinical application of tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res*, 250: 8-26, 1990.
9. **Karita M, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Tomita K:** Osteofibrous dysplasia treated with distraction osteogenesis: a report of two cases. *J Orthop Sci*, 9: 516-520, 2004.
10. **Lee DY, Choi IH, Chung CY, Lee KH, Kim HS:** Our experience on leg lengthening by the Ilizarov technique. -A preliminary report on the first seventeen patients-. *J Korean Orthop Assoc*, 25: 1611-1623, 1990.
11. **Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB, Cattaneo R:** Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop Relat Res*, 241: 146-165, 1989.
12. **Paley D, Fleming B, Pope M, Kristansen T:** A comparative study of fracture gap motion and shear in external fixation. Presented at the Conference on Recent Advances in External Fixation. Riva Del Garda, 28-30, 1986.
13. **Song HR, Cho SH, Koo KH, et al:** Treatment of tibial bone defect by internal bone transport using Ilizarov method. *J Korean Orthop Assoc*, 31: 1071-1079, 1996.
14. **Subasi M, Kapukaya A:** Distraction osteogenesis for treatment of bone loss in the lower extremity. *J Orthop Sci*, 8: 882-884, 2003.
15. **Tsuchiya H, Tomita K:** Distraction osteogenesis for treatment of bone loss in the lower extremity. *J Orthop Sci*, 8: 116-124, 2003.
16. **Tsuchiya H, Tomita K, Shinokawa Y, Minematsu K, Katsuo S, Taki J:** The Ilizarov method in the management

of giant-cell tumours of the proximal tibia. *J Bone Joint Surg Br*, 78: 264-269, 1996.

17. **Tsuchiya H, Tomita K, Minematsu K, Mori Y, Asada N, Kitano S:** Limb salvage using distraction osteogenesis. A classification of the technique. *J Bone Joint Surg Br*, 79: 403-411, 1997.

18. **Vassershtein IS:** Distraction-compression method of elongation of the lower extremity with use of bone tubular homotransplant. *Orthop Travmatol Protez*, 29: 44-48, 1968.

19. **Wagner H:** Operative lengthening of the femur. *Clin Orthop Relat Res*, 136: 125-142, 1978.

= 국문초록 =

**목 적:** 양성 골 종양에 대해 절제술 후 발생한 골 결손의 치료방법으로 Ilizarov 외고정기를 이용한 치료의 결과에 대해 방사선 및 임상적으로 분석해 보고자 한다.

**대상 및 방법:** 원인 질환으로는 골섬유성 이형성증이 5예로 가장 많았으며 동맥류성 골낭종이 1예, 거대세포종이 1예였다. 방사선적으로 골편 이동 비율과 치유지수 및 술전 길이에 대한 연장율을 분석하였으며 임상적으로 Enneking에 따른 환측의 기능적 면을 평가하였다. 또한 A.S.A.M.I. group의 분류에 따라 골적 결과와 기능적 결과를 평가하였다.

**결 과:** 골편 이동 비율은 평균 75 (29-144)%였으며 치유 지수는 평균 64.5 (34.8-108.6)일/cm였으며 술전 길이에 대한 연장율은 평균 13 (11-20)%였다. 환측의 기능적 평가인 Enneking에 따른 분석 상 6예에서 우수 이상의 결과를 보였다. A.S.A.M.I. 분류상 골적 결과 및 기능적 결과는 각각 우수 6예, 양호 1예였다.

**결 론:** 장 골의 양성 골 종양 제거술 후 골 결손에 대한 Ilizarov를 이용한 골 신연 신생골 형성술은 자가 생골을 이용한 재건이라는 장점을 가지며 안전하고 효과적인 방법으로 양성 골병변의 치료에 효과적으로 사용해 볼 수 있는 한 방법임을 알 수 있었다.

**색인 단어:** 양성 골 종양, 골 결손, Ilizarov