

Ilizarov 체외고정기구를 이용한 경골의 난이 골절의 치험

연세대학교 의과대학 정형외과학교실

박희완 · 장준섭 · 강군순 · 양규현 · 이석범

= Abstract =

The Limited Experiences in the Management of the Difficult Fractures of Tibia Using the Ilizarov External Fixator

Hui Wan Park, M.D., Jun Seop Jahng, M.D., Koon Soon Kang, M.D., Kyu Hyun Yang, M.D.
and Seok Beom Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Since 1952, Ilizarov external fixator has been developed and used for more than 30 years in Russia and world-wide interest on it has been prevalent during last 2-3 years. The fixation of the tension applied thin wires to the metal frame resist flexional and translational deformity just like other external fixators. But, it allows cyclic axial micro-motion at the fracture site without loss of reduction so that it can provide good environment for the fracture healing biologically and biomechanically.

Another advantage of Ilizarov external fixator is that it permits mobilization of the adjacent joints and weight bearing of the fractured limb during the application of it and shortens the duration of administration.

Since 1988, We applied the Ilizarov external fixator for the treatment of difficult tibial fractures (open comminuted, segmented and comminuted fractures, nonunion, maunion) and obtained good results in 7 cases. So we report our results even if we had limited cases and experiences.

Key Words: Fracture, Tibia, Ilizarov external fixator.

적고 한정된 경험이지만 보고하고자 한다.

서 론

1952년 이래 약 30여년간 러시아에서 고안, 사용되어온 Ilizarov 체외고정기구가 최근 2-3년간 세계적으로 관심의 대상이 되고 있다. 체외고정기구는 학자에 따라 다양한 방법이 소개되고 있으나 특히 Ilizarov 체외고정 기구는 생체역학적으로 골절치유에 유리하며 사지의 여러 변형을 교정할 수 있는 장점이 있다.

저자들은 치료에 어려움이 따르는 경골의 골절 7례(개방성 분쇄골절, 분절상 분쇄골절, 불유합, 부정유합)에 대해 Ilizarov 체외 고정기구를 사용하여 양호한 결과를 얻었기에 증례가 본 논문의 요지는 제33차 정형외과 추계학술대회에서 발표되었음.

증 례 분 석

1988년 5월이후 현재까지 총 7례의 경골 골절 환자에서 Ilizarov 체외고정기구를 사용하여 치료하였다. 이 중 분절상 분쇄골절, 개방성 분쇄골절, 허혈성 불유합이 각각 2례였으며, 성장판 손상에 의한 부정유합과 하지길이의 단축이 동반된 경우가 1례있었다(Table 1).

경골의 골절환자는 모두 종래의 고정방법으로는 골편의 견고한 고정이 가능하지않거나, 또는 창상이나 감염의 문제로 이를 적용하기 어려운 경우였다. 경골의 분절 골절 2예중 1예는 분절상 골절부위에 도수정복과 간단한 금속나사 고정술을 병행하였으며 1예는 골절부의 분

Table 1. Case analysis

Case	Age	Diagnosis	Ext. fixation	Additional procedure	Union
1	45	Fx. seg. comm. tibia	Ilizarov	lag screw	5 Mo
2	25	Fx. seg. tibia	Ilizarov	bone graft	6.5 Mo
3	74	Fx. open comm. tibia	Ilizarov	—	5 Mo
4	32	Fx. open seg. comm. tibia	Ilizarov	—	6 Mo*
5	26	Nonunion, tibia	Ilizarov	—	3.5 Mo
6	49	Nonunion, tibia	Ilizarov	bone graft	4 Mo
7	13	Malunion, shortening, tibia	Ilizarov	corticotomy	3 Mo

*Early removal of apparatus

Fig. 1-a. Segmental fracture of tibia in 45-year-old male.

해가 심하여 자가골이식술을 시행하였다. 개방성 골절 2예는 Ilizarov 체외고정기구 이외에 다른 조작을 가하지 않았으며, 1례는 수술 5개월 후 Ilizarov 체외고정기구를 제거하였고 재골절의 방지를 위해 석고고정을 4주간 시행하였다. 다른 1례는 견고한 골유합을 얻기 전 환자가 임의로 Ilizarov 체외고정기구를 조기에 제거하여 부정유합이 발생하였으며, 피질절골술(corticotomy) 후 석고고정을 시행하여 각 변형의 교정과 견고한 골유합을 얻었다.

경골 불유합 2예는 모두 타병원에서 치료 후 본원에 전원된 경우였고 이중 1예는 경골 원위부에 분쇄골절이 발생하여 보존적 치료를 시행한 후 8개월만에 Ilizarov 체외고정기구와 자가골이식술을 시술한 경우였으며 수술 4개월 후 골유합이 되었다. 다른 불유합 1예는 불유합부에 인접한 골노출이 있어 다른 고정장치의 적용이 어려운 경우였다. 방사선 검사상 경골 간

Fig. 1-b. Postop. film after application of Ilizarov external fixator and a lag screw.

부의 허혈성 불유합의 소견을 보였으며 Ilizarov 체외고정기구를 사용하여 불유합부에 압박(Compression)을 가하였다. 골 이식술은 시행하지 않았으며 수술 3.5개월 후 골유합을 얻었다.

경골 골절의 부정유합과 골길이의 단축이 있는 1예는 피질절골술을 시행한 외반변형과 외회전 변형을 교정하면서 길이연장술을 시도하였으며 현재 골편 신연부에 형성된 신생골(Distraction osteogenesis) 경화(Consolidation) 되어 골유합을 보이고 있다.

증 례 보 고

증례 1

45세의 남자 환자로 교통사고로 인해 우측 경골 근위 1/3과 중위 1/3에 분절상 분쇄골절이 발생하였다(Fig. 1-a). 입원 당시 이학적 소견상 하지 부종이 심하였으나 말초순환은 정상

Fig. 1-c. Follow-up film at 7 months after op. shows solid union. The Ilizarov external fixator was removed at 3 months after op.

이었다. 수상 4일후 Ilizarov 체외고정기구를 이용한 외고정술을 시행하였다. Fluoroscope을 이용하여 분절된 3개의 골편에 각각 2개씩의 1.8mm 직경의 Kirschner wire를 경골의 장축에 수직으로 휘어집이 없이 관통시킨 후, 눈금을 매긴 긴장력장치(calibrated wire-tension device)를 이용하여 130Kg의 긴장력을 주어 3개의 원형 금속테에 고정하였다.

금속테를 술자의 손으로 잡고 골절부의 도수 정복을 시도하여 경골 근위부의 골절은 정복되었으나, 중위부의 골절 정복은 만족스럽지 못하여 골절부를 최소한으로 박리하여 노출시킨 후 정복하고 1개의 금속나사로 간단히 고정하였다(Fig. 1-b).

수술 다음 날부터 인접관절의 운동을 시행하였고 4주후 완전체중부하를 시행하였다. 금속핀 삽입부의 감염이나 신경손상등의 합병증은 발견되지 않았으며 수술 5개월후 Ilizarov 체외고정기구를 제거하였고 수술 7개월후의 추시소견상 견고한 골유합을 얻었으며 슬관절과 족관절의 운동은 정상이었다(Fig. 1-c).

증례 2

26세의 남자 환자로 공장에서 작업중 우측

Fig. 2-a. Preop. film shows avascular non-union at mid-shaft and infection on bone exposure area at proximal portion of tibia in 26-year-old male.

하지가 피대에 말려 우측 하퇴부의 광범위한 연부조직 손상과 우측 경골 간부의 개방성 골절이 발생하였다. 타병원에서 보존적 요법으로 치료한 후 호전되지 않아 수상후 1년 2개월만에 본원으로 전원되었다. 입원 당시 이학적소견상 우측 하퇴 근위부에 5cm×2cm 정도의 피부 및 연부조직 소실로 인해 노출된 골편에 감염이 동반되어 있었고 경골 간부의 개방창은 치유된 상태였으며 골절부의 가관절운동이 촉진되었다. 슬관절의 굴곡운동은 최대 80도까지로 제한되어 있었다.

입원후 하퇴 근위부의 노출된 골과 연부조직의 감염을 치료하기 위해 소파술을 수차례 시행하였으나 감염은 남아있는 상태였으며 방사선 소견상 경골간부에 17도의 외반변형과 30도의 외회전변형이 동반된 허혈성 불유합 소견이 관찰되었다(Fig. 2-a). 입원 2개월만에 경골 간부의 불유합을 치료하기위해 Ilizarov 체외고정기구를 장치하였다.

외고정핀은 경골 근위부의 감염을 피해 근위 및 원위 골편에 각각 2부위에서 증례 1과 같

Fig. 2-b. Post-op film after application of Ilizarov external fixator with correction of valgus and rotational deformity.

Fig. 2-c. Follow-up film at 3 1/2 months after op. shows bony union. Ilizarov external fixator was removed at the time of photograph.

은 방법으로 원형금속테에 고정하였다. 금속테를 술자의 손으로 잡고 도수정복이 가능하여 불유합부의 외반변형과 외회전변형을 교정한 후 금속테 고정막대의 나사를 이용하여 압박(compression)을 가하였다(Fig. 2-b).

수술 다음 날부터 인접관절의 운동과 부분체중부하를 시작하였으며 수술 4주후 완전체중부하를 실시하였다. 수술 3.5개월후 시행한 방사선 검사상 골유합 소견을 보이고 있다(Fig. 2-c). 현재 경골 근위부의 감염은 소파술과 피부이식술로 치유되었으며 슬관절의 굴곡운동범

Fig. 3-a. Pre-op film shows shortening and valgus deformity of tibia in 13-year-old male.

위는 110도로 증가하였다.

증례 3

13세 남자환자로 교통사고로 인해 우측 경골 원위부에 성장판 손상을 동반한 개방성 분쇄골절이 발생하였다. 뇌좌상으로 인한 의식소실과 전신상태의 불량으로 보존적 요법만으로 치료하였으며, 수상 4개월후 시행한 방사선 검사상 2.0cm의 하지단축과 골절부에서 15도의 외반변형 및 45도의 외회전 변형을 보였으나 골절부의 가관절운동은 촉진되지 않았다(Fig. 3-a).

수상 6개월후 Ilizarov 체외고정기구를 이용하여 외회전변형과 외반변형의 교정과 아울러 하지연장술을 시행하였다. 먼저 비골의 근위 1/3 이행부에서 비골절제술을 시행한후 증례 1과 같은 방법으로 경골을 3개의 원형금속테에 고정하였다.

경골 부정유합의 바로 근위부에 약 1.5cm의 피부 절개후, 5mm폭의 osteotome으로 골의막 및 골수의 혈액순환을 손상시키지 않고 골피질의 전면부부터 외측, 내측까지 경피적으로 피절골술(corticotomy)을 시행하였다. 절골술에 인접한 두개의 금속테를 술자의 손으로 잡

Fig. 3-b. Post-op. film after Corticotomy and application of Ilizarov external fixator.

고 원위에 위치한 금속테를 외회전시켜 후면부의 경골을 완전히 절골하고, 외회전 변형을 도수정복한 상태로 모든 금속테를 telescopic rod에 고정하였다(Fig. 3-b).

수술 7일후 내측 경첩연결을 이용하여 매일 1mm씩(0.25mm씩 1일 4번) 외측부를 신연하여 수술 3주후에 외반변형을 완전히 교정하였다. 수술 3개월후 시행한 방사선 검사에서는 신연된 절골부에 생긴 신생골이 경화(consolidation)되어 골유합을 얻은 것을 관찰할 수 있었다(Fig. 3-c).

합 병 증

1. 금속핀 삽입부의 염증 반응으로 인한 분비물의 증가

1례에서 한개의 금속핀 삽입부에 국한되어 표재성 감염이 발생하였다. 금속핀 삽입부를 청결하게 유지하였으며, 골유합의 소견을 보인 후 금속핀을 제거하여 용이하게 치유되었다.

2. 고정물의 조기 제거로 인한 불량유합

개방성 분절골절 1례가 정신질환을 기왕력으로 가진 경우였으며, 수술 4개월후 환자가 Ilizarov 체외고정기구를 임의로 조기 제거하여 20도의 전방각변형이 발생하였다. 저자들은 부강유합부에 인접하여 피질 절골술(corticotomy)을 시행한 후 각변형을 도수정복하고 석고고정을 4개월간 유지하여 골유합을 얻었다.

총괄 및 고찰

Fig. 3-c. Follow-up film at 3 months after op. shows consolidation of distraction osteogenesis at the site of corticotomy.

Ilizarov 체외고정기구는 새로운 생체역학적 고정방법으로서 1952년 이래 러시아에서 고안, 사용되어 왔으나 서방세계에는 비교적 알려지지 않았다.

종래의 외고정기구와는 달리 Ilizarov 체외고정기구는 눈금을 매긴 긴장력 장치(calibrated wire-tension device)를 이용하여 가는 금속핀을 130 Kg의 긴장력을 가한 상태로 원형금속테에 고정한다.

기본적으로 금속핀은 장골의 종축에 수직으로, 즉 경골의 경우는 슬관절과 족관절에 평행하게, 근위 및 원위 골편 각각의 2부위에서 고정되게 되는데 원형 금속테들은 4개의 나선금속봉이나 telescopic rod에 고정되며 경첩부를 이용하면 각 변형을 교정할 수 있는 구조로 되어 있다.

Goodship가 Kenwright⁴⁾, 그외 많은 저자들^{5,9)}은 골절부에서 축방향의 미세한 운동이 골절치유를 촉진시킨다고 하였는데, 금속핀에 긴장력을 주는 방법은 작은 직경의 핀에 강도를 높임으로서 굴곡 또는 전단 변형에 대해 다른 외고정 기구와 버금가는 견고성을 가질 수 있으며, 축변형에 대해 미세한 주기적인 축반향의 운동이 허용되어, Ilizarov 체외고정기구는 생체역학적 견지에서 골절 치유에 유리한 여건을 조성하게 된다.

또, 원형금속테는 고정편에 긴장력을 줄 수 있으며 경첩부를 이용하면 다양한 방향의 변형을 교정할 수 있는 특성을 가지고 있다.

연부조직의 손상이 심하거나 감염이 동반된 개방성 골절, 그리고 분쇄골절이나 분절상 분쇄골절등은 합병증으로 불유합이 빈번히 발생하는 어려운 문제이다²⁾.

Ilizarov 체외고정기구는 가는 핀을 사용하므로 관절에 인접한 골편을 고정시키는데 유리하며 생체역학적으로 골유합을 촉진시키는 외에도 난이골절 및 불유합에서 문제가 되는 각변형, 감염, 사지부동과 골결손을 동시에 치료할 수 있다³⁾.

Catagni³⁾는 불유합을 골결손과 사지길이의 단축여부에 따라 분류하고, 이에 대한 치료방법을 제안하였다. 골결손이 1cm 미만인 Type A는 각변형, 회전변형, 전단변형을 교정하고 불유합부에 압박(compression)을 가하게 된다. 고정장치를 이용하여 1일 1mm(0.25mm q.i.d.)씩 점진적으로 압박을 주면서 같은 주기로 신연(distraction)을 병행하면 consolidation으로 자극할 수 있다.

골결손이 1cm이상인 Type B의 경우, 골의막 및 골수의 혈액순환을 손상시키지 않는 경피적 절골술, 소위 "피질절골술(Corticotomy)"을 시행한 후 점진적으로 골편을 신연하면 절골된 골편사이의 간격에서 신연골생성(Distracted Osteogenesis⁷⁾)이 나타나게 되어 불유합부의 골결손을 채우게 된다. 이때, 비골절골술을 미리 시행해야 하고, 성인에서 신연은 7-10일의 latency period 후 시작하여 매일 1mm씩(0.25mm q.i.d.) 점진적으로 시행한다.

사지길이의 단축이 없이 골결손만 있는 경우는 피질절골술 후 전체길이의 변화없이 절골된 골편을 이동하여 골결손을 채우게 되는데 이를 지절내연장술(internal limb lengthening)이라 한다.

불유합부에서 압박과 신연을 주기적으로 시행하여 골형성을 자극하면 가골이 생성되며, 이를 신연하면 골연장을 시킬 수 있다.

골결손과 더불어 사지길이의 단축이 같이 있는 경우 피질절골술 또는 불유합부의 가골 생성부를 신연하여 골과 연부조직을 같이 연장시키는 방법을 지절외연장술(external limb lengthening)이라 한다.

저자들은 증례 1을 포함한 4례에서 경골의 분절상 분쇄골절이나 관절에 인접한 골절등 난

이골절을 Ilizarov 체외고정기구를 이용하여 치료하였으며 이들은 종래의 방법으로 견고한 고정을 얻기 힘든 것으로 사료된 경우였다.

골절의 정복은 도수정복술을 원칙으로 하였고 관절적 정복술을 요하는 경우도 최소한의 박리후 금속나사등의 간단한 고정물로 골절부를 고정하여 골절의 치유에 유리한 환경을 조성하였다. 또한, 골편의 고정시 Olive stop wire를 사용하면 골절 정복후 안정성을 높일 수 있다.

수술후 동통이 소실되는 대로 인접관절의 운동을 시작하였으며 통상 1주에서 4주사이에 완전 체중부하를 실시하여 Ilizarov 체외고정술을 시행한 전례에서 빠른 재활이 가능하였다.

증례 2를 포함한 2례는 사지단축과 골결손이 없는 경골의 허혈성 불유합 경우였다. Body와 Lipinski¹⁾는 불유합부에서 골유합을 얻기 위해 견고한 고정이 중요함을 강조하였고, Meyer등⁶⁾은 허혈성 불유합에서는 골유합을 위해 견고한 고정과 골이식술이 필요하다고 하였다.

저자들은 Ilizarov 체외고정기구를 이용하여 불유합부의 각변형, 회전변형, 전단변형을 교정하는 것이 용이하였고, 불유합부에 압박을 가한 후 이를 견고히 고정하여 골생성을 자극함으로써 골이식술을 시행치 않고도 골유합을 얻을 수 있었다.

Sveshnikov등¹⁰⁾은 피질절골술이 인접한 불유합부에 혈류를 증가시켜 골생성을 촉진시키므로 생물학적으로는 골이식술과 동일한 효과가 있다고 하여, 골길이의 단축이 동반된 불유합의 치료에 이러한 방법이 연구, 시도되어야 할 것으로 사료되었다.

증례 3은 경골의 회전변형과 각변형, 길이 단축이 있었던 경우로서, 피질절골술을 시행한 후 골편을 점진적으로 신연하면서 동시에 각변형을 교정하여 지절외연장술(external limb lengthening)을 시행한 경우였다.

저자들은 경골에 발생한 난이골절, 불유합, 부정유합의 7례에서 Ilizarov 체외고정기구를 이용하여 치료하였으며 불유합에 흔히 동반되는 사지변형, 감염의 문제, 사지길이의 단축을 같이 교정하는 것이 용이하였다. 또한, 고정기간 동안 인접관절의 운동과 체중부하 상태에서 조기보행이 허용됨으로서 입원 및 재활기간을 단축시킬 수 있었다.

저자의 경우는 금속핀 삽입부의 감염이 1례에서 경미하게 발생하여 금속핀을 제거한 후 용이하게 치유되었으며, 이를 방지하기 위해 금

속핀 삽입부를 청결하게 유지하는 것이 중요한 것으로 생각되었다.

Ilizarov 체외고정기구는 수술시간이 길고, 금속핀 삽입시 혈관이나 신경에 직접손상을 주거나, 근건부의 관통으로 인접관절의 운동제한 및 강직을 초래할 수 있으며 간접적으로 구획 증후군을 유발할 수 있으므로 술자의 정확한 해부학적 지식과 기술적인면의 많은 경험이 필요한 것으로 사료되었다.

결 론

Ilizarov 체외고정기구는 가는 금속핀을 긴장력을 가한 상태에서 원형금속테에 고정함으로써 골극 또는 전단변형에 대한 견고함이 다른 외고정기구와 버금가며 축변형에 대해서는 골절 정복의 소실이 없이 미세한 주기적인 축방향의 운동이 허용되어 생물학적 또는 생체역학적으로 골절 치유에 유리한 여건을 조성하며 골절치유를 촉진시킬 수 있다. 또한, 고정기간 동안 인접관절의 운동과 체중부하 상태에서 조기보행이 허용됨으로서 입원 및 재활기간을 단축시킬 수 있다.

저자들은 치료에 어려움이 따르는 경골의 골절 7례에서 Ilizarov 체외고정기구를 사용하여 양호한 결과를 얻었으며, 이러한 방법은 불유합에 흔히 동반되는 사지의 변형과 단축, 골결손, 감염의 문제등을 효과적으로 치료할 수 있을 것으로 사료되었다.

REFERENCES

- 1) Boyd, H.B. and Lipinski, S.W.: *Causes and treatment of non-union of the shaft of the long bones with a review of 741 patients. American Academy of Orthopedic Surgeons Instructional Course Lectures, Vol., 17. St. Louis, C.B. Mosby, 1960.*
- 2) Candle, R.J. and Stern, P.J.: *Severe open fractures of the tibia. J. Bone and Joint Surg. 69-A:801, 1987.*
- 3) Catagni, M.A.: *Classificazione e trattamento delle pseudoartrosi di gamba con perdita di sostanza. In Preceedings of the 1st National Congress for the Applications of the Method of Ilizarov to the Tibia. Florence, Italy, October 30-31, 1986. pp. 87-90.*
- 4) Goodship, A.E. and Kenwright, J.: *The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. J. Bone and Joint Surg. 67-B:650, 1985.*
- 5) Layon, L.E. and Baum, S.: *The influence of mechanical tibia. J. bone and Joint Surg. 61-A:263, 1979.*
- 6) Meyer, S., Weiland, A.J. and Willenegger, H.: *The treatment of infected non-union of fractures of long bones. J. Bone and Joint Surg., 57-A:836-841, 1975.*
- 7) Paley, D.: *Current techniques in limb lengthening. J. Pediatr. Orthop. 8:73, 1988.*
- 8) Paley, D., Catagni, M.A., Argnani, F., Villa, A., Benedetti, G.B. and Cattaneo, R.: *Ilizarov treatment of tibial nonunions with bone loss. Clin. Orthop. 241:146-165, 1989.*
- 9) Sarmiento, A., Schaeffer, J.F., Beckerman, L., Latta, L.L. and Enis, J.E.: *Fracture healing in rat femur as affected by functional weight bearing, J. Bone and Joint Surg. 59-A:367, 1977.*
- 10) Sveshnikov, A.A., Barabash, A.P., Cheplenko, T.A., Smotrova, L.A. and Lanionov, A.A.: *Radionuclide studies of osteogenesis and circulation in substitution of large defects of the long bones in experiment. Ortop. travmatol. Protez. 11:33, 1984(Quoted in Paley, D., Catagni, M.A., Argnani, F., Villa, A., Benedetti, G.B. and Cataneo, R.: Ilizarov treatment of tibial nonunion with bone loss. Clin. Orthop. 241:146-165, 1989.)*