

## Ex-Fi-Re 외고정 기구를 이용한 경골 골절의 치료

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

나수균 · 김대익 · 최창욱

### — Abstract —

### A Clinical Analysis on Treatment of Tibial Fractures Using Ex-Fi-Re External Fixator

Soo-Kyun Rah, M.D., Dae-Ik Kim, M.D., Chang-Uk Choi, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, College of medicine,  
Soonchunhyung University, Seoul, Korea*

Since Malgaigne described an external fixator in 1853, it was widely used for open and comminuted fractures. Modern external fixators such as modified Hoffman, Denham and orthofix external fixators are commonly applied because they could obtain rigid fixation and compression of fracture site.

Most of external fixators used only as a fixator after reduction, however new external fixator(Ex-Fi-Re) by Osteo consists of two units, which are the correction and fixation units. This device is possible to manipulate fracture fragments under the complete control of stability and to obtain more rigid fixation and compression of fracture site.

Among the 16 cases of tibial fractures treated with Ex-Fi-Re external fixator device from June 1992 to June 1993, 14 cases had minimum 1 year follow up and the following results were obtained.

1. Among 14 cases, 7 were open fractures, 4 were closed periarticular comminuted fractures and 3 were infected nonunion of tibia.

2. Among 11 cases of fracture and 3 cases of infected nonunion, nonunion was happened in each one case.

3. Average bony union period was 24.4 weeks in fracture group and 44 weeks in infected nonunion group.

4. Ex-Fi-Re external fixator was very rigid fixator, easy to use, and possible to manipulate fracture fragments under the complete control of stability.

**Key Words :** Ex-Fi-Re, External fixator, Tibial fracture.

※ 통신저자 : 나 수 균

서울특별시 용산구 한남동

순천향대학병원 정형외과

※ 본 논문은 94년 정형외과 추계학회에서 구연되었음.

## 서 론

골절에 대한 외고정 장치는 1853년 Malgaigne<sup>1)</sup>이 최초로 사용한 이래, 개방성 골절, 심한 분쇄상 골절등에 사용되어왔다. 최근 사용하고 있는 modified Hoffman, Denham 및 Orthofix 외고정 장치들은 견고하면서 골절 부위에 압박을 할 수 있어 골절 치료에 많이 응용되어 사용되어지고 있다.

기존의 외고정 기구들이 대부분 골절부 정복후의 고정 및 압박 장치로만 쓰이고 있으나, 최근 Osteo사에서 개발된 Ex-Fi-Re 외고정 기구는 정복 장치(reduction unit)와 고정장치(fixation unit)의 두개의 부분으로 구성되어 있어, 골절부의 안정성을 유지한채 방사선 투시기하에서 정복 장치에 의한 여러 방향에서의 정확한 정복이 가능할 뿐 아니라, 골절부의 견고한 고정 및 필요시 골절부의 압박이 가능하다고 소개되어있다.

저자들은 본원에서 경골의 개방성 골절, 내고정 수술이 어려웠던 분쇄상 원위부 및 근위부 골절 및 감염성 불유합으로 Ex-Fi-Re 금속 외고정장치를 실시하였던 환자의 임상적, 방사선적 치료 결과를 보고하는 바이다.

## 연구대상 및 방법

저자들은 1992년 6월부터 1993년 6월까지 경골의 개방성 골절, 내고정 수술이 어려웠던 분쇄상 원위부 및 근위부 골절과 감염성 불유합으로 Ex-Fi-Re 금속 외고정 장치를 실시하였던(Fig. 1) 16명의 환자중 1년이상 추시가 가능하였던 14명의 환자를 조사대상으로 하였다. 14례중 개방성 골절이 7례, 관절 근위부인 경골의 근위부 및 원위부의 비개방성 분쇄상 골절이 4례, 감염성 불유합이 3례였다(Table 1). 개방성 골절은 모두 제3도였고, 감염성 불유합 3례는 타병원에서 금속판 내고정술, 심한 개방창 및 분쇄상 골절로 일차적 치료후 전원된 경우였다. 골절의 양상은 1례만이 단순 골절이었고 나머지 13례는 분쇄 골절이었으며 골절부위는 근위부 1/3이 3례, 중간 1/3이 5례, 원위부 1/3이 5례였고, 1례는 중간부와 원위부에 골절을 가진 분절 골절이었다(Table 2). 남녀 비교상 남자가 12례, 여

자가 2례로 남자가 많았으며, 이들의 평균 추시기간은 17.3개월, 평균 나이는 42.8세였다. 수상 원인으로 교통 사고가 11례(79%)로 대부분을 차지하였고(Table 3), 이로 인하여 대부분 두부와 다른 사지의 동반 손상을 나타내었다(Table 4).

치료시 골절 치료에 동반해서 개방창 및 연부 조직 결손에 대해 창상의 세척, 변연 절제, 창상 봉합, 피부 이식, 피판 이식술 및 항생제 투여를 실시하였다(Table 5). Ex-Fi-Re 외고정 장치의 수술 방법은 일반적인 외고정 장치와 유사하나 차이점은 대략적인 정복후에 골절부의 안정성을 유지한채 방사선투시기하에서 정복 장치(reduction unit)에 의한 여러 방향의 정확한 교정후 고정 장치(fixa-

Fig. 1. Application of the Ex-Fi-Re external fixator on tibia.

Table 1. Type of injury

Type	No.(%)
Open fracture	7 ( 50 )
Periarticular fracture	4 ( 29 )
Infected nonunion	3 ( 21 )
Total	14 (100)

Table 2. Location of fracture

	No.(%)
Proximal	3 ( 21 )
Middle	5 ( 36 )
Distal	5 ( 36 )
Segmental	1 ( 7 )
Total	14 (100)

**Table 3. Cause of injury**

Cause	No.(%)
Traffic accident	
Passenger	4 (29)
Pedestrian	6 (43)
Motorcycle	1 (7)
Fall down	2 (14)
Slip down	1 (7)
Total	14 (100)

**Table 4. Associated injury**

Associated injury	No. of cases
Head injury	4
Chest injury	1
Abdominal injury	1
Contralateral leg injury	5
Ipsilateral leg injury	1
Upper limb injury	3
Neurovascular injury	2
Spine and pelvis	1

**Table 5. Secondary operation after Ex-Fi-Re external fixation**

Associated injury	No. of cases
Free skin graft	4
Flap surgery	1
Curettage or Sequestrectomy	1
Iliac bone graft	2

tion unit)에 의한 골절부의 견고한 고정을 이루는 것이다. 체부 골절의 상하 핀 고정시는 3-4개의 고정을 장축을 따라 행하였고, 관절부의 골절시에는 관절쪽의 골편에 횡으로 핀 삽입후 Condylar pin retainer를 이용하여 frame에 고정하였다.

골결손이나 심한 분쇄 골절 및 분절 골절을 제외하고는 수술후 가능한한 쌍장(crutch)을 이용한 조기 체중 부하 및 관절 운동을 허용하여 동적축성부하(dynamic axial loading)에 의한 골절 부위의 압박 및 주위 관절의 강직을 예방하고자 하였다.

방사선적 추시는 대개 매 4주마다 실시하여, 골절 부위의 가골 형성 및 유합 여부를 판단하였다. 추시 사진상 골절부의 지연 및 불유합이 예상되는 개방성

골절 1례 및 골결손이 있었던 감염성 불유합 1례에서 염증 소견의 완전한 소실후에 골이식술을 각각 행하였다.

임상적 및 방사선적 결과의 판독은 골절부의 압통이 소실되고 단순 방사선 사진상 골절면 상하에 골주가 연결된 경우를 유합으로 판단하였다.

## 증례 보고

### 증례 1

38세 남자 환자로 교통 사고로 좌측 경골에 제3형 개방형 분쇄골절 및 동측 대퇴골의 단순 골절로 내원하였다. 내원 당일 연부조직 손상에 대한 세척 및 변연 절제술후 창상의 일차적인 봉합을 시행과 동시에 경골에 Ex-Fi-Re 외고정술 및 대퇴골 골절에 Brooker-Wills 정을 삽입하였다. 술후 2주부터 관절 운동을 시행하였으나, 동측 대퇴골 골절로 체중 부하는 수상후 3개월에 시행하였다. 경골에 대한 외고정술후 7개월에 방사선 사진상 골유합된 소견보여 술후 8개월째 Ex-Fi-Re 외고정 장치를 제거하였다(Fig. 2).

**Fig. 2. (Case 1): Ipsilateral open fracture of tibia and femur**

a) Preop. film of 38 year-old male patient.

b) Postop. film

c) POD 8 months : Fixator was removed.

### 증례 2

35세 남자 환자로 교통 사고로 우측 경골 원위부 1/3에 골절이 발생하여 타원에서 금속판 내고정술 시행후 감염되어 창상 부위의 감염 및 개방창으로

본원으로 이송되었다. 이송후 금속판 제거술, 변연 조직의 제거 및 세척, 사골절제술(Sequestrectomy) 및 Ex-Fi-Re 외고정술을 시행하였다. 부분 체중부하 및 관절 운동은 술후 2주부터 시행하였다. 술후 6개월째 임상 및 혈액 검사상 염증의 증후가 소실되어 골결손부에 장골 이식술을 시행하였고, 외고정술 시행 11개월에 방사선 사진상 골유합된 소견 보여 12개월에 Ex-Fi-Re 외고정 장치를 제거하였다(Fig. 3).

### 증례 3

44세 남자 환자로 교통 사고로 우측 경골 중간부와 원위부에 개방형 분절 골절 및 비골 신경 마비로 타원에서 골수강 내고정술 시행후 창상의 감염, 골절부의 불안전성으로 본원으로 이송되었다. 이송후 Ender정 제거술, 변연 조직의 제거 및 세척, Ex-Fi-Re 외고정술을 시행하였으나, Ex-Fi-Re 외고정 기구는 frame에 연결된 고정부가 2개로 제한되어 있어서 중간 골편의 안정성을 얻을 수 없어서 중간 골편에 핀 삽입후 이를 frame에 bone cement를 이용하여 고정시켰다. 방사선 추시 소견상 근위 골절부는 술후 9개월에 유합된 소견을 보였으나, 원위 골절부는 불유합된 소견보여 술후 10개월에 Ex-Fi-Re 외고정 장치 제거후 Maybone 금속판 내고정술을 시행하였다(Fig. 4).

### 증례 4

38세 남자 환자로 교통 사고로 우측 경골 원위부에 분쇄상 골절로 응급실을 통해 내원하였다. 내원 5일째 Ex-Fi-Re 외고정술을 시행하였다. 술후 즉각적인 슬관절 및 족관절의 운동과 쌍장을 이용한 부분 체중 부하하에 보행을 시행하였다. 방사선 사진상 술후 4개월에 골유합된 소견보여 술후 10개월에 Ex-Fi-Re 외고정 장치를 제거하였으며, 관절 강직등의 합병증은 없었다(Fig. 5).

## 결 과

Ex-Fi-Re 외고정 장치 사용시 평균 수술시간은  $71 \pm 19.2$ 분이였다. 신생골절의 평균 골절 유합기간은 24.4주였고, 감염성 불유합으로 Ex-Fi-Re 외고정 기구를 사용하였던 경우는 44주였다. 조사대상군 14례중 2례에서 불유합이 발생되었으며 이중 1례는 신생골절에서였고 나머지 1례는 감염성 불유합이 있었던 분절 골절의 경우였다(Table 6). 신생 골절에 발생하였던 불유합은 개방성 분쇄 골절로 Ex-Fi-Re 외고정 장치 수술후 6개월후에 방사선 사진상 골절이 유합된 것으로 판단하여 외고정 장치를 제거하였으나, 보행중 각 변형이 일어나서 불유합으로 판단하여 골수강 내고정술을 시행하였던 경우이고,

**Fig. 3. (Case 2): Infected nonunion of tibia**

- a) Preop. film of 35 year-old male patient.
- b) Postop. film(plate fixation at local clinic)
- c) Ex-Fi-Re was applied.
- d) POD. 11 months : Fixator was removed

**Fig. 4. (Case 3): Infected nonunion of tibia (Open segmental fracture)**

- a) Preop. film of 44 year-old male patient.
- b) Postop. film(Ender nail insertion at local clinic)
- c) Ex-Fi-Re was applied.
- d) POD. 10 months : Distal fracture site nonunion was occurred, so May bone plate fixation was done

어려움이 있었다. 그외 골절 주위 관절의 강직, 신경 혹은 혈관 손상 및 외고정 장치의 부전증등의 합병증은 없었다.

저자들의 경험에 의하면 Ex-Fi-Re 외고정 기구는 사용이 간편하며, 기구의 단순함에 따른 이차적인 수술이 용이하며, 정복시 골절부의 안정성을 유지한채 기계 장치에 의한 정확한 정복이 가능하며, 견고한 고정을 이룰수 있었다.

## 고 찰

**Fig. 5. (Case 4): Periarticular fracture of distal tibia**

- a) Preop. film of 38 year-old male patient.
- b) Postop. film
- c) POD 4 months

**Table 6. Results of Ex-Fi-Re external fixator**

	Bone union	Union time
Fresh fracture	10/11(91%)	24.4 Wks
Infected nonunion	2/ 3(67%)	44.0 Wks

감염성 불유합으로 수술후 불유합이 발생한 개방성 분절 골절의 경우는 근위부는 골유합을 얻었으나 원위부에 불유합이 발생하여 원위부에 금속판 내고정술을 시행한 경우였다(Fig. 3). Ex-Fi-Re 외고정 기구는 frame에 연결된 고정부가 2개로 제한되어 있어서 불안정한 분절 골절의 경우는 중간 골편의

경골은 전내측이 얇은 연부 조직으로 구성되어 있고 교통 사고등의 심한 외력이 가해질때 흔히 침범되어 광범위한 연부 조직의 손상을 동반한 개방성 골절이 흔히 일어나며 이때 흔히 골 결손 및 분쇄를 동반하게 된다. 이러한 개방성 분쇄 골절은 흔히 불안정하므로 정복 및 유지가 어렵고 창상을 동시에 처치해야 하므로 치료에 어려움이 따르나<sup>1,2,3)</sup>, 근래에는 외고정 기구의 발달로 이의 사용이 보편화되고 있다. 더욱이 최근에는 조기 관절 운동 및 조기 체중 부하가 가능한 장점으로 관절 주위의 분쇄 골절에도 사용이 늘고 있다<sup>1,2,3)</sup>.

금속 외고정장치의 역사는 1853년 Malgaigne<sup>18)</sup>이 술개골의 골절에 집게 모양(Claw-like)의 기구를 경피적으로 사용하여 골절편의 고정과 압박에 사

용한 이후 시작되었다. 이후 1907년 Lambotte<sup>17)</sup>는 threaded 핀의 사용을 처음으로 주장하였으나, 그는 골절면의 상하에 각각 한개씩의 핀만을 사용하여 안정성을 얻지 못하였다. 1919년 Crile<sup>8)</sup>은 전쟁중 창상과 동반된 대퇴골 골절의 치료에 특별히 고안된 외고정 장치를 주장했으나, 이 수기는 큰 호응을 얻지는 못하였다. 1931년 Conn<sup>7)</sup>은 이전의 기구들을 변형하여 개방성 골절 환자 20명중 15례에서 뛰어난 결과를 보고하였으나, 핀 주위의 감염은 문제점으로 지적하였다. 1938년부터 1954년까지 Hoffmann<sup>12,13)</sup>은 그의 외고정 장치의 사용에 대한 많은 보고를 하였고, 그후 많은 이들이 그의 수기를 통한 뛰어난 결과를 보고하였으며, 1968년 Vidal<sup>19)</sup>은 modified Hoffmann 장치를 고안하여 기구의 견고성을 증가시켜 외고정 장치의 사용을 증가시켰다. 1974년 이후 Karlstrom<sup>14,15)</sup>은 개방성 골절시 외고정 장치의 수기 및 적용법에 대하여 자세히 언급하였다. 이후 A-O external fixator, Wagner device, Orthofix, Monofixateur, Ilizarov 및 Ex-Fi-Re 외고정 장치등 많은 외고정 기구가 개발되어 사용되어지고 있다.

급속 외고정법은 양측 외고정법과 일측 외고정법으로 나눌수 있다. 과거에는 Hoffmann system의 양측 외고정법이 널리 사용되어 왔었으나, Kimmel<sup>16)</sup>의 지적대로 부정 유합율이 높고, 핀 주위의 감염 빈도가 높은것으로 알려져 있다. 또한 양측 고정법은 측면 고정에 따른 체중부하시의 전후 방향의 굴곡력에 견고하지 못한 단점이 있으며, 많은 고정핀에 의한 혈관 및 건 손상, 구획 증후군의 가능성이 있고, 이차적 수술의 불편함 및 큰 부피로 인한 운동, 보행의 장애 등의 단점이 지적되었다<sup>1,3)</sup>.

이와 같은 단점들을 보완하고자 Behrens<sup>4,5,6)</sup>, Bastiani<sup>9)</sup>, Gotzen<sup>10)</sup>은 일측 외고정법을 소개하였다. 이들은 일측 외고정기구가 부피가 작고, 가볍고, 조립이 단순하고, 동적축성부하(dynamic axial loading)가 가능하며 측면 굴곡력 및 회전력에 강하다고 제안하였다.

저자들이 사용한 Ex-Fi-Re 외고정기구는 일측성 단일 frame의 외고정 기구로 정복 장치(reduction unit)와 고정 장치(fixation unit)의 두개의 단위로 구성되어 있다. 가장 큰 특징은 대략적인 정복후에 골절부의 안정성을 유지한채 방사선투시하에서

**Fig. 6.** Correction head of Ex-Fi-Re external fixator and both reduction planes.

정복 장치(reduction unit)에 의한 여러 방향의 정확한 교정후 고정 장치(fixation unit)에 의한 골절부의 견고한 고정을 이루는 것이다. 정복 장치의 외부 frame은 19 x 19mm와 15 x 15mm의 두개의 사각형의 감입형 관으로 이루어져 있다. 정복 장치(reduction unit)는 두개의 독립된 교정두(correction head)를 가지고 있어서 두개의 평면에서 각각 90도까지 점진적인 각 교정이 가능하며, 이 두개의 평면은 frame의 사각 평면에 평행하므로 쉽게 인지가 가능하다(Fig. 6). 안측 관(15 x 15 mm)에 위치한 교정두 조합은 관의 장축에 대해 360도 회전이 가능하며, 외측 관(19 x 19 mm)에 위치한 교정두 조합은 관의 어떤 지점에서든 잠금 나사(locking screw)에 의한 고정이 가능하다. 수술시는 직경 5 mm의 세개나 네개의 핀들을 경골 골절부의 내측면에 위치하도록 상하에 고정후, 정복 장치를 경골의 후내측에 위치하도록 이 핀들에 고정시킨다. 사각형의 감입형 관을 연장시켜 골절 부위의 신연(distraction)을 얻은후 교정두들을 통한 회전 및 각 변형을 교정한후 감입형 관의 단축에 의한 골절부의 감입(compression)을 통해 정복을 이룰수 있다. 이후 4개의 육각 나사못을 사용하여 고정 장치를 정복 장치에 부착시킨후 정복 장치의 제거로 수술을 완료할수 있다. 고정 장치의 frame도 감입형 사각형 관으로 구성되어 있어 교정후에도 골절부의 감입 및 신연이 가능하고, 동적축성부하(dynamic axial loading)가 용이하게 이루어져 있다.

Ex-Fi-Re 외고정 기구는 개방성 골절, 분쇄 골절, 감염성 불유합, 가관절증, 골단부의 신연, 골의

길이 및 각 교정에 이용할수 있다고 알려져 있으나, 심한 근골격계의 손상과 골의 단순한 각 변형 및 길이 증첩이 있을때는 일측 외고정법이 좋고 복합적 각 변형 및 길이 증첩이 있을 때는 Ilizarov와 같은 링 고정 기구가 좋다는 Behrens<sup>4,5,6)</sup> (1989)의 주장에 따라, Ex-Fi-Re 외고정 기구를 개방성 골절, 감염성 불유합 및 관절 부위의 분쇄 골절에 이용하였다.

불안전 분절 골절의 치료시 Ex-Fi-Re 외고정 기구는 중간 골편의 견고한 고정을 얻는데는 어려움이 따라서, 저자들의 경우 원위부 골절 부위의 불유합을 경험한 바가 있어, 이의 보완이 필요하리라 사료된다.

### 결론 및 요약

저자들은 1992년 6월부터 1993년 6월까지 경골의 개방성 골절, 내고정 수술이 어려웠던 분쇄상 원위부 및 근위부 골절 및 감염성 불유합으로 Ex-Fi-Re 금속 외고정 장치를 실시하였던 16명의 환자중 1년 이상 추시가 가능하였던 14명의 환자를 조사대상으로 하여 얻은 치료 결과는 다음과 같다.

1. 신생골절군 11례중 10례, 감염성 불유합 3례중 2례에서 골유합을 얻었다.
2. 신생 골절군의 평균 골 유합 기간은 24.4주였고, 감염성 불유합군의 평균 골 유합 기간은 44주였다.
3. Ex-Fi-Re 외고정술은 적용이 간편하며, 정복시 골절부의 안정성을 유지한채 기계 장치에 의한 정확한 정복이 가능하였으며, 창상 처치 및 이차적인 수술이 매우 용이하였고, 근위부 및 원위부의 짧은 골절편에도 T형의 고정을 얻을수 있어 조기 체중부하 및 조기 관절운동이 가능하였다.

### REFERENCES

- 1) 문명삼, 이규성, 연 건 : Monofixateur 금속 외고정법을 이용한 하지 개방성 골절의 치료경험. *대한정형외과학회지*, 23-1:69-78, 1988.
- 2) 송해룡, 조세현, 이종서, 구경희, 박형빈, 정연천, 황선철 : Orthofix 및 Ilizarov 외고정 기구를 이용한 제3형 개방성 골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 28-2:761-773, 1993.
- 3) 차승균, 이원석, 김경훈, 정진웅 : 외고정 장치로 치료한 개방성 경골 골절의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 27-4:1024-1029, 1992.
- 4) Behrens F, Comfort TH, Searls K and Denis F : Unilateral external fixation for several open tibial fractures. Preliminary report of a prospective study. *Clin Orthop*, 241:111-120, 1983.
- 5) Behrens F : A primer of fixator devices and configurations. *Clin Orthop*, 241:5-14, 1989.
- 6) Behrens F : General theory and principles of external fixation. *Clin Orthop*, 241:15-23, 1989.
- 7) Conn HR : The internal fixation of fractures. *J Bone and Joint Surg*, 13:261, 1931.
- 8) Crile DW : Fracture of the femur - a method of holding the fragments in different cases. *Br. J Surg*, 4:458, 1919.
- 9) De Bastini G, Aldegheri R and Brivio LR : The treatment of fractures with a dynamic axial fixator. *J Bone Joint Surg*, 66-B:538-545, 1984.
- 10) Gortzen L and Tscheme H : Fracture with soft injuries. *Springer-Verlag* Barlin Heidelberg New York, Tokyo, 10-29, 1985.
- 11) Gustilo RB and Anderson JT : Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fracture of long bone. *J Bone Joint Surg*, 58-B:453-458, 1976.
- 12) Hoffmann R : Rotules a os pour la reduction dirige, non sanglante, des fractures. In *Congres Francais de Chirurgie*, PP. 601-610, 1938.
- 13) Hoffmann R : Osteotaxis, osteosynthese externe par fiches et rotules. *Acta Chir Scandinavica*, 107:72-88, 1954.
- 14) Karlstrom G and Olerud S : Percutaneous pin fixation of open tibial fractures. *J Bone and Joint Surg*, 57-A:915-924, 1975.
- 15) Karlstrom G and Olerud S : External fixation of severe open tibial fractures with the Hoffmann frame. *Clin Orthop*, 180:68-77, 1983.
- 16) Kimmel RB : Results of treatment using the Hoffman external fixator for fractures of the tibial diaphysis. *J Trauma*, 22:960, 1982.
- 17) Lambotte A : Surgical treatment of the fractures. *Paris Masson*, 1913.
- 18) Malgaigne JG : Considerations cliniques sur les fractures de la rotule et leur traitement par les griffes. *J Connaissances Med Pratiques*. 16:9, 1853-1854.
- 19) Vidal J : External fixation, yesterday, today, and tomorrow. *Clin Orthop*, 180:15-22, 1983.