

개방성 경골간부골절의 수술적 치료 — 골수강내 금속내고정술과 체외고정기 치료의 비교 —

전북대학교병원 정형외과학교실

김학지 · 송경진 · 황병연

— Abstract —

Surgical Treatment of Open Tibia Fractures

— Intramedullary nailing versus external fixation —

Hag Ji Kim, M.D., kyung Jin Song, M.D., Byung Yun Hwang, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk University Hospital, Chonju, Korea

There is still controversies in the method of surgical treatment for open tibia shaft fractures according to there degree of comminution and extent of soft tissue injury. It is generally accepted as open fracture type I, II can be treated with intramedullary nailing but there are so many suggestions for the type III fractures until now. We tried to evaluate the treatment result for the open tibia shaft fracture treated with intramedullary nailing or external fixatives with respect to seven parameters : time to union, tibial alignment, total number of operations, range of motion of the knee and ankle, pain, presence of infection, and complications. We retrospectively analyzed surgically treated sixty-seven tibia(sixty-six patients), forty-one tibia with extrenal fixatives and twenty-six tibia with intramedullary nailing, at the Chonbuk University Hospital from January 1988 to December 1993 with mean follow up 32 months.

Traffic accident was the most common cause of fracture. In Gustilo's classification, 21 were in type I, 18 were in type II and 28 were in type III. Intramedullary nailing should be a safe alternative to external fixation for type I, II and III-A open fractures. External fixatives could be used temporarily or permanently for the type III-B and III-C fractures.

Key Words : Open tibia fracture, Treatment, Intramedullary nailing, External fixation

* 통신저자 : 송 경 진
전북 전주시 금암동 634-18
전북대학교병원 정형외과

서 론

경골간부의 개방성 골절은 골수염, 지연유합, 불유합 등의 합병증이 잘 발생할 수 있기 때문에 치료 방법도 다양하며 많은 문제점을 제기하고 있다^{3, 10, 22}.

개방성 경골간부골절의 치료방법으로 현재까지 많은 방법이 고안, 사용되어 왔는데 1) 도수정복 및 석고 고정 2) 핀과 석고 고정 3)외부 골고정술 4) 골수강내 금속고정술 5) 관혈적 정복 및 내고정술에 의한 방법들이 사용되어 왔다.

골절의 정도 및 연부 조직 손상의 정도에 따라 선택된 치료 방법-골수강내 금속 내고정술과 체외고정기 치료에 따른 골유합 기간과 결과를 중심으로 각 예를 비교 분석하였다.

대상 및 방법

전북대학병원 정형외과학교실에서는 1988년 1월부터 1993년 12월까지 개방성 경골 간부 골절로 골수강내 금속내고정술과 체외고정기로 입원 치료를 받았던 환자 중 골유합이 이루어질 때까지 추적이 가능했던 17세 이상 66명의 67예의 환자를 대상으로 골절의 정도 및 연부조직 손상의 정도에 따라 선택된 치료 방법에 따른 골유합 기간과 결과를 중심으로 각 예를 비교 분석하였다.

동반 손상이 심하여 사망하거나, 개방성 골절의 손상이 회복 불가능, 혹은 합병증으로 절단술을 시행한 경우는 조사대상에서 제외하였다.

전체 66명중 남녀의 비는 약 4:1로 남자가 현저히 많았고, 21-30세 연령에서 19예(28.8%)로 가장 많았으며 21-40세가 전체의 53.0%로 활동기 연령에

많이 발생하였다(Table 1).

개방성 골절의 분류방법은 많으나, 상해의 기전, 연부조직의 손상, 골절의 상해정도에 따라 분류한 Gustilo씨 분류법¹⁸⁾을 적용하였다. 제II형이 18예(26.9%)로 빈도가 가장 낮았고 제I형은 21예(31.3%), 제III형이 28예(41.8%) 발생하였다(Table 2).

발생원인은 교통사고가 52예(77.5%)로 가장 높은 빈도를 나타냈으며, 산업재해와 추락사고가 각각 6예(9.0%), 기타가 3예(4.5%) 등이었다(Table 2).

동반손상은 총 57예중 상지 손상이 15예(23.3%), 대퇴골 골절이 11예(19.3%)에서 동반되었으며 특히 교통사고일 경우 타부위의 손상을 동반하는 경우가 많았다(Table 3).

골절형태에 따른 Johner과 Wruhs분류²⁵⁾에 따르면 C3형태가 36예(53.3%)로 가장 많았고, C2형태가 8예(12.2%), A2형태와 A3형태가 각각 5예(7.5%) 등이었다(Table 4).

골수강내 금속내고정술은 제I형에서 17예, 제II형

Table 1. Age and Sex distribution

Age	Sex Male		Female		Total		
	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	Total
-20	1	3	1	1	2	4	6
21-30	8	8	4	1	12	9	21
31-40	7	9	1		8	9	17
41-50	1	8		1	1	9	10
51-60	1	4		3	1	7	8
61-70		2	1		1	2	3
71-	1	1	1	1	2		
Total	19	35	7	6	26	41	
	54		13		67		

Table 2. Causes and Type of fracture(by Gustilo)

Cause	Type I		Type II		Type III a		Type III b		Type III c		Total	
	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F. Total(%)
Traffic accident	13	4	3	10	3	6	1	10		2	20	32 (77.5%)
Industrial accident	1			2	1	1		1			2	4 (9.0%)
Fall down I	1		1	2		1		1			2	4 (9.0%)
Others	2							1			2	1 (4.5%)
Total	17	4	4	14	4	8	1	13		2	26	41
	21		18		12		14		2		67(100%)	

에서 4예, 제III-A형에서 4예, 제III-B형에서 1예를 시행하였으며 체외고정기는 제I형에서 4예, 제II형에서 14예, 제III-A형에서 8예, 제III-B형에서 13예, 제III-C형에서 2예를 시행하였다(Table 5).

치료에 대한 기능적 평가는 John과 Mare²¹⁾가 사용하였던 일곱가지 기준 즉, 골유합 기간, 부정유합, 총 수술 횟수, 슬관절과 족관절의 운동범위, 통증, 국소감염과 골수염 발생 및 합병증을 분석하여 판정하였다. 골유합의 판정은 임상적으로 골절부위에 동통 및 압통이 소실되고 가성운동이 없는 것을 기준으로 하였으며, 방사선 검사상 골절선이 소실되고 골주선이 연결된 것으로 정하였다. 골고정을 시행후 24주가 경과하여 방사선 및 임상소견상 골유합이 확실하지 않는 경우를 지연유합(delayed union)으로 정의하였으며, 불유합(nonunion)은 임상적으로 골절부위의 동통 및 압통과 가성운동이 지

속되고 방사선상으로는 6개월간의 추사에서 골절단 부위의 경화 및 골수강의 폐색이 보이는 것을 기준으로 하였다. 부정유합은 각변형이 5° 이상 내회전 변형이 5° 외회전변형이 15° 이상으로 정의하였으며, 골유합이 얻어진 후에 정상측과 비교하여 운동 범위의 장애가 있을 경우에 관절강직(joint stiffness)으로 정의하였다.

결 과

평균 골유합 기간은 Gustilo씨 분류법¹⁸⁾에 따라 제I형, 제II형, III형의 순으로 연장이 되었으며, 제I형이 27.5주로 가장 짧았으며, 그리고 제III-C형은 34.5주로 가장 길었다(Table 5). 골수강내 금속내 고정술을 시행한 경우에 17예의 제I형 골절에서 27.0주, 4예의 제II형 골절에서 26.5주, 4예의 제III-A형 골절에서 33.3주, 1예의 제III-B형의 골절에서 30.0주의 골유합 기간을 얻었다. 체외고정기 치료를 시행한 경우에 4예의 제I형 골절에서 29.8

Table 3. Associated injury

Associated injury	No. of cased		
	IM	EF	Total(%)
Head injury	5	4	9(15.8%)
Femur Fx.	3	8	11(19.3%)
Ankle Fx.	5	5	10(17.5%)
Upper limb injury	8	7	15(26.3)
Pelvic bone Fx.	2	6	8(14.0)
Chest injury		1	1(1.8)
Abdominal injury	1	2	3(5.3%)
Total	24	33	57(100%)

Table 5. Union time related to the method of initial Treatment

Type\Method	IM nail		E.F.		Union time (wks)
	No.wks		No.wks		
I	17	27.0	4	29.8	27.5
II	4	26.5	14	32.1	30.9
III a	4	33.5	8	34.1	33.8
III b	1	30.0	13	34.8	34.4
III c	0	0	2	34.5	34.5
Total	26	28.0	41	33.2	31.2

Table 4. AO class of fracture and union time

Type AO class	I		II		III a		III b		III c		Total		Union time(wks)
	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	
A1	1										1		25.0
A2				2	2	1					2	3	28.8
A3	2					1		2			2	3	30.4
B1	1		1				1				2	1	34.0
B2	2										2		35.0
B3	1		1	1			1				2	2	33.0
C1				1	1				1		1	2	36.3
C2	3	1	1	2					1		4	4	29.3
C3	7	3	1	8	1	6	1	9			10	26	29.0
Total	17	4	4	14	4	8	1	13	2		26	41	31.2

Table 6. Correlation between type and complication

Complication	Type I		Type II		Type III a		Type III b		Type III c		Total		
	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	IM	E.F.	Total
Delayed union	3	3		5	1	4		4			4	16	20
Nonunion				3				4		1		8	8
Malunion		2	1	1				4			1	7	8
Wound infection	1	1	2	3	1	2	1	3		1	5	10	15
Joint stiffness	2		1	4		1		3			4	7	11
Osteomyelitis	1			2		2		2			1	6	7
Peroneal N. palsy	1			1				1			1	2	3
Total	8	6	4	19	2	9	1	21		2	16	56	
	14		23		11		22		2		72		

Table 7. Comparison of the result

Result \ Treatment Method	E.F.(N=41)	IM nail(N=26)
Infection	Deep	8(1.5%)
	Superficial	10(24%)
	Pin tract	9(22%)
Union	Delayed union	16(39%)
	Nonunion	8(20%)
Alignment	Malunion	7(17%)
Pain	Mild	8(20%)
	Nail head	NA
Complication	Loss of reduction	5(12%)
	Pin tract problem	10(24%)
	Nail head pain	NA
	Tendon tethering	3(7%)
Loss of motion <110° flexion of knee		4(10%)
No. of surgical procedure	2.9	2.2

Table 8. Delayed and Nonunion rate by treatment method

Type \ Method	IM nail	E.F.	Total
I	3	3	6(21.4%)
II		8	8(28.6%)
III	1	4	5(17.8%)
III		8	8(28.6%)
III		1	1(3.6%)
Total	4(14.3%)	24(85.7%)	28(100%)

주, 14예의 제II형 골절에서 32.1주, 8예의 제III-A형 골절에서 34.1주, 13예의 제III-B형의 골절에서 34.8주, 2예의 제III-C형의 골절에서 34.5주의 골유합 기간을 얻었다(Table 5).

골절의 형태에 따른 Johner과 Wruhs²⁵⁾ 분류에서 골유합 기간은 A1형태에서 25.0주로 가장 짧았으며, C1형태에서 36.3주로 가장 길었다(Table 4).

합병증은 개방성 경골골절이 지연유합 또는 불유합이 된 경우는 28예로 합병증중 가장 많았으며, 상기와 같은 합병증은 Gustilo씨 분류법¹⁸⁾에 따라 제1, 2, 3형의 순으로 발생빈도가 증가하였다(Table 6). 골수강내 금속내고정술과 체외고정기 치료를 시행하였을때를 비교하면 골수염과 같은 심부감염은 체외고정기 치료를 시행하였을때(41예중 8예, 15%) 골수강내 금속내고정술을 시행하였을때(26예중 1예, 4%)보다 많이 발생하였으나, 개방창 감염과 같은 국소 감염등은 체외고정기 치료(41예중 10예, 24%)와 골수강내 금속내고정술(26예중 5예, 19%)을 시행했을때 별 차이가 없었다. 지연유합은 체외고정기 치료에서 41예중 16예(39%)로 골수강내 금속내고정술(26예중 4예, 15%)보다 많이 발생하였고, 불유합은 체외고정기 치료에서만 41예중 8예(20%)가 발생하였다. 또한, 부정유합도 체외고정기 치료에서 41예중 7예(17%)로 골수강내 금속내고정술(26예중 1예, 4%)보다 많이 발생하였다. 상기와 같은 합병증과 함께 동통, 도수정복의 소실, 편감염과 족관절과 슬관절의 강직등의 합병증이 체외고정기 치료를 시행했을때 골수강내 금속내고정술보다 많이 발생하였다. 평균 수술횟수는 체외고정기 치료를 시행한 경우는 평균 2.9회이고 골수강내 금속내고정술을 시행한 경우는 평균 2.2회이다(Table 7). 일차적 골절 치료 방법에 따른 지연 유합 및 불유합의 발생률을 보면 제I형 골절은 골수강내 금속내고

Table 9. Treatment for delayed and nonunion and union time

Cases	Method	No. of cases		Union time	
		IM	E.F.	Total	(wks)
Continuous		3	5	8	44.9
Bone graft			6	6	39.8
Plate and screw+Bone graft	5	5		37.6	
IM nailing+Bone graft	1	7		8	38.3
Others			1	1	36.0
Total		4	24	28	40.2

정술을 시행한 경우에서 17예중 3예, 체외고정기 치료를 시행한 경우에서 4예중 3예가 발생하였다. 제II형 골절은 골수강내 금속내고정술을 시행한 경우에서 발생하지 않았고, 체외고정기 치료를 시행한 경우에서 만 14예중 8예가 발생하였다. 제III형 골절은 총 28예중 14예에서 발생하였는데 골수강내 금속내고정술을 시행한 경우에 III-A형에서만 4예중 1예가 발생하였고, 체외고정기 치료를 시행한 경우에는 III-A형에서 8예중 4예, III-B형에서 13예중 8예, III-C형에서 2예중 1예에서 지연유합 또는 불유합이 발생하였다(Table 8). 지연유합 및 불유합의 치료에 따른 골유합기간을 비교하면 지연유합 또는 불유합이 발생한 경우 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 5예에서 평균골유합기간이 37.6주로 가장 짧았으며, 골수강내 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 8예에서 평균 골유합 기간을 38.3주이며, 자가 해면골 이식술만을 시행한 6예에서 평균골유합 기간은 39.8주이며, 도수 정복술 및 석고 고정술을 시행한 8예에서 평균 골유합 기간은 44.9주였다(Table 9).

고 찰

경골의 골절은 장관골의 골절중에서 가장 빈번히 발생하며 해부학적 구조상 경골의 전내측부가 피부 직하에 위치함으로 개방성골절이 되기 쉽고 골감염이 흔하고, 지연, 부정 및 불유합도 빈번히 발생하는 것으로 보고하고 있다. 국내에서는 오⁵⁾의 88.6%, 정⁶⁾의 36%, 안⁴⁾의 40%등의 개방성 골절의 빈도를 보고하였으며, 안⁴⁾은 중증의 경우 10.4%의 높은 불유합 발생을 보고하였다.

수상 원인을 보면 Rothenthal과 Macphail²⁶⁾은

전체의 75%, Velazco등³¹⁾은 88%가 교통사고라고 하였으며 저자의 경우도 교통사고가 77.5%로 가장 많았다.

개방성 골절의 일반적인 치료원칙은 1)감염예방 2)골 및 연부조직의 안정 3)창상봉합 4)정복의 유지 5)재활이며, 빠른 시일내에 폐쇄성 골절로 전회시킴이 중요하다.

이에 따라 창상의 세척, 변연절제술, 창상의 봉합, 항생제 투여, 골절에 대한 정복 및 고정법의 순서로 치료하는 것이 원칙이나 골절의 정복 및 고정방법에 대하여서는 학자들간의 의견이 분분하다^{1,2,3,4,7,14,15,19)}. Rockwood와 Green²⁵⁾은 어떠한 방법을 사용하던간에 손상된 연부조직을 더이상 손상되지 않게 철저히 보호하고 골의 길이를 유지시켜야 하며 골절면의 정복이 잘되어야 한다고 강조하였다.

Gustilo와 Anderson¹⁸⁾은 개방성 골절의 연부조직 손상 정도에 따라 제 I, II, III형으로 나누었고 제III형 개방성 골절은 연부조직의 광범위한 손상과 골의 노출 및 혈류량의 감소, 또한 골절 자체의 불안정성 등으로 말미암아 여러가지 합병증이 발생할 수 있고 골절의 치료 및 예후에 결정적인 요인이 된다고 하였다. 개방성 경골 골절의 치료방법에 대해서도 현재까지 여러 학자들에 의해 많은 방법이 보고되었고 특히 초기에 관혈적 정복과 내고정을 시행하느냐에 대하여는 아직도 의견이 분분하다. 비관혈적 방법을 권장하는 Ellis^{16,17)}, Albert⁸⁾, Nicoll등²⁴⁾은 관혈적 정복술 후 발생할 수 있는 합병증의 위험성을 경고하였으나, Veliskakis³²⁾, Velazco등³¹⁾은 개방성 골절시 관혈적 방법으로 완전 정복을 시도한 후 견고한 내고정을 시행함으로써 골절부위에 오염된 혈종이나 조직액등이 모이는 것을 방지하여 창상감염을 막을 수 있으며 골절면이 피부 및 주위연부 조직에 압박을 감소시킬 수 있고 반복적인 도수정복으로 인한 주위조직의 손상을 방지할 수 있다고 하였다. 금속정에 의한 내고정술의 경우 감염의 기회감소, 수술 시간 및 입원기간의 단축, 조기체중부하, 관절강직 및 근위축예방 등의 장점이 있는 반면 골수강내 혈관파괴, 골의 열피사 및 골수강 내압을 증가시켜 피질골 흡수가 일어나 골수정의 이완을 초래하는 단점이 있다¹⁰⁾. 외고정장치에 의한 방법은 심한 분쇄상 개방성 골절의 고정에 적합하며 피부이식술 및 연부조직의 치료가 자유롭고 감염발생 빈도가

낮지만 나사못구멍으로의 응력집중 형상과 bending moment에 약하다는 단점이 있다^{20, 22)}. 개방창의 감염 및 골수염의 발생빈도에 있어서 Skirving과 Demmer²⁷⁾는 개방성 골절일수록 정확하고 안정된 정복을 시행함으로써 감염율을 최소한 줄일 수 있다고 보고하였으며 Nicoll²⁴⁾은 비관혈적 방법으로 치료한 경우에도 15%에서 감염이 발생하였다고 보고하였다. Bach와 Hansen⁹⁾에 따르면 금속판 및 나사못고정시 약 19%의 감염율을 나타냈다고 보고하고 있으며 Harvey¹⁹⁾에 따르면 골수강내 금속고정술로 치료한 경우 13.6%의 감염율을 보고하고 있다. 저자들의 경우 67예중 22예(32.8%)에서 초기 개방창 감염을 나타냈으며 이중 골수염으로 이행된 예가 7예(10.4%) 있었는데 골수강내 고정시 26예중 1예(3.8%), 외고정시 41예중 6예(14.6%) 등으로 관찰되었는데, 이것은 심한 개방성 골절에서 외고정을 시행하였기 때문인것 같다. Clancey 및 Hansen¹³⁾에 따르면 제I 및 II형 개방성 골절은 석고고정으로 치료할 수 있으며 제II 및 III형 개방성 골절이 있을시 견고한 고정의 적음이 된다고 하고 있으며 Chapman과 majoney¹²⁾에 따르면 제I, II 및 III-A형 개방성 골절은 골수강내 금속정, 금속판 및 나사못 고정술이 사용되어지기도 하지만 제III-B 및 III-C형 개방성 골절은 외고정술이 효과적인 치료방법이라고 주장하고 있다. 저자들도 골수강내 금속내고정술을 시행한 경우에 17예에 제I형 골절에서 27.0주, 4예의 제II형 골절에서 26.5주, 4예의 제III-A형 골절에서 33.3주로 만족할만한 결과를 얻었다.

합병증으로는 개방창 감염, 혈관 손상, 지연 유합 및 불유합, 부정 유합, 골수염, 관절 강직 등 여러 가지가 있겠지만 Merriam과 Porter²³⁾는 50%에서 족관절 강직을, 60%에서는 거골하 강직을 보고하였으며 Van der Linden과 Larsson³⁰⁾은 50명중 9명에서 표면 감염, 2명에서 피부 괴사, 2명에서 골수염, 4명에서 불유합을 보고하였다. 저자의 경우에는 합병증 72예중 지연 유합 및 불유합 28예, 개방창 감염 15예, 슬관절 및 족관절 강직 11예, 부정 유합 8예, 골수염 7예등의 순으로 발생하였으며 슬관절 및 족관절 강직 11예, 부정 유합 8예, 골수염 7예등의 순으로 발생하였으며 슬관절 및 족관절 강직은 대부분 감염이나 지연 유합 등의 발생으로 오랫동안 석고 붕대 고정술을 시행한 예에서 발생하였다,

Caudle과 Stern¹¹⁾, Weiland등³³⁾에 의하면 제III-A 및 III-B형의 심한 개방성 경골 골절의 경우 견고한 외고정술후 비복근 피판술이나 광배근 유리피판술등을 시행하였을 경우 불유합과 감염, 이차적 적단동의 합병증이 적게 발생한다고 보고하고 있으며 Rosenthal과 Macphail²⁶⁾에 따르면 제I 및 II형 개방성 골절에 있어 2개월에서 3개월후에 가골형성이 없으면 골이식을 권하고 있으며 제III형 개방성 골절에 있어서는 국소 창상이 치유되고 난후 조기에 골이식술을 시행하는 것이 좋다고 하고 있다.

골유합에 관계되는 인자로서 Treuta²⁹⁾, Sladec²⁸⁾등은 골절주위 연부조직의 상태도, 골단의 대치 상태, 혈관 상태, 골막의 연속성, 국소 골유합 조직의 형성 능력등이 있다고 하였으며, Gustilo등¹⁸⁾은 감염은 지연유합과 불유합의 합병증을 유발할 수 있다고 하였다. 일차적 골절치료방법에 따른 불유합 또는 지연유합의 발생은 외부 골고정을 시행한 41예중 24예(58.5%)에서 발생하여 가장 높은 발생율을 보였다. 상기의 불유합 또는 지연유합이 발생시에 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술을 시행한 경우에 가장 좋은 결과를 얻었으며, 금속내고정술 및 자가 해면골 이식술만을 시행한 경우보다 더 좋은 결과를 얻은 것으로 미루어 볼때, 견고한 골고정이 골유합 기간의 단축에 필연적인 것으로 나타났다.

결 론

개방성 경골 간부 골절로 골수강내 금속내고정술과 체외고정기로 입원 치료를 받았던 환자를 대상으로 골절의 정도 및 연부 조직 손상의 정도에 따라 선택된 치료 방법에 따른 골유합 기간과 결과에 대한 고찰 결과 골수강내 금속내고정술과 체외고정기 치료를 실시 했을때 골수강내 금속내고정술이 적절히 사용된다면 제 I, II 및 III-A형 개방성 골절까지 사용이 가능할것이며 제III-B형 개방성 골절이상의 골절에서는 사용이 제한되어야 할 것으로 사료되고 체외고정기 치료가 제III-B와 III-C형 개방성 골절에서 권장될 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) 노약우, 변창세, 정우구, 김태욱, 신규석 : 경골간부

- 의 개방성 골절에 관한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 19-3:569-577, 1984.
- 2) 석세일 등 : 정형외과학, 4th Ed. pp.606-611, 서울. 대한정형외과학회, 1993.
 - 3) 송가이, 이수균, 최창욱, 김학현 : 개방성 경골골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 1704:684-696, 1982.
 - 4) 안승택, 김 인, 문명상 : 경골골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 17-3:295-299, 1972.
 - 5) 오정대, 민주철, 김익동 : 성인의 경골간 골절에 대한 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 7-3:17-21, 1972.
 - 6) 정창희, 손정모 : 경골골절에 대한 조기체중부하의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*, 5-4:189-195, 1970.
 - 7) 조은재, 박동욱, 김봉건, 유명철 : 개방성 골절의 초기치치와 감염에 관한 고찰. *대한정형외과학회지*, 15-1:128-134, 1980.
 - 8) **Albert M** : Delayed union in fractures of tibia and fibula. *J. Bone and Joint Surg*, 26:556-578, 1944.
 - 9) **Bach AW and Hansen ST Jr.** : Plates versus external fixation in severe open tibial shaft fractures. A randomized trial. *Clin. Orthop*, 241:89-94, 1989.
 - 10) **Bradley GW, Mackenna GB, Dunn HK, Daniels AV and Staton WW** : Effect of flexural rigidity of plates on bone healing. *J. Bone and Joint Surg*, 61-A:866-872, 1972.
 - 11) **Caudle RJ and Stern PJ** : Fracture of tibia. *J. Bone and Joint Surg*, 69-A:801-807, 1987.
 - 12) **Chapman WW and Majoney M** : The role of early intrnal fixation in the management of open fractures. *Clin. Orthop*, 138:128-135, 1979.
 - 13) **Clancey GJ and Hansen ST Jr** : Open fracture of the tibia. *J. Bone and Joint Surg*, 60-A:118-122, 1978.
 - 14) **Crenshaw AH** : Campbell's Operative Orthopedics. 8th ed. pp.522-524, Saint Louis, Mosby Co., 1992.
 - 15) **Ellis H** : Disabilities after tibial shaft fractures. *J. Bone and Joint Surg*, 40-B:190-213, 1958.
 - 16) **Ellis H** : The speed of healing after fractures of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg*, 40-B:42-46, 1958.
 - 17) **Ellis J** : Treatment of fractures of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg*, 46-B:371, 1964.
 - 18) **Gustilo RB and Anderson JT** : Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fracture of long bones. Retrospective and prospective analysis. *J. Bone and Joint Surg*, 68:453-458, 1976.
 - 19) **Harvey FJ and Harvey PM** : Intramedullary nailing in the treatment of open fractures of the tibia and fibula. *J. Bone and Joint Surg*, 57-A:909-915, 1975.
 - 20) **Harvey JP Jr** : Management of open tibial fractures. *Clin. Orthop*, 105:154-166, 1974.
 - 21) **John LH, Mare FS and Roy S** : Treatment of open fractures of the tibial shaft : Ender nailing versus external fixation. *J. Bone and Joint Surg*, 71-A:1231-1238, 1989.
 - 22) **Mckibbib B** : The biology of fracture healing in long bones. *J. Bone and Joint Surg*, 60-B:150-162, 1978.
 - 23) **Merriam WF and Porter KM** : Hindfoot disability after a tibial shaft fracture treated by internal fixation. *J. Bone and Joint Surg*, 65-B:326-329, 1983.
 - 24) **Nicoll EA** : Fractures of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg*, 46-B:373-387, 1964.
 - 25) **Rockwood CA and Green DP** : Fractures. 3rd Ed. pp.1593-1663, Philadelphia. *J. B Lippencott Co*, 1991.
 - 26) **Rosenthal RE and Macphail JA** : Nonunion in open tibial fracture. *J. Bone and Joint Surg*, 59-A:244-248, 1977.
 - 27) **Skirving AP and Demmer P** : Conservative treatment of the tibia. A review of 500 cases. *J. Bone and Joint Surg*, 59-B:256, 1977.
 - 28) **Sladeck, E.C. and Kopta, J.A.** : Management of open fracture of the tibial shaft. *South. Med. J.* 70-6:662-665, 1977.
 - 29) **Tructa, J** : Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop*, 105:11-26, 1973.
 - 30) **Van der Linden W and Larsson K** : Plates fixation versus conservative treatment of tibial shaft fractures. *J. Bone and Joint Surg*, 61-A:873-878, 1979.
 - 31) **Velazco A, Whitesides TE and Fleming LL** : Open fracture of tibia treated with the Lottes nail. *J. Bone and Joint Surg*, 65-A:879-885, 1983.
 - 32) **Veliskakis KP** : Primary internal fixation in open fractures of the tibial shaft. *J. Bone and Joint Surg*, 41-B:342-354, 1959.
 - 33) **Weiland AJ, Moore JR and Jotchikiss RN** : Soft tissue procedure for reconstruction of tibia shaft fractures. *Clin Orthop*, 105:11-26, 1974.