

Ender정 고정술과 술후 기능적 보조기를 이용한 경골간부골절의 치료

대구파티마병원 정형외과, 경산동산병원 정형외과*

변영수 · 김홍태 · 조원호* · 장세앙 · 최인학 · 정진욱

— Abstract —

Treatment of Tibial Shaft Fractures with Ender Nailing and Postoperative Functional Bracing

Young-Soo Byun, M.D., Hong-Tae Kim, M.D., Won-Ho Cho, M.D.*,
Se-Ang Chang, M.D., In-Hak Choi, M.D., and Jin-Wook Jung, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery, Fatima Hospital, Taegu, Korea
Department of Orthopaedic Surgery, Kyoungsan Dongsan Hospital, Kyoungpook, Korea**

Ender nailing is an alternative method of treatment of selected unstable tibial shaft fractures. The purpose of this study is to evaluate the result of functional treatment with Ender nailing and postoperative functional bracing.

We treated 31 tibial shaft fractures (16 closed, 15 open) with closed Ender nailing and postoperative functional bracing between August 1990 and September 1994 and followed up the patients from minimum 10 months to 74 months.

Clinical analyses were as follows;

1. According to AO classification, 10 cases were Type A simple fractures(32%), 14 Type B wedge fractures(45%), and 7 Type C complex fractures(23%).
2. Ninety four percent of the fractures united in an average time of 17.3 weeks. The average time to union of complex fractures was longer than that of simple and wedge fractures ($P<0.05$).
3. There were two nonunions(6.5%), two delayed unions(6.5%), and three angulatory malunions(9.7%) between 6° and 10° , but there was no patient of significant shortening, joint stiffness, or infection.

* 통신저자 : 변 영 수

대구시 동구 신암동 302-1

대구파티마병원 정형외과

* 본 논문의 요지는 1996년 10월 16일 대한골절학회 제22차 추계학술대회에서 구연되었습.

The Ender nails provide sufficient stability at the fracture site of the tibial shaft to permit early weight-bearing in a functional brace, and this treatment provides early fracture union with less complications and facilitates functional recovery.

Key Words : Tibial shaft, Fracture, Ender nail, Functional brace

서 론

고에너지에 의한 경골골절은 심한 골 및 연부조직 손상을 동반하므로 치료에 어려움이 많으며, 가능한 빨리 해부학적 상태의 골유합을 얻고 조기에 기능을 회복시키기 위하여 수술적 및 비수술적 치료방법이 다양하게 시행되어 왔으나 최선의 치료방법에 대해서는 아직까지 논란이 되고 있다.

Ender정은 연성 골수정으로 폐쇄적 방법으로 골수강을 확공치 않고 삽입하므로 수술수기가 비교적 쉽고 골절부위에 부가적인 손상을 최소화하고 감염의 위험을 줄일 수 있으며, 골수강내에서 삼점고정이 되므로 골단축이나 전위를 거의 일으키지 않고 슬개관 지지 석고붕대 또는 기능적 보조기로 조기 체중부하가 가능하며, 하퇴부의 체중부하 축에 위치하고 골절부위에 Dynamic controlled motion을 허용하여 생물학적 및 생체역학적으로 우수한 외골을 조기에 형성하게 한다^{3,10,11,14,18,22}. 기능적 보조기는 가볍고 편하며, 골절부위에 적절한 안정성을 제공하며, 조기 체중부하 및 관절운동을 허용할 수 있어 골유합과 기능회복이 촉진된다^{2,17}.

저자들은 골수강내 Ender정 고정술과 술후 기능적 보조기 착용에 대한 여러가지 장점이 예견되어 이와 같은 방법으로 치료한 31례를 임상분석하여 이 치료방법의 결과를 평가하고 향후 다른 치료방법과의 비교분석을 위한 자료로 활용하기 위하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

저자들은 1990년 8월부터 1994년 9월까지 대구파티마병원 및 경산동산병원 정형외과에서 Ender정 고정술과 술후 기능적 보조기로 치료한 41례 중 골유합후 최소 10개월 이상 73개월까지 충분히 추시가 가능하였던 31례를 대상으로 하였다.

1. 성별 및 연령

남자가 26명, 여자가 5명으로 남자가 훨씬 많았으며, 연령은 16세부터 72세까지로 평균 35.8세였으며 활동이 많은 50세 이하가 대부분이었다.

2. 골절의 원인

교통수단의 발달로 인하여 차량사고가 25례(80%)로 대부분이었으며, 추락 및 실족이 각각 3례였다.

3. 골절부위 및 골절형태

골절부위별 빈도는 중1/3이 21례(68%)로 가장 많았으며, 원위1/3이 4례, 근위1/3이 1례였으며, 분절골절이 5례였다. 골절의 형태는 AO 분류상 A형 단순골절이 10례, B형 썩기형 골절이 14례, C형 복잡골절이 7례였으며, 개방성 골절이 15례로 이들 중 Gustilo와 Anderson 분류상 제1형이 9례, 제2형이 6례였다(Table 1).

Table 1. AO classification of fracture

AO classification	Closed	Open		Total(%)
		Type I	Type II	
Simple fx. (Type A)	9	1	0	10(32)
Wedge fx. (Type B)	6	6	2	14(45)
Complex fx.(Type C)	1	2	4	7(23)
Total (%)	16(52)	9(29)	6(19)	31(100)

4. 동반손상

총 31례 중 17례(55%)에서 동반손상이 있었으며, 타부위의 골절 또는 탈구가 10례에서 동반되어 가장 많았으며 그외 두부손상이 8례, 동측 사두근 파열이 2례, 동측 슬관절 인대 파열 및 비골신경 마비가 각각 1례에서 동반되었다. 동측 비골골절은 22례(71%)에서 동반되었다.

5. 치료방법

수술은 대개 슬관절하 7.5cm부터 족관절상 7.5cm 사이의 전위된 불안정한 경골간부골절을 적용대상으로 하였으며, 제3형 개방성 골절, 감염성 골절, 지연유합 및 불유합은 적용대상에서 제외하였다. 수술은 대부분 2주 이내에 시행하였으며, 개방성 골절은 초기에 창상치유후 지연수술을 시행한 몇 예를 제외하고는 용급수술로 변연절제술과 동시에 Ender정 고정술을 시행하였다(Table. 2).

Table 2. Time from injury to nailing

Time to nailing	No. of case (%)
Primary nailing	8 (26)
0 - 1 week	9 (29)
1 - 2 week	11 (35)
2 - 3 week	3 (10)
Total	31 (100)

Ender정 고정술은 전신마취 또는 척추마취하에서 영상중폭장치를 이용하여 Wiss²⁰의 방법과 같이 폐쇄적 방법으로 시행하였으며, 골절형태, 골절부위 및 골수강의 크기에 따라 2-3개의 Ender정을 삼점고정이 되게 삽입하였다. 수술후 창상이 치유되고 종창이 소실된 후 석고부목을 제거하고 열가소성 물질로 본원에서 제작한 기능적 보조기를 착용시켰으며 동반손상이 있는 경우에는 착용이 지연되었다(Table 3). 보조기 착용후 점차 체중부하를 증가시켜 대개 1-2개월 이내에 전 체중부하 보행이 가능하였으며, 골절이 충분히 유합된 후 기능적 보조기를 제거하였다.

Table 3. Time from operation to application of functional brace

Time to bracing	No. of case (%)
1 - 2 week	5 (16)
2 - 3 week	10 (32)
3 - 4 week	5 (16)
4 - 5 week	5 (16)
Over 5 weeks	6 (20)
Total	31 (100)

치료결과

1. 골유합 기간

골유합의 판정은 대개 3-4주 간격으로 방사선 촬영을 시행하여 방사선학적으로 가골이 성숙되고 골절선이 골돌래의 3/4이상 폐쇄된 시기를 기준으로 하였으며¹¹⁾, 불유합 2례를 제외한 29례의 평균 골유합 기간은 17.3주로 대부분 풍부한 외가골 형성으로 골유합되었다. 골절형태에 따른 골유합 기간은 C형 복잡골절이 A형 단순골절 및 B형 췌기형 골절보다 길었으며(Table 4), 제2형 개방성 골절의 골유합 기간이 폐쇄성 골절 및 제1형 개방성 골절의 골유합 기간보다 긴 경향이었다(Table 5). 그러나 골절부위와 비골골절의 유무 등에 대해서는 통계학적 유의성이 없었다.

Table 4. Time to radiographic union according to fracture type (AO classification)

Fracture type	No. of case(%)	Time to union(wks)
Simple fx. (A)	10 (32)	15.3
Wedge fx. (B)	14 (45)	18.0
Complex fx.(C)	7 (23)	19.3
Total	31 (100)	17.3*

* Excluding two nonunions P<0.05

Table 5. Time to radiographic union according to fracture nature

Fx. nature	No. of case(%)	Time to union(wks)
Closed	16 (52)	16.7
Open	13 (42)	18.0
Type I	8 (26)	16.8
Type II	5 (16)	19.9
Nonunion	2 (6)	
Total	31 (100)	17.3

P<0.1

2. 합병증

주요한 합병증으로 6개월 이상 골유합이 지연된 지연유합 2례는 동반 손상으로 체중부하가 지연되었던 예에서 발생하였으며, 불유합 2례는 개방성 C형

복합골절에서 발생하였으며 1례는 골이식술로, 다른 1례는 Ender정 제거후 금속판 및 나사못 고정과 골이식술로 모두 16주 이내에 골유합되었다. 6-10도의 각변형이 3례에서 발생하였는데 이는 초기에 술자가 수술수기에 익숙치 못하여 발생하였으며, 감염이 발생한 예는 없었다. 그 외에 경도의 족관절 부분강직이 3례에서 있었으나 일상생활의 장애를 호소하지는 않았으며, 약5mm 정도의 골단축이 1례 그리고 경비골 골결합이 1례 있었으나 임상적으로 문제가 되지는 않았으며, Ender정의 근위부 이동으로 인한 슬관절부위의 동통이 3례에서 있었으나 이는 골유합후 Ender정의 제거로 해결되었다.

증 례

증 례 1

26세 여자로 보행 중 교통사고로 인하여 경골간부 중1/3에 AO분류상 A2형 사상골절이 발생하였으며, 수상후 5일째 Ender정 고정술을 시행하고 술후 3주에 기능적 보조기를 착용시켰으며, 합병증 없이 13.5주에 골유합되어 우수한 결과를 얻었다(Fig. 1).

증 례 2

49세 남자로 보행 중 교통사고로 인하여 경골간부

- Fig. 1-A.** Initial roentgenograms showing Type A2 simple oblique fracture.
- B.** Roentgenograms obtained through the functional brace 3 weeks after surgery demonstrating anatomic reduction and three-point fixation with 2 Ender nails.
- C.** Roentgenograms showing solid union with anatomic alignment at 13.5 weeks.

- Fig. 2-A.** Initial roentgenograms showing Type C2 segmental fracture.
- B.** Roentgenograms obtained through the functional brace 2 weeks after surgery demonstrating anatomic reduction and three-point fixation with 3 Ender nails.
- C.** Roentgenograms showing solid union with anatomic alignment at 14 weeks.

Fig. 3-A. Initial roentgenograms showing Type C3 comminuted fracture of the mid-shaft and Type A1 fracture of the distal metaphysis.

B. Roentgenograms obtained before and after bone graft at 8 weeks. Note fixation with 2 Ender nails and bone defect without callus at the fracture site.

C. Final roentgenograms obtained after removal of the nails at 26 months demonstrating the healed fracture with 2° varus angulation.

근위1/3에 전위가 없는 단순사상골절과 중1/3에 전위된 사상골절이 있는 C2형 분절골절이 발생하였으며, 신손상이 동반되어 수상후 14일째 Ender정 고정술을 시행하고 술후 2주에 기능적 보조기를 착용시켰으며, 합병증 없이 술후 14주에 골유합되어 우수한 결과를 얻었다(Fig. 2).

증 례 3

25세 남자로 오토바이 추돌사고로 인하여 경골간부 중1/3에 제2형 개방성 C3형 분절골절과 원위 골간단부에 안정성이 있는 A1형 횡골절이 발생하였으며, 수상 당일 응급수술로 변연절제술과 Ender정 고정술을 시행하였다. 술후 8주에 골결손이 그대로 남아 있고 골유합의 징후가 전혀 보이지 않아 골이식술을 시행하였으며, 골이식술후 16주에 완전한 골유합을 얻었다. 술후 26개월에 Ender정을 제거하였으며, 약2도의 내반 각변형이 남았으나 다른 합병증은 없었다(Fig. 3).

고 찰

심한 골 및 연부조직 손상을 동반하는 고에너지의 경골골절은 부정유합, 지연 유합 및 불유합, 감염 등의 주요한 합병증 발생률이 높아 치료에 어려움이 많으며, 골절의 도수정복이 어렵거나 석고고정으로 정복의 유지가 어려운 경우에는 어떤 형태의 내고정 또는 외고정이 필요하다.

경성 골수정은 골수강의 확공으로 골편을 견고하게 고정할 수 있는 장점이 있어 경골간부골절에 우수한 내고정 방법으로 최근에 널리 사용되고 있으나^{12,20}, 과도한 골수강의 확공은 간부 피질골의 파사로 골절의 치유와 피질골의 재형성을 지연시킬 수 있고^{9,10}, 특히 개방성 골절에서 확공후 감염률이 높으며^{16,20,22}, 골수강내압을 증가시켜 ARDS의 위험이 증가할 수 있다고 한다^{18,21}.

반면 Ender정과 같은 연성 골수정은 골수강을 확공치 않으므로 골수강내 혈액공급의 손상이 단지 일부분에 불과하여 감염의 위험이 적고, 골수강내에서 삼점고정되어 내부목으로 작용하므로 현저한 골단축이나 골정열의 소실 없이 술개전 지지 석고붕대 또는 기능적 보조기를 이용하여 조기 보행이 가능하며, 골수정이 체중부하 측에 위치해 있고 Dynamic controlled motion을 허용하여 강한 외가골로 조기에 골유합을 얻을 수 있으며, 그외 수술시간이 짧고, 비교적 쉽고, 최소한의 특수장비로 수술을 할 수 있는 장점들이 있다^{3,10,11,14,18,22}.

Ender정의 적합한 적용부위는 경골간부 중1/3이 특히 좋으나, Wiss²²는 슬관절하 7.5cm부터 족관절상 7.5cm 사이를, Kim 등¹¹은 슬관절하 10cm부터 족관절상 10cm 사이가 적합한 적용부위라고 하였으며, 이보다 근위부 또는 원위부 골절은 불충분한 고정으로 각변형이나 골단축을 일으킬 수 있다고 하였다^{1,11,22}.

Wiss²²에 의하면 최초 10mm 이상의 골단축, 골직

경의 100% 이상 전위와 7도 이상 지속적인 각변형이 있는 선택된 개방성 및 폐쇄성 골절에 Ender정 고정술이 적용되며, 적어도 골절부 피질골 둘레의 1/4만 분쇄되지 않고 보존되면 분쇄골절 자체는 금기증이 아니라고 하였다. 금기증으로는 슬관절 또는 족관절상 7.5cm 이내, 심한 분쇄골절, 대부분의 제3형 개방성 골절, 감염성 골절, 지연유합 및 불유합의 경우라고 하였다. 저자들의 경우 대개 Wiss의 적응증 및 금기증에 따라 Ender정 고정술을 시행하였으며, Ender정이 골수강내에서 삼점고정되어 2-3개의 Ender정으로 충분한 골절의 안정성을 얻을 수 있었다.

술후 처치로 대개 조기 체중부하를 권하며, Pankovich 등¹⁴은 골절부위에 지속적인 불편이 있으면 4-6주간 단하지 보행석고봉대를 시행하였고 Merianos 등¹¹은 근위 및 원위 1/3 부위의 분쇄골절에서는 슬개건 지지 석고봉대를 1개월간 착용시켰다. 술후 기능적 보조기를 이용하여 조기 체중부하를 시행한 보고는 매우 드문데, 기능적 보조기는 가볍고 편하며, 골절부위에 적절한 안정성을 제공하며, 조기 체중부하와 슬관절 및 족관절의 조기 관절운동을 허용할 수 있어 골유합과 기능회복이 촉진된다^{2,17}. Wiss²²와 Segal¹⁹은 각각 술후 1개월 및 4-6주에 석고고정을 제거하고 기능적 보조기를 착용시켰으나, 저자들은 경골관부골절을 기능적 보조기로 치료한 경험²⁰을 바탕으로 동반손상으로 초기에 기능적 보조기 착용이 어려운 예를 제외하고 모두 창상이 치유되고 종창이 소실되면 바로 기능적 보조기를 착용시켜 체중부하 보행과 슬관절 및 족관절 운동을 시켰으며, Wiss와 Segal과 같이 초기에 4-6주간 석고고정을 할 필요성은 느낄 수 없었다.

Wiss²²는 Ender정으로 치료한 111례의 평균 골유합 기간은 18.8주였다고 보고하였으며, 지연유합이 6례, 불유합이 7례, 심부창상감염이 4례였으며, 심부창상감염은 모두 제3형 개방성 골절 6례 중 4례에서 발생하여 제3형 개방성 골절은 연성 골수정 고정술의 금기라고 하였다. Mayer 등¹⁰은 51례의 평균 골유합 기간은 24주였다고 하였으며, 동반손상으로 조기 체중부하가 불가능하였던 20례 중에서 지연유합 8례, 불유합 2례가 발생하였고 감염이 합병된 3례 중 2례는 제3형 개방성 골절이었으며, 체중부하

의 지연, 분절골절, 제2형 또는 제3형 개방성 골절 및 분쇄골절을 불유합과 지연유합의 위험인자라고 하였다. 그의 Ender정으로 치료한 Merianos 등¹¹은 14주, Pankovich 등¹⁴은 14.3주, Dobozi 등²⁰은 18주, 윤 등⁸은 19.1주, 한 등⁹은 22.4주로 보고하였다.

저자들의 예에서는 평균 골유합 기간은 17.3주로 다른 결과와 비교하여 만족할 만한 결과였으며, 동반손상으로 인하여 체중부하가 지연되었던 2례에서 지연유합이 발생하였고 개방성 C형 복잡골절 2례에서 불유합이 발생하여 Mayer 등¹⁰이 지적한 불유합 및 지연유합의 위험인자에 부합하였다. 감염은 발생치 않았는데 이는 제1형 및 제2형 개방성 골절은 적극적으로 치료하고 제3형 개방성 골절은 금기증으로 Ender정 고정술을 시행치 않았기 때문으로 사료된다. 골절을 일으키는 손상 에너지의 정도, 손상기전, 골절부위, 전위정도, 분쇄정도, 비골골절 유무, 연부조직 손상정도 등이 골유합에 영향을 미칠 수 있으며^{8,13}, 저자들의 예에서는 골절형태에 따른 골유합 기간은 고에너지 손상인 C형 복잡골절이 저에너지 손상인 A형 단순골절과 B형 쇄기형 골절보다 길었으며, 제2형 개방성 골절이 폐쇄성 및 제1형 개방성 골절보다 골유합 기간이 긴 경향을 보였다.

그의 합병증으로 각변형, 회전변형, 골단축 등의 부정유합, 관절강직, Ender정의 이동으로 인한 동통 등을 보고하고 있으며^{4,19,22}, 각변형은 특히 원위 1/3 골절에서 잘 발생하므로 Ender정의 위치에 주의하고 충분한 수의 Ender정 삽입 또는 술후 석고고정으로 각변형을 최소화할 수 있다고 한다^{1,11,22}. 저자들의 예에서는 6-10도의 각변형이 발생한 3례는 초기에 술자가 수술수기에 익숙치 못하여 발생하였으나 경과 중에 각변형이 증가된 예는 없어 이는 기능적 보조기 착용으로 각변형이 예방되었을 것으로 사료되며, 손상정도가 심하였던 개방성 분절골절 1례에서 약 5mm의 골단축이 발생하였으나 임상적으로 문제는 없었다. 술후 Ender정의 근위부 이동으로 슬관절부위의 동통을 3례에서 호소하였으나 골유합 후 Ender정의 제거로 동통은 소실되었으며, 술후 기능적 보조기를 초기에 착용시켜 조기 체중부하 보행과 슬관절 및 족관절 운동을 허용하여 기능회복이 촉진되었고 임상적으로 문제가 될 정도의 관절강직은 발생치 않았다.

요 약

Ender정 고정술 및 술후 기능적 보조기 착용으로 치료한 경골간부골절 환자 31례 중 불유합 2례를 제외한 29례(94%)에서 평균 17.3주에 골유합을 얻어 만족스러운 결과였으며, 이러한 기능적 치료는 연성 골수정 고정술과 기능적 보조기 착용으로 골절부위에 적절한 안정성이 제공되므로 조기 체중부하 및 조기 관절운동이 가능하여 조기에 외가골 형성으로 골유합을 얻을 수 있고 기능회복이 촉진되며 주요한 합병증 발생이 적어 이를 잘 적용하면 폐쇄성 및 제 1,2형 개방성 경골간부골절에 대하여 좋은 결과를 얻을 수 있는 효과적인 치료방법 중의 하나로 사료된다.

REFERENCES

- 김영호, 한영길, 박종석, 권재욱, 나수균, 최창욱 : 경골 근위 및 원위부 골절시 Ender 연수 골수정의 임상적 이용. *대한정형외과학회지*, 30:732-739, 1995
- 변영수, 김홍태, 박봉훈, 천동욱, 정천표 : 기능적 보조기를 이용한 경골간부골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 28:2111-2121, 1993
- 우영균 : 연성 골수정이 개의 대퇴골 골절치유에 미치는 영향. *대한정형외과학회지*, 18:223-229, 1983
- 윤형구, 전광표, 정대은, 전호성, 장대영 : Ender정을 이용한 경골골절의 치료. *대한골절학회지*, 8:370-377, 1995
- 한수봉, 김남현, 김성재, 문석주 : Ender정을 이용한 경골간부골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 26:412-420, 1991
- Danckwardt-Lillieström G : Reaming of the medullary cavity and its effect on diaphyseal bone. *Acta Orthop Scand*, Suppl.128:1-153, 1969
- Dobozi W, Saltzman M, and Brash R : Ender nailing of problem tibial shaft fractures. *Orthopedics*, 5:1162-1171, 1982
- Johner R and Wruhs O : Classification of tibial shaft fractures and correlation with results after rigid internal fixation. *Clin Orthop*, 178:7-25, 1983
- Kessler SB, Hallfeldt KKJ, Perren SM, and Schweiberer L : The effects of reaming and intramedullary nailing on fracture healing. *Clin Orthop*, 212:18-25, 1986
- Mayer L, Werbie T, Schwab JP, and Johnson RP : The use of Ender nails in fracture of the tibial shaft. *J Bone Joint Surg*, 67-A:446-455, 1985
- Merianos P, Pazaridis S, Serenes P, Orfanidis S, and Smyrnis P : The use of Ender nails in tibial shaft fractures. *Acta Orthop Scand*, 53:301-307, 1982
- Olerud S and Karlstrom G : The spectrum of intramedullary nailing of the tibia. *Clin Orthop*, 212:101-112, 1986
- Oni OOA, Hui A, and Gregg PJ : The healing of closed tibial shaft fractures. *J Bone Joint Surg*, 70-B:787-790, 1988
- Pankovich AM, Tarabishy IE, and Yelda S : Flexible intramedullary nailing of tibial-shaft fractures. *Clin Orthop*, 160:185-195, 1981
- Pell ACH, Christie J, Keating JF, and Sutherland GR : The detection of fat embolism by transesophageal echocardiography during reamed intramedullary nailing. A study of 24 patients with femoral and tibial fractures. *J Bone Joint Surg*, 75-B:921-925, 1993
- Rhineland FW : Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop*, 105:34-81, 1974
- Sarmiento A, Sobo PA, Sew Hoy AL, Ross SDK, Racette WL, and Tarr RR : Prefabricated functional braces for the treatment of fractures of the tibial diaphysis. *J Bone Joint Surg*, 66-A:1328-1339, 1984
- Segal D : Fracture healing of long bones in the presence of flexible intramedullary nails. A.A.O.S. Instructional Course Lectures, 36:307-308, 1987
- Segal D : Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. A.A.O.S. Instructional Course Lectures, 36:338-349, 1987
- Weller S, Kuner E, and Schweikert CH : Medullary nailing according to Swiss study group principles. *Clin Orthop*, 138:45-55, 1979
- Wenda K, Runkel M, Degrief J, and Ritter G : Pathogenesis and clinical relevance of bone marrow embolism in medullary nailing - demonstrated by intraoperative echocardiography. *Injury*, Vol.24, Suppl.3:73-81, 1993
- Wiss DA : Flexible medullary nailing of acute tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, 212:122-132, 1986