

## Repofix 외고정 기구를 이용한 제 3형 개방성 경골 골절의 치료

아주대학교 의과대학 정형외과학교실

전 창 훈 · 원 예 언

### — Abstract —

### Treatment of Type Ⅲ Open Tibial Fractures with Repofix External Fixator

Chang Hoon Jeon, M.D., Ye Yeon Won, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, School of Medicine, Ajou University, Suwon, Korea*

We reviewed 18 patients with type Ⅲ open tibial fracture from February 1992 to June 1995(mean follow-up period 56.7 weeks) treated with Repofix external fixator. There were 16 men and 2 women. According to the Gustilo's classification, there were type Ⅲa in 11 cases and type Ⅲb in 7 cases.

Mean period of removal of external fixator was 19.3 weeks and after removal of external fixator, cast immobilization was performed in 4 cases. Among them, bony unions were noted in 15 cases and there were nonunion in 2 cases and malunion in 1 case. The causes of nonunion were failure of accurate reduction in 1 cases and severe initial comminuted fracture in 1 case. Complications were nerve injury, pin site infection and ring-type osteomyelitis. After removal of external fixator, nerve injuries were recovered and pin site infections except 1 case were healed. Ring-type osteomyelitis was occurred in 1 case after removal of external fixator and osteomyelitis was cured after curettage. When type Ⅲ open tibial fractures were treated with Repofix external fixator, there were advantages of 1) early weight bearing, 2) sagittal and coronal reduction of fracture and 3) correction of rotation. With advantages, this external fixator was appropriate for the treatment of type Ⅲ open tibial fractures.

**Key Words :** Tibia, Type Ⅲ open fracture, Repofix external fixator

---

※ 통신저자 : 전 창 훈  
경기도 수원시 팔달구 원천동 산 5  
아주대학교병원 정형외과학교실

## 서 론

이제까지 여러 종류의 외고정 기구를 사용하여 개방성 경골 골절 환자를 치료하여 그 결과가 발표되었고, 각 외고정 기구에 따라 장·단점이 있어 점차적으로 개선이 되고 있다. 1971년부터 사용되기 시작한 Repofix 외고정 기구는 Mstislav V. Volkov와 Oganess V. Ogansyan이 고안하였으며, 사지골절과 사지연장술에 사용되었다. 본 연구에서는 1992년 2월에서 1995년 6월까지 연부조직 손상으로 골절의 정복 및 유지가 어렵고 수술후 감염, 불유합, 골절의 불안정성 등으로 치료에 어려움이 많은 제 3형 개방성 경골 골절중 1년 이상 추시가 가능하였던 18례를 대상으로 Repofix 외고정 기구로 치료한 결과를 연구 분석하였다.

## 연구대상 및 방법

1992년 2월에서 1995년 6월까지 치료한 개방성 경골 골절 환자중 Repofix 외고정 기구로 치료하였고, 1년 이상 추시하였던 환자 18례를 대상으로 하였다. 성별 및 연령 분포는 남자가 16례, 여자가 2례였으며, 20대 및 30대가 가장 많았다(Table 1). 수상의 원인으로는 교통사고 12례, 산업재해 6례였다(Table 1). Gustilo의 분류에 따른 개방성 골절의 유형별로는 Type IIIa 11례, Type IIIb 7례였으며, 부위별로는 근위부 2례, 골간부 12례, 원위부 3례, 근위부에서 골간부까지 포함된 골절이 1례가 있었다(Table 2). Repofix 외고정 기구의 착용후 부분 체중부하 및 관절운동을 조기에 실시하였다.

연부조직 손상에 대해서는 일차 봉합술, 피부 이

**Table 1.** Details of patients, causes of injury and associated injuries

	No
Male : female	16:2
Mean age(years ; range)	31.4(19 to 52)
Causes	
Motor-vehicle accident	8
Motor-vehicle v pedestrian	4
Fall from height	3
Blunt trauma	3

**Table 2.** Site and type of open tibial fracture

	근위부	근위부+골간부	골간부	원위부
Type III a	1		8	2
Type III b 2			4	1

식술 및 교각피부면 이식술을 시행하였다.

외고정 기구의 제거시기는 가골의 형성, 골절선의 소실, 체중부하시 골절부위의 동통의 감소 등을 기준으로 하였으며, 외고정 기구제거후 석고 고정 of 적용증은 일반 방사선 사진에서 가골 형성이 골절선을 넘어서서 골절선의 소실이 관찰되어 외고정 기구를 제거하였으나 골절부위에 불안정성이 있는 경우에 단하지 석고 고정을 실시하였으며 부분 체중부하 상태로 보행을 실시하였다.

## 수술방법

이 기구는 기본적으로 2/3 원주형의 활(bow) 4개와, K강선, 정복기구(reposition device)와 전면 신연장치(frontal distractor)로 구성되며, 정복기구에 의해 골절의 정복을 시행하며, 정복시에 각형성의 교정(angular correction), 회전이동(rotatory displacement)도 가능하다. 시술방법은 수술시에 견인을 유지한 상태에서 영상증폭장치를 통해 강선의 삽입위치와 Frame 및 정복기구가 골절부위에 오도록 Repofix 외고정 기구를 구성한다. Repofix 외고정 기구를 이용한 교정은 시상면과 전두면에서 40mm의 이동과 회전 교정(rotatory correction)은 30°, 각 교정(angular correction)은 120°까지 가능하기에<sup>20)</sup> 외고정 기구의 구성에 유의하여야 하며, 이 교정범위를 벗어나면 정확한 정복이 되지 않는다. 골절부위의 사이가 너무 큰 상태에서 시술시 정확한 정복이 되지않기 때문에 정복정도를 고려하여 외고정 기구를 구성한 후 시술하여야 하며, Repofix 외고정 기구 장착후 영상증폭장치를 사용하여 시상면과 전두면에서의 골절편의 이동 및 각형성을 교정하여야 한다. 전위가 심한 골절편이 있거나, 경골의 다른 부위의 골절도 동시에 정복할 수 있으며, 작은 골절편의 안정된 고정을 얻을 수 있다. 정복기구가 골절부위에 위치하여 정복후 정복상태를 측면에서 관찰하는데 어려움이 있기 때문에 전후 및 측면 방사선 사진 뿐만 아니라, 여러 각도에서 촬영한

방사선 사진이나, 영상증폭장치를 사용하여 여러 방향에서 정복여부를 확인하여야 한다.

## 결 과

전 18례 환자의 평균 추시기간은 56.7주였으며,

외고정 기구의 제거시기는 평균 19.3주(11-26주)였다. Repofix 외고정 기구 제거후 부분 체중부하 기간은 평균 10.1(6-14주)로 복합골절인 경우도 잘 유합되었다(Fig. 2). 외고정 기구 제거후 석고 고정 은 4례에서 실시하였고, 그 기간은 4.7주였다.

Repofix 외고정 기구로 고정한 상태에서 슬관절

**Fig. 1.** A. Preoperative roentgenogram of type Ⅲ a open comminuted fracture of tibia.  
B. Closed reduction and fixation with Repofix fixator were performed.  
C. After removal of Repofix fixator, the fracture was united.

**Fig. 2.** A. Preoperative roentgenogram of type Ⅲ b open comminuted fracture of tibia.  
B. Closed reduction and fixation with Repofix fixator were performed.  
C. After removal of Repofix fixator, the fracture was united.

과 족관절의 운동범위는 외고정 기구를 장착한 상태에서 관절에 인접한 강선 삽입구의 동통으로 관절운동에 약간의 장애가 있었으나 외고정 기구 제거후 거의 정상으로 회복되었고(Table 4), 관절의 구축은 보이지 않았으나, 근위부나 원위부 골절시 강선 삽입구가 관절면과 가까울수록 관절운동시 동통이 심하였다(Fig. 1).

불유합은 2례로 Type IIIa 1례, Type IIIb 1례였으며, 정확한 정복의 실패와 초기에 심한 복합골절이 불유합의 원인으로 생각되며, 불유합에 대한 치료는 Repofix 외고정 기구를 통해 압박력을 가하였으나 복합골절된 골절면이 이동되면서 어긋나서 골절면이 접합이 되지 않았기 때문에 외고정 기구를 제거한 후 금속판 및 자가장골 이식술을 실시하였다.

부정유합은 Type IIIa 골절중 1례에서 있었으며, 정복기구가 골절부위에 위치하기 때문에 골절정복후에 정복상태를 정확히 측정하지 못한 것이 원인으로 생각되며, 절골술후 금속강내 고정술과 자가장골 이식술을 실시하였다.

2례에서 20주 이상 경과시 가골형성은 있으나 골절부위에 불안정성이 있어 지연유합으로 간주하였으며 골이식술은 시행하지 않았고, 정복기구를 이용하여 압박력을 가하여 유합조건이 보일 때까지 외고정 기구를 장착하였으며, 외고정 기구 제거후 석고 고정없이 유합을 얻을 수 있었다.

연부조직 손상은 일차봉합술 11례, 피부 이식술 3례, 교각피부편 이식술 4례를 실시하였으며 교각피부편 이식술을 시행한 1례에서 지연 치유되었으나 특별한 합병증은 없었다(Table 3).

수술후 합병증으로는 신경손상으로 제 1족지의 배골장애 2례, 강선 삽입구 감염 4례가 있었으나, 신경손상으로 인한 제 1족지의 배골장애는 K 강선 제거후 4개월과 6개월후에 완전 회복되었다(Table

4). 강선 삽입구 감염은 강선제거후 치유되었고, 강선 삽입구 감염으로 인한 Ring형태의 골수염은 1례에서 발생하였으며, 환자가 강선 삽입구에 동통 및 부분 열감을 호소하여, 시행한 혈액 검사상 백혈구 17000/mm, ESR 32mm/sec의 결과를 보였으며, 골주사 검사상 동통부위의 흡수가 증가되어 있었으나, 전산화 단층촬영상 부골은 발견되지 않았다(Fig. 3). 환자의 골수파술을 시행후 상기 증상이 소실되었다.

## 고 찰

개방성 경골 골절의 치료는 해부학적인 골절의 정복과 골절된 하지의 빠른 기능 회복을 목적으로 하며, 수상자체가 혈류 및 림프의 순환에 장애를 주어, 손상받은 조직의 부종을 일으키며, 조직은 감염에 대한 저항력이 감소한다고 한다<sup>29</sup>. 이런 점에서 개방성 경골골절의 치료는 아직까지는 초기에 연부조직 재건술과 외고정 기구를 이용한 골절의 고정이 골수강내 고정술보다는 선호되고 있다고 사료된다. 현재까지 사용되는 개방성 경골 골절의 치료 방법으로는 골전인술, 핀-교차 고정법<sup>6</sup>, 핀과 석고 봉대 고정법<sup>20</sup>, 압박금속판고정<sup>5</sup>, 골수강내고정<sup>26</sup> 및 외고정 기구를 이용한 고정 등이 사용되어졌으며, Hoffman기구개발 이후로 지속적인 개선이 이루어져 다양한 외고정 기구들이 사용되고 있다 최근에는 외고정술이 초기에 부분체중 부하상태에서 보행을 실시할 수 있으며, 동시에 관절운동을 시행할 수 있고 감염의 빈도가 낮으며, 골편고정시 연부조직의 손상이 적어 창상 관리에 효율적이며<sup>15,31</sup> 제 3형 개방성 골절의 일차적인 치료에 가장 좋은 것으로 알려져 있다<sup>5,10,11</sup>. 대부분 Type IIIa, Type IIIb 골절인 경우 외고정 기구에 의한 치료가 선호되고 있으며, 최근에는 Type IIIb인 경우 비확공성(non-reamed) 금속정(nailing)으로도 잘 치유되었다는 보고도 있다<sup>32</sup>. 개방성 경골 간부 골절인 경우, 비확공성 경골 금속정(tibial nail)을 사용하여 치료하여 Anglen<sup>4</sup>, Agnew<sup>2</sup> 등이 좋은 결과를 보고하고 있으며, Tornetta는<sup>32</sup> 외고정 기구와 비확공성 금속정의 결과를 비교하여 비슷한 감염율과 유합율은 보고하면서, 이것은 biological fixation과 연부조직의 치료에 따른 결과에 좌우된다고 하였다. Whitt-

Table 3. Soft tissue procedures

	Type IIIa	Type IIIb
Primary repair	8	3
*STSG	1	2
Rotation muscle flap		4

\* : Split Thickness Skin Graft

**Fig. 3.** A. Preoperative roentgenogram of type III b open comminuted fracture.  
 B. Closed reduction and fixation with Repofix fixator were performed.  
 C. After removal of Repofix fixator, the fracture was united.  
 D. In Bone SPECT, there was hot uptake in pin site.  
 E. In CT, pin site was observed and there was no sequestrum.

le<sup>36)</sup> 등은 개방성 경골 골절에 비확공성 금속정을 사용하여, 경골의 길이, 각형성, 회전변형 등을 조절할 수 있고, 연부조직 재건술이 용이하며, 어느 정도의 골수강내 혈류공급이 유지되는 장점이 있다고 보고하고 있으나<sup>22,28)</sup>, 수술후 석고 고정을 실시하거나 조기에 체중부하를 할 수 없는 단점이 있었다<sup>36)</sup>. 개방성 경골 골절의 경우 골수강내 고정술의 시행시기는 적당한 시기가 결정된 것은 없으나, 조기에 시행하는 것보다는 추가 변연절제술 및 연부조직의 상태를 다시 점검후에 시행하여야 하므로 외고정 기구에 비해 골절 부위의 조기고정을 할 수 없는 단점이 있다.

골절의 유합을 얻기 위해서는 골편의 정확한 정복 및 골편의 정확한 접촉을 필요하게 된다. 이러한 목적을 위하여 많은 오고정 기구가 고안되었는데 Repofix 외고정 기구는 1971년 모스크바의 Central Institute of Traumatology and Orthopedics에

서 고안되어 8개의 모델이 고안되어 있다. Repofix 외고정 기구는 개방성 골절 또는 폐쇄성 복합골절, 장골의 불유합 또는 부정유합, 가관절증, 사지연장술과 관절유합술을 적용할 수 있는데, 특히 전신 상태가 수술의 적응증이 되지 못하여 보존적 방법으로는 만족할만한 결과를 얻을 수 없는 경우에도 유용하다<sup>30)</sup>. Repofix 외고정 기구는 정복기구를 이용하여 시상면과 전두면으로 골편을 쉽게 이동시킬 수 있어 골절의 정복이 용이하여 수술시간이 짧고, 각 변형의 교정 및 회전이동도 가능하였다.

Repofix 외고정 기구는 고정시 탄성과 안정성을 동시에 가지며 골절부위에서 미세운동이 일어나며, 반복적인 축성운동이 일어나기 때문에 monofixator에 비해 골절의 유합을 촉진시키며 골절의 정복 및 유지도 가능하다<sup>8)</sup>. 동물실험과 임상실험에서 골절치유의 형태와 속도는 축성부하(axial loading)의 형태에 따라 변화하기에<sup>21, 25, 27)</sup> 축성력에 대한 골

절의 안정도가 중요하며, 골절부위의 운동을 골절의 안정도, 외고정 기구의 강직성(stiffness), 외고정 기구의 기하학적(geometry)의 영향을 받으며<sup>8)</sup> 이런 면에서 ring 형태의 외고정 기구가 monofixator보다 우수하며, ring 형태의 외고정 기구중 Ilizarov 외고정 기구와 Repofix 외고정 기구는 각기 다른 특성이 있으나, Ilizarov 외고정 기구로 치료한 보고는 많으나 Repofix 외고정 기구로 골절 치료의 결과를 보고는 별로 없었다.

전이가 심한 골절의 경우 Repofix 외고정 기구를 이용하면 전두면, 시상면에서의 골절의 교정, 각형성, 회전변형 등을 교정할 수 있으며, 초기에 체중 부하를 할 수 있는 장점이 있다. 단지 Repofix 외고정 기구의 술식은 Monofixator에 비해 강선 삽입시 신경 및 혈관을 파해야 하며, 수술수기가 복잡하며, 정복기구의 부피가 크고, 관절면에 가깝게 강선이 위치하면 관절 운동시 강선 삽입구에 동통이 있어 관절운동의 장애가 있을 수 있으나, 외고정 기구 제거후 정상적인 관절운동을 얻을 수 있었다<sup>34)</sup> (Table 4). 경골의 원위부 골절에 대한 치료에서 침착 예방을 위해서 외고정 장치를 족부까지 연장할 수 있으며, 침착이 발생할 경우, 아킬레스건 연장술

을 시행하지 않고, 침착 변형을 교정할 수 있다. 전위가 심한 분쇄 골절의 경우 올리브강선을 사용하면 작은 골편의 안정된 고정도 얻을 수 있고, 정복기구를 이용하여 골절의 정복이 3차원적인 면에서 가능하며, 골소식이 있는 경우 내부 연장술과 외부 연장술을 시행할 수 있으며<sup>34)</sup>, 관절을 포함한 골절의 경우 관절절개술 없이 관절면을 정복하므로써 침범된 관절면의 인접 골을 고정하여 골절의 안정성을 얻을 수 있으며 경첩을 이용하여 초기에 관절 운동을 실시할 수 있었다.

개방성 골절의 경우 감염율은 저자에 따라서 13%에서 25%까지 보고하고 있으며, 지연유합은 13%-31%까지 보고하고 있다<sup>33,35)</sup>. 그러나, 처음 손상 정도가 심하더라도 개방성 골절이후에 생기는 합병증의 빈도는 점점 감소하는 추세에 있는데 이것은 손상부위의 초기치료 및 골절의 고정방법의 개선에 따른 결과라고 생각되어진다. 최근의 연구에 의하면<sup>1,7,9)</sup> 창상부위를 초기에 변연절제술과 긴장이 없는 상태로 연부조직을 재건하고, 골절부위를 적절한 방법으로 고정하면 골절의 유합도 잘 이루어지며 개방성 골절부위의 감염율이 감소한다고 보고되고 있으며, 저자들의 경우도 초기에 창상부위를 피복하므로써 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 저자들은 개방성 골절의 치료에서 적절한 변연절제술, 긴장이 없는 연부조직 재건술, 재건술이후에 골절의 고정이 에후를 결정하는 중요한 요소라고 생각되었다. 변연절제술의 경우에 작고 무혈성이 의심되는 골절편은 골절의 안정성 및 골수염의 가능성때문에 제거하였으며, 모든 경우에서 변연 절제술은 손상받은 때부터 48시간 이내에 시행하였다.

개방성 골절인 경우 초기에 연부조직으로 골절부위를 피복하고 골이식하면 유합율이 높다고 보고하는 저자도 있고<sup>32)</sup>, 골이식을 안한 경우 50%의 불유합을 보고하는 저자도 있다<sup>17)</sup>. 저자들의 경우는 초기에 특별한 합병증이 없으면 외고정을 실시하였으며, 외고정 기구를 장착한 상태에서 불유합으로 골이식술을 시행한 예는 없었다. 저자들은 개방성 골절인 경우, 연부조직으로 골절부위나 개방창은 초기에 피복하는 것을 원칙으로 하였으며, Fischer 등<sup>12)</sup>은 2주가 지나서 피부 피복을 한 13례중 9례에서 감염이 발생하였으나, 초기에 피복(2주 이내)을 실시한 경우 단지 11명중 2명에게서 감염이 있었다고 보고한

**Table 4.** Results of type III open tibia fracture treated with Repofix

	No
Follow-up(weeks)	56.7
Removal of fixator(range)	19.3(11-26)
Weeks to partial weigh-bearing(range) after removal of fixator	10.1(6-14)
Motion at post-operative state with fixator	
Knee	0° - 100°
Ankle dorsiflexion	0° - 10°
plantaflexion	0° - 20°
Motion at union after removal of fixator	
Knee	0° - 120°
Ankle dorsiflexion	0° - 20°
plantaflexion	0° - 35°
Complications	
Pin-site infection	4
Nerve injury	2
Nonunion	2
Malunion	1
Ring type osteomyelitis	1

결과로 보아 초기에 연부조직으로 재건하는 것이 개방성 골절의 치료에 중요한 점이라고 사료되었으며, 저자들의 경우 골절부위에 초기에 피복을 실시하였으며, 손상부위가 지연 치유된 1례외에는 특별한 합병증이 없었다.

Type IIIb 경골 골절인 경우 많은 합병증과 절단율이 높다고 보고하고 있으나<sup>20)</sup>, 저자들의 경우에는 특별한 합병증은 없었으며, Repofix 외고정 기구의 합병증으로는 강선 삽입구 감염과 신경 손상이 있었으나, 강선 삽입구 감염은 강선 주위 조직의 피사나 주위 조직의 과다한 운동이 원인이라고 하나<sup>10,19)</sup>, 강선 제거후 염증은 잘 치유되었으나, 강선 삽입시 신경계 손상은 피하고져 피부절개를 작게하여 삽입하는 경우도 있으나<sup>13)</sup> 저자들은 특별히 피부절개 없이 강선을 삽입하였으며 신경손상으로 인한 증상도 강선 제거후 소실되었다.

pin의 이완(loosening)과 골절부위의 감염은 외고정 기구의 합병증으로<sup>14,24)</sup> 특히 Pin 이완은 생물학적, 생체역학적인 면에서 논란의 대상이 되고 있으나 monofixator에서 보이는 pin이완은 pin의 삽입이 적절하지 못한 것을 의미하며, 이것은 외고정 기구로부터 pin으로 부하의 전달이 일어나 발생하는 것으로 압박력과 전상마찰력(shear force)때문이라고 한다<sup>18)</sup>. Repofix 외고정 기구로 치료한 결과 K-강선의 이완은 보이지 않았으며, ring형태의 외고정 기구의 K-강선은 축성력에 대해서 다른 monofixator에 비해 nonlinera형태의 관계를 보였으며, 활동성 축성력(axial dynamic loads)이 골절치유에 변화를 일으켜 골절치유를 빠르게 하며 초기에 보행을 가능하게 한다<sup>18)</sup>.

외고정 기구의 제거 시기에 대해서는 논란이 많으며 초기에 제거시키는게 좋다는 견해<sup>3,13,27)</sup>와 방사선적 골유합이 이루어진 후 제거하는 것이 좋다는 견해<sup>11,15,16)</sup>가 있으나, 저자들은 가골형성 및 골절선의 소실이 보이기 시작하거나, 부분 체중부하 상태로 보행시 골절부에 동통이 없으면 제거하였다. 외고정 기구 제거 후에 재골절은 보이지 않았으며, 가골이 골절선을 넘어가서 골절선의 소실이 있어 외고정 기구 제거하였으나 골절부위에 불안정성이 있는 4례에서 단하지 석고 고정을 실시하였고, 부분 체중부하는 석고 고정 제거시까지 실시하였다.

불유합의 원인으로는 정확한 정복의 실패와 초기

에 심한 복합골절이 불유합의 원인으로 생각되며, 불유합인 경우 Repofix 외고정 기구를 통해 압박력을 가하였으나 골절부에 사상 골절편이 있어 골절부위가 미끄러져 골절의 정복 및 압박력이 가해지지 않았으며, 부정유합의 경우는 외고정 기구의 부피가 크고 골절부위에 정복기구가 위치하고 있기에 방사선상 골절부위의 정복 정도를 정확히 측정할 수 없었던 것이 원인으로 생각되어 진다. 지연 유합인 경우는 20주 이상이 지나서도 가골형성은 있으나 골절부위에 불안정성이 있는 경우에 지연 유합으로 간주하여 정복기구를 통해서 압박력을 주고, 후에 불안정성이 소실된 후 외고정 기구를 제거하였으며 유합을 얻을 수 있었다.

Ring형태의 강선 삽입구에 생긴 골수염은 Repofix 외고정 기구 착용한 상태에서 강선 삽입구에 염증이 있었으나, 외고정 기구 제거후에 강선 삽입구는 즉시 치유되었으나 외고정 기구 제거 8주후에 강선 삽입구에 연부조직의 염증없이 동통 및 부분 열감이 있어, 혈액검사, 골수사점사, 전산화 단층 촬영후 ring형태의 골수염으로 생각되어 골소파 이후 증상은 곧 소실되었다.

## 결 론

아주대학교병원 정형외과에서는 1992년 2월에서 1995년 6월까지 Repofix 외고정 기구를 사용하여 1년 이상 추시가 가능하였던 제 3형 개방성 경골 골절 환자 18례에 대하여 불유합 2례 및 부정유합 1례를 보였으며, 제 3형 개방성 경골 골절 환자에서 Repofix 외고정 기구를 사용하여 치료하면 불유합 및 골수염 등의 합병증을 감소시킬 수 있다고 사료된다.

Repofix 외고정 기구는 골절의 정복을 정복기구(Reposition device)를 이용하여 용이하게 시행할 수 있으며, 각고정 및 회전 교정도 할 수 있고, 골소실이 심하여 내부이동술이 필요한 경우나 관절면에 인접하여 골절이 있는 경우에도 사용하여 관절운동을 할 수 있으며, 외고정 기구 착용하에 초기에 부분체중부하로 보행을 할 수 있는 장점이 있으나, 정복기구의 부피가 크며, 골절선 주위에 위치하기 때문에 골절의 정복후 방사선 사진상 정복 상태를 확인하는데 어려움이 있었다.

## REFERENCES

- 1) **Abramowitz A, Wetzler MJ, Levy AS and Whitelaw GP** : Treatment of open tibial fractures with Ender rods. *Clin Orthop*, 293:246-255, 1993.
- 2) **Agnew S, Peter R and Henley MB** : The role of the unreamed tibial nail : A preliminary report. Presented at the 8th Annual Meeting of the Orthopaedic Trauma Association. Minneapolis, Oct 1, 1992.
- 3) **Aho AJ, Nieminen SJ and Nylamo EI** : External fixation of Hoffman-Vidal-Adrey Osteotaxis for severe tibial fractures treatment schme and technical criticism. *Clin Orthop*, 181:154-164, 1983.
- 4) **Anglen J, Unger D and DiPasQuale** : The treatment of open tibial shaft fractures using and unreamed interlocked intramedullary nail : Is external fixation absolute? Presented at the 8th Annual Meeting of the Orthopaedic Trauma Association, Minneapolis, Oct 1, 1992.
- 5) **Bach AW and Hasen ST** : Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, 241:89-94, 1989.
- 6) **Burgess AR, Brumback RJ and Bosse MJ** : Management of open grade tibial fractures. *Orthop Clin N Am*, 18:85-93, 1987.
- 7) **Byrd HS, Cierny G and Tebbetts JB** : The management of open tibial fractures with associated soft-tissue loss : External pin fixation with early flap coverage. *Plast Reconstr Surg*, 68:73-82, 1981.
- 8) **Chao EY, Aro HT, Lewellen DG and Kelly PJ** : The effect of rigidity on fracture healing in external fixation. *Clin Orthop*, 241:24-35, 1989.
- 9) **Ceirny G, Byrd SH and Jones Re** : Primary vesus delayed soft tissue coverage for severe open tibial fractures : A comparison of results. *Clin Orthop*, 178:54-63, 1983.
- 10) **Clancey GJ and Hansen ST** : Open fractures of the tibia. A review of one hundred and two cases. *J Bone Joint Surg*, 60-A:118-122, 1978.
- 11) **Edge AJ and Denhan Ra** : External fixation for complicated tibial fractures. *J Bont Joint Surg*, 63-B:92-97, 1981.
- 12) **Fisher MD, Gustilo RB and Varecka TF** : The timing of flap coverage, bone grafting and intramedullary nailing in patients who have a fracture of the tibial shaft with extensive soft tissue injury, *J Bont Joint Surg*, 73-A:1316-1322, 1991.
- 13) **Green SA** : Complications of external skeletal fixation. *Clin Orthop*, 180:109-116, 1983.
- 14) **Green SA and Ripley MS** : Chronic osteomyelitis in pin tracts. *J Bont Joint Surg*, 66-A:1092-1099, 1984.
- 15) **Gustilo RB and Anderson JT** : Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones. *J Bone Joint Surg*, 58-A:453-458, 1976.
- 16) **Gustilo RB, Merkow RL and Templeman D** : Current concepts review : The management of open fractures. *J Bone Joint Surg*, 72-A:299-304, 1990.
- 17) **Heiser TM and Jacobs RR** : Complicated extrerity fracture : the relation between external fixation and nonunion. *Clin Orthop*, 178:89-95, 1983.
- 18) **Huiskes R and Chao EYS** : Guidlines for external fixation from rigidity and stress. *J Orthop Res*, 4:68-74, 1986.
- 19) **Karlstrom G and Olerud S** : Percutaneous pin fixation of open tibial fractures. *J Bone Joint Surg*, 57-A:915-924, 1975.
- 20) **Karlstrom G and Olerud S** : External fixation of severe open tibial fractures with the Hoffmann frame. *Clin Orthop*, 180:63-77, 1975.
- 21) **Kenwright J and Goodship AE** : Controlled mechanical stimulation in the treatment of tibial fractures. *Clin Orthop*, 241:36-43, 1989.
- 22) **Kuntscher G** : Ein neues facturheilverfanre. *Klin Wochenscher*, 19:335, 1940.
- 23) **Lawyer RB and Lubbers LM** : Use of the Hoffman apparatus in the treatment of unstable tibial fracture. *J Bone Joint Surg*, 62-A:1264-1273, 1980.
- 24) **Matthews LS, Green SA and Goldstedsin SA** : The thermal effects of skeletal fixator pin insertion in the bone. *J Bone Joint Surg*, 66-A:1077-1085, 1986.
- 25) **Mckibbinb B** : The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg*, 60-B:150-159, 1978.
- 26) **Melendez EM and Cloln C** : Treatment of open tibial fractures with Orthofix fixator. *Clin Orthop*, 211:224-230, 1989.
- 27) **Mendes JE, Cabal AT and Lima C** : Open fractures of the tibia. *Clin Orthop*, 156:98-104, 1981.
- 28) **Muller ME, Allegower M, Schneider R and Wil-lenegger H** : Manual of internal fixation, 3rd ed. Berlin, Springer-Verlag:358-364, 1991.
- 29) **Oestern HJ and Tscherne H** : Pathophysiology and classification of soft tissue injuries associated with fractures. In Tscherne H, Gotzen L(eds). Fractures with soft tissue injuries. *New York, Springer-*

Verlag:10-32, 1984.

- 30) **Ogasesyan OV and Istomina IS** : Talipes equinovarus deformities corrected with the aid of a hinged-distraction apparatus. *Clin Orthop*, 266: 42-50, 1991.
- 31) **Schmidt A and Rorabeck CH** : Fractures of the tibia treated by flexible external fixation, *Clin Orthop*, 178:162-172, 1983.
- 32) **Tornetta III P, Bergman M, Watnik N, Berkowitz G and Steuer J** : Treatment of grade III b open tibial fracture. *J Bone Joint Surg*, 70-B:1:13-19, 19 94.
- 33) **Trafton PG** : Trauma update : Tibial fracture. American Academy of orthopaedic Orthopaedic Surgeons 60th Annual Meetings. *Sanfrancisco* 402. 19 93.
- 34) **Volkov MV and Oganesyan OV** : External fixation : Joint deformities and bone fractures. *Internati-onal Universities Press*:236-245, Inc. 1987.
- 35) **Whitelaw GP, Wetzler M and Nelson A, et al** : Ender rods versus external fixation in the treatment of open tibial fractures. *Clin Orthop*, 253:258-269, 1990.
- 36) **Whittle MD** : Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg*, 74-A:1162-1171, 1992.
- 37) **Wolf JW, White AA, Panjabi MM and Southwick WO** : Comparison of cyclic loading versus costant compression in the treatment of long bone fractures in rabbits. *J Bone Joint Surg*, 63-A:805-81 4, 1981.