

## Ilizarov 외고정술을 이용한 경골 골절의 치료

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

송 광 순 · 전 시 현

### — Abstract —

### Treatment of Tibial Fractures using the Ilizarov External Fixator

Kwang Soon Song, M.D. and Si Hyun Jeon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Keimyung University College of Medicine, Taegu, Korea

The purpose of this study is to evaluate the effectiveness of Ilizarov external fixator in the treatment of difficult tibial fractures. We analyzed 37 cases with closed or open comminuted tibial fractures and unstable segmental fractures, treated with Ilizarov external fixator between August 1993 and August 1997. Among them, 21 cases were treated with simple application of Ilizarov external fixator. A compression of the fracture site (6 cases), translation (2 cases) and internal transportation technique (2 cases) were applied, and bone graft was applied in 5 cases. We obtained bony union in all cases with Ilizarov method except one case converted to intramedullary nailing due to delayed union. The average time required for bone union were 21 weeks in closed fractures, 26.2 weeks in open fractures. The complications developed were as follows ; pin irritation in 14 cases, pin tract infection in 9 cases, adjacent joint contracture in 3 cases, delayed union in 1 case and malunion in 1 case. According to Tucker's classification, the results were graded as excellent in 18 cases, good in 14 cases, fair in 3 cases, poor in 2 cases. In conclusion, Ilizarov external fixation is one of the useful treatment option in closed or open comminuted tibial fractures and unstable segmental fractures.

**Key Words :** Tibia, Fracture, Ilizarov external fixator

서 론

경골 골절은 가장 흔한 골절 중의 하나로, 경골

의 해부학적 특성상 개방성 골절이 되기 쉬우며  
또한 광범위한 연부 조직 및 골막 손상시 이차적  
으로 감염에 의한 골수염 및 불유합 등의 심한 합  
병증을 초래하므로 그 치료에 어려움이 많은 골절

\* 통신저자 : 송 광 순

대구광역시 중구 동산동 194번지

계명대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel : 053) 250-7250, Fax : 053) 250-7205

이다. 체외 고정기기중 Ilizarov 체외 고정기구는 긴장이 가해진 가는 강선을 사용함으로써 피부와 골조직에 대한 자극이 적고, 공간 배열의 조절이 쉬우며 각 변형, 전이 변형 및 염전 변형에 대한 삼차원적인 교정을 하지 연장술과 동시에 할 수 있으며, 또한 강력한 고정력으로 안정성을 유지하면서 추가적 축성 미세운동을 유발하여 골절 치유를 촉진시키는 장점을 가지고 있다. 이에 저자들은 기존의 치료방법으로는 어려움이 따르는 폐쇄성 또는 개방성 분쇄 골절 및 불안정성 분절 골절에 대하여 Ilizarov 솔식을 이용하여 만족할 만한 결과를 얻었기에 그 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

1993년 8월부터 1997년 8월까지 본원 정형외과학 교실에서 경골 골절에 대해 외고정기구를 이용한 총 40례 중 추적 관찰 및 자료가 완벽한 37례를 대상으로 하였으며, 성별 및 연령 분포, 수

상 원인, 골절 부위 및 양상, 동반 손상, 골절 형태에 따른 치료 방법, 골유합 기간 및 합병증에 대하여 분석하였다. 총 37례 중 남자 32례, 여자 5례로 남자가 훨씬 많았으며 29례(79.2%)가 21세부터 60세 사이로 사회 활동이 활발한 연령이 였다. 수상 원인은 교통사고가 26례, 추락사고가 9례, 둔기에 의한 직접가격 및 매몰사고가 각각 1례로 전례가 고 에너지 손상이였다. 골절 부위 및 양상은 폐쇄성 골절이 11례, 개방성 골절이 26례였으며 개방성 골절 중 Gustilo I 형이 4례, II 형과 III 형(III A 4례, III B 7례)이 각각 11례였다. 골절 부위는 골절선이 하나인 경우 상 1/3부위가 6례, 중 1/3부위가 6례, 하 1/3부위가 18례로 하 1/3부위가 가장 많았다. 분절 골절은 7례로 그 중 4례는 근위 및 원위부 모두 분쇄 골절이였고 2례는 원위부만 분쇄 골절이였으며 1례는 종상 분열 골절(longitudinal split)이였다. 37례중 분쇄 골절은 35례였으며 그중 50%이상의 분쇄를 가진 골절은 분절 골절 7례를 포함하여 29례였고 50%이하의 분쇄를 가진 골절은 6례였다. 나머지

**Fig. 1.** Closed comminuted proximal tibia fracture of 58-year-old female.

- A.** Preoperative anteroposterior and lateral radiographs of the left tibia.
- B.** Postoperative radiographs showing the reduced fracture with Ilizarov external fixator and K-wire(#1).
- C.** Postoperative 15 weeks radiographs showing union of fracture.

2례는 나선상 골절이었다. 22례에서 동반 손상을 보였고 6례에서 1개 이상의 동반 손상이 있었다. 동측 대퇴골 골절은 8례, 반대측 하지 손상이 7례, 동측 족부 골절 및 두부 손상이 각각 5례였으며 그 외에 상지 골절이 3례, 안면골 골절 및 척추 골절이 각각 1례였다.

치료 방법은 단순 방사선 사진과 진단 하지를 비교하여 링의 위치와 크기를 선택한 다음 골절 부위가 한곳인 경우 상하에 각각 2개의 링을, 분절 골절인 경우는 분절마다 각각 2개의 링을 설치한 상태로 수술전에 외고정기구를 조립하여 수술 시간을 줄이는 것을 원칙으로 하였다. 정복 방법은 C형 영상 증폭기를 이용하여 도수정복 후 슬관절과 족근관절에 평행하게 기준강선을 각각 삽입 고정하였고, 골절 부위의 각 형성과 전위는 경첩이나 올리브 강선을 이용하여 교정하였다. 도수 정복으로 정복되지 않는 비교적 큰 골편이 있어 추후 골유합에 어려움이 예상되는 골절은 최소 절개를 통해 관절적 정복으로 골편 간격을 줄이고 K-강선을 이용하여 고정하였다. 연부조직 손상에

**Fig. 2. Gustilo grade II open comminuted distal tibia fracture of 54-year-old male.**

- A. Preoperative anteroposterior and lateral radiographs of the right tibia.**
- B. Postoperative radiographs showing the reduced fracture with Ilizarov external fixator.**
- C. Postoperative 16 weeks radiographs showing union of fracture.**

대해 Gustilo I, II형은 일차 봉합술을 시행하였으며 Gustilo III형 11례중 일차 봉합이 어려운 7례에 대해서 5례는 부분층 식피술로 2례는 피판술로 연부조직 결손을 치료하였다. 총 38례중 1차 수술만으로 골유합을 얻을 수 있었던 경우는 21례(55%)였다. 추시 단순 방사선 소견상 골유합의 진행이 없어 지연 유합이나 불유합이 예상되는 11례중 5례에 대해서는 조기 골 이식술을, 6례에 대해서는 압박 신연술을 시행하였고, 1차 수술후 전위가 있었던 2례는 올리브 강선을 이용하여 점진적으로 교정후 골유합을 얻을 수 있었다. 각각 2cm과 4cm의 골 결손을 동반한 2례에 대해서는 골막하 피질 절골술 후 골 연장술을 시행하여 골 결손을 채우고 근위 골편과 원위 골편이 만나는 부위(docking site)는 골 이식술을 시행하여 골유합을 얻을 수 있었고 술후 9개월째 지연 유합을 보인 1례는 Ilizarov 체외 고정기기 제거후 골수강내 금속정 및 자가골 이식술을 시행하여 2차 수술후 5개월에 골유합을 얻었다.

**Table 1.** Methods of treatment

	No. of case
Simple Ilizarov external fixator	21
Ilizarov external fixator with early bone graft	5
Ilizarov external fixator with compression	6
Ilizarov external fixator with translation	2
Ilizarov external fixator with lengthening	2

**Table 2.** Average time of fracture healing

Type	No. of case	Fracture healing time (weeks)
Closed	11	21
Open	27	26.2
Gustilo I	5	20.2
Gustilo II	11	25.9
Gustilo III A	4	23.3
III B	7	32.7
III C	.	.

## 결 과

골유합 판정은 임상적으로 골절 부위에 압통이 없고 통증 없이 완전 체중 부하가 가능하며 방사선학적으로 가골 형성과 함께 골 소주 연결이 이루어진 것을 기준으로 하였다. 골유합 기간은 폐쇄성 골절의 경우 평균 21주, 개방성 골절의 경우 평균 26.2주였고 50% 이상의 분쇄 골절은 26.6주, 50% 이하의 분쇄 골절은 17.8주, 나선상 골절은 15.5주였다. 합병증은 총 28례에서 발생하였으며, 이 중 편 삽입부 통증 14례, 편 주위 연부조직 및 감염 9례, 관절 강직 3례, 각 형성이 1례, 지연 유합 1례였다. 술후 기능적 결과 판정은 Tucker의 분류법<sup>4)</sup>에 따라 평가하였으며 우수 18례, 양호 14례, 적합 3례, 불량 2례였다.

## 고 찰

경골은 전내측면의 대부분이 얇은 피하에 위치

**Table 3.** Complications

Pin irritation	14
Pin tract infection	9
Joint stiffness	3
Angular deformity	1
Delayed union	1
Total	28

하여 근육군들에 의해 싸여있지 않아 혈액 공급이 비교적 적은 해부학적 특성을 갖고 있어 골절시 지연 유합, 불유합, 골수염 등 합병증이 비교적 잘 발생하므로 치료에 있어 어려움이 많다. 특히 50% 이상의 분쇄를 가진 불안정성 골절, 개방성 골절, 분절 골절 등 고에너지 손상시 골절의 정복 및 유지, 손상된 연부조직의 처치 등이 보다 더 어려우며 합병증의 빈도도 높다.

Ilizarov 체외 고정기구는 1952년 러시아에서 고안되었으며 긴장력이 가해진 가는 강선과 링으로 구성된 링 체외 고정기구이다. 이 기구의 장점은 가는 강선을 사용함으로써 피부와 골조직에 대한 자극이 적고 공간 배열의 조절이 쉬우며 술후에도 관절적 정복을 위한 마취없이 점진적으로 각변형, 전이 변형 및 염전 변형에 대한 교정과 골연장술을 할 수 있다는 점이다. 이러한 장점으로 인해 기존의 치료 방법으로는 어려움이 따르는 폐쇄성 및 개방성 분쇄 골절, 관절 주위 골절과 장관골의 불유합, 기형 및 하지 단축의 치료에 유용하여 현재 그 사용이 보편화 되고 있다<sup>12)</sup>.

경골 골절에 있어서 Ilizarov 체외 고정기구의 사용은 광범위한 폐쇄성 분쇄 골절 및 불안정성 개방성 골절<sup>4,6,7,20,21)</sup>, 작은 골편을 가진 관절 주위 분쇄 골절<sup>1,9)</sup> 등에 유용하며 골 소실이 심하여 내부 이동술이 필요한 골절<sup>16)</sup>, 기존의 치료 방법 후 발생한 감염성 불유합<sup>3,8)</sup>, 골 결손을 동반한 불유합<sup>2,10,11,19)</sup> 등에도 좋은 치료법으로 보고되고 있다.

저자들의 경우 기존의 치료 방법으로는 어려움이 따를 것으로 예상되는 폐쇄성 분쇄 골절(9례), 개방성 분쇄 골절(21례), 폐쇄성 또는 개방성 분쇄 분절 골절(7례)에 대해 Ilizarov 체외 고정기구를 사용하여 치료하였다.

골절의 유합은 초기에는 안정성이 중요하고 후기에는 축성 미세 운동 및 역학적 축운동이 중요

하다고 하며, Ilizarov 체외 고정기구는 일측성 및 양측성 외고정기구와 비교하여 볼 때 굴곡력과 염전력에 대한 고정 강도는 같으면서 축력에 대한 강도는 75% 정도 약하므로 보행시 미세 축운동을 허용하여 가골 형성을 촉진시키며 수술시 연부 조직 손상이 적으며 조기 체중 부하가 가능하여 혈액 순환을 촉진시켜 골유합 기간을 25% 정도 단축시킨다고 알려져 있다<sup>4, 15, 20)</sup>.

골유합을 단축시키는 방법에 대해 여러 저자들이 보고하였는데 송 등<sup>4</sup>은 추시 방사선상 지연 유합의 소견이 보이는 경우 조기 골 이식술을 시행하여 골유합을 단축시켰다고 보고하였다.

Catagni<sup>14)</sup>는 골 결손이 1cm 미만인 경우 1일 1mm씩 점진적으로 압박 신연을 병행하여 골유합을 얻었고 골 결손이 1cm 이상인 경우는 경피적 피질 절골술 및 신연술로 결손 부위를 채워 골유합을 얻을 수 있다고 하였다. 양 등<sup>6</sup>도 이를 응용하여 골절부에서 4주 이상 가골 형성이 보이지 않는 경우 압박 신연을 반복하여 골유합을 얻었고 2cm 이상의 골 결손이 있을 경우 피질 절골술 및 골 신연술로 좋은 결과를 얻었다고 보고하였다.

저자들의 경우 골 결손이 1cm 이하이고 추시 방사선상 지연 유합의 소견이 보이는 11례 중 5례에 대하여 조기 골 이식술, 6례에 대하여 압박 신연술을 사용하여 골유합을 얻을 수 있었다. 또한 각각 2cm과 4 cm의 골 결손을 보인 2례에 대해서는 골막하 피질 절골술 후 골편의 내부 이동을 통한 골 연장술을 휴지기 7일, 신연율 1mm/일, 신연빈도 4회/일로 시행하여 골 결손을 채워 골유합을 얻을 수 있었다.

골유합 및 유합 기간은 여러 가지 요인에 의해 결정되므로 비교하기는 어려우나 Shtarker 등<sup>20)</sup>과 Tucker 등<sup>21)</sup>은 경골 골절시 Ilizarov 술식으로 치료한 결과 100%의 골유합과 평균 22~25주의 기간이 소요되었으며, 송 등<sup>4</sup>은 폐쇄성 경골 골절의 경우 20.5주, 개방성 경골 골절의 경우 35.4주의 골유합 기간을 필요로 하였다.

저자들의 경우 폐쇄성 골절은 평균 21주, 개방성 골절은 평균 26.2주에 골유합을 얻었으며 개방성 골절 중 I형은 20.2주, II형은 25.9주, IIIA형은 23.3주, IIIB형은 32.7주의 골유합 기간을 필요로 하였다. 또한 50% 이상의 분쇄 골절은

26.6주, 50% 이하의 분쇄 골절은 17.8주, 나선상 골절은 15.5주에 골유합을 얻었다. 즉 개방성이 심할수록, 분쇄성이 심할수록 보다 더 긴 골유합 기간이 필요하였다.

Ilizarov 체외 고정기구의 합병증으로는 핀 삽입부 동통 및 감염, 인접 관절의 구축, 각 변형, 지연 유합 및 불유합, 재골절, 강선 삽입시 혈관 및 신경손상 등이 보고되고 있다<sup>4, 7, 12, 18)</sup>.

핀 삽입부 동통은 저자들의 경우 14례가 발생하였으며 송 등<sup>4</sup>이 보고한 바와 같이 경골 근위부 내측 거위발 부위에 10례(71.4%)로 가장 많았고 가능한 한 이 부위를 피하여 핀을 삽입하여야 할 것으로 사료되었다.

핀 삽입부 감염은 9례가 발생하였으며 철저한 환부 소독 및 항생제 투여로 치료하였고 강선의 이완이 동반된 경우 안정성에 문제가 없을 때는 강선을 제거하였고 조절되지 않는 강선 삽입부 감염에 대해서는 강선의 위치를 바꿔 재삽입 하였다.

이 등<sup>7</sup>은 핀 삽입부 감염을 줄이기 위해 수술 중 강선 삽입시 강선을 도수적으로 밀어 넣은 후 반대편 피질골까지 drilling하였고, 이때 최대한 낮은 속도로 drilling을 시행하고 간헐적으로 drilling을 멈춤으로써 온도에 의한 고리를 최대한 줄였으며 이후에 망치를 이용하여 통과시키는 방법을 보고하였다.

인접 관절의 구축은 3례 중 2례는 슬관절, 1례는 족근관절에 발생하였다. 1례는 수술이 지연된 경우며 나머지 2례는 술후 재활 치료가 부족했던 것이 원인이었다. 관절 강직을 예방하기 위해서는 강선 삽입시 관절을 최대한 신전 및 굴곡시켜 근육 및 인대가 최대 길이를 갖도록 삽입하고, 술후 조기 보행 및 지속적인 재활 치료를 시행하여야 할 것으로 사료되었다.

각 형성을 보인 1례는 원위부 관절내 폐쇄성 분쇄 골절로 골유합시 20도의 의반 변형을 보였고, 추시상 퇴행성 관절염이 심해 족근관절 유합술을 시행하였다.

지연 유합을 보인 1례는 원위부 제2형 개방성 분쇄 골절로 1차 수술 후 9개월째 단순 방사선 소견상 골절부 외측은 골유합 소견이 보이나 내측 및 중앙부에 1×1cm 크기의 골결손 부위가 있어 Ilizarov 체외고정기기를 제거하고 골수강내 금속

정 및 자가골 이식술을 시행하여 5개월 뒤 골유합을 얻을 수 있었다. 저자들은 이 증례를 통해 조기 골이식술의 필요성을 절감할 수 있었다.

이상의 합병증은 총 37례중 28례(75.6%)에서 발생하였으며 비록 예후에 심각한 영향을 미치는 합병증은 상대적으로 낮았지만 Ilizarov 체외 고정 기기를 장착한 환자의 불편감은 컸다. 따라서 Ilizarov 외고정술을 시행할 때 합병증의 빈도를 줄이기 위해 보다 세심한 주위와 관찰이 필요할 것으로 사료된다.

## 결 론

저자들은 경골 골절 37례를 대상으로 Ilizarov 외고정술로 치료한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 타 기구로 고정이 어려운 폐쇄성 분쇄 골절, 개방성 분쇄 골절, 분쇄 분절 골절의 경우 Ilizarov 외고정술은 골절 정복과 유지 및 조기 골유합을 얻을 수 있고 전위 및 각형성에 대해 추가적 수술이나 마취 없이 점진적으로 교정이 가능하여 좋은 일차수술법으로 사료된다.
2. 1차 수술시 도수 정복으로 정복되지 않는 비교적 큰 골편에 대해서는 최소 절개를 통한 해부학적 정복이 골유합에 도움이 될 것으로 사료된다.
3. 자연 유합이나 불유합의 가능성성이 높은 경우에는 Ilizarov 기구를 장착한 상태에서 조기에 골이식술이나 압박 신연술을 시행함으로써 골유합을 얻을 수 있을 것으로 사료된다.
4. 골결손이 동반된 경우는 골막하 피질 절골술을 통한 골연장술로 골결손에 대한 치료와 골유합을 동시에 얻을 수 있었다.

## REFERENCES

- 1) 김경철, 임성준, 공보석, 방보형 : Ilizarov 외고정술을 이용한 경골의 관절 주위 개방성 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 27-7:1745-1750, 1992.
- 2) 박희완, 한수봉, 박영준, 양규현, 신동은, 박홍준 : Ilizarov 방법을 이용한 경골의 골 결손형 불유합의 치료. 대한정형외과학회지, 31-2:189-198, 1996.

- 3) 서유성, 위요섭, 나수균, 최창욱 : Ilizarov 체외기기를 이용한 감염성 불유합의 치료. 대한정형외과학회지, 29-3:754-763, 1994.
- 4) 송해룡, 조세현, 구경희, 박형빈, 정연천, 황선철, 김재수, 김병식, 박예수 : Ilizarov 술식을 이용한 경골 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 29-2:655-664, 1994.
- 5) 송해룡, 조세현, 구경희, 정순택, 박영준, 고진홍, 김지연, 하용찬 : Ilizarov 술식을 내부 골이동을 이용한 경골 골결손의 치료. 대한정형외과학회지, 31-5:1071-1079, 1996.
- 6) 양창렬, 최경수, 이영기 : Ilizarov 체외 고정기구를 이용한 경골 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 30-1:123-131, 1995.
- 7) 이강욱, 김기환, 황병연 : Ilizarov 수기에 의한 분쇄골절 및 불유합 치료후 발생한 합병증. 대한정형외과학회지, 30-5:1396-1403, 1995.
- 8) 이광진, 황득수, 진영안 : 내적 골 연장술을 이용한 장관골의 염증성 골 결손의 치료 -5례에 대한 보고-. 대한정형외과학회지, 26-1:324-333, 1991.
- 9) 최원식, 이광원, 김환정, 민영식, 김하용, 김유인 : Ilizarov 술식을 이용한 경골 천정 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 32-4:861-868, 1997.
- 10) 허 현, 서승석, 유현덕, 김영창, 최장석, 이영구 : Ilizarov 기구를 이용한 경골 골 결손의 치료. 대한정형외과학회지, 30-4:975-982, 1995.
- 11) Aronson J, Johnson E and Harp JH : Local bone transportation for treatment of intercalary defects by the Ilizarov technique. *Clin Orthop*, 243:71-79, 1989.
- 12) A.S.A.M.I. group : *Operative principles of Ilizarov*. 1st ed. Milan , William and Wilkins:94-107, 1991.
- 13) Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brevio L and Trivella G : Limb lengthening by callus distraction (callotasis). *J Pediatr Orthop*, 7:129-134, 1987.
- 14) Catagni MA : Classificaxion e trattamento delle pseudoartrosi di gamba con perditai di sostanza. In *proceedings of the lat. National congress for the Applications of the Method of Ilizarov to the Tib Florence, Italy*. 87-90, October 30-31, 1986.
- 15) Chao EYS, Aro HT, Lewallen DG and Kelly PJ : The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. *Clin Orthop*, 241:24-35, 1989.
- 16) Dagher F and Roukouz S : Compound tibial fractures with bone loss treated by the Ilizarov technique. *J Bone Joint Surg[Br]*, 73-B:316-321, 1991.

- 17) **Fleming B, Paley D and Kristiansen T** : A biomechanical analysis of the Ilizarov external fixator. *Clin Orthop*, 241:95-105, 1989.
- 18) **Paley D** : Problems, obstacles and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop*, 250:81-104, 1990.
- 19) **Paley 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.
- 20) **Shtarker H, David R, Stolero J, Grimberg B and Soudry M** : Treatment of open tibial fractures with primary suture and Ilizarov fixation. *Clin Orthop*, 335:268-274, 1997.
- 21) **Tucker HL, Kendra JC and Kinnebrew TE** : Management of unstable open and closed tibial fractures using the Ilizarov method. *Clin Orthop*, 280:125-135, 1991.