

## 국소 골 전이술에 의한 골결손의 치료

—3례 보고—

한양대학교 의과대학 정형외과학교실

김성준 · 황건성 · 정현기 · 박예수

— Abstract —

### Treatment of Bone Loss by Local Bone Transportation

— A report 3 cases —

Sung-Joon Kim, M.D., Kuhn-Sung Whang, M.D.,  
Hyun-Kee Chung, M.D. and Ye Soo Park, M.D.\*

*Department of Orthopaedic Surgery, Hanyang University College of Medicine*

We experienced the local bone transportation in 3 cases, with a dynamic axial fixator, which had been effected the large bone defects because of the loss of the bony segment or infected non-union.

The 2 patients showed the large femoral bone defect after motorcycle accident and the other patient, the tibial infected nonunion with large bone defect.

The two femoral bone defects were treated by callotasis, and the tibial bone defect by chondrodiatasis.

The size of bony defects were 12.0cm and 6.5cm and the amount of bony transportation were 10.0cm, 9.4cm and 5.9cm in orthoroentgenogram.

These local bone transportations induced excellent osteogenesis and it filled up the defects.

We suggest that local bone transportation might be one of the best ways for the treatment of the large bone defects.

---

**Key Words :** Local bone transportation, Dynamic axial fixator, Bone defects, Non-union.

### 서 론

장관골의 광범위한 골결손은 골이식술, 유리비골 이식술, 유경편 골이식술, 그리고 custom-made endoprosthesis를 이용한 내고정술로 흔히 치료되어 왔다.

한편 골연상술에 대하여 소련의 Ilizarov<sup>13,14)</sup>에 의해 새로운 연구가 서구에 소개되면서 신생골 형성에 대한 생리, 해부학적 연구와 고정기기의 발달로 근래에 활발하게 시도되어 우수한 결과가 보고되며 Ilizarov는 광범위 골결손의 치료에도 골연상술의 원리를 적용하고 ring fixator를 이용하여 역시 우수한 결과를 제시하였다.

또 De Bastiani 등<sup>10)</sup>은 골연장술에서 신생골 형성에 가골 신연술(callotasis)을 제안하여 우수한 결과를 얻고 이 원리를 광범위 골결손 치료에 적용되고 있어 본 교실에서는 편축성 고정기기인 dynamic axial fixator를 장치하여 가골 신연술과 골단판 신연술(chondrodiastasis)<sup>9)</sup>을 적용하여 장관골에 광범위한 골결손을 동반한 3례에서 국소 골전이술<sup>11)</sup>로 치험한 바를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 증례 보고

### 증례 1 : 이○○ 남자 34세

오토바이 교통사고로 발생한 Gustilo 3-B형 우측 대퇴골 원위간부 개방성 분쇄골절로 타병원에서 1차 치료중 골절 부위에 감염을 보여 전원되었다(Fig. 1-A,B). 동반 손상으로는 우측 요골, 우측 슬개골 및 우측 제1 중족골에 각각 개방성 분쇄골절이 있었으나 전신적으로는 비교적 양호한 건강상태를 보이고 있었다.

경골 근위 간단부에 골전인을 시행하여 대퇴골 분쇄골절부의 길이를 유지하며 감염된 골절부에 골소

파술을 시행한 후 국소 관류 세척을 실시하였으며, 2개월 경과후에 국소 감염 증상이 소멸된 것으로 판단되어, 골절 부위의 안정을 위해 Judet 금속판 및 금속정을 이용한 내고정술을 시행하였으나 감염이 재발되었다(Fig. 1-C). 이에 수상 8개월째 감염된 다발성 골절편과 내고정물을 제거하였고 동시에 국소 골 전이술이 가능한 dynamic axial fixator를 장착하여 대퇴골 길이를 유지하였다(Fig. 1-D). 골절과 골소파술에 의해 orthoroentgenogram상 12cm의 국소 골결손이 발생되었으며, 이에 전자하부에서는 피질 절골술을 시행하였고 동시에 국소 관류 세척을 시행하였다. 2주 후에 6시간마다 0.25mm씩 4회 즉 매일 1mm씩 절골부에서 원위부로 골전이를 실시하여, 골 전이부에 신생골이 형성되어 충전된 소견을 볼 수 있으며 3개월에 10cm의 우수한 신생골의 형성을 보였으며 골결손부도 점차 감소되었으나 골절편의 근접이 불량하여 우선 형성골의 성숙을 위해 전이술을 중지하였다. 1개월 경과후 골결손부의 골배열을 정복하며 동시에 2cm 간격의 섬유성 조직을 제거하고 골결손 부위는 단축하여 정복하며 골이식술을 시행하였다(Fig. 1-E).

**Fig. 1-A,B,C.** (A)(B): The 34 year old patient with Gustilo III-B open comminuted distal femur fracture. (C): At 2 months later, internal fixation with Judet plate was done.

**D,E,F.** (D): At 8 month later, dynamic axial-fixator was applied after removal of the infected tissue with internal device. (E): The alignment of new bone formation site was reduced and the bone graft was done at the bone defect site. (F): The refracture was showed at the bone graft site.

골이식술 후 3개월에 국소골 전이부에 피질골층이 형성되어 dynamization 시키며 부분 체중 부하를 시행하였으며 골결손 부위는 신생골로 충전되어 있으나 아직도 골이식부위의 불완전 유합을 보여주고 있다.

6개월 경과후 방사선 검사상 골전이술 부위는 신생골로 충전되어 있으나, 이식골부의 재골절 양상을 보여주고 있다(Fig. 1-F). 추후 장하지 석고 부목 고정을 4주 시행하여 골절부의 유합을 유도하였다.

## 증례 2 : 박○○ 남자 36세

오토바이 교통사고로 발생한 Gustilo 3-B형의 우측 대퇴골 근위간부 개방성 분쇄골절을 보이며 동시에 골절부위에 광범위한 골결손이 발생된 상태로 내원하였다(Fig. 2-A).

동반 손상으로는 동측에 Gustilo 2형의 경골 개방성 분쇄골절이 있어 수상 당일 개방창의 변연절제술을 시행하여 Kuntscher 정을 이용한 내고장술을 시행하여 하퇴부에 안정을 얻었다. 대퇴골은 원위 간단부에 골견인을 시행하여 골결손 부위의 길이 및 배열을 유지시키며, 대퇴부 피사조직에 대하여 변연

절제술을 시행하여 창상을 치유시키었다. 수상 3개월에 국소골 전이용 외고정 기기(segmental lengthener)를 대퇴골에 장착하고, 원위 골편의 원위간부에서 피질절골술을 시행하였다(Fig. 2-B,C). 골견인을 시행하였으나 대퇴부의 단축이 3cm 발생하여 정확한 결손부위의 복원을 위해 매일 5mm씩 술후 4일째부터 6일간 결손부를 신연시키어 2.7cm의 하지 연장을 시행하였다.

Orthoroentgenogram상 골결손부의 크기는 12.9cm로서 절골술을 시행한 근위골편을 골결손부위인 대퇴골 근위부를 향하여 술후 2주후부터 6시간마다 0.25mm씩 매일 1mm의 국소골전이를 실시하여, 전이술 시행 1개월에 2.8cm의 신생골 형성을 보여주고 있으며 3개월에 9.4cm의 신생골을 형성하였으며, 골결손부위의 감소를 보였으나 골결손단의 근접이 불량한 소견을 보여주고 있다(Fig. 2-D).

신생골의 성숙을 보여 전이술을 완료하고 3개월 후 외고정기기를 제거하며 골결손단의 정복을 외고정기기를 이용하여 시도하였으나 실패하고 경골 근위부 골견인을 실시하여 골결손부의 변형을 교정하였다(Fig. 2-E).

**Fig. 2-A,B,C.** (A): The 36 year old patient with Gustilo III-B open comminuted proximal femur fracture.

(B)(C): Dynamic axial fixator was applied and the corticotomy was done at the distal femur.

**D,E,F.** (D): At postop. 3 months, the new bone formation was seen in 9.4cm length. (E): The mal-alignment was corrected with skeletal traction. (F): After the consolidation of transportation site, interlocking nailing was done.

골전이부의 골화가 진전된 후 Interlocking정을 이용한 골수강 내고정과 골이식술을 시행하고 5개월째 골결손 부위는 신생골로 충전되었다(Fig. 2-F). 그리고 14개월에는 완전 체중부하 보행중으로 완전히 골유합을 보여주었다.

### 증례 3: 안○○ M/12+7세

보행자 교통사고로 발생한 Gustilo 2형의 우측 경골 근위간부 개방성 분쇄골절로 수상당일 타병원에서 골절부는 원형강선에 의해 골편을 정복하고 골절부의 근위 및 원위부에 횡상의 다발성 K-강선을 삽입하고 Kuntscher정과 골시멘트를 이용한 외고정을 시행하였으나 골절부에 감염이 되어 본원으로 전원되었다(Fig. 3-A).

수술을 시행한바 골절부의 골수강내에 농양물로서 충전되어 골괴사 소견을 보여 원형강선 및 K-강선을 제거한 후 Orthofix® 외고정기기를 장착하고 국소판류세척을 시행하였다(Fig. 3-B,C). 그러나 결국 부골 제거술을 시행하며 국소감염이 제거된 후에 intramedullary peg graft를 실시하였으나 불유합이 되었고 Rush정을 이용한 골수강 내고정 및 골이식술을 시행하였으나 감염이 재발하여 Rush정을 제거하고 결국 수상 15개월 후에 혈액순환이 불량한 경골 부위를 절제하여 orthoroentgenogram상 6.5cm의 골결손이 발생되었다. 이와 같은 결손의 치료를 위해 국소골전이용 외고정기기를 경골근위 골단을 포함하여 장착하였고(Fig. 3-D), 술후 1일째부터 12hr마다 0.5mm씩 매일 1mm 골단판 신연술을 실시하여 골단판 부위에 신생골이 형성되어 술후 2개월에 5.9cm의 신생골을 형성하였으며, 신연을 계속하여 결손부의 근접을 보였다(Fig. 3-E). 그러나 골결손 골단의 국소 골위축 및 경화상을 보여 비후된 골유합을 얻기 위하여 추가적 골이식을 시행하였고(Fig. 3-F) 5개월째 dynamization시켜 부분 체중부하를 시키어 9개월 후 완전 유합된 소견을 보여주고 있다(Fig. 3-G,H). 그리고 20개월 후 추시결과 완전체중 보행중으로 슬관절의 굴곡의 제한이 관찰되고 있다(AGF: 60°).

### 결 과

3례중 2례에서 Gustilo Type III-B, 1례에서 Gustilo Type II의 개방성 골절로 치료도중 골결손이 ort-

**Fig. 3-A,B,C.** (A): The 13 year old patient with Gustilo II open comminuted proximal tibia fracture. (B)(C): The external fixator was applied and the continuous irrigation was done.

horotgenogram상 각각 12.0cm, 12.9cm, 6.5cm이 생겨 2례에서 dynamic axial fixator를 이용한 가골신연술을 시행하였고, 1례에서는 골단판 신연술을 시행하여 각각 10.0cm, 9.4cm, 5.9cm의 골결손 부위를 충전하였고 골전이술에 의한 신생골 형성부의 골절은 없었다. 합병증으로는 3례 모두 지연유합 및 관절강직 소견을 보여주고 있으며 2례에서 신생골 형성부위의 부정위 근접 소견을 보여주었으며, 1례에서 전이골 근접부의 골이식부위에 재골절 양상을 보였다(Table 1).

### 고 찰

교통수단의 발달로 빠른 이동 수단이 보편화되어, 강한 외력으로(high kinetic energy)으로 인한 심한 개방성 골절이 빈발하는 추세를 보이고 있다<sup>16)</sup>. 이와 같은 심한 개방성 창상은 수상 당시 분쇄골절이 되어 골결손이 발생되거나, 창상의 감염으로 결국 골괴사 및 주위 연부조직 괴사로 절제가 시행되어 광범위한 골결손을 유발하게 된다.

Tuli<sup>20)</sup>, Burri<sup>9)</sup>, Papineau<sup>17)</sup>, Antonio<sup>4)</sup> 등은 감염을 동반한 광범위 골결손에 대하여 소파술과 더불어

**Fig. 3-D,E,F,G,H.** (D) : The necrotic bone was resected and the chondrodiatasis was done with dynamic axial fixator.  
 (E) : At postop. 2 months chondrodiatasis was done in 5.9cm length.  
 (F) : The bone defect site was seen sclerotic and atrophic change. So, the additlial bone graft was done.  
 (G)(H) : At postop. 9 months, complete union was developed.

이차적인 지연성 해면골 이식술을 시행하여 우수한 결과를 보고하고 있다.

그러나 일반적인 골절의 후유증으로 불유합이나 가관절증에 나타나는 골절손에 대한 치료법으로 단순한 소파술과 골이식술은 광범위한 골절손의 치료법으로는 부적절하여 근래에는 미세수술법의 발전으로 비골이나 골반의 장골 등을 이용한 유리골 이식술로 우수한 결과가 보고되고 있으나, 반면에 이와 같은 이식골은 골유합이 될 때까지 적절한 내고성이 필요하며 합병증으로 지연유합과 불유합이 발생되

며, 흔히 이식골의 골절이 발생되어 장기간의 치료기간이 요구되고 있다<sup>3,11,21).</sup>

한편 소련의 Ilizarov는 1950년 이래 독자적으로 원형의 독특한 외고정기기를 이용하여 "Tension-stress effect"설을 신생골 형성에 적용하여 사지연장술을 시행하여 우수한 결과를 발전시켰으며 이 원리를 광범위 골절손 치료에 적용한 바가 1980년대에 서방세계에 소개되었다<sup>12,13).</sup>

이 치료법은 외고정기기를 대상골 부위에 적절히 장치하고 절골술은 제한적인 피질 절골술만 시행하

Table 1. Results

Case	Site	* Type of injury	Size** of bony defect (cm)	Size** of bony transportation (cm)	Type of lengthening	Remarks
1	Distal femur	III-B	12.0	10.0	Callotasis	Refracture
2	Proximal femur	III-B	12.9	9.4	Callotasis	Interlocking nailing
3	Proximal tibia	II	6.5	5.9	Chondrodilatation	Multiple operations (10 times)

\* Type of open fracture (by Gustilo)

\*\* In Orthoroentgenogram

여 절골부위에서 골수 혈행을 유지시키며 골막 등 주위조직의 손상을 최소화하고 점진적으로 절골부위를 신연시키므로 조직학적으로 망상골화 과정을 거치는 골형성을 보고하였다<sup>5)</sup>.

Paley<sup>15)</sup> 등은 경골의 불유합을 형태적으로 분류하고 Ilizarov 기기를 이용하여 연장술을 응용한 국소골 전이술로서 평균 6cm 크기의 골결손과 단축기형을 동시에 골이식이 필요없이 치료한 우수한 결과를 보고하였으며, 또한 광범위 골결손인 경우는 결손부의 근위와 원위부에서 동시에 절골을 하여 두 부위(bifocal)에서 신연 골형성을 시키며 불유합 부위에서 압력을 가하여 골형성을 얻은 결과를 보고하였다.

1980년대에 Ilizarov의 골 연장술이 이탈리아를 통하여 서방세계에 알려졌으며 De Bastiani<sup>16)</sup> 등은 Wagner 연장기기를 보완한 편축성 고정기기(Dynamic axial fixator, Orthofix<sup>®</sup>)를 고안하여 안정된 외고정을 시키고 피질 절골술을 시행하여 연령에 따라 10-14일 경과된 후에 점진적으로 절골부를 신연시키는 가골 신연술(Callotasis)<sup>2,10)</sup>을 시행하여 우수한 사지 연장 결과를 보고하였다.

최근 편축성 외고정기기를 개량하여 국소골 전이술이 가능한 고정기기(segmental lengthener)가 고안되어 Saleh<sup>18)</sup>는 16례의 골결손 치료에 적용한 바, 복합 교정이 요구되지 않는 경우에는 대퇴골에 적용하여 특히 Ilizarov 기기와 비교하여 우수한 결과를 보고하고 있다.

저자의 증례 1과 2의 경우도 성인의 대퇴골에 발생한 광범위 골결손으로 결손부위의 근위부나 원위부의 한곳에서만 절골 신연술이 시행되어 우수한 신연골을 얻었으나 창시자의 기간이 요구되었다. 그러나 결손부위가 중위간부인 경우에는 근위 및 원위 양부위에서 두부위 절골술로 국소골 전이술이 가능

하다고 하겠다.

한편 증례 1은 외고정 기기의 불충분한 고정으로 골절의 합병증은 없었으나 신연골 형성의 불완전성을 보여, 일차적으로 신연증에는 외고정 기기의 견고한 고정이 강조되고 있다.

Paley<sup>15)</sup> 등, Peley<sup>16)</sup>는 환형 외고정기와 편축성 외고정기를 비교하여 편축성 고정기기는 적용의 용이성과 근육 손상이 최소화되는 장점을 보이나 체중 부하의 지연과 큰 고정편을 사용하므로 국소 골절이나 골 융해가 일어나는 단점을 지적하였고, 한편 Ilizarov의 환형 고정기는 가는 고정편을 사용하므로 피막과 골 조직의 작은 조직 반응을 일으키며 연장 기간에도 체중 부하가 가능하며 동시에 3차원적으로 모든 교정이 가능한 장점이 있으나 적용한 후에 용적이 크므로 활동에 지장을 주는 단점을 예시하였다.

본 증례에서도 국소골 전이술로 우수한 신연골 형성을 얻었지만 골절의 근위 및 원위단의 접근이 이루어지지 못하여 관절적 정복술에 의한 골유합을 이루어 적용의 편의성과 환자의 활동에 용이성이 있으나 치료 시술 후에 이 고정기기의 고정 능력이 적어 정확한 시술이 요구된다고 하겠다.

또한 De Bastiani<sup>10)</sup> 등은 골연장술의 방법으로 골단 분리술(epiphyseolysis)을 발전시켜 견고한 외고정 장치를 하고 매일 0.5mm씩 점진적으로 신연시키어 골단판의 성장기능을 유지시키며 필요로 하는 골연장을 얻는 골단판 신연술을 보고하였다. 그러나 임상적으로 골단판 손상의 위험으로 적용에 한계가 있어 성장력이 2년 이내인 경우를 대상으로 권고하고 있다.

저자의 증례 3은 13세 남자로 경골의 근위 간부 결손에 골단판 신연술을 적용하여 orthoroentgenog-

ram상 5.9cm의 우수한 국소골 이전에 의한 신연골 형성을 얻어 소아 골결손의 치료법으로 제시하고자 한다.

편측성 고정기기의 장착으로 치료기간 중에 혼한 합병증으로 급속정 삽입부에 표피성 감염이 있었으며 처음에는 Betadine®으로 치료하였으나, 최근에는 Checkett와 Otterburn<sup>7)</sup>이 주장한 과산화수소수에 의한 단순 창상 처리로 우수한 치료 효과를 보였으며, 국소 골 이전에 의한 굵은 삽입편의 전이에 따른 편 주위의 창상은 국소 염증 치료로 해결되었다.

## 결 론

감염을 동반한 불유합이나 골편 상실에 의한 광범 위 골 결손을 보인 3례에서 국소 골 전이술을 시행 하여 우수한 재생골을 형성하여 골유합을 얻었기에 광범위 골결손 치료법으로 이와 같은 국소골 전이술 을 보고하는 바이다.

## REFERENCES

- 1) 이광진, 황득수, 진영안 : 내적 골 연장술을 이용한 장관골의 염증성 골결손의 치료. 대한정형외과학 회지, 26-1 : 324-333, 1991.
- 2) Aldegheri, R., Renzi-Brivio, L. : *The callotasis method of limb lengthening*. Clin. Orthop., 241 : 137-145, 1989.
- 3) Andrew, W.J. : *Vascularized bone autografts*; Clin. Orthop., 174 : 87-95, 1983.
- 4) Antonio, B. : *Large segmental necrosis of the tibia with deep infection after open fracture*. Acta Orthop. Scand., 59 : 443-446, 1988.
- 5) Aronson, J. : *Local bone transportation for treatment of intercalary defects by the Ilizarov technique*. Clin. Orthop., 243 : 71-79, 1989.
- 6) Burri, C., Passler, H.H., Henkemeyer, H. : *Treatment of posttraumatic osteomyelitis with bone, soft tissue, and skin defects*. J. Trauma, 13 (9) : 799-810, 1973.
- 7) Checketts R.G. and Otterburn, M. : *Pin tract infections ; Definition, incidence and prevention in symposium of evolution of external fixation*. Montpellier, France, 1990.
- 8) De Bastiani, G., Aldegheri, R. and Renzi-Brivio, L. : *The treatment of fractures with a dynamic axial fixator*. J. Bone and Joint Surg., 66-B : 538-545, 1984.
- 9) De Bastiani, G., Aldegheri, R., Renzi-Brivio, L. and Trivella, G. : *Chondrodystasis-controlled symmetrical distraction of the epiphyseal plate*. J. Bone and Joint Surg., 68-B : 550-556, 1986.
- 10) De Bastiani, G., Aldegheri, R., Renzi-Brivio, L., and Trivella, G. : *Limb lengthening by callus distraction (Callotasis)*. J. Ped. Orthop., 7 : 129-134, 1987.
- 11) De Boer, H.H. : *Reconstruction of large skeletal defects by vascularized fibula transfer*. Int. Orthop., 14 : 121-128, 1990.
- 12) Ilizarov, G.A. : *The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues ; Part I. the influence of stability of fixation and soft tissue preservation*. Clin. Orthop., 238 : 249-281, 1989.
- 13) Ilizarov, G.A. : *The tension-stress effect on the genesis and growth of tissue ; Part II. the influence of the rate and frequency of distraction*. Clin. Orthop., 239 : 263-285, 1989.
- 14) Malkawi, H. : *Active treatment of segmental defects of long bones with established infection. A prospective study*. Clin. Orthop., 184 : 241-248, 1984.
- 15) Paley, D., Catagni, M.A., Argnani, F., Villa, A., Benedetti G.B. and Cattaneo, R. : *Ilizarov treatment of tibial non-unions with bone loss*. Clin. Orthop., 241 : 146-165, 1989.
- 16) Paley, D. : *Current techniques of limb lengthening*. J. Ped. Orthop., 8 : 73-92, 1988.
- 17) Papineau, L.J. : *L'excision greffec avec fermeture retardee deliberee dans l'osteomyelite chronique*. Nouv Presse Med., 2 (41) : 2753-2755, 1973.
- 18) Saleh, M. : *Bone transport, compression distraction and bifocal lengthening using the Orthofix segmental lengthener*. In Evolution of external fixation and Orthofix, Montpellier, France, 1990.
- 19) Strecker W.B., Wood M.B., Bieher E.J. : *Compartment syndrome masked by epidural anesthesia for postoperative pain ; Report of a case*. J. Bone and Joint Surg., 68-A : 1447-1448, 1986. :  
Tuli, S.M. : *Bridging of bone defects by massive bone grafts in tumorous conditions and in osteomyelitis*. Clin. Orthop., 87 : 60-73, 1972.
- 21) Weiland, A.J. : *Current concepts review ; Vascularized free bone transplants*. J. Bone and Joint Surg., 63A : 166-169, 1981.