

외고정 장치를 이용한 고령 환자의 난치성 하지 감염성 불유합의 치료

박승준 · 심종섭 · 신성기

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과학교실

목 적: 외고정 장치를 이용한 고령 환자의 하지 장관골 감염성 불유합의 치료 결과를 분석하여 보고하고자 한다.

대상 및 방법: 하지 장관골의 감염성 불유합으로 치료받은 60세 이상의 환자 9례를 연구 대상으로 하였다. 당뇨병, 고혈압, 뇌혈관 질환 등의 기저 질환이 있는 경우가 4례였다. 8례에서 Ilizarov를 이용하였으며 1례에서 일측성 외고정 장치를 사용하였다. 전례에서 괴사 조직의 변연 절제술, 광범위한 부골 적출술, 골 압박, 골 이식술을 시행하였으며 골절부의 상태에 따라 분절 절제 (segmental resection)를 시행하고 골절부의 압박을 1~1.5 cm 정도 시행하였다. 최종 결과는 Paley 등의 기준에 따라 기능적 결과와 합병증을 평가하였다.

결 과: 골 결손으로 인한 장착 전 평균 단축은 1.7 cm (0.8~2.6)이었으며 최종 추시 시 단축은 평균 2.6 cm (1.9~3.8)이었다. 기기 제거까지의 기간은 평균 5.2 (1~8)개월이었다. 8례에서 최종적으로 골 유합을 획득하였으며 최종 추시 시 기능적 결과는 우수 3례, 양호 2례, 보통 2례, 불량 2례였고, 내과적 문제가 동반된 4례의 경우, 양호 2례, 보통 1례, 불량 1례였다.

결 론: 고령 환자의 난치성 감염성 불유합의 치료에 있어서, 외고정 장치를 이용한 불유합 부위의 압박 및 조기 관절 운동이 치료 기간을 최소화하고 비교적 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

색인 단어: 하지, 감염성 불유합, 외고정 장치, 고령

Treatment for Intractable Infected Nonunion of Lower Extremity in Elderly People using External Fixator

Seung Jun Park, M.D., Jong Sup Shim, M.D., Sung Kee Shin, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea a

Purpose: To introduce and report the results of treatment of old patients' infected nonunion using external fixator.

Materials and Methods: Nine patients more than 60 years old were included in the study. Four cases had combined medical problems of diabetes, hypertension, and vascular disorder. We used Ilizarov fixator in eight cases and uni-lateral external fixator in one. All patients were treated with debridement, broad sequestrectomy, segmental resection, bone graft and compression of fracture site about 1~1.5 cm. We evaluated the final results by functional result and complication according to the criteria of Paley.

Results: Average length discrepancy was 1.7 cm before operation by initial bone loss and final follow-up shortening was average 2.6 cm. Mean duration of fixator removal was 5.2 months. We acquired bony union lastly in 8 cases. Final functional result was 3 excellent, 2 good, 2 fair and 2 poor. Among them, 2 good, 1 fair and 1 poor cases had medical problem.

Conclusion: In old patients, compression of nonunion site and early joint motion using external fixator seemed to be very useful in the treatment of intractable infected nonunion of lower extremity and in minimizing duration of treatment.

Key Words: Lower extremity, Infected nonunion, External fixator, Old age

통신저자 : 심 종 섭

서울특별시 강남구 일원동 50
성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 정형외과
Tel : 02-3410-3509 · Fax : 02-3410-0061
E-mail : sjsra@smc.samsung.co.kr

Address reprint requests to : Jong Sup Shim, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan
University School of Medicine, 50 Ilwon-Dong, Kangnam-Gu, Seoul,
135-710, Korea. Tel : +82-2-3410-3509 · Fax : +82-2-3410-0061
E-mail : sjsra@smc.samsung.co.kr

*본 논문의 요지는 2003년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

장관골의 감염성 불유합은 골절 치료 후에 발생하는 심각한 합병증으로서 골수염을 비롯하여, 골 결손, 하지 단축 등의 문제점을 동반하는 경우가 많아 치료에 어려움이 많으며 감염의 재발이 잦아 환자 및 의료진 모두 장기간의 관심이 요구되는 상황이 많다. 과거에는 난치병으로 여겨져 왔던 하지의 감염성 불유합, 특히 심한 단축과 변형이 동반된 오래된 감염성 불유합의 치료에 있어서 Ilizarov 등의 외고정 장치 및 술기의 발달로 현재는 거의 치료가 가능하다. 하지만 전신적 상황이 상대적으로 열악한 고령 환자의 치료에 있어서 불유합, 특히 수 차례의 수술적 치료 후 발생한 감염성 불유합은 치료가 매우 힘들며, 당뇨, 고혈압, 혈관 질환 등 동반 질환이 있는 경우가 많고 오랜 치료 기간으로 인하여 심한 골다공증 및 관절 구축이 존재한다. 그럼에도 불구하고 고령 환자에 대해 논의한 국내 및 국외 논문은 매우 제한되어 있다. 이에 저자들은 외고정 장치를 이용한 고령 환자의 하지 장관골 감염성 불유합의 치료 결과를 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

대상 및 방법

2000년 3월부터 2001년 6월까지 본원에서 하지 장관골의 감염성 불유합으로 치료받은 60세 이상의 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 9례를 연구 대상으로 하였다. 남자가 4례, 여자가 5례였고 연령분포는 61세에서 80세까지 평균 66.8세였다. 수상 원인으로는 낙상이 3례, 교통사고가 6례였다. 불유합 부위는 대퇴골이 5례 (간부 2례, 원위부 3례), 경골이 4례 (간부 3례, 근위 간 단부 1례)였으며 수상 당시 개방성 골절이 있던 경우는 4례였다. 전례에서 보행 시 불유합 부위의 동통을 호소하였으며 2례는 안정 시에도 동통을 호소하였다. 초기 개방성 골절이 있던 4례 중 3례와 폐쇄성 골절 중 1례에서 피관 이식술이나 피부 이식을 시행했던 병력이 있었다. 폐쇄성 골절 후의 피부 이식은 근위 경골의 개방적 정복 이후 발생한 피부괴사로 인한 경우였다. 전체 중 3례에서 골절부에서 누공을 통한 배농이 관찰되었고, 그 중 1례는 피관 이식을 시행했던 1례였으며, 모두 타병원에서 창상 처치 치료를 시행하고 있었다. 그러나 수술 당시 피부상태는 전례에서 양호한 상태였으며, 배농이 있던 1례는 수술 중 누공을 포함한 주위 피부의 절제술이 시행되었다. 다른 부위의 동반 손상이 있는 경우가 5례였으며 3례에서 반대측 하지 골절, 1례에서 요골 원위부 골절, 1례에서 상완골 골절 등이 포함되었다. 당뇨병, 고혈압, 뇌혈관 질환 등의 기저 질환이 있는 경우가 4례였다. 최종 추시 기간은 평균 21.6 (15~35)개월 이

Table 1. Functional result and Criteria

Excellent	active individual with none of the other four criteria
Good	active individual with one or two of the other four criteria
Fair	active individual with three or four of the other criteria
Poor	inactive individual regardless of the other criteria

*Criteria: significant limping
stiffness of either the knee or the ankle
soft tissue dystrophy
pain (disturbing to sleep or activity)
inactivity(unemployment because of the leg injury)

었다. 8례에서 Ilizarov를 이용하였으며 1례에서 일측성 외고정 장치를 사용하였다.

전례에서 골 형성을 촉진시키기 위해 과사조직의 변연 절제술, 광범위한 부골 적출술 (sequestrectomy), 골 이식술을 시행하였으며 골절부의 상태에 따라 분절 절제 (segmental resection)를 시행하였다. Ilizarov를 이용한 전례에서 견고한 고정을 위해 골절 부위가 충분히 압박되도록 불유합 부위의 접촉 후 외고정 기기를 1~1.5 cm 정도 압박하였다. 수술 시 야 내에서 병변 부위가 충분히 접촉되었는지 관찰하였으며 장선의 상태를 관찰하여 압박을 확인하였다. 각 변형이 동반된 경우는 교정을 동시에 시행하였다. 감염이 심각하다고 판단된 4례에서는 기구 장착 시 항생제가 섞인 골 시멘트를 사용하였으며 술 후 평균 4주에 시멘트 제거술 및 장골 이식술을 시행하였다.

초기 치료에서 외고정 기구 사용 시까지의 기간 및 수술 횟수, 초기 골 결손의 크기, 최종 하지 단축, 기구 제거까지의 기간과 인접 관절의 운동 범위를 후향적으로 분석하였다. 결과 및 합병증의 판정은 외고정 장치에 의한 장관골 신연의 결과 판정을 제시한 Paley 등^{13,15)}의 기준을 준용하여 평가하였다. 기능적 결과는 타인에 의해 인지되는 파행, 슬관절 및 족근 관절의 구축 (슬관절의 경우 150도 이상의 완전 신전 제한, 족근 관절에서는 족배굴곡 제한), 연부 조직의 이영양화, 생활에 지장을 주거나 수면을 방해할 정도의 동통, 활동도 저하의 항목을 바탕으로 하여 우수, 양호, 보통, 불량으로 분류하였다¹⁵⁾ (Table 1). 합병증은 문제점 (problem), 방해점 (obstacle), 진성 합병증 (true complication)으로 나누어 평가하였으며¹³⁾, 치료 과정 중 보존적인 요법으로 치료 가능한 경우를 문제점으로, 수술적 치료로 치료가 가능했던 경우를 방해점으로, 치료를 종료하게 만들거나 치료 종결 후에도 남아 수술적 요법이 필요했던 경우를 합병증으로 하였다.

결 과

수상 당시부터 본원에서 외고정 장치로 치료까지의 기간은 평균 14.9 (3~34)개월이었으며 이전까지의 수술 횟수는 평균 2.7 (1~8)회였다. 골 결손으로 인한 장착 전 평균 단축은 1.7 cm (0.8~2.6)이었으며 최종 추시 시 단축은 평균 2.6 cm (1.9~3.8)이었다. 기기 제거까지의 기간은 평균 5.2 (4.3~8)개월이었다. 8례에서 최종적으로 골 유합을 획득하였으며 골 유합을 획득하지 못한 1례는 수상 당시 하지의 동맥 손상으로 인한 광범위한 연부 조직 괴사로 기구장착 3주에 슬관절 이하 절단술을 시행한례였다. 최종 추시 상, 술 전 배농이 있던 3례에서 배농의 소실을 관찰할 수 있었다. 골 유합을 획득한 8례에서 기구 제거 전에 혈액 검사 상 혈침속도

(ESR) 및 C 반응성 단백 (CRP) 수치의 정상화 소견을 보였다. 고혈압과 뇌혈관 질환의 병력이 있던 1례는 기구 제거 후 1달에 다시 골수염의 소견을 보여 항생제 투여를 실시하였다. 최종 추시 시 기능적 결과는 우수 3례, 양호 2례, 보통 2례, 불량 2례였고, 내과적 동반 질환이 있는 4례는 각각 양호 2례, 보통 1례, 불량 1례였다. 문제점 (problem)으로는 외고정 장치의 강선 삽입부 염증이나 통증이 전례에서 보였으며 경도의 관절 구축이 슬관절과 족근 관절에서 각각 2례씩 관찰되었고 염증 반응이 지속적으로 보인 1례가 관찰되었다. 강선 삽입부 감염과 슬관절 구축으로 인한 방해점 (obstacle)이 1례에서 발견되어 기구의 부분제거 및 변연 절제술이 시행되었으며, 또한 인접 관절의 구축은 슬관절에서 3례, 족근 관절에서 1례 관찰되었으나 신경 손상이나 각변형, 재골절 등의 합병증은 관찰되지 않았다.

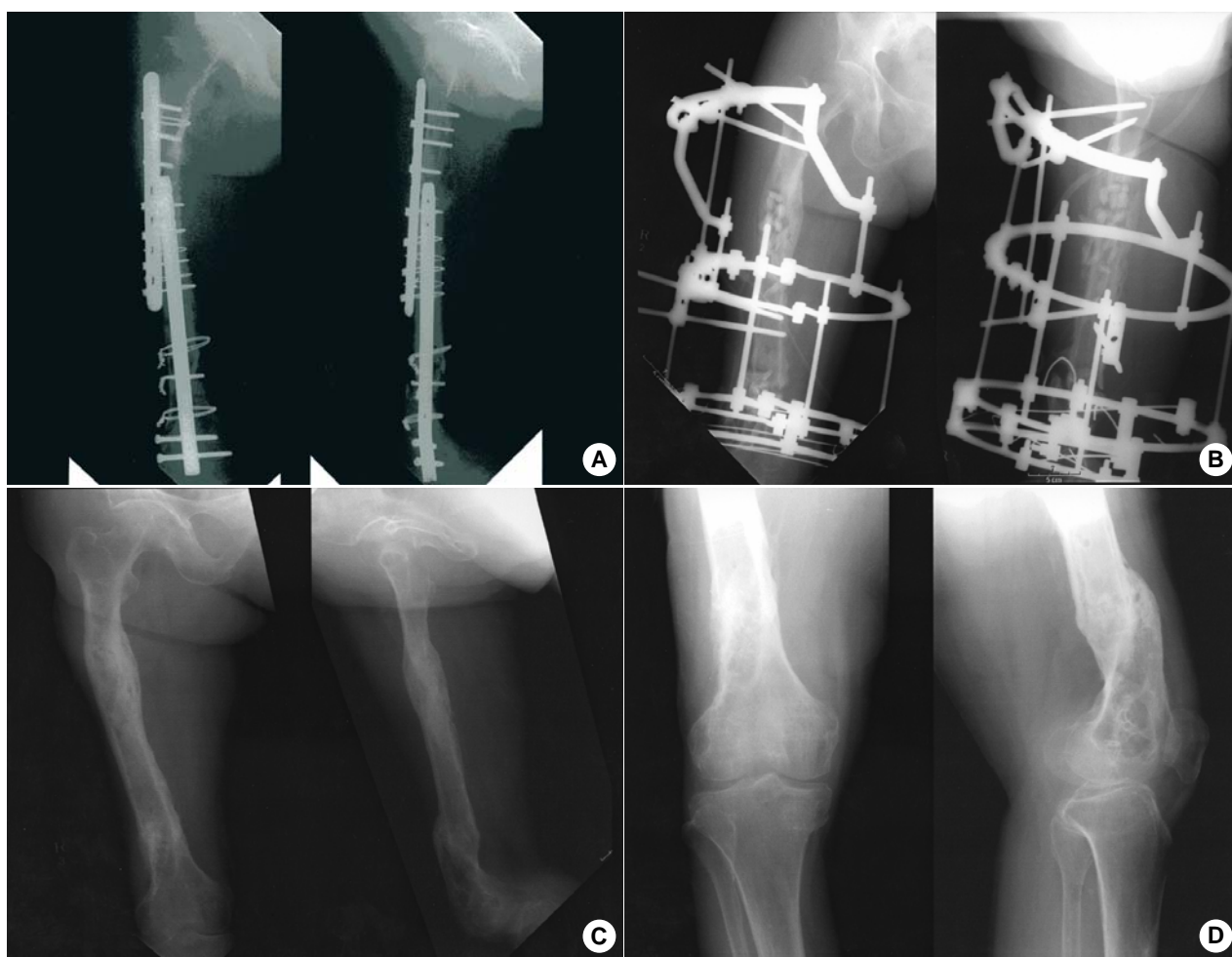


Fig. 1. (A) Pre-operative radiograph of 66 years old woman showing infected nonunion and periprosthetic fracture (15 months after trauma)
 (B) Ilizarov apparatus was applied with sequestrectomy and curettage followed by antibiotics mixed bone cement
 (C) Ilizarov apparatus was removed after 5 months
 (D) Post-operative 1 year follow-up radiograph showing complete union of previous nonunion site and periprosthetic fracture lesion

증례 예시

증례 1

66세 여자 환자로 당뇨병 및 고혈압의 병력이 있었으며 15개월 전 낙상하여 발생한 우측 대퇴골 원위부의 과상부 골절로 수차례 금속판 및 역행적 골수강내 정으로 수술을 시행 받았으나 감염성 불유합의 소견이 지속되어 내원하였다. 총 수술 횟수는 7회였으며 술 전 상태는 역행성 골수강내 정 주위로 고정물 주변 골절 (periprosthetic fracture)이 동반된 상태였다 (Fig. 1-A). 슬관절의 운동 범위는 굴곡구축 10도, 후속 굴곡 40도이었으며 건측에 비해 2.6 cm 단축 상태였다. 본원에서 변연 절제술 및 소파술 시행 후 Ilizarov ring fixator를

장착하였고 항생제가 섞인 골 시멘트를 골수강내로 삽입하였다 (Fig. 1-B). 4주 후 골 시멘트를 제거하고 자가 장골 이식술을 시행하였으며 골절부의 압박을 1 cm 시행하였다. 술 후 체중 부하와 능동적 관절 운동을 시행하였고 술 후 5개월에 기구를 제거하였다 (Fig. 1-C). 최종 추시 상 골 유합과 염증의 소실을 볼 수 있었으며 건측에 비해 3.4 cm의 단축이 잔존하였고 관절 운동 범위는 굴곡구축 5도, 후속 굴곡 90이었다 (Fig. 1-D). 기능적 결과는 보통이었으며 슬관절 구축의 문제점이 있었다.

증례 2

64세 여자 환자로 9개월 전 교통사고로 우측 경골 근위부의 분쇄 골절이 발생하였다. 타 병원에서 금속판을 이용한

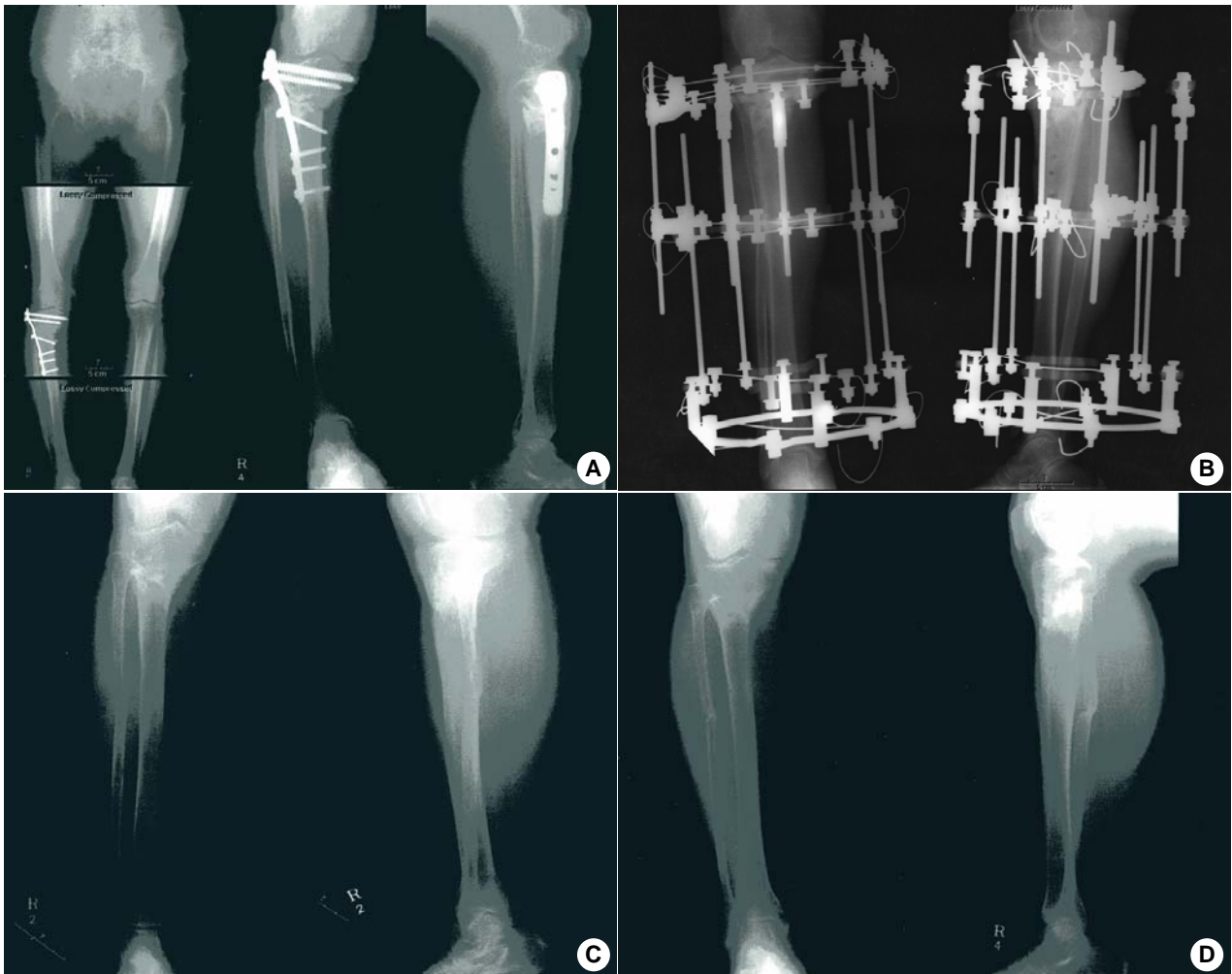


Fig. 2. (A) Pre-operative radiograph of 64 years old women showing infected nonunion at proximal metaphysis of tibia (9 month after trauma). Proximal tibial varus deformity and leg length discrepancy was seen
(B) Ilizarov apparatus was applied with sequestrectomy and curettage followed by angular correction and autogenous iliac bone graft
(C) Ilizarov apparatus was removed after 4.7 months
(D) Post-operative 1 year follow-up radiograph showing complete union of nonunion site and proper anatomical axis

내고정술을 시행하였으나 감염성 불유합의 소견을 보여 내원하였다. 수술 횟수는 3회였으며 굴곡구축 10도에서 후속 굴곡 100도의 슬관절 운동 범위를 보였다. 내반 변형이 동반된 상태였으며 건측에 비해 1.4 cm의 하지 단축이 관찰되었다 (Fig. 2-A). 본원에서 변연 절제술, 소파술을 시행하고 Ilizarov ring fixator를 장착하여 내반 변형 교정 및 골절부 압박을 시행하였으며 자가 장골 이식을 시행하였다 (Fig. 2-B). 술 후 체중 부하와 능동적 관절 운동을 시행하였고 술 후 4.7개월에 기구를 제거하였다 (Fig. 2-C). 최종 추시 상 골 유합과 염종의 소실을 볼 수 있었으며 건측에 비해 2 cm의 단축이 잔존하였고 내반 변형은 교정되었다 (Fig. 2-D). 관절 운동 범위는 굴곡구축 5도, 후속 굴곡 120도였다. 결과는 우수였다.

고 찰

난치성 불유합의 정의를 내리기는 힘들겠지만, 광범위한 감염 또는 주위 조직의 오염으로 인하여 재발되는 골수염에 의한 감염성 불유합, 수차례의 수술적 치료에도 불구하고 유합되지 않은 위축성 불유합, 치료 전 이미 광범위 골 및 연부 조직의 결손이 있었던 개방성 골절이 동반된 불유합, 고령의 나이와 더불어 만성 또는 급성 전신 증상 악화를 동반한 불유합 등을 들 수 있다. 장관골의 감염성 불유합은 광범위한 사골 절제술의 결과 또는 초기 수상 시부터 존재하는 골 결손으로 인해 이환자의 길이를 유지하기 힘들며 유합 및 감염의 치료를 동시에 해결해야 한다는 문제가 있다¹⁷⁾.

하지의 대표적인 대퇴골과 경골은 우리 몸에서 가장 크고 단단한 뼈로 강한 외력에 의해 골절이 일어나며 이로 인해 분쇄 골절이나 개방성 골절이 많은 편이다. 하지의 불유합은 보행 장애와 더불어 주위 관절 운동의 제한, 골 강도 감소, 근 위축 등이 동반되어 불유합의 치료를 더욱 어렵게 만든다. 또한 대개의 경우, 수술 병력이 있는 환자이므로 구축 및 반흔이 존재하며, 또한 경우에 따라서 환자의 전신적, 정신적 상태가 예민하거나 비정상적인 경우가 있으므로 이를 매우 유의하여 수술 및 마취에 문제가 없도록 술 전 점검을 철저히 해야 한다. 이에 대한 치료 원칙은 괴사된 연부 조직과 골 조직의 제거, 견고한 고정 및 항생제 투여이며 광범위한 조직 결손 시에 이를 복원하기 위한 골 이식, 연부 조직 재건술 등의 추가적인 수술이 필요할 수 있다¹⁹⁾.

최근 감염성 불유합의 치료에서 Ilizarov를 이용한 외고정술은 염종의 소실, 골 접합 및 결손된 조직의 복원을 가능하게 했으며¹³⁾ 이는 Ilizarov를 이용한 사지 연장술과 Meyer 등¹²⁾이 주장한 감염성 불유합의 치료 중 가장 중요한 핵심인 골절부의 견고한 고정을 골절 부위 압박을 통하여 얻을 수 있다. 또한 치료 기간 중에 조기 관절 운동을 가능하게 하며

체중 부하를 시킬 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 장기간의 치료 과정 중 발생할 수 있는 관절 구축 및 근 위축을 줄일 수 있고 불용성 골다공증을 예방할 수 있다^{2,16)}. Ilizarov를 이용한 술식의 경우, 시술 전에 골 조직 및 연부 조직 상태와 더불어 변형과 단축 정도를 파악하는 것이 중요하다^{11,14)}. 견고하고 젊은 환자나 육체적인 왕성한 작업이나 환경에 노출될 환자의 경우, 치료 기간이 연장되더라도 가능한 한 역학적 축 (mechanical axis)을 정상화하고, 하지 단축을 최소화하기 위하여 많은 저자들이 불유합 주위에서 신연골 형성술을 동시에 시행하는 경우를 보고하고 있다^{5,7,9,20)}.

그러나 고령의 환자이거나 전신적인 환자의 문제가 심각하게 존재하는 경우에는 모든 치료의 초점을 신속 불유합 치료에 중점을 두는 것이 더 효과적이다. Paley 등¹⁴⁾은 경골의 감염성 불유합을 Ilizarov 기구를 이용하여 치료한 결과 100%의 골 유합률과 10.6개월의 골 유합 기간을 보고하였으며, Lebyedev 등¹⁰⁾은 경골의 감염성 불유합에 대해 골 결손이 없는 경우에는 4~6개월의 골 유합 기간을, 골 결손이 있는 경우에는 7~10개월의 골 유합 기간을 보고하였다.

골 연장술을 병행한 국내의 저자들^{4,6,8)}이 보고한 유합 기간은 평균 7개월에서 16개월까지 다양하였다. 저자들은 외고정기를 이용하여 8례에 대해 모두 골 유합을 얻었으며 5.2개월의 골 유합 기간을 보였다. 염종의 억제와 골 유합 및 하지 부동의 해소를 목적으로 하여 골 연장술을 겸한 경우 보다 치료 기간을 단축시킴으로써, 이환 기간이 길어지면서 발생할 수 있는 고연령군의 합병증을 줄일 수 있었다. 노인의 경우, 장관골의 피질골이 얇아지면서 골수내강이 넓어지고 해면 골의 지방 변화가 가속화 되어 쉽게 골절이 일어나며 가장 심각한 합병증 중의 하나인 감염성 불유합은 전신상태가 열악한 고령 환자에게 비교적 호발한다. 당뇨, 고혈압, 혈관 질환 등의 동반 기저 질환이 많아 감염에 취약한 경우가 많으며 경우에 따라 불유합 부위의 감염이 확실한데도 전신적인 염증 반응이 적고, 균 배양 검사가 음성으로 나타나는 경우가 많다. 고령 환자에서는 특히 이런 특성을 잘 이해하여 치료하여야 한다. 골 유합을 위해서 내고정 장치의 사용이 가능하겠으나 골 밀도의 현저한 감소와 내재된 감염의 가능성을 고려하자면 역시 외고정 장치의 사용이 더 안전하다.

또한 고령 환자의 골절에서는 골다공증의 여부가 치료의 과정이나 경과 및 예후에 중요한 영향을 미친다고 할 수 있다. Song 등¹⁸⁾에 의하면 우리나라 정상인의 평균 요추 골 밀도는 40대의 193.8 mg/cm³에서 60대에는 104.7 mg/cm³으로 감소하며, Yoo 등²¹⁾에 의한 평균 대퇴 전자간 부위의 골 밀도는 50대의 0.739 g/cm²에서 70대에 0.637 g/cm²으로 감소를 알 수 있다. 따라서 고령의 경우 골 연장술 시 골 밀도의 감소로 인해 연장 속도를 늦추어야 하며, 이로 인해 이환

기간이 길어지고 좋지 않은 임상적 결과의 결과가 예상된다. 이에 저자들은 최종 추시 시 8례의 골 단축 (평균 2.6 cm)에 대해 골 연장술을 고려하지 않았다. 불유합의 치료를 위해서는 불유합 부위의 절제 및 압박이 필요한데 이로 인하여 술 전에 비하여 추가적인 단축 (2~3 cm)이 발생되나 저자의 소견으로는, 고령 환자의 비교적 적은 활동량을 고려해 볼 때, 단축을 감수하고서라도 치료 기간을 최소화하는 것이 더 효과적이라고 사료된다.

8례 모두 골 유합과 염증의 소실을 얻었음에도 불구하고 기능적인 결과가 양호 이상의 경우가 9례 중 5례 (56%)로 상대적으로 좋지 않으며 이는 고령 환자의 경우 최종 수술 전 이미 전신상태가 열악함으로 인한 결과로 볼 수 있다.

골 이식은 골 유합을 촉진시킬 수 있고 여러 차례의 소파술과 사골 제거술로 생긴 골 결손을 치료할 수 있는 장점이 있으나 골 결손의 크기 및 모양에 제한을 받고 감염의 재발 등의 합병증이 생길 수 있는 단점이 있다⁴⁾. 이에 저자들은 골 결손의 치료를 고려하지 않고 동측 골 이식보다 혈관 재형성이 빠른 자가골 이식을 골 유합의 목적으로 충분한 감염 조직을 제거한 후 시행하였다.

결 론

고령 환자의 하지 난치성 감염성 불유합의 치료에 있어서, 외고정 장치를 이용한 불유합 부위의 압박 및 조기 관절 운동이 치료 기간을 최소화하고 유합을 이룰 수 있는 좋은 방법 중의 하나라고 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) **Catagni MA, Guerreschi F and Cattaneo R:** Treatment of chronic osteomyelitis using the method of Ilizarov. The 2nd Riva Congress. Supplement to Int J Orthop Trauma, **3**: 92-95, 1993.
- 2) **Catagni MA and Kirienko VMA:** Advances in Ilizarov apparatus assembly. Smith and Nephew, Richard Inc, Memphis, Tx, USA, 1996.
- 3) **Cattaneo R, Catagni MA and Johnson E:** The treatment of infected nonunions and segmental defects of the tibia by the method of Ilizarov. Clin Orthop, **280**: 143-152, 1992.
- 4) **Cho DY, Koh ES and Kong SC:** Treatment of infected nonunion of the femur using the Ilizarov apparatus. J Korean Orthop Assoc, **9**: 899-906, 1996.
- 5) **Cierny III G:** Infected Tibial nonunions. Clin Orthop, **360**: 97-104, 1999.
- 6) **Ihn JC, Park BC, Park IH, Kyung HS, Oh CW and Cho JH:** Treatment of infected nonunion with bone defect with Ilizarov lengthening apparatus. J Korean Fracture Soc, **11**: 91-99, 1998.
- 7) **Jung ST, Song EK and Bae BS:** Use of the Ilizarov technique for treatment of infected non-union. J Korean Fracture Soc, **11**: 399-404, 1998.
- 8) **Ko HS, Kim BJ, Lim Y, Seo JG, Kim JK and Lee DH:** Internal bone transport for treatment of Infected non-union of long bone. J Korean Fracture Soc, **11**: 623-628, 1998.
- 9) **Lalt M, Manish C, Jashan V, Sudhir K, Dhaon and Anil M:** The Ilizarov method in infected nonunion of fractures. Injury Int J Care Injured, **31**: 509-517, 2000.
- 10) **Lebyedev AA, Kisyelev VY, Chizhenkov GA and Izotov IA:** The treatment of nonunions with bony defects of the tibia complicated by osteomyelitis. In: Experimental Theoretical and Clinical Aspects of Transosseous Osteosynthesis, KNIIEKOT, USSR, September **3-5**: 74, 1986.
- 11) **Menon DK, Dougall TW and Pool RD:** Augmentative Ilizarov external fixation after failure of diaphyses union with intramedullary nailing. J Orthop Trauma, **16**: 491-497, 2002.
- 12) **Meyer S, Liestal, Weil AJ and Willenegger H:** The treatment of infected Non-union of fracture of long bone. J Bone Joint Surg, **57-A**: 836-842, 1972.
- 13) **Paley D:** Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. Clin Orthop, **250**: 81-104, 1990.
- 14) **Paley D:** Principles of deformity correction. Springer-Verlag, Berlin, 2002.
- 15) **Palay D, Catagni MA, Argnani F, Villa A, Benedetti GB and Cattaneo R:** Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. Clin Orthop, **241**: 146-165, 1989.
- 16) **Sanders DW, Galpin RD and Hosseini M:** Morbidity resulting from the treatment of tibial nonunion with the Ilizarov frame. Can J Surg, **45**: 196-200, 2002.
- 17) **Sisk TD:** External fixation - historic review, advantages, complications and indications. Clin Orthop, **180**: 15-22, 1983.
- 18) **Song SH, Shim CG and Seo H:** The change of bone mineral density according to aging in Korean women-Study of using quantitative computerized tomography. J Korean Orthop Assoc, **35**: 277-282, 2000.
- 19) **Steve WN, Fu-Chan W and Chun-Hsiung S:** Management of Femoral diaphyseal Infected nonunion with antibiotic beads local therapy, external skeletal fixation, and staged bone grafting. J Trauma, **46**: 97-103, 1999.
- 20) **Tsuchiya H and Tomita K:** Distraction osteogenesis for treat-

- tment of bone loss in the lower extremity. J Orthop Sci, **8**: 116-124, 2003.
- 21) **Yoo MC, Han CS, Kim IW and Lee HG**: Bone mineral density and fracture threshold in the patients with femoral neck & intertrochanteric fractures due to osteoporosis. J Korean Orthop Assoc, **28**: 1851-1865, 1993.
-