

골수강내 교합정을 이용한 경골 분절골절의 치료

부산대동병원 정형외과

김부환 · 임종인 · 정희영 · 박준영*

— Abstract —

Locked Intramedullary Nailing of Tibial Segmental Fractures

Bu-Hwan Kim M.D., Jong-In Yim M.D.,
Hee-Yeong Chung M.D., Joon-Young Park M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dae-Dong General Hospital, Pusan, Korea

Recently closed interlocking intramedullary nailing under image intensifier has been widely used in the treatment of segmental fracture of long bone and good results have been reported. Twenty-six segmental fractures of tibia were treated with interlocking intramedullary nailing from Mar. 1989 to Feb. 1993 at Dae-Dong General Hospital and all cases were followed up more than 18 months.

In this paper we are reporting the results of twenty-six segmental tibial fracture treatment.

1. Seventeen patients were male and 7 patients were female.
2. Eighteen cases(69.2%) were caused by traffic accident and ipsilateral fibular fractures were the most common associated injury.
3. Most common type of fractures were Melis type II (10 cases 38.4%), proximal fracture lies in the middle third of the shaft and the distal fracture lies in the lower third.
4. Average union time in closed fractures was 23.0 weeks and 29.5 weeks in open fracture with average 28.5 weeks.

Key Words : Tibia, Segmental fracture, Intramedullary nailing

* 통신저자 : 정 희 영
부산광역시 동래구 명륜1동 530-1
대동병원 정형외과

* 본 논문의 요지는 1995년 대한골절학회 춘계학술대회에서 구연되었음.

I. 서 론

최근 들어 자동차의 급격한 증가와 산업 발달로 인한 고에너지 손상이 많아짐에 따라 장관골의 분쇄 및 분절 골절이 증가 추세이다.

분절골절의 정의는 하나의 장관골에서 골절이 두 군데 이상의 따로 떨어진 곳에서 발생하여 그 중간 골편은 원통의 완전한 환형을 갖춘 것을 말하며 최등⁴⁾은 중간골편이 환형을 보이지 않는 경우라 할지라도 상부골절과 하부골절이 10cm 이상 떨어져 있는 것을 추가로 포함시켰다.

이러한 분절골절의 특징은 첫째, 골절시 강한 외력으로 인하여 연부조직의 손상이 광범위하게 동반되며 둘째, 골편의 전위 정도가 크고 분쇄골절의 동반이 많으며, 셋째, 중간골편은 상하에서 동시에 혈액공급이 차단되어 골막혈관에 의한 빈약한 혈액 공급만을 받으며 넷째, 골절의 정복 및 그 유지가 힘들고 다섯째, 중간골편이 길거나 분쇄가 심한 경우 수술시의 어려움이 있으며 여섯째, 해부학적으로 경골의 전내측면은 얇은 연부조직으로 싸여 있어서 개방성 골절이 호발한다는 점이다. 이러한 여러가지 이유로 인하여 지연유합, 불유합, 부정유합, 하지단축, 내반 및 외반변형 등의 합병증이 빈발하여 치료상의 어려움이 많은 골절이다.

본 대동병원 정형외과에서는 1989년 3월부터 1993년 2월까지 총 26례의 경골 분절골절을 골수강내 교합정을 이용한 치료로 비교적 만족할 만한 결과를 얻었기에 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

II. 증례분석

1) 연령 및 성별분포

연령 분포는 17세에서 72세로 평균 37.5세이며 40대가 가장 많았고 총 26례중 남자가 19명(73%), 여자 7명(27%)이었다(Table 1).

2) 발생 원인

교통사고가 18례로 69.2% 차지하였고 이중 탑승자 사고가 7례(38%)로 가장 많았으며 그 외 추락사고, 직접 외상 등이 각각 4례, 3례였다(Table 2).

Table 1. Age and sex distribution

Age	Male	Female
10-19	1	
20-29	3	
30-39	2	2
40-49	11	4
50-59		1
60-	2	
Total	19	7

Table 2. Cause of injury

Cause	No. of cause(%)
Traffic Accident	18(69%)
Pedestrian	6(23%)
Autocycle	5(19%)
Car passenger	7(27%)
Fall down	4(15%)
Direct trauma	3(12%)
Others	1(3%)

Table 3. Type of fracture(Melis & 최등)

	Fracture		Total	
	Closed	Open	No.	%
Type I	1	2	3	11.0
Type II	3	7	10	38.4
Type III		2	2	7.0
Type IV	3	1	4	14.0
Type V	3	4	7	29.6
Total	10	16	26	100

Table 4. Associated injuries

Associated injury	No. of cases
Fibular fx	19
Spine fx	5
Humerus fx	5
Clavicle fx	3
Tarsal fx	2
Rib fx	2
Pelvic fx	1
Hemothorax	1
Pneumothorax	1
Others	3

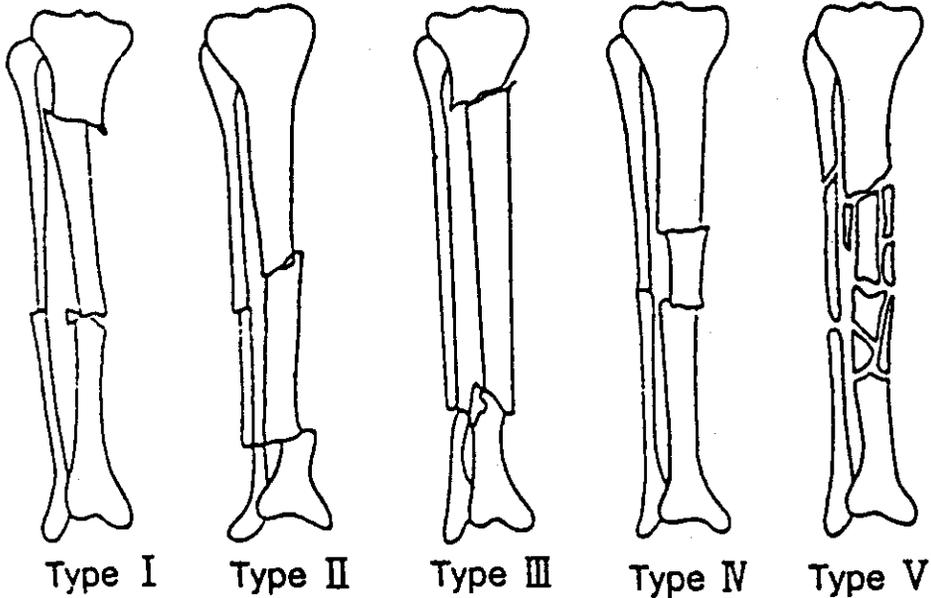


Fig. 1. Schematic figures of each type of tibial segmental fractures. (Melis 1981 and 최 1985)

3) 골절의 분류 및 증상

골절의 해부학적 위치에 따라 Meils¹⁹의 4가지 type과 최⁴이 기술한 V(Fig. 1)로 분류하였으며 본 레는 type I이 3례(11%), type II가 10례(38.4%), type III가 2례(7%), type IV가 4례(14%), type V가 7례(29.6%)였으며 type II가 10례(38.4%)로 가장 호발하였고, 전체 26례중 개방성 16례(61.6%), 비개방성이 10례(37.5%)였고 개방성 골절은 연부조직 및 골격손상, 창상의 크기에 따라 Gustilo-Anderson¹⁰분류를 사용하였으며 Type I이 5례(31.2%), Type II가 6례(37.5%), Type III가 5례(31.2%)였다(Table 3).

4) 동반 손상

스물네명(92.3%)에서 동반손상이 발생하였으며 19례(73%)에서 동측 비골 골절이 있고 그중 9례에서 비골의 분절 골절이 동반되었고, 척추 골절이 4례, 상완골 골절 3례, 늑골 골절 3례 등이고, 4례에서 내부 장기 손상이 동반하여 분절골절이 강한 외력에 의해 발생함을 알 수 있다(Table 4).

5) 치료

수상 전례에서 응급실 내원시 장하지 석고부목 고정을 하고 골 견인은 하지 않았으며, 폐쇄성 골절의 경우는 석고부목 고정 후 부종이 소실될 때까지 기다린 후, 정도에 따라 2일에서 7일 후 수술을 하였고, 개방성 골절인 경우는 Gustilo의¹⁰ 분류에 따라 type I과 II인 예에서는 응급으로 창상 세척 및 변연절제술을 시행함과 동시에 모두 골수강내 금속정을 정적으로 시행하고, 일차봉합술을 시행하였다. type IIIb 이상에서는 창상 세척과 광범위 변연절제술을 시행하고 골수강내 금속정 삽입후 지연 봉합 또는 피부 이식을 하였다. 수술은 환자의 전신상태 등을 고려하여 수상시부터 수술까지 기간은 수상후 3시간부터 11일까지 평균 26.5 시간이었다. 수술 시에는 영상 증폭 장치를 이용하여 금속정을 삽입하고 원위부 나사못 삽입을 free hand technique으로 시행하였고 술후 골절 부위의 안정성 유무에 따라 장하지 석고 부목 고정을 선별적으로 시행하였다.

석고 고정이 필요한 경우는 술후 2주간 장하지 석고 부목고정하고 2주째에 발사 및 능동적 관절 운동

을 실시하였고, 필요한 경우 PTB cast 또는 보조기를 4주간 사용하였고 부분 체중 부하는 4-6주부터 시작하였고, 골절 부위로 건너가는 외가골이 충분히 형성되었을 때 전 체중 부하를 하지 시작했다.

6) 결과

1. 골유합기간

골유합은 임상적으로 골절 부위에 동통 및 압통이 소실되고 골절 부위의 가동성이 없으며 방사선학적으로 골소주가 연결된 경우를 골유합 시기로 정하였다.

특별한 이상 소견이 없는 한 술후 첫 2주후 그후는 4주간 간격으로 골유합과정을 방사선학적으로 검사하였으며 2례의 불유합을 제외한 24례에서 평균 28.5주가 소요되었으며 비개방성인 경우 평균 23주, 개방성 골절인 경우에는 29.5주가 소요되어 개방성 골절의 경우가 유합이 늦게 나타났다(Table 5).

2. 합병증

합병증으로는 지연유합이 15례, 관절 강직 3례, 골 감염 2례, 불유합 2례, 단축 1례, 각변형 1례,

지방색전 1례 등이 있고(Table 6), 지연유합 15례는 모두 동적 고정으로 전환후 개방성 골절은 30.7주에 비개방성 골절은 26.6주에 유합소견을 보였다(Table 7).

지연유합은 방사선학적으로 20주에 외가골형성이 계속되지 않고 골수강내 골소주의 연속성을 보이지 않는 경우로 정하였고, 관절 강직은 15° 이상 운동 제한이 있는 경우로 정하고 각변형은 내, 외측 5° 이상, 전후로 10° 이상 각변형 회전 변형은 15° 이상의 회전을 보인 경우, 하지 단축은 건측에 비해 1

Table 6. Complications

Complications	No. of cases
Delayed union	5
Joint stiffness	3
Infection	2
Nonunion	2
Shortening	1
Angulation	1
Fat embolism	1
Others	2

Table 5. Union related to Tibia fracture type(excluding 2 nonunion cases)

Fracture type	closed	open	total
	case/union(wks)	case/union(wks)	case/union(wks)
I	1/18.0	2/23.0	3/21.0
II	3/22.5	6/30.0	9/28.0
III	2/28.5	2/28.5	
IV	3/24.5	1/28.0	4/25.0
V	3/24.5	3/33.5	6/29.0
	10/23.1	4/29.5	24/28.5

Table 7. Union after Tibia Dynamization(15 delayed union cases)

Fracture type	closed	open	total
	case/union(wks)	case/union(wks)	case/union(wks)
I		1/27.0	1/21.0
II	1/26.0	5/32.0	6/31.0
III		2/29.5	2/29.5
IV	1/26.5	1/28.5	2/27.5
V	2/27.0	2/31.5	4/29.3
	4/26.6	11/30.7	15/29.6

cm 이상 단축을 보인 경우로 정하였다.

감염은 초기 연부조직 손상 정도와 창상의 오염 상태가 심한 경우에서 발생하였으며 Gustilo¹⁰⁾ type Ⅲ b 이상에서 발생하였다.

Ⅲ. 증례보고

증례 1.

46세 남자로 오토바이를 타고 가다 승용차에 부딪혀 동측 비골 분절골절이 동반된 좌경골 Meils 3형, Gustilo-Anderson 1형 개방성 골절로 내원하였다. 응급으로 창상세척 및 변연절제술을 수술실에서 시행함과 동시에 골수강내 교합정을 확공하지 않고 정적으로 고정하였고 술후 22개월째로 골유합이 완전하여 금속정을 제거하였다(Fig. 2).

증례 2.

54세 여자 환자로 횡단보도를 건너다 오토바이에 의해 동측 2,3중족골, 동측 비골 골절이 동반된 우경골 Meils 5형, Gustilo-Anderson 2형의 개방성 골절을 수상하였고, 창상세척 및 변연절제술과 더불어

어 확공하지 않은 골수강내 금속정을 정적으로 시술하고 술후 22개월째 골유합이 잘된 것을 볼수 있고, 골유합 완전하여 금속정을 제거하였다(Fig. 3).

증례 3.

45세 남자 환자로 오토바이를 타다가 승용차에 부딪혀 내원한 동측 비골 골절이 동반된 Melis 5형, Gustilo-Anderson 2형의 개방성 경골 골절이었으며, 내원 당시 응급으로 창상 세척 및 변연절제술을 시행하였고, 개방된 창상 부위를 통하여 cerclage wire와 함께 확공하지 않은 골수강내 교합정을 사용하였고, 술후 18개월째 외가골이 형성되어 있는 것을 볼 수 있다(Fig. 4).

Ⅳ. 고 찰

경골 골절은 장관골 골절 중 가장 빈도가 높은 골절로^{2,5,8,9,16)} 그 해부학적 위치 및 기능상 외상에 노출되기가 쉬울 뿐만 아니라 최근 교통사고와 산업 재해의 증가에 의한 고에너지 손상으로 경골 분절골절이 증가하는 추세에 있다. 또한 개방성 골절 및

Fig. 2. 46-year-old male

- A. Initial film shows Melis type Ⅲ -tibial segmental fracture with corresponding fibular segmental fractures(Gustilo open type I).
- B. Post-op. film after closed reduction with locked IM nail for tibial segmental fracture.
- C. Post-op. 22 months' film shows complete union at fracture sites.

Fig. 3. 54-year-old female

- A.** Initial film show Melis type V -tibial segmental fracture with corresponding distal fibular fracture(Gustilo open type I).
- B.** Post-op. film after closed reduction with locked IM nail for tibial segmental fracture.
- C.** Post-op. 22 month's film after nail removal shows complete union at fracture sites.

Fig. 4. 45-year-old male

- A.** Initial film shows Melis type V - tibial segmental fracture with corresponding proximal fibular fracture(Gustilo open type II).
- B.** Locked IM nail with cerclage wire was done through the open wound.
- C.** Post-op. 18 month's film after nail removal shows complete union at the fracture sites(The proximal locking screw was broken during dynamization).

분쇄골절의 동반으로 인해 치료 후에도 지연유합, 불유합, 부정유합, 단축, 각변형 및 감염 등의 합병증으로 인하여 많은 문제점을 가지고 있다. 그 발생 기전으로는 Johner와 Wruhs¹¹⁾에 의한 4 point bending force에 의한 것과 Soeur²¹⁾의 2단계 분류로써, Johner와 Wruhs¹¹⁾는 bending momentum과 axial loading을 초래하는 4 bending force를 보고하였고, Soeur²¹⁾는 2단계 분류로써 제 1골절은 장축에 따라 압박력과 굴곡외력이 동시에 작용하여 장골 간부에 발생하고 이어 제2의 골절이 발생되는데 제 1형은 1차 골절과 같은 힘이 계속 전달되어 타부위에 골절이 되는 경우, 제 2형은 골절 부위가 일시적으로 고정된 상태에서 상부골절이 회전하여 나선상 골절이 되는 경우, 제 3형은 1차 골절과 동시에 타부위에 외력이 가해져서 골절이 되는 경우로 설명하였다. Melis 등¹⁵⁾은 경골의 분절골절을 4가지 Type으로 기술하였으며, 최 등⁴⁾은 여기에 Type V를 추가하여 분류하였는데, Type I은 골절이 상1/3과 중1/3에서 발생한 상위 중간골편인 경우, Type II는 중1/3과 하1/3에 골절이 발생하여 하위 중간골편을 보인 경우, Type III는 상1/3과 하1/3에 골절이 발생하여 긴 중간골편을 보인 경우, Type IV는 골절이 중1/3에 국한되어 발생한 짧은 중간골편을 보인 경우, Type V는 중간골편이 환형을 보이지는 않으나 분쇄골절을 보인 경우와 다발성 분절골절이 동일한 장골에서 발생한 경우로 정의하였다.

경골 분절골절의 치료는 보존적 요법과 수술적 요법으로 크게 나누게 되며 보존적 치료에서는 초기 견인후 석고 고정하는 방법, Anderson 등⁶⁾의 Pin & Plaster 고정법, Sarmiento²⁰⁾의 기능적 석고 고정법 등이 있으나, 단순 석고 고정법이나 핀고정법은 골절의 정복과 유지가 힘들고 장기간 석고 고정으로 인한 부정유합 길이 단축 관절 구축 등이 흔하고, 대부분의 분절골절이 많은 동반 손상과 심한 연부조직 손상으로 연부조직에 대한 치료, 골절부의 안정성 및 조기 운동에 어려움이 다르므로 최근에는 수술적 치료를 권장하고 있다.^{2,3,15)}

수술적 치료에는 연성 또는 경성 골수정 삽입술, 금속판 내고정술 혹은 외고정술 등의 많은 선택이 있으나 이들 역시 각각의 장단점에 많은 논란을 보이고 있다.^{2,7,12,15,18,22)}

압박 금속판에 의한 내고정법은 골막혈관의 추가적인 파괴가 있고 체중부하시 생리적 응력 차단 효과에 의한 골위축의 단점이 있으며, Lawyer¹⁴⁾와 Pankovich¹⁷⁾등에 의한 연성 골수강 내고정은 제한된 운동의 허용으로 인하여 조기에 가골 형성을 얻을 수 있고 골수강 확장술이 필요치 않음으로써 이론적으로 골수강내 혈액순환의 파괴가 적어 감염의 위험이 적으며 술기가 용이하고 조기 체중 부하 입원 기간 단축 등의 장점이 있으나 단점으로는 경골의 Plateau에서 7.5cm 하방부터 plafond의 5cm 상방 사이에 있는 경골 간부골절에서만 사용될 수 있고, 개방성 골절에서는 사용할 수 없으며 길이 단축, 불만족스러운 정복과 체중부하시 골절부위와 함몰(collapse)되는 등의 단점이 있다고 하였다.

Melis¹⁵⁾는 경골의 혈액 공급은 영양 혈관과 골막 혈관에 의한 이중 영양 혈관이 주된 공급원이 되며 특히 분절골절시에는 중간골편의 상하에서 혈액 공급이 동시에 차단되어 골막혈관만에 의한 빈약한 혈액 공급만이 이루어진다고 하였다. 이러한 이유로 Zucman과 Kangard^{13,22)}는 골수강 내고정법이 골막혈관의 파괴없이 단단한 내고정을 얻을 수 있으며 비교적 조기에 체중 부하가 가능하여 체중부하시 생리적 응력이 균등하게 골절 부위에 가해짐으로써 생역학적으로 우수한 효과를 가지게 되며 지연유합, 불유합 및 각변형의 위험이 적어 경골 분절골절의 치료에 우수하다고 하였다.

개방성 골절의 경우 G.G. Russell등¹⁹⁾은 지연 봉합(delayed closure)을 하는 것이 1차 봉합(primary closure)을 하는 경우보다 감염 및 불유합이 감소된다고 보고하고 있으나, 본 레에서는 개방성 경골 골절중 Type II까지는 1차 봉합을 시행하였고, Type IIIb이상에서는 지연 봉합을 시행하였다.

여러 저자들에 의하면 골수강 내고정술이 경골 분절골절의 선택적 치료 방법이라고 보고하고 있으며, Melis등¹⁵⁾은 장기간 석고 고정 및 조기 체중 부하의 어려움 등으로 연성 내고정물보다 경성 골수강 내고정물이 경골 분절 골절 치료에 가장 좋다고 하였으며 Langard 와 B13)는 조기에 확공하지 않는 연성 골수강 내고정물 시행후 골절 부위가 강화되면 경성 내고정물로 교체하여 치료하였고 Klemm 등¹²⁾은 경골 협부에 복잡골절로 미끄러짐, 굴곡력, 회전력을 방지할 수 없는 경우 나사못 맞물림정을 이용하여

경성 골수강 내고정법의 적용범위를 확장하였다.

골유합은 Melis 등¹⁵⁾은 평균 20.7주, 최 등⁴⁾은 평균 33.5주, 김 등¹⁾은 평균 31.8주가 소요되었다고 보고하였으며 여러 문헌들^{1,2,17,19)}에 따르면, 기간에 다소 차이는 있으나 3주에서 15주 정도로 개방성 골절에서 느린 유합을 보고하였고, Type별로는 Melis Type I이 가장 빠른 유합을 보였다고 하였으며 최 등⁴⁾과 김 등¹⁾은 Melis Type V가, 장 등³⁾은 Melis Type IV가, Melis 등¹⁵⁾은 Type II가 가장 느린 유합을 보였다고 보고하였는데 저자들의 경우에는 비개방성인 경우, 23주, 개방성인 경우 29.5주의 평균 유합기간을 보였고 Melis Type I이 21주로 가장 빠른 유합을 보였으며 Melis Type II가 28.5주로 가장 느린 유합을 보였다. Melis 등¹⁵⁾은 24주 이상 유합기간이 지연되었던 Melis Type II와 III의 6례중 5례에서 근위부 골절에 비하여 원위부 골절의 유합이 늦었다고 하였으며 그 원인으로 첫째, 원위골절이 안정성이 부족한 경우가 많고, 둘째, 원위부골절이 직접 외상에 의한 경우가 많아 연부조직의 손상이 심하고 개방성 골절이 많으며 셋째, 경골 원위부 골절의 일반적으로 느린 유합의 경향을 들었다. 학자들에 따라 경골 분절 골절에서 지연유합의 판정을 위하여 설정한 기간에 차이를 보여 최 등⁴⁾은 26주에 판정하여 29례중 16례 장 등³⁾은 28주를 기준으로 30례중 9례를 지연유합으로 보고하였으며, 저자들의 경우에는 20주를 기준으로 26례중 15례에서 지연유합을 보였으나 동적 고정으로 전환후 개방성은 30.7주에 비개방성은 26.6주에 평균 29.6주에 골유합을 보였다.

V. 결 론

대동병원 정형외과에서 1988년 3월부터 1993년 2월까지 대퇴골 및 경골 분절 골절에 대한 골수강내 교합정을 사용하여 치료에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 총 26례의 환자중 남자 19명(73%), 여자 7명(27%)이었으며 40대에서 15명으로 가장 많았다.

2. 사고 원인으로는 교통사고가 18례(69.2%)로 가장 많았고, 동반 손상은 비골 골절이 19례(73%)로 가장 많았다.

3. 가장 흔한 골절 형태는 경골의 경우 Melis

type II가 10례(38.4%)로 가장 많았다.

4. 개방성 골절은 16례(61.5%)였으며 이중 Open type II가 6례(37.5%)로 가장 많았다.

5. 방사선상 골유합 시기는 28.5주가 소요되었고 폐쇄성인 경우의 23주보다 개방성의 경우가 29.5주로 늦었다.

6. 합병증으로 지연유합이 15례(53%), 불유합이 2례(3%)였고, 지연유합 15례중 동적 고정으로 전환후 15례에서 평균 29.6주에 골유합조건을 보였다.

REFERENCES

- 1) 김기웅, 조덕연, 서재권, 이재식 : 경골 분절골절의 치료. *대한정형외과학회지*, 24-2:405-415, 1989.
- 2) 문명삼, 이재영 : Rush nail로 치료한 경골 간부 골절. *대한정형외과학회지*, 제18권, 제3호, 453, 1983.
- 3) 장의철, 정영기, 양 운, 류중근 : 경골 분절 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 23-1:87-96, 1988.
- 4) 최기홍, 강충남, 왕진만, 노권재, 심광식 : 경골 분절 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 20-13:1980-1986, 1985.
- 5) 최창욱, 이수균, 김무술 : 경골 간부 골절에 대한 Flexible intramedullary nailing의 임상 경험. *대한정형외과학회지*, 19-1:165, 1984.
- 6) Anderson LD, Huchins WC, Wright PE and Disney JM : Fractures of the tibia and fibula treated by casts and transfixing pins. *Clin Orthop*, 105:179, 1974.
- 7) Bastiani GD, Aldegheri R and Brivio R : Dynamic axial fixation. *International Orthop*, 10:95-99, 1986.
- 8) Bradley GW et al : Effect of flexural rigidity of plate on bone healing. *J. Bone Joint Surg*, 61-A:866-872, 1979.
- 9) Brown PW and Urban JG : Early weight bearing treatment of open fracture of the tibia. *J. Bone Joint Surg*, 51-A:59-75, 1969.
- 10) 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*, 58A:453, 1976.
- 11) Johner R and Wruhs O : Classification of tibia shaft fractures and correlation with Result after Rigid Internal Fixation. *Clin Orthop*, 178:7-25, 1983.
- 12) Klemm KW and Borner M : Interlocking nailing

- of complex fractures of the femur and tibia *Orthop*, 212:89-100, 1986.
- 13) **Langard O and Bo O** : segmental Tibial Shaft Fractures. *Acta Orthop. Scandinavia*, 47:351-357, 1976.
 - 14) **Lawyer PB, JR and Lubbers LM** : Use of the Hoffmann apparatus in the treatment of unstable tibial fractures. *J. Bone Joint Surg*, 62A:1264-1273, 1980.
 - 15) **Melis GC, Sotigiu F, Lepori M and Guido P** : Intramedullary nailing in segmental tibial Fractures. *J. Bone Joint Surg*, 63A:1310-1318, 1981.
 - 16) **Nelson G, Kelly P, Paterson L and Janes J** : Blood supply fo the human tibia. *J. Bone Joint Surg*, 42A:625-635, 1960.
 - 17) **Panchovich AM, Tarabishy LE and Yelda S** : Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, 160:185-195, 1981.
 - 18) **Rosental RE, Macphil JA and Oreiz JE** : Nonunion in open tibial fractures. *J. Bone Joint Surg*, 59A:244-248, 1977.
 - 19) **Russel GG, Henderson R and Arnett G** : Primary and delayed closure for open tibial fractures. *J. Bone Joint Surg*, 72B:125-128, 1990.
 - 20) **Sarmiento A** : Functional bracing of tibia fractures. *Clin Orthop*, 105:202, 1974.
 - 21) **Soeur R** : Fractures of the limbs. The relationship between mechanism and treatment S.A.Ed, pp302-305, Bruxelles, 1981.
 - 22) **Zucman J and Maurer P** : Two level fractures of the tibia. Result in thirty-six cases treated by blind nailing. *J. Bone Joint Surg*, 51B:686, 1965.