

## 개방성 경골간부골절의 치료 —관혈적 나사못내고정과 AO외고정구 사용—

울산 동강병원 정형외과학교실

조현오 · 서대석 · 광경덕 · 조성도 · 김재훈

=Abstract=

### A Clinical Study on the Treatment of Open Fractures of Tibial Shaft. —Using AO External Fixator with Additional Interfragmental Lag Screw Fixation—

Hyoun Oh Cho, M.D., Dae Suk Suh, M.D., Kyoung Duck Kwak, M.D.,  
Sung Do Cho, M.D. and Jae Hoon Kim, M.D.

*Department of Orthopedic Surgery, Dongkang Hospital, Ulsan*

Fourty one cases of open fractures of tibial shaft complicated with varying degrees of soft tissue injuries were treated by one-plane unilateral external fixation with AO fixator.

In seventeen cases among them, interfragmental lag screw fixation was applied in addition, for more rigidity and stability of the fixation.

All of them were followed up at least for one year and we obtained the following results.

1. Rigid stable external fixation provided by additional minimum internal fixation may not increase the rate of infection but rather enhance prompt primary bone healing.
2. One-plane unilateral external fixation may facilitate good access to the wound for subsequent reconstructive procedures, and enhance pain-free early full range of joint motion, thus promote early bone union.
3. Comparing with bilateral fixation, there was almost no difference in the union time of the fracture even with one-plane unilateral fixation.

**Key Words :** Tibia, Open fracture, External fixation.

## 서 론

경골은 그 내측면을 덮고 있는 연부조직이 얇아서 다른 부위보다 외상에 의한 개방성 골절의 가능성이 높다. 더구나 심한 연부조직손상을 동반한 경우에는 정복상태유지가 어려워 감염과 골유합장애, 연부조직괴사 및 골노출 등의 문제가 초래될 수 있다. 이에 적절한 예방처치를 위하여 조기에 충분한 괴사조직절제 및 세척을 시

\*본 논문의 요지는 1987년도 대한정형외과 추계학술대회에서 구연되었음.

행하고 견고한 고정을 유지하는 것이 국소혈액 순환 회복으로 골절자체 뿐만 아니라 연부조직 치유에도 효과적이다.

골고정방법에 있어서는 개방창 및 내고정물에 의한 감염과 이로 인하여 야기될 수 있는 여러 가지 합병증의 발생 가능성을 염려하여 내고정을 기피하고 외고정하는 것이 통례이다<sup>5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 20, 22, 23, 24</sup>).

그러나 감염 가능성은 초기의 수상정도와 관련이 높았다. 해부학적 정복 후 간단한 내고정을 겸한 견고한 내외고정을 시술한 경우에 내고정물 자체가 감염예후에 나쁜 영향을 미치기 보

**Fig. 1-a.** Cominuted fracture of middle 1/3 of tibia with type 3b open wound.

다는 골절부위에 보다 더 안정성을 줌으로서 국소혈액순환의 회복으로 골유합이나 나아가 연부조직 치유에도 효과적이어서 외고정만 시술하였던 경우보다 그 결과가 우수하였다<sup>3,17,22</sup>).

이에 저자들은 개방성 경골간부골절에 대하여 간단한 내고정을 겸한 내외고정을 시술한 예와 외고정만 시술한 예의 결과를 비교 분석하고자 한다.

### 대상 및 방법

1983년 3월부터 1987년 9월까지 4년 7개월 동안 울산동강병원 정형외과에서 입원치료하고 1년이상 관찰이 가능하였던 개방성 경골간부골절 환자 49예중, 골고정방법으로서 금속 외고정만 시행한 24예와 금속나사못 내고정을 겸한 17예 등, 40명의 환자, 41예에 대하여 손상정도, 수술방법, 골유합기간등을 비교하여 분석검토하였다.

### 수술 방법

**Fig. 1-b.** Postop. 8wks' X-Ray treated with external fixation and minimal internal fixation.

연부조직 손상정도에 따라서 회전피부이식, 근육이전 등을 고려하였다. 가능한한 국소순환 장애를 줄이는 범위내에서 피부절개를 최소한도로 연장하고 골절부를 노출시켜 세척 및 피사조직 절제를 충분히 시행하였다. 골절양상이 심한 분쇄상이나 횡골절인 경우에는 가능한 한 해부학적 정복 후 외고정만 시술하였다. 사상, 나선상, 혹은 나비형골편 등에 의한 불안정성 골절로서 골절의 안정성에 기여할 수 있는 골편은 가급적 AO나사못을 이용하여 골편간가압내고정을 시행한 후 외고정을 시술하였다(Fig. 1a, 1b).

외고정방법은 경골의 전내측면에 일면성-일측성으로 고정하는 것을 원칙으로 하였으며 연부조직의 회전이전 등으로 골의 노출을 방지하였다.

고정의 안정성을 높이기 위하여 두개의 연결봉(bar)을 사용하여 한 개의 봉은 피부에서 1인치 떨어지게 하였고 다른 연결봉은 핀(Shanz

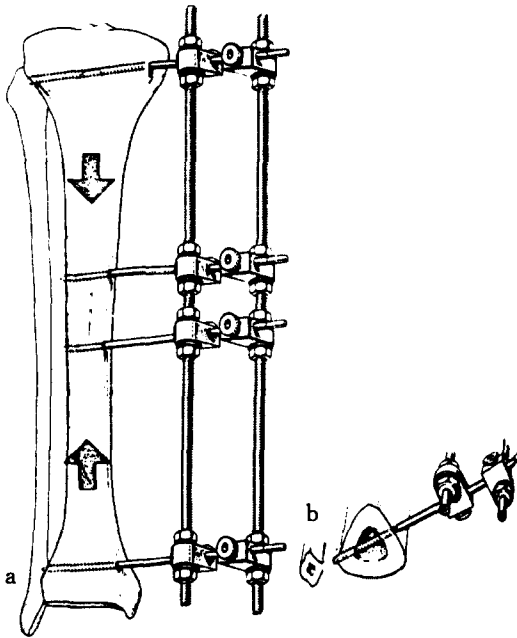


Fig. 2. Arrangement of the rods: 1 rod anterior, 1 rod posterior to the screw plane. this will significantly enhance the AP stability of the assembly.

Screw)의 끝부분에 고정하였으며, 이 두개의 연결봉이 핀을 중심으로 좌우로 반대편에 위치하도록 고정하였다<sup>19,28)</sup>(Fig. 2).

또한, 골편간 가압은 물론 핀과 핀사이에도 부하를 주어서 고정하였다<sup>19,28)</sup>(Fig. 3).

개방된 연부조직은 지연일차봉합이나 피부이식 등을 통하여 조기에 치유될 수 있도록 하였다.

외고정구를 통한 가압으로도 골편간의 간격이 남아 있거나 심한 분쇄상골절, 골소실 등이 있는 예와, 수상 당시 골막 등의 손상이 심한 예

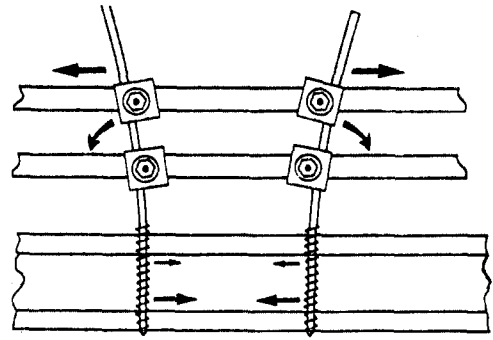


Fig. 3. How to institute preload on Schanz screws within the same fragment to prevent loosening.

Table 1. Age and sex distribution

Sex	Male	Female	Total(%)
Age			
21~30	14	5	19( 47.5)
31~40	6	3	9( 22.5)
41~50	5	2	7( 17.5)
51~60	3	1	4( 10.0)
61~		1	1( 2.5)
Total(%)	28(70)	12(30)	40(100.0)

Table 2. Cause of injury

Causes	Cases	
	No.	Per-cent(%)
Traffic accident	37	
Pedestrian	18	45.0
Motorcycle	12	30.0
Passenger	7	17.5
Fall down	3	7.5
Total	40	100.0

Table 3. Classification of fracture

Shape Wound	Comminuted	Oblique	Transverse	Segmental	Spiral	Total(%)
Type 1	4	1	2	0	1	8( 19.5)
Type 2	4	2	2	3	1	12( 29.3)
Type 3	13	6	1	1	0	21( 51.2)
3a	6	3	1	1		11
3b	7	3	0	0		10
3c	0	0	0	0		0
Total	21(51.2)	9(22.0)	5(12.2)	4(9.8)	2(4.9)	41(100.0)

에서는 조기(보통 4~6주 이내)에 해면골이식을 시행하였다.

수술후 골감염등 심부감염의 소견이 나타나면 즉시 내고정물과 감염골, 피사조직을 충분히 제거하고 창상을 개방시켰으며, 조기에 해면골이식을 시행하였다.

수술 후 핀에 의한 근육이나 건의 자극이 없어, 족관절 및 슬관절에 동반손상이 없는 경우에는, 조기에 관절운동을 충분히 시킬 수 있었다.

골편간가압나사못 내고정을 겸한 예에서는 골유합이 이루어지면 외고정구를 제거하고 슬관절 하 전접착 석고붕대 고정으로 약 4주간 보호하였다.

내고정을 시행하지 않은 예에서는, 수술후 약 6~8주부터 피부에서 가까운 연결봉을 피부에서 멀리 위치시킨 뒤 부분 체중부하를 시도하였으며, 이후 골절부에서 가까운 피부부터 느슨하게

하여 해부학적 위치를 유지하면서 운동, 체중부하 등으로 골절부에 역학적 가압이 가하여지도록 하였다. 이 경우에도 외고정구는 골유합이 이루어질 때(대체로 5~6개월)까지 유지시켰다.

## 결 과

### 1. 연령 및 성별분포

환자의 연령은 24세에서 67세까지로 20대(47.5%)에 가장 많았으며, 남자에 더 많았다(Table 1).

### 2. 외상의 원인

외상의 원인 별로는 보행자 손상이 18예, 오토바이에 의한 손상 12예 등의 순이었다(Table 2).

### 3. 골절의 형태 및 분류

골절의 형태로는 분쇄상골절이 21예로 가장 많았으며 나비형골편은 분쇄상골절로 간주하였다(Table 3).

창상의 정도에 따른 분류는 Gustilo등<sup>18)</sup>의 분류에 따랐으며 제 3형이 51.2%로 가장 많았다(Table 3).

### 4. 동반손상

동반손상으로는 동측의 비골골절이 38예로 가장 많았으며 족부손상 13예, 골반골절 10예등의 순이었다(Table 4).

### 5. 수술까지의 시간

환자가 내원하면 여건이 허용되는대로 즉시 수술을 시행하였으며, 수상후 12시간 이내에 수술한 예는 17예이었고 24시간 이내에 15예, 48시간 이내에 5예, 48시간 이상 경과한 예가 3예이었다(Table 5).

Table 4. Associated injuries

Associated injury	Cases	
	No.	Per-cent
Ipsilateral fibular fracture	38	95.0
Ankle and foot injury	13	32.5
Pelvic bone fracture	10	25.0
Spine injury	8	20.0
Femur fracture	5	11.9
Knee injury	5	11.9

Table 5. Time from injury to operation

Time(hours)	No. of cases
0~12	17
12~24	15
24~48	5
48~	3

Table 6. Methods of fixation

	Comminuted	Oblique	Transverse	Segmental	Spiral	Total
Type 1	4(1)*	1(1)	2(0)		1(1)	8( 3)
Type 2	4(4)	2(2)	2(0)	3(0)	1(1)	12( 7)
Type 3a	6(3)	3(2)	1(0)	1(0)	0	11( 5)
3b	7(1)	3(1)	0	0	0	10( 2)
3c	0	0	0	0	0	0
Total	21(9)	9(6)	5(0)	4(0)	2(2)	41(17)

## 6. 골절의 고정

골절의 안정성에 기여하는 골편은 가능한한 골편간가압나사못내고정을 시행하였으며 외고정구는 일측성-일면성으로 고정하였다.

24예에서는 외고정만을, 17예에서는 외고정과 나사못내고정을 겸하여 시술하였다(Table 6).

## 7. 골유합 시기

골유합시기 결정은 수술후 4주 간격으로 단순 방사선 촬영을 하여 골절선이 보이지 않고 고정 가골이 형성된 시기를 골유합이 이루어졌다고 판단하였으며, 임상적으로 골유합시기가 지났으나 방사선 촬영상 골절선이 보이면 유합이 되지 않은 것으로 간주하였다.

평균 골유합 기간은 Type I에서 19.5주, Type II에서 24주, Type III에서 31.1주로 Type I에서 가장 빨랐으며 외고정만 시행한 경우는 평균

Table 7. Time of union(weeks)

	EF	EF + IF	Mean
Type 1	20.0	18.6	19.5
Type 2	25.6	22.8	24.0
Type 3	33.7	28.6	31.1
Mean	29.1	24.5	26.7

EF=External Fixation, IF=Internal Fixation.

Table 8. Reconstructive procedure

Procedure	No. of cases
Skin graft	24
Bone graft	15
Rotation flap	13
Debridment and sequestrectomy	7
Muscle transfer	5

29.1주, 내고정을 겸하여 시행한 경우에는 24.5주로 나타났으며 각 Type에서 내고정을 겸한 경우에 골유합이 빨랐다(Table 7).

## 8. 재건수술

재건수술로는 피부이식 24예, 골이식 15예, 피부회전이전 13예 등이었으며, 모든 재건수술은 외고정구에 의해 장애클을 별로 받지 않고 시행할 수 있었다(Table 8).

## 9. 합병증

합병증으로 지연유합 15예중 골편간가압나사못 내고정을 겸한 경우에는 4예로서 외고정만을 시행한 경우의 11예에 비해서 더 적은 비율을 보였다.

핀감염 7예는 양군에 서로 비슷하게 나타났으며, 심부감염 7예는 내고정을 겸한 경우 조금 적은 비율을 보이고 있어 내고정나사못으로 인한 심부감염율의 증가는 없는 것으로 사료되었다.

재골절 1예는 내고정을 겸한 경우에 나타났다. 양측성 외고정에서 발생할 수 있는 주요혈관 신경손상이나 근육손상등은 없었다(Table 9).

## 고 찰

경골은 그 전내측면을 덮고 있는 연부조직이 얇아서 외상을 받으면 다른 부위에서보다 개방성 골절의 빈도가 높으며 심한 연부조직 손상을 동반한 경우에는 정복상태의 유지가 어려워 감염, 지연유합등 여러가지 문제가 초래될 수 있다. 이의 치료에는 조기에 충분한 괴사조직절제 및 세척을 시행한다. 고정방법으로는 창상의 충분한 처치가 가능하고 골절의 안정된 고정 및 유지가 가능하며, 감염의 효과적인 예방과 연부조직 치유에 최상의 조건을 얻을 수 있는 외고정

Table 9. Complications

Complication	EF		EF + IF		Total	
	No.	per-cent	No.	per-cent	No.	per-cent
Delayed union	11	45.8	4	23.5	15	36.5
Pin tract infection	4	16.6	3	17.6	7	17.1
Deep infection	5	20.8	2	11.7	7	17.1
Refracture			1	5.2	1	2.4

\*EF=External Fixation, IF=Internal Fixation.

술이 가장 유용한 방법으로 보고되고 있다<sup>5,6,8,9,10,12,13,14,20,22,23,24</sup>).

외고정구 및 이의 고정방법에 대하여는 여러 가지 개발된 기구들과 고정방법들이 제시되고 있으며<sup>5,6,8,12,24</sup> Johnson등<sup>21</sup>)은 일측성 외고정은 그 견고성이 상당히 저하된다고 보고하였다. 그러나 최근 문헌에서는 일측성 외고정일 경우 조작이 더 간편하고, 연부조직 및 골절의 단계적 재건처치에 있어 보다 더 효율적으로 시행할 수 있으며, 핀삽입중에 주요혈관 및 신경 및 근육의 손상 우려가 적고, 핀이 하퇴부 구획간을 통과하지 않으므로, 관절의 조기 운동에 더 편안하고 효과적이어서 골절치유에 더 좋은 결과를 얻을 수 있고, 핀감염율도 낮다고 보고되어있다<sup>8,12,15,26</sup>).

Behrens등<sup>8</sup>)과 Schnidt등<sup>26</sup>)에 의하면 외고정에 사용하는 기구자체보다는, 중요한 해부학적 구조물을 피하고, 일차적 및 이차적 수술이 용이하도록 장치되어야 한다. 또한 환자 및 외상의 양상에 따른 역학적 상황에 알맞게 장치되어야 하는 것이 원칙이며, 대부분의 개방성 경골 골절에서 일면성-일측성 외고정이 아주 우수하다고 보고하였다<sup>7,12</sup>).

Briggs등<sup>9</sup>)은 고정 of 견고성에 가장 중요한 것은 핀의 견고성이라 하였고, 견고한 고정을 위하여 여러가지 방법이 제시되고 있다.

저자들은 AO외고정구로 경골의 전내측면에 일면성-일측성 외고정을 시술하였고 두개의 Tubular bar는 핀을 중심으로 서로 전후 반대측에 배열하여 고정시켰으며(Fig. 2), 핀은 원위군 사이에 또 근위군 사이에 Bar를 통한 압박(Preload)을 가함으로서 고정의 견고성을 더 하였다<sup>19,28</sup>)(Fig. 3).

많은 저자들은 연부조직의 빠른 치유를 도모하여 감염을 예방하고 골유합을 촉진시키기 위하여 골절의 해부학적 정복과 고정의 견고성 및 안정성을 강조하고 있다<sup>8,10,11,13,16,22</sup>). 또, 외고정만으로는 골절부에서 5  $\mu$ m 이하의 미세운동을 방지할 만큼의 견고한 고정은 얻을 수 없으므로 압박가압을 하여도 일차적 골유합을 얻을 수 없다고 하였다<sup>16</sup>).

또한 개방성 경골골절에 금속판 내고정을 한 경우에는 수술 후 감염율이 3~10%로서 높은 감염 가능성이 보고되었으나<sup>22</sup>) 이 보고서는 오래전의 보고서이며 적은 나사못내고정으로 인한 감염율에 대한 보고는 없다.

Burgess등<sup>10</sup>)은 고정의 견고성을 높이고 불안정성 골절을 안정성 골절로 만들기 위하여 경우에 따라서는 1개 내지 두개의 골편간가압나사못으로서 Cortical lag screw가 효과적이라고 하였고 다른 논문에서도 이를 권하고 있다<sup>14,17,22</sup>). 단, 이 나사못을 삽입할 때 연부조직 및 골편의 손상을 최대한 적게하고 가급적 나사못의 수를 적게 사용하도록 하는 등 세심한 주의가 요한다고 하였다<sup>14,17,22</sup>).

저자들은 변연절제 및 세척을 실시하기 위한 또는 피부회전이전 등에 필요한 만큼의 절개를 가하여 나사못 내고정이 가능한 창상인 경우에는 골편간가압나사못내고정을 시도하였다.

골편간의 간격이 외고정장치의 압박조작으로 좁혀지지 않은 예와 부분골소실, 심한 분쇄상골편 등이 있는 경우에는 수상 후 4~6주 사이에 감염조건이 없을 때 해면골 이식을 시행하였다.

골편간가압나사못내고정을 시행한 경우에는 골유합이 이루어질 때까지 외고정금속을 유지하여 단계적 재건술을 충분히 시술할 수 있었고, 방사선상 골절선 부위가 불분명하여지면(대체로 5~6개월) 외고정구를 제거하였다.

외고정만 시행한 예에서는 골유합이 이루어질 때까지 외고정금속을 유지하면서 재할단계에 Cramp와 Bar를 조절하여 체중부하 등으로 골절부위에 압박이 가하여지도록 유도하였다. 골유합시기의 결정은 외고정만 시행한 경우에는 방사선 촬영상에서 골절선이 보이지 않으며 고정가골이 형성되고 골수강이 재형성된 시기를 골유합 되었다고 판단하였으며, 골편간가압나사못내고정을 겸하여 시술한 경우에는 방사선 촬영상만으로는 유합기간의 판단이 어려우므로 임상적 소견과 방사선 소견을 종합하여 판단하였다.

임상적 검사방법으로는 외고정구의 감자 및 봉을 일시적으로 제거하여 동통, 압통을 검사하고, 골절부위에 굴곡력 염전력 등 스트레스를 가하여서 골절부에 운동 및 동통이 없는 시기를 골유합이 이루어졌다고 판단하였다.

골유합 기간은 골편간가압나사못내고정을 겸한 경우에는 외고정만 시행한 경우보다 유합기간이 단축되었고, Karlström등<sup>23</sup>)의 5.9개월, Bethrens등<sup>7</sup>)의 30.2주, 유등<sup>3</sup>)의 31.7주, 강등<sup>1</sup>)의 30.1주 보다 빠른 유합의 소견을 보였고 이동<sup>4</sup>)의 28.7주 Lawger등<sup>23</sup>)과는 비슷하였으며; 외고정만 시행한 예에서는 다른 논문에서와 비슷한 유합기간을 보이고 있어 일측성-일면성으로 의

고정하여도 양측성으로 고정한 예<sup>1,3,4,7,22)</sup>와 비슷한 유합 기간을 보이고 있음을 알 수 있다.

자연유합에 대하여 Rosenthal등<sup>25)</sup>은 6개월 이상의 골유합기전을 요하나 수술없이 결국은 유합이 가능한 경우라 하였고, Johnson등<sup>20)</sup>은 6개월 동안에 방사선 및 임상적 소견으로 유합의 근거가 없으면 자연유합이라 하였으며, 저자들은 Johnson등의 견해에 따랐다.

합병증으로는 자연유합이 15예(36.6%)로 가장 많았고 이는 다른 논문과 비슷한 비율을 보이나, 골편간가압나사못내고정을 겸한 경우에는 23.5%로서 더 적은 비율을 보였다.

핀감염 7예(17.1%)는 외고정구만 사용한 예와 골편간가압나사못내고정을 겸한 예에서 비슷한 비율을 보였고 7예모두 천부감염으로서 피부 절개가 부족한 예에서 나타났다. 이 경우 긴장된 피부를 더 절개하고 수일간의 항생제투여 및 소독으로 곧 소실되어 심부핀감염은 발생하지 않았다.

심부감염 7예(17.1%)는 모두가 초기 손상이 심했던 예에서 나타났다. 외고정구만 사용한 경우 20.8%에서 발생하였고 골편간가압나사못내고정을 겸한 경우에는 11.7%로서 조금 낮은 발생율을 보였다. 이로 미루어 내고정나사못 삽입으로 감염의 우려는 높을 수 있으나 세심한 조작으로 내고정하면 감염에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다.

심부감염의 경우 수상후 3주 이내에 감염소견이 나타났으며, 즉시 골편과 주변 피사부분을 절제하고 내고정나사못을 제거하였으며 창상을 개방시켜 약 3주 사이에 창상이 개선되는 대로 곧 해면골을 이식하여 감염재발 없이 치유되었다. 골 이식을 시행한 경우는 자연유합 15예에서 하였으며 외고정구만 사용한 경우 11예, 내고정나사못을 겸한 경우 4예로 이중 심부감염으로 인한 7예의 경우에는 2회내지 3회까지의 골 이식을 시행하였다.

재골절이 발생한 1예는 내고정나사못을 사용했던 예로서, 수상후 4개월에 골유합소견을 보여 외고정구를 제거하고 보조없이 보행하던 중 5개월째에 낙상으로 재골절되었다.

## 결 론

본 울산동강병원 정형외과에서는 41예의 개방성 경골간부골절에 대하여 AO외고정구를 사용

해서 일면성-일측성으로 외고정 하였고, 이중 17예는 골편간가압나사못내고정을 겸하여 시술하였다. 그 결과를 분석하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 골편간가압나사못내고정을 겸한 경우에 심부감염율은 증가하지 않았으며, 평균 골유합기간은 24.5주로서 빠른 유합소견을 보였다.

2. 일면성-일측성 외고정만으로도 평균 골유합기간은 29.1주로서 양측성 외고정을 한 다른 문헌의 예들과 비교하여 비슷한 유합기간을 보였다.

3. 일면성-일측성으로 외고정하였으므로 연부 조직 및 골절의 재건처치에 있어서 외고정구에 의한 지장을 별로 받지 않았다.

4. 일측성 외고정을 할 경우, 양측성 외고정에서 발생할 수 있는 주요혈관, 신경, 근육의 손상이 없었고, 하퇴근건의 자국이 없으므로 동통없이 조기에 관절운동이 가능하였다.

## REFERENCES

- 1) 강응식, 한대용, 김성재, 김중선 : 경골 골절 치료에서 Hoffmann 외고정술. 대한정형외과학회지, 20 : 77-85, 1985.
- 2) 김광희, 최일용, 정현기, 박명률 : 개방성 경골 골절의 임상적 고찰. 대한정형외과학회지, 20 : 945-953, 1985.
- 3) 유명철, 배대경, 조일형, 이방섭 : 경골 간부 골절의 외고정 치료법. 대한정형외과학회지, 20 : 477-483, 1985.
- 4) 이영식, 양한설, 최경수, 조신강 : Hoffmann 외고정 기기를 이용한 개방성 경골 골절의 치험성적. 대한정형외과학회지, 21 : 892-900, 1985.
- 5) Bastiani, G.D., Aldegheri, R. and Brivio, R. : Dynamic axial fixation. International Orthopedics, 10 : 95-99, 1986.
- 6) Behrens, F., Comfort, T.H., Searls, K. and Denis, F. : Unilateral external fixation for severe open tibial fracture. Clin. Orthop., 173 : 111-120, 1983.
- 7) Behrens, F. and Searis, K. : External fixation of the tibia. J. Bone and Joint Surg., 68-B : 246-254, 1986.
- 8) Behrens, F. : External skeletal fixation. Instructional Course Lecture, Vol. 331 :

124-167, 1984.

- 9) Briggs, T.T. and Chao, Y.S. : *The mechanical performance of the standard Hoffman-Vidal external fixation apparatus. J. Bone and Joint Surg., 64-A : 556-573, 1982.*
- 10) Burgess, A.R., Poka, A., Brumaback, R.J. and Bosses, M.J. : *Management of open grade III tibial fractures. Orthop. Clin. North Am., 18 : 85-93, 1987.*
- 11) Chapman, M.W. : *Role of bone stability in open fracture. Instructional Course Lecture, Vol. 31 : 75-87, 1982.*
- 12) Dabezies, E.J. and D'Ambrosia, R.D. : *Treatment of the multiply injured patient : plans for treatment and problems of major trauma. Instructional Course Lecture, Vol. 33 : 242-252, 1984.*
- 13) Dabezies, E.J. and D'Ambrosia, R. : *Fracture treatment for the multiply injured patient. Instructional Course Lecture, Vol. 35 : 13-21, 1986.*
- 14) Edwards, D.D. : *Staged reconstruction of complex open tibial fractures using Hoffmann external fixation. Clin. Orthop., 178 : 130-161, 1983.*
- 15) Etter, C., Burri, C., Claes, L., Kinzl, L. and Raible, M. : *Treatment by external fixation of open fractures associated with severe soft tissue damage of the leg. Clin. Orthop., 178 : 80-88, 1983.*
- 16) Green, S.A. : *Complication of external fixation. Instructional Course Lecture, Vol. 33 : 138-144, 1983.*
- 17) Green, S.A. : *Complication of external skeletal fixation. Clin. Orthop., 180 : 109-116, 1983.*
- 18) Gustilo, R.B., Mendoza, R.M. and Williams, D.N. : *Problems in the management of type III (severe) open fractures : a new classification of type III open fractures, J. Trauma 24 : 742, 1984.*
- 19) Hierholzer, G., Ruedi, T., Allgower, M. and Schatzker, J. : *Manual on the AO/ASIF tubular external fixator. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.*
- 20) Johnson, K.D. : *Management of malunion and nonunion of the tibia. Orthop. Clin. North Am., 18 : 157-171, 1987.*
- 21) Johnson, W.D. and Fixcher, D.A. : *Skeletal stabilization with a multiplane external fixation device. Clin. Orthop., 180 : 34-43, 1983.*
- 22) Karlstrom, G. and Olerud, S. : *External fixation of severe open tibial fractures with the Hoffmann frame. Clin. Orthop., 180 : 68-77, 1983.*
- 23) Lawyer, R.B. and Lubbers, L.M. : *Use of the Hoffmann apparatus in the treatment of unstable tibial fractures. J. Bone and Joint Surg., 62-A : 1263-1273, 1980.*
- 24) Patzak, M.J. : *Management of open fractures and complication. Instructional Course Lectures, Vol. 31 : 62-75, 1982.*
- 25) Rosenthal, R.E., Macphail, J.A. and Ortiz, J.E. : *Non-union in open tibial fractures. J. Bone and Joint Surg., 59-A : 244-248, 1977.*
- 26) Schmidt, A. and Rorabeck, C.H. : *Fractures of the tibia treated by flexible external fixation. Clin. Orthop., 178 : 162-172, 1983.*
- 27) Toshiro Ohashi, Shiro Inoue and Kiwamu Kajikawa : *External skeletal fixation using methylmethacrylate. Clin. Orthop., 178 : 121, 1983.*
- 28) Weber, B.G. : *The external fixator. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985.*