

대퇴골 감염성 불유합에 대한 사골 절제술 및 골 연장술을 이용한 치료

정성택 · 정광철 · 김현종 · 김기형 · 이진호 · 최민선

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

The Treatment of Infected Nonunions of Femur using Sequestrectomy and Distraction Osteogenesis

Sung-Taek Jung, M.D., Kwang-Cheul Jeong, M.D., Hyun-Jong Kim, M.D.,
Ki-Hyeong Kim, M.D., Jin-Ho Lee, M.D., and Min-Sun Choi, M.D.

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

Purpose: From this study we are to know the result of distraction osteogenesis for infected nonunions of femur using sequestrectomy and Ilizarov external fixator.

Materials and Methods: 17 patients who had distraction osteogenesis using external fixator and also had more than 2.5 cm bone loss after sequestrectomy for having infected nonunions of femur from 1991 to 2005. Their average age was 32.4 (range, 10-60) years and mean follow up period was 22 (range, 14-36) months. We used Healing index as an index for bone formation. The results were divided into bone results and functional results and analyzed by grading. Also we estimated the complication according to the Paley's classification.

Results: After sequestrectomy, bone defect was ranged from 5cm to 13 cm (average, 7.3 cm) and The average of transportation was 5.8 cm (range, 3-10 cm). HI was 47.4 (27.17-65.80) days/cm. Solid bony union occurred in the all cases after surgery but, 4 cases needed bone graft at docking site. According to the final examination there were 2 cases with leg-length discrepancy that is bigger than 2.5 cm and the average size of was 1.0 cm.

Conclusion: We consider distraction osteogenesis using Ilizarov external fixator as useful method to restore bone loss caused after sequestrectomy for infected nonunions of femur.

Key Words: Femur, Infected nonunion, Sequestrectomy, Distraction osteogenesis, Ilizarov external fixator

서 론

대퇴골 골절은 골결손, 불유합, 골수염 등의 문제점이 발생할 수 있으며, 이러한 문제들로 인하여 치료가 어렵고, 오랜 시간의 치료와 막대한 비용이 요구되는 문제점 등이 있다. 특히 감염성 불유합은 골절 치료후에 발생하는 가장 심각한 합병증 중 하나로 골감염, 골결손 및 변형, 하지 단축 등의 문제점을 동반하기 때문에 항생제 및 수술 술기의 철저한 발달에도 불구하고 치료가 힘들며^{4,10,15)}, 불유합에 대한 수술적 치료 방법으로 금속판과

나사못을 이용한 고정술(Plate-and-screw fixation), 골수강내 금속정을 이용한 고정술(intramedullary nail-ing), 유리 혈관 조직 이식술(vascularized free tissue transfer), 관절유합술(arthrodesis), 동종 골이식술, Papineau형 해면 골이식술, 그리고 외고정 기구를 이용한 골 이동술 등을 이용한 몇몇 보고들이 있지만, 감염의 치료만으로는 환자의 치료에 만족한 결과를 얻을 수 없는 것이 사실이며 특히 골 길이의 단축 및 변형을 해결할 수 없다는 단점들이 지적되고 있다. 반면에 원형 외고정 장

통신저자 : 정 성 택
광주시 동구 학동 8
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 National University Hospital,
Hak 1-dong 8, Gwangju 501-757, Korea
Tel: +82,62-227-1640, Fax: +82,62-225-7794
E-mail: stjung@chonnam.ac.kr

치(Illizarov 술식)를 이용한 골신연술은 다른 방법과 비교해 볼 때 사지길이를 유지하면서 골결손을 해결할 수 있고, 조기에 관절운동과 체중부하가 가능하며 골 신연을 통해 감염성 불유합에 동반하는 다른 문제점들을 해결할 수 있다는 장점이 있다^{3,5)}.

이에 저자들은 본원에서 시행한 대퇴골 감염성 불유합에 대한 근치적 사골 절제술 및 원형 외고정 장치를 이용한 골 연장술의 치료의 결과에 대해 알아보하고자 하였다.

대상 및 방법

1991년부터 2005년까지 대퇴골 감염성 불유합에 대해 사골 절제술 시행 후 골 결손이 2.5 cm 이상이면서 원형 외고정 장치를 이용하여 신연 골형성술을 시행 받았던 17예를 대상으로 하였다. 이중 남자가 15예, 여자가 2예였으며, 평균 나이는 32.4세(범위, 10-60)세였으며, 평균 추시 기간은 22개월(범위, 14-36개월)이었다. 수상의 원인으로는 교통사고가 16예였으며, 1예에서는 벽이 무너져 깔리는 사고로 발생하였다. 초기골절의 양상은 15예에서 개방성 골절이었으며, 2예에서 폐쇄성 골절이었다. 개방성 골절의 분류는 Gustilo-Anderson type II 형이 4예, IIIA형이 6예, IIIB형이 5예 였다. 골절의 발생 부위는 대퇴골의 근위부가 2예, 간부가 10예, 원위부가 5예 였다(Table 1). 수상 당시 최초의 수술 방법은 외고

정 장치를 시행한 경우가 8예, 금속판을 이용한 고정술을 시행한 경우가 5예, 골수강내 금속정을 이용한 경우가 4예였다.

대퇴골의 불유합에 대한 수술적 치료 방법은 사골 절제술 후 원형 외고정 장치를 이용하여 신연 골형성술을 시행한 경우(Fig. 1)가 8예였으며, 절골술 후 골단축 신연술(Fig. 2)을 시행한 경우가 9예였다.

농이 배출되었던 4예에서는 항생제를 함유한 골시멘트를 사용하고 부골을 제거하여 균 배출의 억제와 감염을 치료하였으며, 장기간의 감염으로 인한 사골(sequestrum)만이 있어 불유합이 생겼다고 생각한 15예에서는 부골 제거술만을 시행하였다. 근치적 부골 제거술은 술 전 방사선 사진과 수술 시야에서 확인된 골의 출혈 소견 및 수술 소견상의 감염 여부를 고려하여 제거 범위를 결정하였다. 또한 모든 예에서 균동정을 시행하였으며 수술후 이에 합당한 항생제를 사용하였다.

피질골 절골술은 원형 외고정 장치 장착과 동시에 시행한 경우가 15예, 장기간의 감염으로 인해 절제 범위가 큰 2예와 피질골 절골술 위치와 절제면 사이의 거리가 5 cm 미만인 2예에서는 추후에 시행하였으며 골 연장술은 13예에서 피질골 절골술 후 7일부터 나머지는 8일에서 21 사이에 시행하였다. 하루에 4차례 0.25 mm씩 신연하는 것을 기본으로 하였으며 정기적인 방사선 추시를 시행하

Table 1. Patient Demographics

Case	Age/Sex	Fx. type (GAC)*	Initial OP†	Fx. location	Final OP	Bone defect (cm)	Lengthening (cm)	HI‡ (day/cm)
1	51/M	II	IM nail‖	Mid	Lengthening	4.5	2.5	62.0
2	10/M	IIIA	EF¶	Mid	Lengthening	5.0	5.0	40.6
3	57/M	II	Plate	Distal	Transport	5.0	5.0	63.6
4	29/M	Closed	IM nail	Mid	Lengthening	5.5	5.5	60.4
5	45/M	IIIA	IM nail	Distal	Lengthening	5.5	5.0	65.8
6	36/M	IIIB	EF	Mid	Transport	5.5	3.5	64.0
7	31/M	Closed	Plate	Mid	Lengthening	6.0	6.0	31.8
8	14/M	IIIB	EF	Distal	Transport	6.0	6.0	27.2
9	18/M	II	Plate	Mid	Transport	7.0	6.0	42.8
10	60/F	IIIB	EF	Distal	Transport	7.5	6.0	43.7
11	11/M	IIIB	EF	Mid	Transport	8.0	8.0	33.6
12	10/F	IIIB	EF	Mid	Lengthening	8.0	8.0	31.1
13	32/M	II	IM nail	Mid	Lengthening	8.0	7.0	38.9
14	32/M	IIIA	Plate	Proximal	Transport	8.5	4.5	61.6
15	18/M	IIIA	EF	Distal	Lengthening	9.0	7.0	43.0
16	54/M	IIIA	Plate	Proximal	Transport	11.5	10.0	30.0
17	44/M	IIIA	EF	Mid	Transport	13.0	7.0	64.9

*: Gustilo-Anderson classification, †: Operation, ‖: Intramedullary nail, ¶: External fixator, §: Healing Index.

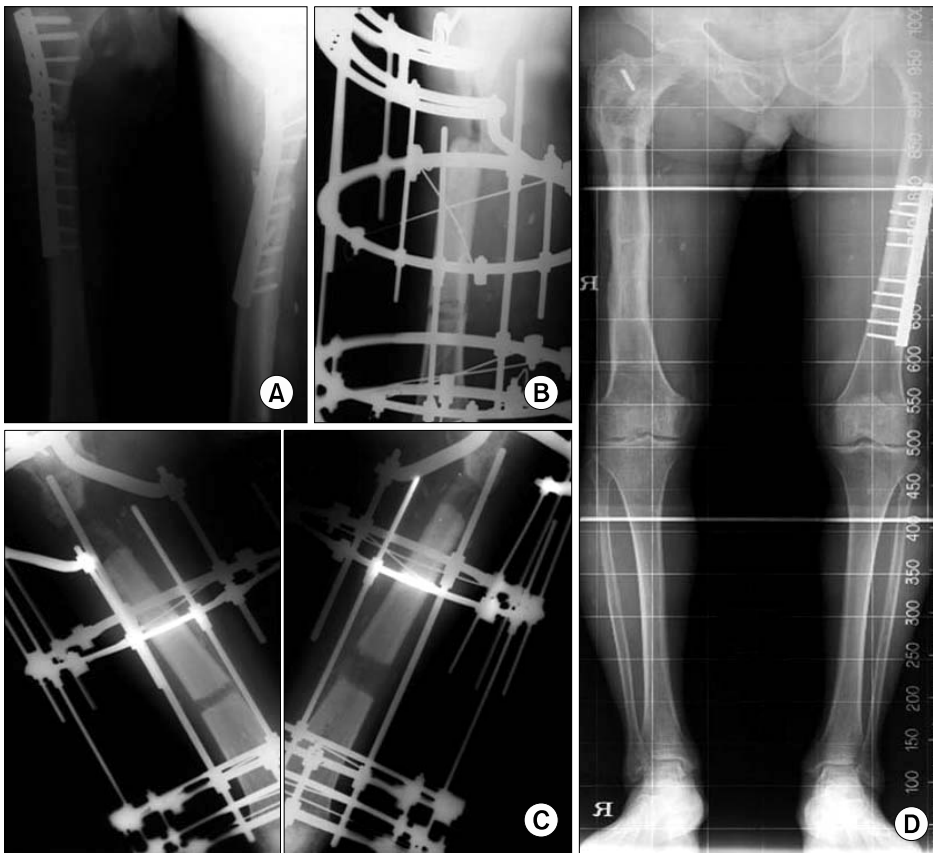


Fig. 1. (A) A 54 years male had the open type IIIa fracture at proximal femur shaft. He underwent a surgery using plates by internal fixation. (B) We did sequestrectomy, applied ilizarov fixator and corticotomy at the distal femur. (C) We did gradual bone transportation. (D) At last follow-up, the final discrepancy of leg length was 1.5 centimeters.

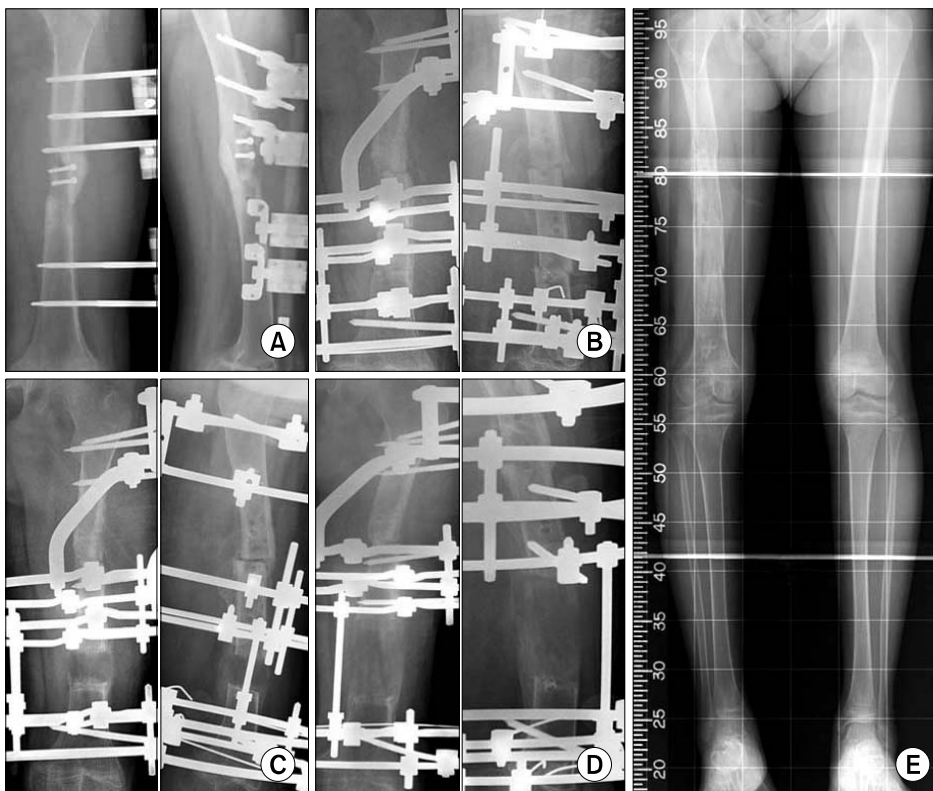


Fig. 2. (A) A 10 years male had the type IIIa open femur shaft fracture and underwent a surgery using mono-external fixator. (B) After five months later, he underwent a revision surgery with ilizarov and an infectious segment resection. There was a bone defect about 5 centimeters. We made acute docking of a resected segment and did corticotomy at the distal femur. (C, D) Distraction about 5 centimeters was done and the EF time was 6.8 months. (E) At final follow-up, there was no leg length discrepancy.

여 가골형성이 지연될 경우는 골 신연 속도를 조절하였다. 또한 1예에서는 동반된 연부 조직 손상에 대해 피부 이식술이 필요하였다. 수술 후 전 예에서 최소 4주 이상의 정주 항생제를 사용하였으며, 감염의 조절 정도를 평가하기 위하여 백혈구(WBC, White Blood Cell), 적혈구 침강 속도(ESR, Erythrocyte Sedimentation Rate) 그리고 C반응성 단백(C-reactive protein)을 주기적으로 측정하였다.

모든 환자에서 골 결손의 길이, 골 연장 길이, 골 유합 유무 및 기간을 측정하였으며, 골결손 치료 결과를 평가하기 위해 술전 길이에 대한 연장율(percentage in-

crease: 신연된 골 길이/수술전 원 골 길이)과 골 형성의 치료로서 치유지수(healing index: 기구 장치부터 제거까지의 개월 수/연장된 길이 cm)를 분석하였다.

치료 결과는 Paley 등¹⁸⁾의 방법에 의하여 골적 결과와 기능적 결과를 평가하였으며, 골적 결과는 골유합, 감염 유무, 변형, 하지부동 유무 등을 기준으로하여 우수, 양호, 보통, 불량으로 구분하여 평가하였으며 기능적 결과는 동통, 관절구축, 연부조직 위축, 보행시 파행 등의 유무 및 일상 생활 수행 능력 정도에 따라 평가하였다 (Table 2).

합병증은 Paley¹⁷⁾의 분류에 따라 문제점, 방해점, 합병증으로 분류하였다.

결 과

처음 수술후 불유합으로 원형 외고정 장치를 이용한 골 연장술을 시행하기까지 평균 2.7 (범위, 1-6)회의 수술을 시행하였는데, 초기 치료의 각각의 경우에 있어서, 외고정 장치를 시행한 경우 2.4회(1-6)회, 금속판을 이용한 고정술의 경우 3.2회(범위, 2-6회), 골수강내 금속정을 이용한 경우 2.5회(범위, 2-3회)의 수술을 시행하였다. 또한 ilizarov 기구로 전환하기 전까지의 술전 기간은 평균 15.2개월(범위, 1.4-48.6개월)이었다.

Table 2. Criteria for Evaluation of Results (Paley)

	Bone result	Functional result
Excellent	Union with none of others	Active with none of others
Good	Union with 1 of others	Active with 1 or 2 of others
Fair	Union with 2 of others	Active with 3 or 4 of others
Poor	Nonunion or Refracture	Inactive
Others	Infection, deformity (>7°) Length discrepancy (>2.5 cm)	Limping, Equinus rigidity Pain, Soft tissue atrophy

Table 3. Results (by Paley)

Case	Union	Others			Bone result	Activity	Others				Functional result
		Infection	AD*	LLD [†] (cm)			Lim-ping	Equinus rigidity	Pain	Soft tissue atrophy	
1	(+)	(-)	5°	1.0	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
2	(+)	(-)	2°	0.0	Excellent	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	Fair
3	(+)	(-)	3°	0.0	Excellent	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	Fair
4	(+)	(-)	9°	0.0	Good	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	Fair
5	(+)	(-)	4°	0.5	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
6	(+)	(-)	5°	1.2	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
7	(+)	(-)	2°	0.0	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
8	(+)	(-)	1°	0.0	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
9	(+)	(-)	2°	1.0	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
10	(+)	(-)	1°	1.5	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
11	(+)	(-)	1°	0.0	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
12	(+)	(-)	2°	0.0	Excellent	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	Excellent
13	(+)	(-)	3°	1.0	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
14	(+)	(-)	8°	4.0	Fair	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	Fair
15	(+)	(-)	2°	1.8	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
16	(+)	(-)	4°	2.0	Excellent	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	Good
17	(+)	(-)	10°	6.0	Fair	(+)	(+)	(+)	(+)	(-)	Fair

*: Angular deformity, †: Leg length discrepancy.

평균 골 결손의 길이는 7.3 cm (범위, 4.5–13 cm)이었고, 골 연장의 길이는 6.0 cm (범위, 2.5–10 cm)이었으며, 환자들에서 원형 외고정 장치를 유지한 기간은 평균 268일(범위, 155–454일)이었다. 장골의 골 결손 치료 결과의 평가를 위해 방사선적으로 평가한 연장률(percentage of increment)은 전체 대퇴골의 길이에 대한 연장한 길이를 나누어 배분율로 구하였으며 평균연장률은 18.5% (11–25%)였고 치유지수(healing index)는 1 cm 골 신연에 대하여 원형 외고정 장치를 이용한 치료기간을 일/cm 단위로 산출하였는데 평균 치유 지수는 47.4 (27.2–65.8)일/cm이었으며, 골연장술을 시행한 경우 46.7 (범위, 31.1–65.8)일/cm이었고, 골단축 신연술을 시행한 경우 47.9 (범위, 27.2–64.7)일/cm이었다.

전 예에서 임상적 및 방사선학적으로 감염의 완치를 확인하였으며 평균 8.9개월(범위, 5.2–15.1개월)에서 골 유합을 얻었다.

평균 하지 부동은 1.2 cm이었으며, 1.5 cm 이상의 하지 부동을 보인 경우가 4예(35%)로, 이 중 보행에 심한 장애를 나타낼 수 있는 2.5 cm 이상의 경우가 2예이었다. Paley에 의한 골적 결과는 우수 14예 양호 1예 보통 2예였고 기능적 결과는 우수 6예 양호 6예 보통 5예였다

(Table 3).

합병증(Table 4)은 Paley의 분류에 따라 문제점, 방해점, 합병증으로 나누었으며 문제점은 치료 과정 중 보존적으로 치유가 가능했던 경우로, 강선 삽입부 감염이 4예 동통이 3예 신연부 지연 골경화 1예 일시적인 감각장애 1예 있었고, 방해점은 치료 과정 중 수술적 방법으로 치유가 가능했던 경우로 접촉부위 지연유합으로 추가적 골 이식을 시행한 경우(Fig. 3)가 4예 연부조직 구축으로 인해 해리술을 시행한 경우가 3예 있었다. 합병증은 치료종결 후에도 남아있어 수술적 요법을 필요하거나 치료중에 치료를 종료하게 만든 경우, 즉 치료 종결시까지 해결되

Table 4. Complication (by Paley)

Complication	No
Problem	
Pin site infection	4
Pain	3
Delayed consolidation	1
Temporary hypeshtesia	1
Obstacle	
Delayed union	4
Soft tissue contracture	3
Complication	
Stiff knee	2
Total	18

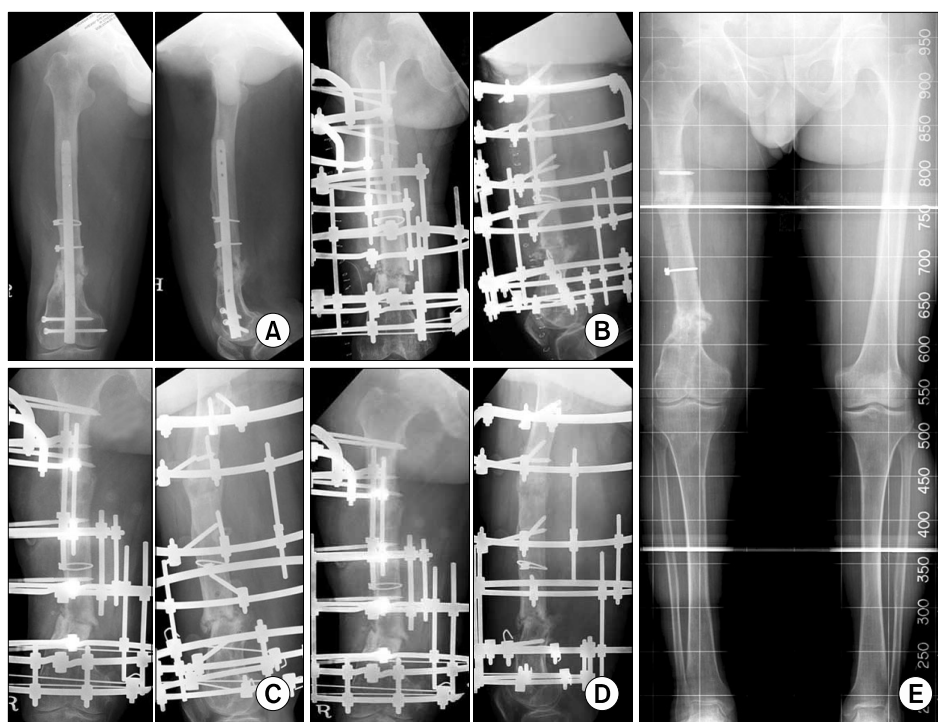


Fig. 3. (A) A 51-years male was sustained open comminuted fracture of the right femur by a traffic accident. Interlocking intramedullary nailing was done at a local clinic but developed an infected nonunion. (B) We did sequestrectomy, applied ilizarov fixation and did corticotomy after implants removal. We did gradual bone transfortation. (C) Four months later, radiographs after ilizarov fixation didn't show the evidence of union on the distal femur. (D) We did bone graft on a delayed union site. (E) Follow up 3 months, X-ray after bone graft on a sequestrectomy site was showed a complete bony union.

지 못한 경우로 관절 구축이 2예였다.

고 찰

대퇴골 개방성 골절은 골 결손, 불유합, 골수염 등의 문제점이 발생할 수 있으며, 이러한 문제들로 인하여 치료가 어렵고, 오랜 시간의 치료와 막대한 비용이 요구되는 문제점 등이 있다. 불유합은 최초 골절 후 최소 6개월이 경과하여도 골 유합 소견이 보이지 않을 때 진단되며, May 등은 그 시기의 감염은 대부분의 항생제에 저항성이 있는 균주와 관련이 있기 때문에 만성화되는 경향이 있다고 보고하였다¹⁵⁾. 감염성 불유합의 치료 목적은 골 유합 뿐만 아니라 변형, 감염, 그리고 골 결손 등을 제거하는데 있으며, 감염성 불유합의 치료를 위해서는 철저한 변연 절제술 및 항생제 구슬 삽입 등의 방법으로 감염 조절 후 외고정 장치나 골 이식 등을 통한 골 유합을 보고하였다²¹⁻²³⁾.

본 연구에서도 전 예에서 감염 조절을 위해 변연 절제술을 시행하였으며, 4예에서는 항생제 구슬 삽입술을 시행하였다.

외고정 장치를 이용한 골 연장술은 골 결손을 동반한 불유합 치료에 적용할 수 있으며, 골절 부위의 혈관 형성과 혈류량 증가를 가져옴으로써 감염 조절과 골 유합을 유도할 수 있다. 또한 사지의 길이나 변형을 교정할 수 있으며, 조기 보행 및 재활 치료 등을 가능하게 할 수 있다.

피질 골의 절골술 시에는 골막 및 영양동맥과 골수강내 혈류를 보존하는 것이 중요하며, 신연을 시작할 때까지의 휴지 기간은 골수강내 혈행의 복구, 국소 염증의 소실 등에 필요한 시간이며, Ilizarov는 5일 내지 7일을 기다린 후에 골 신연을 시작하였다^{12,15)}. 반면, De Bastiani는 10일 내지 2주를 기다려 골막 가골이 형성된 후 이러한 골 형성 능력이 있는 가골을 신연함으로써 골 연장을 시도한 가골 신연(Callus distraction, callotaxis)이란 개념을 도입하였다⁶⁾. Ilizarov는 하루에 1 mm를 0.25 mm씩 4번에 나누어 신연할 것을 권장하였다¹¹⁾. 저자들도 이와 같은 방법으로 골 신연을 이루었으나 감염으로 인해 보다 긴 휴지기간이 필요 하였으며, 주기적인 방사선학적 추시를 통하여 가골 형성을 확인했고, 가골 형성이 지연될 경우 골 신연 속도를 늦추는 방법을 시행하였다.

골 유합에 있어서 Green과 Dendrinos 등은 골 접촉

주위에 압박을 가함으로써 골 유합을 시도하였으나, 8-40%에서 불유합이 발생하였으며 이러한 합병증을 예방하기 위해서는 접촉 부위에 골 이식이 요구된다고 보고하였으며^{7,9)}. Ilizarov 등은 골 접촉 부위의 간격이 약 1 cm일 때 소파술 및 골단부의 절골술을 시행하여 골 접촉 부를 혈액 순환이 잘 일어나게 유지시킴으로써 골 유합을 촉진시킬 수 있다고 보고하였다¹¹⁾. 그리고 Marsh 등도 감염이 존재하는 경우, 광범위 변연 절제술이 성공적인 치료를 위한 필수 사항으로 보고하였다¹⁴⁾. 본 연구에서는 골결손 부위가 적은 경우는 소파술 후 골접촉부를 신전하게 유지시킴으로써 골유합을 얻을 수 있었으나 골 결손이 큰 경우는 자가 골이식을 시행하여 만족할 만한 결과를 얻었다. 외고정 장치를 유지하는 기간은, 목표로 하는 골 신연의 길이, 근치적인 수술에 도달하기까지의 기간, 전에 시행했던 수술들의 횟수, 초기 골절의 양상 등과 관련이 있으며, Saridis 등은 평균 외고정 장치 유지 기간을 309.8 (범위, 136-607)일로 보고하고 있으며, 수상 후 6개월 전에 원형 외고정 장치를 시행한 경우 평균 247일이었으며, 6개월보다 지연된 경우는 평균 363일로 49.6%가 증가됨을 보고하고 있다. 또한 초기 내고정을 시행하였던 경우는 471.6일로 평균에 비해 52.4% 증가를 보인 반면, 초기 외고정을 시행하였던 경우는 208.7일로 평균에 비해 32.6% 감소를 보였다¹⁹⁾.

한편 치유 지수에 대한 체계적인 보고는 없으나, 본 연구에서는 평균 47.4일/cm로 높게 보고되었다. 본 연구와 적용의 예는 틀리나, 원형 외고정 장치를 이용하여 골 연장술을 보고한 예들이 있는데, Tsuchiya 등은 대퇴골에 발생한 종양 절제술 후 외고정 장치를 이용하여 신연시킨 보고를 통하여 치유 지수가 골편 이동술을 시행한 경우 39.5일/cm, 골 단축술 후 연장술을 시행한 경우 34.1일/cm로 보고하고 있다²⁰⁾. Kapukaya 등은 대퇴골 종양 절제술 후 외고정 장치를 이용하여 골 연장술을 시행한 후 신연 경화 지수를 평균 33.3일/cm으로 보고하였다¹³⁾. 또, 다른 보고로 하지 부동이나 단신에 있어서 대퇴골 연장술로 외고정 장치를 이용한 Aldegheri는 치유 지수를 36.0일/cm로, Glorion 등은 40.8일/cm로 보고하였다^{1,8)}. 저자들의 보고는 치유 지수가 다른 연구들에 비해 길었는데, 골 형성의 지연은 감염과 반복된 수술로 인한 생리적 요인으로 사료되며, 하지 부동이 많이 발생한 것은 불리한 생리적 환경뿐 아니라 대부분의 환자가 반복

된 수술로 인해 장기간 사회 활동이 제한되어 조기 사회 활동의 복귀를 요하였던 것도 하나의 원인으로 작용하였던 것으로 사료된다.

결 론

일반적인 골 연장술에 비해 외고정 장치를 제거하기까지 많은 시간이 필요하였으며, 하지 부동을 보였던 경우도 있었지만 원형 외고정 장치를 이용한 골 연장술은 대퇴골 감염성 불유합에 대한 수술 시 감염의 치유 뿐만 아니라 사골 부위를 절제 후 발생하는 골변형, 골결손, 하지부동, 연부조직 손상 등 동반되는 여러 문제를 해결할 수 있는 유용한 치료 방법 중 하나로 사료된다.

참고문헌

1. **Aldegheri R**: Femoral callotasis. *J Pediatr Orthop*, 6: 42-47, 1997.
2. **Aronson J**: Temporal and spatial increases in blood flow during distraction osteogenesis. *Clin Orthop Relat Res*, 301: 124-131, 1994.
3. **Cattaneo R, Catagni M, Johhson EE**: The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the methods of Ilizarov. *Clin Orthop Relat Res*, 280: 143-152, 1992.
4. **Cierny G, Madar JT**: Classification and treatment of adult osteomyelitis. In: Everts CM, ed. *Surgery of the musculoskeletal system*. New York, NY: Churdhill Livingstone: 4337, 1990.
5. **Dendrinios GK, Kontos S, Lyrtsis E**: Use of the Ilizarov technique for treatment of nonunion of the tibia associated with infection. *J Bone Joint Surg Am*, 77: 835-846, 1995.
6. **De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L, Trviella G**: Limb lengthening by callus distraction (callotasis). *J Pediatr Orthop*, 7: 129-134, 1987.
7. **Dendrinios GK, Kontos S, Lyrtsis E**: Use of the Ilizarov technique for treatment of non-union of the tibia associated with infection. *J Bone Joint Surg Am*, 77: 835-846, 1995.
8. **Glorion C, Pouliquen JC, Langlais J, Ceolin JL, Kassiss B**: Femoral lengthening using the callotasis method: study of the complications in a series of 70 cases in children and adolescents. *J Pediatr Orthop*, 16: 161-167, 1996.
9. **Green SA**: Osteomyelitis. The Ilizarov perspective. *Orthop Clin North Am*, 2: 515-521, 1991.
10. **Green SA, Dlabal TA**: The open bone graft for septic nonunion. *Clin Orthop Relat Res*, 180: 117-124, 1983.
11. **Ilizarov GA**: The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues: Part II. The influence of stability of fixation and soft-tissue perservation. *Clin Orthop Relat Res*, 239: 263-285, 1989.
12. **Kabata T, Tsuchiya H, Sakurakichi K, Yamashiro T, Watanabe K, Tomita K**: Reconstruction with distraction osteogenesis for juxta-articular nonunions with bone loss. *J Trauma*, 58: 1213-1222, 2005.
13. **Kapukaya A, Subasi M, Kandiya E, Ozates M, Yilmaz F**: Limb reconstruction with the callus distraction method after bone tumor resection. *Arch Orthop Trauma Surg*, 120: 215-218, 2000.
14. **Marsh DR, Shah S, Elliot J, Kurdy N**: The Ilizarov method in non-union, malunion and infection of fractures. *J Bone Joint Surg Br*, 79: 273-279, 1997.
15. **May JW, Jupiter JB, Weiland AJ, Byrd HS**: Clinical classification of post-traumatic tibial osteomyelitis. *J Bone Joint Surg Am. Current Concepts Review*, 71: 1422, 1989.
16. **Minematsu K, Tsuchiya H, Taki J, Tomita K**: Blood flow measurement during distraction osteogenesis. *Clin Orthop Relat Res*, 347: 229-235, 1998.
17. **Paley D**: Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res*, 250: 81-104, 1990.
18. **Paley D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Bennedetti GB, Cattaneo R**: Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. *Clin Orthop Relat Res*, 241: 146-165, 1989.
19. **Saridis A, Panagiotopoulos E, Tyllianakis M, Matzaroglou C, Vondoros N, Lambiris E**: The use of the Ilizarov method as a salvage procedure in infected nonunion of the distal femur with bone loss. *J Bone Joint Surg Br*, 88: 232-237, 2005.
20. **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.
21. **Ueng SW, Chuang CC, Cheng SL, Shih CH**: Management

of large infected tibial defects with radical debridement and staged double-rib composite free transfer. *J Trauma*, 40: 345-350, 1996.

22. Ueng SW, Wei FC, Shih CH: Management of large infected tibial defects with antibiotic beads local therapy and staged fibular osteoseptocutaneous free transfer. *J Trauma*, 43: 268-

274, 1997.

23. Ueng SW, Wei FC, Shih CH: Management of femoral diaphyseal infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. *J Trauma*, 46: 97-103, 1999.

= 국문초록 =

목 적: 대퇴골 감염성 불유합에 대한 사골 절제술 및 원형 외고정 장치를 이용한 신연 골형성술 치료 결과에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 1991년부터 2005년까지 대퇴골 감염성 불유합에 대해 사골 절제술 후 원형 외고정 장치를 이용한 골 신연 골형성술을 시행 받았던 17명(17예)을 대상으로 하였다. 평균 나이는 32세(범위, 10-60세), 평균 추시 기간은 22개월(범위, 14-36개월)이었다. 각 환자에서 골 결손의 크기, 골 연장 길이, 골 유합 유무 및 기간, 치유지수(healing index)를 측정하였으며 Paley의 분류에 따라 치료 결과 및 합병증을 분석하였다.

결 과: 사골 절제술 후 골 결손은 평균 7.3 cm (범위, 5-13), 골 연장 길이는 평균 5.8 cm (범위, 3-10)이었으며 치유 지수(healing index)는 47.4일/cm (범위, 27.2-65.8)이었다. 수술 후 전례에서 감염의 근치와 골유합을 얻었으나, 골 이식이 필요했던 경우는 4예(35%), 최종 추시상 2.5 cm 이상의 부동을 보였던 경우는 2예 (35%), 평균 하지부동은 1.0 cm이었다.

결 론: 원형 외고정 장치를 이용한 골 연장술은 대퇴골 감염성 불유합에 대한 감염의 근치와 동반된 문제를 동시에 치료할 수 있는 좋은 치료법이라 사료된다.

색인 단어: 대퇴골, 감염성 불유합, 사골 절제술, 골 연장술, 원형 외고정 장치