

## 경골 원위 1/3부 골절에 시행한 폐쇄성 연성 골수정의 임상적 고찰

성애병원 정형외과

윤형구 · 전광표 · 오국환 · 김동준 · 정기동

= Abstract =

### A Clinical Study of Closed Flexible IM Nail for Fractures of Distal one-third of the Tibia

Hyung Ku Yoon, M.D., Kwang Pyo Jeon, M.D., Kuk Whan Oh, M.D., Dong Jun Kim, M.D.  
and Ki Dong Jung, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Sung Ae Hospital, Seoul, Korea*

Fractures of the tibia are frequently encountered in modern civilized society. Especially, those in distal 1/3 of the tibia have so many problems, such as angular deformity, osteomyelitis and nonunion because of anatomically scanty soft tissue.

Many modalities of the treatment of fracture of distal 1/3 of the tibia were introduced. Among them, interlocking IM nailings were considered as one of the best modality. But, in interlocking IM nail, reaming of the medullary canal which destroys the endosteal circulation and causes thermal necrosis of the inner aspect of the cortical bone results in delayed union. And also, procedure for distal screw fixation is difficult and time-consuming.

As for using flexible IM nails for fractures of distal 1/3 of the tibia, it was considered as not so satisfactory method due to lack of stability of fixation. However, the stability of fixation can be strengthened with fanning of the nails in distal fragment, using more than 3 nails and delay the protected weight bearing.

Authors studied 25 cases of fractures of distal 1/3 of the tibia treated with closed flexible IM nailing at Sung Ae General Hospital, from July., 1987 to July., 1989, and obtained following results:

1. Among 25 cases, 4th decades were most common and males were more commonly involved.
2. Traffic accidents were the most common causes of injury and majority of 16 open fractures and 19 comminuted fractures, were caused by high energy mechanism. Among open fractures, type II were most common.
3. Two angular deformities less than 10 degrees, one proximal migration and one checkrein deformity were observed as complications, but, no clinically significant complications were noted.
4. The time for radiological union were 14.5 weeks in group without fibular fracture and 15.1 weeks in group with fibular fracture, and 14.0 weeks in closed fracture group and 17.2 weeks in open fracture group, and average in 15.6 weeks.

**Key Words** : Closed flexible IM nailings, Fracture of distal 1/3 of the tibia.

## 서 론

경골 골절은 그 발생 빈도가 높으며 전내측, 특히 원위부의 연부조직의 적은 해부학적 특성 때문에 개방성 골절의 빈도가 높으며 골절 부위의 피부괴사로 인한 불유합, 지연유합, 골감염증등이 치료의 문제점으로 대두되어 왔다.

최근에는 전술한 합병증을 줄이기 위하여, 자연 치유를 저해하는 관혈적 정복 및 내고정법을 지양하고, 비관혈적 정복후 금속정 내고정술을 실시하려는 추세이다.

경골 원위 1/3의 골절에 있어서는 최근 교합정(interlocking nail)이 좋은 치료법의 하나로 인정을 받고 있으며, 폐쇄성 연성 골수정은 좋은 방법은 아닌것으로 보고되었다. 그러나 교합정 고정 은 수기상 골수강의 확공(reaming)을 많이 하여야하며, 원위부 나사못 고정이 어렵다는 문제점이 있다. 원위 1/3의 골절에 있어 폐쇄성 연성 골수정의 기본 원리인 3점(three point) 고정이 불완전 하거나 불가능한 경우가 있지만 원위골편 내에 골수정을 부채꼴로 위치시키고 3개 이상의 골수정을 사용하고 체중부하를 지연시키면 골절부위에 안정성을 부여할 수 있다.

저자들은 본 병원 정형외과에서 1987년 7월부터 1989년 7월까지 치료한 경골 원위부 골절중 폐쇄성 연성 골수정을 시행하고 최소 1년 이상의 추시가 가능하였던 25례에 대해 임상적 결과를 비교 분석하고 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

## 연구 대상 및 방법

저자들은 본 병원 정형외과에서 1987년 7월부터 1989년 7월까지 입원 치료하였던 경골 골절중 주 골절선이 족관절 상방 5cm부터 경골 중위 1/3과 원위 1/3의 경계에 위치하는 골절로써 도수정복 및 연성 골수정을 사용한 예중 최소 1년이상 추시가 가능하였던 25례에 대하여 병력지 및 방사선 소견을 기초로 분석하였다.

## 증 례 분 석

### 1. 연령 및 성별 분포

총 25례중 30-39세의 연령층에서 8명(32%)

으로 가장 많았으며, 18세에서 50세까지의 활동기 연령이 20례(80%)를 차지하였다. 성별로는 남자에서 18례(72%)로 많이 발생하였다.

### 2. 골절의 원인

교통사고가 16례(64%)로 가장 많았으며, 산재 사고가 4례(16%), 추락 및 실족 사고가 5례(20%)를 차지하였다.

### 3. 골절의 유형별 분류

총 25례중 16례(64%)가 개방성 골절이었으며, 19례(76%)에서 분쇄상 골절을 보였다(Table 1).

개방성 골절의 유형은 Gustilo<sup>7,8)</sup> 분류에 의한 type II가 8례(32%)로 가장 많았다(Table 2).

### 4. 골절의 부위별 분류

원위 1/3에 속하는 골절이 14례(56%)였으며, 중위 1/3과 원위 1/3의 경계부에 주 골절선이 위치하는 경우가 11례(44%)였다.

### 5. 손상의 정도에 따른 분류

Ellis<sup>4,5)</sup>의 손상 정도에 따른 분류로는 중중도 18례(72%), 경도 5례(20%), 고도 2례(8%)였다(Table 3).

### 6. 수상후 수술까지의 기간과 최초 치료방법

수상후 수술까지의 기간은 개방창 및 동반손

Table 1. Type of fracture

Type	Closed(%)	Open(%)	Total(%)
Transverse	1( 4)		1( 4)
Oblique		1( 4)	1( 4)
Spiral	3(12)	1( 4)	4( 16)
Comminuted	5(20)	14(56)	19( 76)
Total(%)	9(36)	16(64)	25(100)

Table 2. Type of open fracture.(by Gustilo and Anderson)

Type	No. of patients
I	4
II	8
IIIa	3
IIIb	1
Total	16

상 유무, 전신상태에 의하여 결정되었는데, 수  
상후 1주 이내에 수술한 경우가 21례(84%)로  
대부분이었으며 type IIIa 개방성 골절 2례에  
서 2주에 1례에서 4주 이내에, 두부손상이 심하  
였던 type IIIb 개방성 골절 1례에서 입원 당시  
체외고정 삽입하고 창상치료후 수상 5주후에  
금속정 고정술을 시행하였다. 수상후 금속정  
고정까지의 치료방법은 21례(84%)에서 장하  
지 부목을 고정하였으며, 수술이 지연되었던 3  
례에서 골격견인, 1례에서 외고정술을 시행하  
였다.

### 7. 금속정의 삽입위치와 수에 따른 분류

금속정의 삽입수는 연구 기간중 초기에 시행  
하였던 6례를 제외하고는 3개 이상을 삽입 하  
였으며, 골절의 분쇄상이 있는 부위에 버팀 효  
과를 주기 위하여 분쇄상과 반대쪽에 많은 골  
수정을 삽입하였고, 삽입부위의 창상이 있거나  
다른 원인으로 삽입이 불가능했던 경우에는 내  
측 또는 외측 한쪽에서 삽입하였으며 단순 골  
절인 경우에는 내측 각형성을 방지하기 위하여  
내측에서 많은 수의 골수정을 삽입하였다. 골  
수정의 갯수가 2개인 경우에는 평균 6.7주에,  
3개인 경우에는 5.1주, 4개인 경우에는 5주에  
단하지 또는 슬개건하중 석고붕대(PTB cast)  
고정하에 체중부하를 시작하였으며, 수술후 평  
균 12주에 석고붕대를 제거하였다(Table 4).

### 8. 동반 손상

동반 손상으로는 두부 손상이 7례로 가장 많  
았고, 그외 동측 족관절 골절, 타측 족관절 골  
절, 인구 파열등이 각 1례였다.

**Table 3.** Classification according to the seve-  
rity of injury (by Ellis)

Degree of severity	No. of cases(%)
Minor: Undisplaced, angulated, minor degree of comminution or minor open wound	5( 20)
Moderate: Completely displaced, minor degree of comminution or minor open wound	18( 72)
Major: Completely displaced, major degree of comminution or major open wound	2( 8)
Total	25(100)

## 결 과

### 1. 골절의 유형별 골유합 시기

임상적으로 골절부위에 가성운동, 국소적 압  
통, 체중부하시 골절부위에 동통의 소실을 기  
준으로 삼았고, 방사선학적으로는 가골의 성숙  
도와 골절부 골 둘레의 3/4이 폐쇄된 경우를  
골유합 시기로 정하였는데 개방성이었던 경우  
가 평균 17.2주, 폐쇄성이었던 경우가 평균 14  
주로 폐쇄성 골절에 비해 개방성 골절이 골유  
합 기간이 길었다(Table 5).

### 2. 비골 골절의 유무와 골유합 시기와의 관계

비골 골절이 있었던 경우와 없었던 경우의  
골유합 기간은 각각 평균 15.1주, 14.5주로 통  
계적으로 유의할만한 차이가 없었다(Table 6).

### 3. 합병증

합병증으로는 10°미만의 내측 및 후방 각  
형성이 각 1례, 골수정이 슬관절 내로 전이 되  
었던 1례, 과잉 가골 형성으로 인한 checkrein  
변형이 1례 있었으나, 골수염등의 합병증은 없

**Table 4.** Number and portal of entry of nail  
(Average duration between op. and weight  
bearing)

No. of nail	Portal of entry	No. of cases	Average weight bearing duration
2	Med 1 Lat 1	3	5.7 wks
	Med 2	1	
	Lat 2	1	
	Other	1	
3	Med 2 Lat 1	12	5.1 wks
	Lat 2 Med 1	3	
	Med 3	1	
4	Med 2 Lat 2	2	5 wks
	Med 3 Lat 1	1	

**Table 5.** Duration of union after flexible IM  
nailing

Duration Type	-12 wks.	-16 wks.	-20 wks.	-24 wks.	over 24wks.	average
Open		7	6	2	1	17.2 wks.
Closed	5	3	1			14 wks.
Total	5	10	7	2	1	15.6 wks.

**Table 6.** Duration of union with or without fibular fracture

Group	No. of pts.	Average healing time
Fibular fracture(-)	4	14.5
Fibular fracture(+)	21	15.1
proximal 1/3	6	
middle 1/3	7	
distal 1/3	8	

었다(Table 7).

## 고 찰

경골 골절은 발생 빈도가 높을 뿐 아니라 거의 전장 특히 전내측부에 걸쳐 얇은 연부조직에 쌓여있는 해부학적 특성 때문에 골절시 특히 고에너지의 발생기전을 가진 손상시에는 여러 합병증을 병발할 수 있어 치료의 문제점으로 되어왔다. 특히 경골 원위 1/3의 골절은 근위부나 중위부보다 더욱 연부조직의 두께가 얇고 혈액순환의 불량과 원위골편의 불안정등의 원인으로 지연유합, 불유합, 부정유합, 근위축과 순환장애, 관절 강직등 하지 기능장애에 기여할 수 있는 합병증이 문제되고 있다.

경골 원위 1/3골절의 치료 방법으로는 도수정복 및 석고붕대법, 또는 골전인을 이용한 고정방법, 관혈적 정복후 금속판 또는 나사못 고정, 그리고 도수정복후 폐쇄성 골수정을 사용하는 방법등이 있다. 도수정복 및 석고고정 방법은 골절에 의한 입원기간 및 이환기간의 장기화, 그에 따른 제활의 문제점 때문에, 관혈적 정복 및 금속판 고정은 폐쇄성 골절을 개방성 골절로 만든다는 단점외에, 원위 1/3의 골절에 있어서는 골의 해부학적 비틀림 때문에 금속판의 적용이 어렵다는 단점등이 있다. 도수정복 및 골수강내 금속정 고정을 시행하여 조기 체중부하를 시키려는 시도가 있으나 원위 1/3의 골절에 있어서는 골수강이 넓고, 원위골편의 불안정성 특히 회전력에 대한 불안정성이 문제가 되어 최근에 와서는 도수정복후 교합정을 사용하는 것이 보편적인 치료방법중의 하나이다. 그러나 교합정은 그 사용에 있어 확공으로 인한 골내막의 순환(endosteal blood supply)을 파괴하여 골유합을 저해할 수 있다는 점과 기계를 사용한 골수강 확장시에 골의 열괴사(thermal necrosis)와 골수강 내압을 증가시켜

**Table 7.** Complications

Complications	No. of Case
Malalignment	2
post. angulation(<10)	1
med. angulation(<10)	1
Proximal migration of nail	1
Shortening(<2 cm)	1
Ankle stiffness	2
Checkrein deformity	1

피골 흡수가 일어나 금속정의 이완을 초래할 수가 있고 비전위성 골절을 전위시키는 단점과 수술 수기상 원위부 나사못 고정(distal screw fixation)이 쉽지 않다는 점이 단점이라고 생각된다. 폐쇄성 연성 골수정 고정술은 시술이 이상적으로 된 경우 골절 부위에 조기 체중부하로써, 장기간 고정으로 생기는 관절강직, 근위축이 예방되며 순환장애와 골조송증의 합병증을 감소시킬 수 있으며, 근육을 박리하지 않아 혈종을 보존할 수 있고 술기와 제거술이 비교적 용이하며 짧은 입원기간 짧은 수술 시간등의 여러 장점이 있으나 원위 1/3골절에 사용시 불안정성으로 인한 단축 또는 각변형이 문제라고 생각된다. 경골 골절시 골수강내 연성 금속정 고정의 적응증은 D' Aubigne<sup>3)</sup>에 의하면 경골 고평부에서 7.5cm이하, 족관절에서 5cm 상방에 골절이 위치할때 사용할 수 있다고 하였으며, Pankovich<sup>16)</sup>은 거의 전장에 이용된다고 하였다. 저자들은 주 골절선이 족관절 상방 5cm부터 경골 원위 1/3에 위치한 경골 원위부 골절에 연성 골수정을 이용하여 치료하였다.

원위부 1/3골절은 골수강이 넓지만 골수정의 삽입시 정의 원위단을 부채꼴 모양으로 퍼지게 하여 회전변형을 방지하고 3개 이상을 삽입하며 체중부하를 경골 중위 1/3골절에서보다 2-3주 지연시킴으로써 견고한 고정을 얻어 골절부위에 안정성을 부여할 수 있었다.

Goldner<sup>8)</sup>은 개방성 골절시 창상 주위의 피사조직과 이물질을 제거하여 세균오염을 극소화 시키고, 활성면을 만들어 환부의 치유를 촉진하는 것이 중요하다고 하였으며 Pankovich<sup>16)</sup>은 개방성 골절시 연성 골수정은 Gustilo<sup>7,8)</sup> 분류 type I, II에서 세척과 변연절제술후 즉시 시행하면 골절면의 안정성을 부여하여 주위 연부조직이나 피부 치유에 좋은 영향을 준다고

**Fig. 1.** A) Distal tibia open comminuted fracture, Gustilo type II, in 58 y-o male. Initial radiographic findings. B) Radiographic findings of postoperative 17 weeks, showing bone union.

**Fig. 2.** A) Closed comminuted fracture of the distal tibia and fibular in 52 y-o male. Initial radiographic findings. B) Radiographic findings of postop. 16 weeks, showing bone union.

하였으나 type III에서는 연성 골수정을 즉시 시행하지 말라고 하였다. 저자들도 Gustilo<sup>7,8)</sup>분 류 type I, II에서 세척과 변연절제술후 평균 1 주 내에 연성 골수정을 시행하였으며 type III

a, III b에서는 어느정도 창상 치유가된 2주후에 연성 골수정을 실시하였으나 술후 합병증인 골수염은 없었다. 골유합 시기에 대해 문등<sup>1)</sup>은 경골 원위부 골절시 Ender정으로 치료한 경우 평균 12.5주, Rush정으로 치료한 경우는 평균 13.2주라 하였으며, 불유합의 예는 없었다고 하였고, 문등<sup>2)</sup>은 원위 1/3골절시 Ender정으로 치료하여 평균 13.3주에 골유합을 보였으며 불유합 예는 없었다고 하였다. 저자들의 경우에는 개방성인 경우 평균 17.2주, 폐쇄성인 경우 14주로 개방성인 경우가 골유합이 지연되었는데 이는 개방성인 경우 연부조직의 손상이 심하고, 골막의 손실과 심한 외상에 의한 골절의 분쇄가 심하여 생기는 것으로 사료되며 역시 불유합의 예는 없었다.

비골 골절의 유무와 경골 골절의 유합과의 관계에 대해서는 Rosenthal<sup>17)</sup>, Hoaglund와 States<sup>10)</sup>는 비골 골절이 동반되지 않는 경우 골편에 안정성을 부여하여 골유합이 촉진된다고 하였으며 Sarmiento와 Latta<sup>18)</sup>는 경골 골절시 비골 골절이 동반되지 않으면 정상적인 비골의 신연효과에 의하여 때로는 골유합에 지장을 준다고 하였다. 저자들의 경우에는 비골 골절이 동반된 경우에는 평균 15.1주 없는 경우에는 평균 14.5주로 통계적으로 유의할만한 차이가 없었다.

합병증으로 Meriam과 Porter<sup>13)</sup>는 족관절의 운동제한 Nicoll<sup>15)</sup>, Leach<sup>11)</sup>, Merianos등<sup>12)</sup>은 Ender정에서의 회전변형을 보고하였으며 Pankovich등<sup>16)</sup>은 부정유합, 지연 및 불유합, 골수염 등을 들었고, Segal<sup>19)</sup>은 가장 많은 합병증으로는 정(nail)의 근위부 이동으로 인한 국소자극을 들었다. Merianos등<sup>12)</sup>은 술후 합병증으로 각 변형(angulation)이 가장 흔하다고 하였는데 특히 경골 원위 1/3골절에서 조기 체중부하시 각 변형이 생기는 경향이 있다고 하였으며 따라서 연성가골이 발생하는 1개월 동안 슬개건하중 석고붕대(PTB cast)고정을 하는 것이 좋다고 하였다. Pankovich등<sup>16)</sup>은 각 변형을 가진 5례(13.2%)중 4례는 수술전 큰 나비형 골절이 있었으며 정(nail) 삽입시 나비형 골절쪽에 정 의 블록편이 위치해야 각 변형이 적다고 하였고 나머지 1례는 골절의 정복을 하지않고 정을 삽입한 경우였다고 하였다. 각 변형시 허용 범위에 대해 Nicoll<sup>14)</sup>은 10° 이하, leach<sup>11)</sup>는 내외반 변형은 5° 이하, 전후 굴곡 변형은 10° 이하까지 허용된다고 하였다. 저자들은 25례중 2례(8%)

에서 각 변형이 생겼으나 모두 10° 이내로 Nicoll<sup>14)</sup>이 언급한 허용 범위내에 들었다. 이 각 변형의 원인으로는 영상증폭장치를 사용하여 수술시 잘못된 정복 상태에서 Ender정을 삽입하거나 나비형 골편을 가진 불안정성 골절 수술 후 조기 체중부하시 생기는 것으로 사료된다.

골수염 발생에 대해서 Hick<sup>9)</sup>는 개방성 골절 치료시 관혈적 정복에 의한 견고한 내고정시 감염의 위험이 적어진다고 하였으며 Wilson<sup>20)</sup>은 골수강내 연성 골수정 고정시 염증이 발생하면 장관골 전체에 걸쳐 염증이 파급될 수 있기 때문에 금속판 내고정이 오히려 더 유리하다고 하였고 폐쇄성 골절시에 비관혈적 정복후 연성 골수정 삽입시 약 1%에서, 관혈적 정복시에는 1-4%에서 감염의 기회가 있다고 하였다. 저자들은 16례의 Gustilo<sup>7,8)</sup>분류 type I, II and III의 개방성 골절에서 술후 골수염을 없었으며 이는 개방성 골절의 충분한 세척과 창상 변연절제술후 국소 염증이 어느정도 치유된 다음 금속정을 삽입하면 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

## 결 론

성애병원 정형외과에서 1987년 7월부터 1989년 7월까지 경골 골절로 입원한 환자중 족관절 상방 5cm부터 경골중위 1/3과 원위 1/3의 경계에 위치하는 골절중 도수정복 및 연성 골수정을 시행한 환자중 최소 1년간 추시가 가능했던 25례에 대하여 임상적 분석을 하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 총 25례중 30-39세의 연령층이 가장 많았고 특히 활동기 연령인 18-50세가 80%를 차지하였으며, 남자에서 많았다.

2. 사고 유형은 교통사고가 16례로 64%를 차지하였으며, 개방성 골절이 16례, 19례에서 분쇄상 골절을 보여 고에너지에 기인한 것이 많으며, 개방성 골절의 형태는 Gustilo<sup>7,8)</sup>분류 type II가 8례로 가장 많았다.

3. 수술후 합병증으로는 2례에서 각 변형, 슬관절내로의 골수정의 전이가 1례, checkrein 변형이 1례였다.

4. 동반손상으로는 두부손상이 7례로 가장 많았다.

5. 방사선학적 골유합 시기는 비골 골절이 있는 경우는 평균 15.1주, 없는 경우는 14.5주, 개방성인 경우는 17.2주 폐쇄성인 경우는 14주

로 평균 15.6주였으며 불유합은 없었다.

이상 경골 원위부 1/3부의 골절시 폐쇄성 골수정 방법은 원위 골편내에 골수정을 부채꼴로 위치시키고, 3개이상의 정을 삽입하며, 체중 부하를 경골 중 1/3부 골절시보다 2-3주 지연시키므로써 안정성을 부여할 수 있으므로 연부 조직의 손상을 동반한 개방성 골절이나 다발성 손상 환자에 동반된 경골 골절시에도 좋은 치료방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

## REFERENCES

- 1) 문명상, 우영균, 하기용, 최경환: Ender정 또는 Rush정으로 치료한 경골간부골절. 대한정형외과학회지, 23-6: 1501-1516, 1988.
- 2) 문명상, 하기용, 김형근: Ender정을 이용한 경골 원위부 골절의 치료. 대한정형외과학회지, 25-1: 61-68, 1990.
- 3) D'Aubigne, R.M., Zuchman, P.M. and Masse, Y.: Blind intramedullary nailing for tibial fracture. Clin. Orthop., 105: 267-275, 1974.
- 4) Ellis, H.: Disabilities after tibial shaft fractures. J. Bone and Joint Surg., 40-B: 190-197, 1958.
- 5) Ellis, H.: The speed of healing after fracture of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surg., 40-B: 42-46, 1958.
- 6) Goldner, J.L., Hardaker, W.T. and Hendrix, P.C.: Open tibial fractures. Concepts of management. Symposium on trauma to the leg and its sequelae, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 102-122, Mosby, 1981.
- 7) Gustilo, R.B.: Management of open fracture and their complications. 202-208, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1982.
- 8) Gustilo, R.B. and Anderson, J.T.: Prevention of infection in the treatment of 1,025 open fracture of long bones. J. Bone and Joint Surg., 58-A: 453-458, 1976.
- 9) Hicks, J.H.: Amputation in fractures of the tibia. J. Bone and Joint Surg., 46-B: 388-392, 1964.
- 10) Hoaglund, F.T. and States, J.D.: Factors influencing the rate of healing in tibial shaft fractures. Surg. Gynecol. Obstet., 124: 71-76, 1967.
- 11) Leach, R.E.: Fractures of tibia and fibula. Cited from Rockwood, C.A. and Green, D.P.: Fractures, Vol. 2. pp. 1593-1663, Philadelphia, J.B. Lippincott Company, 1984.
- 12) Merianos, S., Pazaridis, P., Serences, S., Orfandis, and Smyrnis, P.: The use of Ender nails in tibial shaft fractures. Acta Orthop. Scand., 53: 301-307, 1982.
- 13) Merriam, W.F. and Porter, K.M.: Hindfoot disability after a tibial shaft fracture treated by internal fixation. J. Bone and Joint Surg., 65-B: 326-328, 1983.
- 14) Nicoll, E.A.: Closed and open management of tibial fractures. Clin. Orthop., 105: 144-153, 1974.
- 15) Nicoll, E.A.: Fractures of the tibial shaft. A survey of 705 cases. J. Bone and Joint Surg., 46-B: 373-387, 1954.
- 16) Pankovich, A.M., Tarabishy, and Yelda, S.: Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. Clin. Orthop., 160: 185-195, 1981.
- 17) Rosenthal, R.E., et al.: Non-union in open tibial fractures. J. Bone and Joint Surg., 59-A: 244-248, 1977.
- 18) Sarmiento, A. and Latta, L.L.: Functional bracing in management of tibial fractures. Symposium on the leg and its sequelae. The American Academy of Orthopaedic Surgeons, pp. 278-298, Mosby Co. 1981.
- 19) Segal, D.: Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. Instructional Course Lectures, Vol. 36: 338-349, Mosby Co. 1987.
- 20) Wilson, J.N.: Watson-Jones fractures and joint injuries. 5th Ed., pp. 1068-1986, Churchill Livingstone, Edinburgh, London and New York, 1976.