

## 경골골절의 지연 및 불유합증에 대한 임상적 고찰

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

김익동 · 이수영 · 김풍택 · 박병철 · 박희진

=Abstract=

### A Clinical Study on Treatment of Delayed and Nonunion of Tibial Fractures

Ik Dong Kim, M. D., Soo Young Lee, M. D., Poong Taek Kim, M. D.  
Byung Chul Park, M. D. and Hie Jin Park, M. D.

Department of the Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyungpook National University, Taegu, Korea

Tibia is anatomically predisposed to an open fracture because of inadequate covering of soft tissue, and fracture of tibial shaft is more frequently complicated by delayed and or nonunion than any other fractures.

Although the methods of treatment for delayed and nonunion are varied, tibial fractures failing to heal within expected time can constitute a major orthopedic problem.

62 adult patients with delayed and nonunion of tibial shaft fracture were treated at the Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University Hospital from January 1973 to December 1982, and predisposing factors, methods of treatment, union rate and healing time were analysed.

The results were as follows :

1. Of 62 cases, 53 were injured by traffic accident.
2. Among 58 cases of open fracture, 44 were type III soft tissue injury.
3. 41 cases were major severity injury.
4. 36 cases were associated with injury of other part of the body.
5. Of 62 cases, 41 were given operative treatment and 21 ambulatory cast.
6. Out of 41 operative cases, union rate of 25 with onlay cancellous bone graft was 84% and average healing time 8 months, 6 cases with compression plate and bone graft had union of fracture about 6 months after operation.
7. Union rate in 21 cases of ambulatory cast group was 82%, and average healing time 7 months.

**Key words :** Tibial shaft fracture, Delayed and Nonunion

#### 1. 서 론

경골 골절은 그 발생 빈도가 체내 장관골 중 가장 높으며 골절을 일으키는 외력이 강한 경우가 많고 피부 직하에 위치하므로 개방성 골절의 발생이 흔하며 Boyd와 D'Aubigine에 의하면 불유합이 가장 빈번한 골절로 알려지고 있다.

경골 골절의 지연 및 불유합증에 대하여 골절의 상태, 연부조직의 손상 정도, 감염증의 유무 등에 따라 많은 치료 방법들이 보고되었으나 그 치료 방법에 따른 유합율이 다르며 골절 유합을 얻기까지

는 장기간의 고정요가 요하므로 상당한 환자에서 기능회복이 만족하지 못하여 경골 골절의 지연 및 불유합증은 정형외과 영역에서 주요 관심의 대상이 되고 있다.

저자들은 경골 골절의 지연 및 불유합증에서 유발 원인과 치료방법에 따른 유합율과 시기 등을 관찰하고자 1973년 1월부터 1982년 12월까지 경북의대 부속병원 정형외과에서 가료한 경골 골절의 지연 및 불유합증 환자중 원적 관찰이 가능하였던 62예의 치료결과를 분석하여 문헌고찰과 함께 보고하는 바이다.

## II. 증례분석

1973년 1월부터 1982년 12월까지 본 대학병원 정형외과에서 입원치료한 16세 이상의 경골 간부골절 372례 중 수술후 6개월 이후까지도 방사선 및 임상 소견상 골절이 유합되지 않았거나 골유합 진행과정이 정지된 상태로 간주된 경골 골절 환자중 최단 6개월 최장 5년 원격관찰이 가능하였던 62예를 대상으로 하였다.

### 1. 연령 및 성별분포

62예중 남자가 53예였으며 대부분이 활동이 왕성한 젊은 연령층이었다(Table 1).

Table 1. Sex and Age distribution

Sex Age	Male	Female	Total
16-19	3 (49)	2 (8)	5 (57)
20-29	13 (72)	3 (24)	16 (96)
30-39	21 (81)	1 (20)	22 (101)
40-49	8 (51)	1 (5)	9 (56)
50-59	5 (30)	1 (9)	6 (39)
60-69	3 (15)	1 (8)	4 (23)
Total	53 (298)	9 (74)	62 (372)

( ) : No. of total patients

Table 2. Causes of fracture

Causes	No. of patients
Traffic accident	53 (328)
Fall down	5 (31)
Blunt trauma	2 (7)
Belt injury	1 (5)
Explosion	1 (1)
Total	62 (372)

( ) : No. of total patients.

### 2. 골절 원인

골절 원인으로는 교통사고가 53예로 가장 많았으며 낙상 및 실족이 5예였다(Table 2).

### 3. 골절부위 및 형태

부위별로는 중 1/3부위 골절이 26예로 가장 많았으며 골절의 형태는 심한 분쇄골절, 분절골절 및 골편 소실이 있었던 경우가 41예였다.

비골이 골절되지 않은 예는 2예였다(Table 3, 4).

### 4. 연부조직 손상

62예중 개방성 골절이 58예였으며 손상정도는 Gustilo와 Anderson의 분류에 의한 type III가 44

Table 3. Level of fracture

Level	No. of patient
Proximal $\frac{1}{3}$	12 (78)
Middle $\frac{1}{3}$	26 (149)
Distal $\frac{1}{3}$	24 (145)
Total	62 (372)

( ) : No. of total patients.

Table 4. Type of fracture

Type	No. of patients
Minimally displace Fx.	8*
Displaced fracture, minimal comminution	13
Major comminution or segmental Fx. Bone loss	41

\* 2 cases, unfractured fibula.

Table 5. Classification of soft tissue injury

Type	No. of patients
I	4
II	10
III	44
Total	58

Table 6. Severity of initial injury

Severity	No. of patients
Minor severity	
Low-velocity fracture	
Minimally displaced fracture	8*
Closed or soft tissue damage class I	
Moderate severity	
High-velocity fracture	
Displaced fracture, minimal comminution	13
soft tissue damage class II	
Major severity	
High-velocity fracture	
Major comminuted or segmental fracture	41
Bone loss	
Soft tissue damage class III	

\* 2 cases, intact fibula.

예로 가장 많았다(Table 5).

### 5. Severity of initial injury

수상시 손상기전 연부조직 손상정도 및 골절의 형

Table 7. Associated injury

Location	No. of patients
Femur Fx.	13
Ipsilateral	(9)
Contralateral	(4)
Pelvic bone Fx.	11
Head injury	8
Ankle Fx.	6
Contralateral tibia Fx.	5
Rib Fx.	3
Humerus Fx.	3
Visceral organ injury	3
Spine Fx.	2
Urinary tract injury	2

태를 종합하여 수상시 손상정도를 관찰하면 중증인 경우가 41예였으며 경증인 경우가 8예였다(Table 6).

#### 6. 동반 손상

62예 중 36예에서 타 부위에 손상을 동반하였으며 수상시의 상해정도가 중증인 경우가 30예 중등도가 6예였다. 부위별로는 대퇴골의 골절을 동반한 경우가 13예로 가장 많았으며 5예에서는 반대편 경골 골절이 있었으나 양측에 모두 지연 및 불유합이 발생된 예는 없었다(Table 7).

#### 7. 수상시 골절 치료

58예의 개방성 골절중 연부조직 손상이 typeI인 4예는 창상부위를 충분히 세척한 후 변연 절제술을 시행하고 일차 봉합술을 시행하였으며 typeII 및 III인경 경우 창상의 상해에 따라 지연 봉합 혹은 식피술 등으로 창상 치료를 하였다.

62예중 도수정복 후 장하지 석고붕대고정 혹은

pin and plaster method로 치료한 예는 41예였으며 5예는 Hoffman의 외고정을 시행하였고 16예에서는 관혈적 정복 및 내고정을 시행하였다.

관혈적 정복술 및 내고정을 시행한 16예 중 연부조직 손상이 typeI, II인 7예는 모두 창상이 치유된 후 시행하였으며 typeIII인 8예는 연부조직의 치료를 용이하게 하기 위하여 변연절제술과 동시에 시행하였다.

감염증이 병발된 18예 중 15예에서 연부조직 손상정도가 typeIII였으며 비개방성 골절의 1예에서는 관혈적 정복술 후 골수염이 병발된 예였다(Table 8).

#### 8. 수상후부터 골이식술 시행까지의 치료기간

수상후부터 지연 및 불유합의 치료를 시행하기까지의 기간은 최단 6개월에서 최장 36개월이었으며 연부조직 손상이 typeI인 경우 평균 8개월, typeII의 경우 11개월 typeIII인 경우 15개월이었다(Table 9).

### III. 치료 및 성적

#### 1. 치료 방법

62예중 41예에서 수술적 방법으로 21예는 Ambulatory cast로 치료하였다. 수술적 방법으로 치료한 41예중 25예에서는 반흔 및 골절 상태에 따라 전방 혹은 후방 자가 Onlay cancellous bone graft만을 시행하였으며 수술까지의 평균 치료기간은 14개월이었고 이중 골수염이 있었던 5예는 골소파술 시행후 배농이 소실된 후 3개월이 경과한 이후에 자가 골이식술을 시행하였다.

골이식술과 비골 절골술을 동시에 시행한 8예 중 2예는 비골이 골절되지 않았던 예였으며 6예는 비골 골절이 조기 유합되어 경골 골절부위의 접촉에

Table 8. Original management of the fracture

Type of Fx, Method	Open Fx.			Closed Fx.	Total
	Type I	Type II	Type III		
Pin and plaster fixation	2	8	28(8)	3	41(8)
Hoffman's external fixation			5(2)		5(2)
OR/IF with plate	1	5(2)	1(1)	1(1)	8(4)
OR/IF with screw pin or wiring			7(4)		7(4)
OR/IF with küntcher nail	1				1
Total		13(2)	41(15)	4(1)	62(18)

( ): No. of infected cases.

**Table 9.** Average time prior to treatment after initial trauma. (Except ambulatory cast group)

Type of soft tissue injury	Average duration(Mo.)	No. of patients
I	8	5
II	11	8
III	15	28

저해요인으로 생각된 경우였으며 수술까지의 평균 기간은 14개월이었다. 연부조직 상태가 양호하고 감염증이 없었던 6예에서는 압박 금속판 고정과 Onlay cancellous bone graft를 동시에 시행하였으며 연부조직 상태가 매우 불량한 2예에서는 수상후 26개월째 전기자극 방법을 시행하였다.

Ambulatory cast로 치료한 21예중 골수염이 있었던 9예에서 골소파술을 시행하였으며 수상후 평균 6개월에 보행을 실시하였다(Table 10).

## 2. 유합시기 및 유합율

골절의 유합은 방사선 소견상 골절선의 소실과 골연속성의 회복 등을 기준으로 하였으며 2차적인 골이식술이 요하였던 경우는 유합을 얻지 못한 것으로 간주하였다.

Onlay cancellous bone graft를 시행한 25예 중 21예에서 수술후 평균 8개월에 골절이 유합되었으며 비골절골술과 골이식을 동시에 시행한 8예, 압박 금속판 고정과 골이식을 동시에 시행한 6예는 모두 수술후 6 내지 7개월에 골절이 유합되었다.

전기자극 방법을 이용한 2예 중 1예는 11개월에 골유합이 되었으나 1예는 10개월 경과 후에도 골유합을 얻지 못하였다.

Ambulatory cast를 시행한 21예 중 17예에서 평균 7개월 후에 골절이 유합되었다(Table 10).

## IV. 고 찰

경골 골절은 체내 장관골 골절중 발생빈도가 높은 골절로써 골절을 일으키는 외력이 강한 경우가 많으며 피부직하에 위치함으로 개방성 골절의 발생이 흔하며 Boyd 등<sup>5)</sup>, D'Aubigine<sup>10)</sup>에 의하면 경골 골절은 장관골 골절중 불유합이 가장 빈발하는 골절이라고 보고되었다.

경골 골절시 지연 및 불유합의 정의는 학자들 간에 다소 차이가 있으며<sup>2,15,21,30,33,34)</sup> Rosenthal<sup>29)</sup>은 수상후 6개월 이후에도 골절이 유합되지 않는 경우에 외과적 처치가 없어도 골절이 유합될 수 있는 상태를 지연유합, 수상후 6개월 이후에 6주간 이상 골유합의 진행소견이 없으며 외과적 처치를 시행하여야만 골유합을 얻을 수 있는 경우를 불유합이라 하였다. Nicoll<sup>25)</sup> Karlström과 Olerud<sup>21)</sup>는 불유합과 지연유합의 감별은 어려우며 치료자의 판단이 중요하다고 하였다. 저자들의 경우 수상후 6개월이 경과한 증례에서 가골형성이 충분하지 못하지만 골절 유합의 진행소견이 보여 골이식술이 요하지 않았던 예를 지연유합, 골절부위에 골소실이 있거나 골절 부위의 경화 또는 위축 혹은 골수강의 폐쇄 등의 소견으로 골이식술이 필요하다고 판단된 예를 불유합이라고 하였다.

경골 골절의 유합은 여러가지 요인에 영향을 받을 수 있으며<sup>1,3,19)</sup>, Nicoll<sup>25)</sup>, Ellis<sup>11)</sup>, Watkins<sup>33)</sup> 등은 수상시의 상해정도가 골절 예후에 가장 중요하다고 하였다. 저자들의 경우 경골 골절 환자 372, 예중 62예에서 지연 및 불유합증이 발생하였으나 성별, 부위별 및 골절 원인별로는 그 발생 빈도에 특별한 의의가 없었다(Table 1, 2, 3.).

수상시 상해정도는 골절을 일으키는 외력의 정도 로 Bauer<sup>4)</sup> 등은 수상원인이 교통사고나 10feet 이

**Table 10.** Result of management

Method of treatment	No. of cases	No. of infection	Time to treatment (Mo.)	Healing time (Mo.)	No. of union (%)
Onlay cancellous bone graft	25	5	14	8	21 (84)
Fibular osteotomy with cancellous bone graft	8	3	14	7	8(100)
Plating with cancellous bone graft	6	0	8	6	6(100)
E. S. T.	2	1	26	11	1 (50)
Ambulatory cast	21	9	6	7	17 (82)
Total	62	18	11	8	(82)

상의 높이에서 추락한 경우를 high energy injury, 운동시 손상이나 10 feet 이하에서 추락한 경우를 low energy injury 라 하였으며, Chapman<sup>9)</sup>은 보도에서 추락시 100 ft lb 스키손상의 경우 300~500 ft lb, 25mph로 달리는 자동차에 충돌된 경우 100,000 ft lb의 energy를 받는다고 하였다. 저자들의 경우 62예중 53예가 수상원인이 교통사고였으며 이는 대부분의 환자에서 high energy injury로 생각되었다.

수상시 외력의 정도에 따라 골절의 양상 및 전위 정도가 다르며 여러 학자들<sup>6,12,21)</sup>의 분류법이 있으나 저자들의 경우 Ellis<sup>12)</sup> 방법에 의한 분류를 이용하였으며 분쇄 및 분절골절 또는 골소실이 동반된 예가 41예였다.

연부조직의 손상정도는 Gustilo와 Anderson<sup>17)</sup>의 개방성 골절 분류법을 이용하였으며 개방성 골절 58예중 type I이 4예, type II가 10예, type III가 44예였다. 골절의 양상과 전이정도, 연부조직의 손상 정도와 수상원인 등을 종합하여 수상시 상해정도를 관찰하면 major severity가 41예로 가장 많았으며 Sakellarides<sup>30)</sup> 등은 severe injury는 대개 수상원인이 교통사고나 총상 등이며 100예의 지연 및 불유합 중 63예가 severe injury 군이라고 하였다.

상해정도에 따른 지연 및 불유합의 발생빈도는 Ellis<sup>11)</sup>는 minor군의 2%, moderate군의 11%, severe인 군의 60%에서 지연유합이 발생하였다고 보고하였다. Enrico<sup>13)</sup>는 불유합의 87%가 high energy trauma에 기인된 것이라고 하였으나 저자들의 경우 62예중 41예(66%)가 major severity에 속하였다.

Rosenthal<sup>29)</sup>은 104예의 개방성 골절중 불유합의 경우 비골 골절과 심한 연부 조직의 손상을 동반한 경우였으며 저자들의 경우 개방성 골절 58예에서 모두 비골골절이 동반되었으며 연부조직의 손상정도가 type III인 경우가 44예였다.

Chapman<sup>9)</sup>은 개방성 골절에서 연부조직의 손상 정도에 따라 골수염의 발생이 증가하며 이러한 감염증이 불유합의 병발, 관절운동 장애의 중요한 원인이라 하였으며 저자들의 경우 골수염이 발생한 18예중 17예는 개방성 골절이었으며 이중 15예가 type III의 연부조직 손상이었다.

개방성 골절에서 Gustilo<sup>16)</sup>는 타부위의 손상을 동반한 예가 30%였다고 하였으나 저자들의 경우 58예중 36예(60%)에서 타부위의 손상을 동반하였는데 이는 53예에서 교통사고로 인하여 외상을 받았음으로 동반 손상의 빈도도 높았을 것으로 생각되었다.

Weissman<sup>34)</sup> 등은 동반손상의 정도와 종류가 환

자의 전신상태를 저하시킬 뿐만 아니라 조기 보행 치료의 장애요인으로 지연 및 불유합의 원인이 될 수 있음을 시사하였다. Winston<sup>35)</sup>은 동측의 대퇴골절이 동반된 경우 경골의 지연 및 불유합이 35%에서 발생되었다고 하였다. 저자들의 경우도 36예중 9예에서 동측 대퇴골의 골절과 동반하였다.

Karlström과 Olerud<sup>21)</sup>는 골절의 형태 및 전위정도보다도 연부조직의 손상이 골절치료의 저해요인으로 생각하였으며 Rosenthal<sup>29)</sup>은 피부상태가 불유합의 일차요인으로 연부조직의 치료의 중요성을 강조하였고 Chapman<sup>9)</sup>은 type III의 연부조직의 손상이 심하였던 개방성 경골 골절에서 골절의 유합과 기능회복을 위하여 1~2년 동안 반복적인 수술가료가 요한다고 하였다. Watkins 등은 연부조직 손상이 불유합의 치료를 시행하기까지의 기간과 관계가 있다고 하였으며 저자들의 경우도 type I인 경우 평균 8개월, type II에서 평균 11개월, type III에서 평균 15개월이 소요되었으며 초기연부조직의 손상 정도와 그 처치가 지연 및 불유합의 치료시행 시기 및 방법선택에 중요하다고 생각되었다.

연부조직의 손상정도가 type I인 4예중 2예는 Pin and plaster method로 골절의 정복이 불완전한 경우였으며 2예는 창상치료 후 금속판 또는 골수내 고정을 시행한 예였다. 연부조직의 손상이 없었던 4예중 3예는 장하지 석고붕대고정으로 치유한 경우로 이중 2예는 비골이 골절되지 않은 경우였으며 1예는 지연유합의 원인이 명확하지 않았다. 연부조직 손상이 type III인 경우 골절의 안정성을 얻기 위하여 내고정을 시행한 8예중 5예에서 감염이 병발하였으며 이는 Pin and plaster fixation을 시행한 28예중 8예에 비하면 감염의 발생빈도가 높았으나 Chapman과 Mahoney<sup>9)</sup>는 type III 개방성 골절에서 내고정을 조기 시행한 군에서 감염 발생율의 증가는 없었다고 하였다.

경골 골절의 지연 및 불유합중에 대한 치료는 골절부위, 피부상태, 혈액순환 정도, 족부기능 및 감염증의 상태 등에 따라 많은 치료 방법들<sup>7,18,22,23,30)</sup>이 보고되었으며 이러한 방법에 따라 골절의 유합율과 시기에 차이가 있다.

Sakellarides<sup>30)</sup> 등은 Onlay cancellous bone graft를 시행한 비감염군에서의 유합율은 89%, 감염군에서는 81%였으며 유합까지의 기간은 각각 8.7개월, 8.8개월이었다. Watkins<sup>33)</sup> 등은 전방 혹은 후방 골이식술을 시행후 각각의 유합율은 89%, 97%였으며 유합까지의 평균기간은 5개월이었다. 저자들의 경우 Onlay cancellous bone graft를 시행한 군에서의 유합율은 84%였으며 유합까지의 평균기

간은 8 개월로 Sakellarides<sup>30)</sup> 등의 군과 유사하였다. Schatzker<sup>32)</sup>는 비개방성 불유합증에서 압박금속판을 이용하여 100% 유합율과 동반된 골절부위의 변형을 동시에 교정할 수 있었다고 하였으며 저자들의 경우도 압박금속판과 골이식술을 동시에 시행한 6례에서의 유합율은 100%였으며 유합까지의 평균기간은 6 개월이었다.

Ambulatory cast로 치료한 21례는 지연유합에 해당되는 증례로서 82%에서 골유합이 되었으며 유합까지의 평균기간은 약 7 개월이었다. Watkins<sup>33)</sup> 등은 106례에서 89%의 유합율을 보였다고 하였으며 유합까지의 평균기간이 10.5 개월이었다. 이는 Watkins<sup>33)</sup> 등은 수상후 8 개월을 지연유합으로 정하였으며 저자들의 경우 수상후 6 개월로 정하였음으로 유합기간에 차이가 있을 것으로 사료된다.

골감염을 동반한 불유합의 경우 골절의 유합과 골수염의 치유를 얻기는 어려우며 Freeland와 Mutz<sup>4)</sup>는 이 경우 골유합을 얻는 것이 치료의 주목적이 되어야 하며 골절유합이 된 후에 배농소실과 창상치유는 용이하게 얻을 수 있다고 하였다. Pazakis<sup>26)</sup> 등은 감염을 동반한 불유합증에서 석고붕대 고정으로 조기 보행을 실시한 경우 대부분의 증례에서 골유합을 얻을 수 있었다고 하였으며 Meyer<sup>24)</sup> 등은 불유합 부위에 가골 형성이 있는 경우 견고한 고정만으로 골절은 유합될 수 있다고 하였다. 저자들의 경우 21례의 Ambulatory cast 치료군 중 골소파술 시행후, 골절부위에 가골형성을 볼 수 있고 골소실이 경미한 9례 중 석고붕대 고정으로 보행을 실시하여 골유합을 얻었던 경우가 6례였으며 유합까지의 평균기간은 9 개월이었다.

경골의 지연 및 불유합증에서 비골이 조기유합된 경우 비골의 역할은 학자들<sup>19,28,33)</sup> 간에 의견을 달리하고 있으나 Prozman<sup>27)</sup>은 비골이 조기유합 또는 골절되지 않은 경우 경골골절 부위에 압박을 가할 수 없으며 정상에서는 비골에 20%의 체중부하가 있으나 경골골절의 경우 체중부하가 100%이며, 그 수술방법이 간단함으로 비골 절골술 시행을 주장하였다.

Sarmiento와 Latta<sup>31)</sup>는 경골 골절시 비골이 골절되지 않은 경우에 유합시기가 더욱 길어진다고 하였다. 저자들의 경우 골절되지 않는 비골이 지연유합의 원인으로 간주된 2례에서 비골 절골술과 골이식술을 동시에 시행하였으며, 비골 골절의 조기유합으로 인하여 체중부하시 골절부위에 압박을 가할 수 없다고 생각된 6례에서 골이식술과 비골 절골술 또는 부분절제를 동시에 시행하여 평균 7 개월 후에 8례 모두 유합되었다.

## V. 결 론

1973년 1월부터 1982년 12월까지 경북대학교 의과대학 부속병원에서 입원가료한 경골 골절의 지연 및 불유합증의 62례에서 유발원인과 치료방법에 따른 골절의 유합율 및 시기 등을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 수상 원인으로는 교통사고가 53례였다.
2. 골절 부위는 중 1/3 부위가 26례였는데 골절의 형태는 심한 분쇄상 또는 골편소실이 있었던 경우가 41례였다.
3. 62례중 개방성 골절이 58례였고 연부조직 손상 정도는 type III가 44례였다.
4. 수상시 상해정도가 중중인 경우가 41례였다.
5. 62례중 36례에서 타부위의 동반손상이 있었고 대퇴골절이 13례로 가장 많았다.
6. Onlay cancellous bone graft를 시행한 군에서 유합율은 84%였으며 수술후 유합까지의 기간은 평균 8 개월이었다.
7. 압박 금속판 고정과 골이식술 동시에 시행한 6례에서 유합시기 및 유합율이 가장 양호하였다.
8. 비골이 골절되지 않은 경우와 초기에 유합이 된 경우에 골이식술 시행시 비골 절골술을 동시에 시행함이 골절 유합에 도움이 된다고 생각되었다.
9. 경골 골절시 연부조직의 손상정도는 감염, 지연 및 불유합 등 합병증 발생의 주요원인으로 생각되었다.

## REFERENCES

- 1) 김광희, 양원창: 경골 골절에 대한 임상적 연구. 대한정형외과 학회지. 14:426-434, 1979.
- 2) 오정대, 인주철, 김익동: 성인의 경골 간골절에 대한 임상적 고찰. 대한정형외과 학회지 7:17-22, 1972.
- 3) 정인희, 강웅식, 강군순, 안제인, 오하윤, 주철수: 경골 골절에 관한 임상적 고찰. 대한정형외과 학회지, 16:419-428, 1981.
- 4) Bauer, G.C.H., Edwards, P., and Widmark, P.H.: Shaft fractures of the tibia. Etiology of poor results in a consecutive series of 173 fractures, Acta Chir. Scand. 124:386, 1972.
- 5) Boyd, H.B., et al.: Observations on nonunion of the shafts of long bones with a statistical analysis of 842 patients, J. Bone and Joint Surg. 43A:159, 1961.

- 6) Burwell, H.N.: *Plate fixation of tibial shaft fractures*, *J. Bone and Joint Surg.* 53B:258, 1971.
- 7) Brighton, C.T., Friedenber, Z.B., Mitchell, E.I., and Booth, R.E.: *The treatment of non-union with constant direct current*. *Clin. Orthop.* 124:107, 1977.
- 8) Chapman, M.W.: *The use of immediate internal fixation in open fractures*, *Orthop. North Am.*, 11:579, 1980.
- 9) Chapman, M.W., and Mahoney, M.: *The role of early internal fixation in the management of open fractures*. *Clin. Orthop.*, 138:120, 1979.
- 10) D'Aubigne, R.M.: *Infection in the treatment of ununited fractures*, *Clin. Orthop.* 43:77, 1965.
- 11) Ellis, H.: *Disability after tibial shaft fracture*. *J. Bone and Joint Surg.* 40B:90, 1958.
- 12) Ellis, H.: *The speed of healing after fractures of the tibial shaft*. *J. Bone and Joint Surg.* 40 B:42, 1958.
- 13) Enrico, J.F.: *Incidents of osteomyelitis in non-union of fracture of the shaft of the tibia: review of 100 cases*, *J. Trauma* 7:838, 1967.
- 14) Freeland, A.E., and Mutz, B.: *Posterior bone grafting for infected fracture of the tibia*, *J. Bone and Joint Surg.* 58A:653, 1976.
- 15) Gaines, J.H., Reid, R.L.: *Results of posterolateral bone grafting*, *Symposium on trauma to the leg and its sequelae*, *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. p. 230, Mosby Co. 1981.
- 16) Gustilo, R.: *Management of open fractures and the complications*. First Ed. pp. 15-54 Philadelphia. W.B. Saunders Co. 1982.
- 17) 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.* 58A:453, 1975.
- 18) Hansen S.T.: *Intramedullary nailing in open nonunions of the tibia*. *Symposium on Trauma to the leg and its sequelae*. *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 241-245 Mosby Co. 1981.
- 19) Hoaglund, F.T. and States, J.D.: *Factors influencing the rate of healing in tibial shaft fractures*, *Surg. Gynecol. Obstet.* 124:71, 1967.
- 20) Hohl, M., McMaster, P.E.: *Tibiofibular cross peg grafting*. *Symposium on the leg and its sequelae* *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 258-277, Mosby Co. 1981.
- 21) Karlström, G. and Oleurd, S.: *Fracture of the tibia shaft*, *Clin. Orthop.* 105:82, 1974.
- 22) Lamb, R.H.: *Posterolateral bone graft for non-union of the tibia*, *Clin. Orthop.* 64:114, 1979.
- 23) McCarrol, H.R.: *The surgical management of ununited fractures of the tibia*, *J.A.M.A.* 175: 578, 1961.
- 24) Meyer, S., Weiland, A.J., Willenegger, H.: *The treatment of infected nonunion of fractures of long bones*, *J. Bone and Joint Surg.* 57A:836, 1975.
- 25) Nicoll, E.A.: *Fracture of the tibial shaft*. *J. Bone and Joint Surg.* 46B:373, 1964.
- 26) Patzakis, M.J., Watkins, R., Harvey, J.P.: *Posterior bone grafting for infected nonunion of tibia*, *Symposium on the leg and its sequelae*. *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 235-240, Mosby Co. 1981.
- 27) Protzman, R.R.: *Delayed union or nonunion of the tibial shaft: The role of the fibular osteotomy*. *Symposium on Trauma to the leg and its sequelae*. *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 187-194, Mosby Co. 1981.
- 28) Rankin, E.A., and Metz, C.: *Management of delayed union in early weight-bearing treatment of the fractured tibia*, *J. Trauma* 10:751, 1970.
- 29) Rosenthal, R.E., et al.: *Nonunion in open tibial fracture*, *J. Bone and Joint Surg.* 59A:244, 1977.
- 30) Sakellarides, H.T., Freeman, P.A., and Grant, B.D.: *Delayed union and nonunion of tibial shaft fractures*, *J. Bone and Joint Surg.* 46A: 557, 1964.
- 31) Sarmiento, A., Latta, L.L.: *Functional bracing in management of tibial fractures*, *Symposium on the leg and its sequelae*. *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 278-298, Mosby Co. 1981.
- 32) Schatzker, J.: *Results of compression plating of closed nonunion of the tibia*. *Symposium on the leg and its sequelae*. *The American Academy of Orthopedic Surgeons*. pp. 246-247, Mosby Co. 1981.

- 33) Watkins, R., Patzakis, M., Harvey, J.P. : *Results of bone grafting of the tibia, Symposium on the trauma to the leg and its sequelae, The American Academy of Orthopedic Surgeons, pp. 217, Mosby Co. 1981.*
- 34) Weisman, S.W., Herold, H. : *Fractures of the middle two-third of the tibial shaft. J. Bone and Joint Surg., 48-A:257-280, 1966.*
- 35) Winston, M.E. : *The results of conservative treatment of the femur and tibia in the same limb. Surg. Gynec. Obstet., 134:985, 1972.*