

교합성 골수강정을 이용한 불안정 경골 골절의 치료

중앙길병원 정형외과

오인석 · 문도현 · 고진홍 · 이수찬 · 장영훈

— Abstract —

Treatment of Unstable Tibial Fracture Using Interlocking Intramedullary Nailing

In-Suk Oh, M.D., Do-Hyun Moon, M.D. Jin-Hong Ko, M.D.,
Su-Chan Lee, M.D. and Yeoung-Hun Jang, M.D.

*Department of Orthopaedic Surgery,
Choong-Ang Gil General Hospital, Incheon, Korea*

With increasing industrial and traffic accident, tibia fractures by high energy has been increased and their treatment is difficult. There are many controversy concerning the method of treatment, because of many complications, such as malunion, delayed union, nonunion, infection and joint contracture.

The use of an intramedullary nail with interlocking bolts, either closed or open thchnique has become an attractive alternative method of treatment for unstable fracture of tibia. From January, 1987 to December, 1992 we treated 63 fractures of the tibia by minipulative reduction and fixation of the fracture fragments with rigid intramedullary nail at Department of Orthopaedic Surgery Choong-ang Gil Hospital.

The following result was obtained.

1) The average time from injury to operation is in closed and open fracture, 6 and 21 days respectively.

2) Of 63 fractures, 60 fractures united and the union rate was 95.2%

3) The average time of bone union was the 19.3 wks : the 17.8 wks in closed fracture ; the 21.6 wks in open fracture ; the 22.3 wks in Non-union.

4) Regardless of amount of comminution, we treated tibial fractures extending from 3 CM distal to the tibial tuberosity to 5 CM above the ankle joint.

* 통신저자 : 장 영 훈

인천시 남동구 구월동 1198

중앙길병원 정형외과

- 5) Static and dynamic interlocking nailing were done 44 and 19 cases respectively.
- 6) We permitted weight bearing within 2 weeks in butterfly or oblique fracture within 6 weeks in comminuted or segmental fracture.
- 7) According to the functional classification of Klemm and Borner, among 63 cases, 35 were excellent, 20 good, 5 fair and 3 poor.

Key Words : Tibia, Unstable Fracture, Interlocking Intramedullary Nailing

서 론

경골 골절의 발생 빈도는 산업화에 따른 산업재해의 발생 및 급증하는 교통사고로 인해 증가 추세에 있으며 또한 그에 대한 치료도 논란의 대상이 되고 있다. 치료는 크게 도수 정복 및 외고정 실시하는 방법과 관혈적 정복 및 내고정 실시하는 방법으로 구분할 수 있는데 최근에는 고 에너지 골절이 증가함에 따라 치료 방법도 다양해지며 그에 따른 장단점이 있는 것으로 사료된다. 최근에는 영상 증폭장치를 이용하여 폐쇄적 수기에 의한 수술방법 및 수술기구의 발전으로 골수강내 금속정 및 나사못 맞물림을 이용한 경골골절의 치료가 양호한 임상적 결과와 골절부위의 경고한 고정으로 조기 관절운동 및 전체중부하를 시킴으로서 골 유합을 촉진시킬 수 있다는 장점을 지니고 있어 경골 간부의 골절은 물론 근위부, 원위부골절, 분절골절, 분쇄골절 등의 불안정성골절, 불유합, 부정유합, 개방성골절에 이르기까지 광범위하게 사용 할 수 있어 각광을 받고 있다^{24, 28, 32, 36)}. 본 인천 길병원 정형외과에서는 1987년 1월부터 1992년 12월까지 불안정성 경골 골절 63례를 골수강내 금속정 삽입 및 나사못 맞물림법을 이용하여 치료한 결과를 문헌 고찰과 함께 보고하는 바이다.

연구대상 및 방법

1987년 1월부터 1992년 12월까지 중앙 길병원 정형외과에서 경골 골절로 교합성 골수강정을 이용한 치료를 받은 환자중 불유합 및 수술전 방사선 사진상 장사선골절, 나비형골절, 분쇄상골절, 분절골절 등 정복후 불안정성을 갖는 골절의 수술후 최소한 1년 6개월 이상 추시가 가능하였던 63례를 분석하였다.

1. 연령 및 성별

연령분포는 17세에서 64세까지이고 남녀비는 46:17 이었으며 20대 남녀가 29례(46%)로 활동적인 청장년층에서 많이 발생하였다(Table 1).

2. 손상 원인

골절의 원인은 교통사고가 48례, 추락 및 실족사고가 4례, 스포츠 손상이 3례이었으며 산업재해가 3례, 직접적인 외상에 의한 골절이 5례 이었다.

3. 골절부위 및 양상

골절부위는 근위부골절이 16례, 중간부가 31례, 원위부가 16례였고, 골절양상은 나비형골절이 4례, 사선골절이 25례, 분쇄골절이 25례, 분절골절이 4례였다. 신전골절 58례중 폐쇄성 골절이 33례, 개방성 골절이 25례 이었다. 지연유합과 불유합 5례의 경우 4례는 수상시 Type II 이상의 심한 개방성 골절이었고 1례는 폐쇄성 골절이었다. 골절 당시 치료 내용을 보면 외부 고정이 2례, 석고 고정이 1례, 관혈적 정복 후 금속판 및 금속정 고정이 2례 였다.

4. 동반 손상

동측 대퇴골골절 5례, 복부손상이 2례, 동측 슬관절 손상이 3례, 다발성 늑골골절 3례, 상완골골절이

Table 1. Age & Sex distribution(63 case).

Age/Sex	Male	Female	Total
10 - 19	1	1	2
20 - 29	21	8	29
30 - 39	14	5	19
40 - 49	5	1	6
50 - 59	2	2	4
60 ↑	3		3
Total	46	17	63

Fig. A-1. AP and lateral view of 19 years old man with open transverse fracture on mid 1/3 tibia(G-A type II).

2. The fracture showed no evidence of union one month after external fixation with monofixature.
3. Fracture was stabilized with statically interlocked intramedullary nailing.
4. 5. 8 months after fixation his fracture has healed. Nail was removed, solid union is evident.

Table 2. Associate injury

Femur fx.	5
Abdommal injury	2
Pelvic bone fx.	4
Knee injury	3
Multiple rib fx.	3
Humurs fx.	2
Spine fx.	1
Elbow dislocation	1
Clavicle fx.	2
Total	23

Table 3. The interval from injury to operation.

Duration	Close	Open		Non union
		Type I	Type II	
Within 7 ds	31			
8 - 14 ds		7	1	
15 - 21 ds	2	9	5	
over 22 ds			3	5
Total	33	16	9	5

1례, 주관절 탈구 1례, 척추골절이 1례, 쇄골골절이 2례로 총 23례에서 동반손상이 있었다(Table 2).

5. 수술

1) 수상후 수술까지의 기간(Table 3).

전신상태의 악화 또는 수술을 감당하지 못할 정도의 동반손상이 있는 경우를 제외한 폐쇄성골절 31례에서는 대개 2일-9일이었고 수상 후 평균 6일 이내에 시행하였으며, 나머지 2례에서도 3주 이내에 시행하였다. 개방성골절에서는 Gustilo-Anderson 분류의 제 2형까지 약 1-2주 정도의 지속적인 외과적 처치와 항생제 투여를 하고 외전상 감염의 합병 가능성이 극소화 된 후 폐쇄적 금속정을 삽입하였고 5례의 불유합 및 지연유합에서는 수상후 각각 6개월, 8개월, 8개월, 9개월, 15개월에서 시행하였다.

2) 수술

33례의 폐쇄성 골절 및 25례의 개방성골절은 영상증폭 조절하에서 폐쇄적으로 정 삽입을 시행하였으며 5례의 지연유합과 불유합의 경우에는 이미 설치된 외부고정장치 제거 혹은 금속판 및 못을 제거하고 비골 절골술 및 골절부에 자가골 이식을 동시

에 시행하였다. 골절선이 경골협부의 근위부 혹은 원위부에 위치 하며 교합정과 골수강의 접촉에 의해 안정성을 얻는 경우에는 회전방지 및 골길이 보존을 위하여 금속정의 근위부 및 원위부에 맞물림전을 시행하였다. 총 63례중 정적 맞물림고정이 44례, 근위부 맞물림고정이 9례, 원위부 맞물림고정이 8례, 맞물림 고정을 시행하지 않은 경우도 2례 있었다. 화공술은 11-13mm 이었으며 골수강 중간 1/3 협부를 통과 시킬때까지 실시하고 멈추어서 원위부 골절부의 골 간단 및 골 단부의 해면골을 보존하였다.

3) 수술 후 조치

근위부 및 원위부 맞물림 고정을 시행한 19례에서는 조기보행을 실시하여 대개 수술후 2주 이내에 체중부하를 하였고 심한 분쇄, 분절골절 등 정적 맞물림 고정을 시행한 환자중 동측 대퇴부골절, 골반골절, 척추골절 및 두개골 골절 10례를 제외하고는 2주 부목고정 및 4주 슬개건 지지 석고상 고정후 6주 이내에 전 체중부하를 시행하였다.

결 과

임상적으로 골절부위에 동통 및 압통이 소실되고 가성운동이 없고 방사선 사진에서 골절선이 소실되고 육주가 골절면을 통과 하였을 때 골 유합시기로 판정 하였으며 술 후 약 20주 이상이 지난 후에도 임상적으로 골절 부위의 동통 및 압통과 가성 운동이 지속되고 방사선학적으로는 골절 단위 경화 및 골수강의 폐색을 기준으로 하였다. 추시 기간은 최대 12개월에서 최장 60개월 이었으며 평균 19.3개월이었다. 골 유합은 63례중 3례를 제외한 60례에서 획득할 수 있었다. 평균 골유합기간은 19.3주였으며 폐쇄성 골절에서는 17.8주, 개방성골절 21.6주 지연유합 및 불유합시 2차적으로 실시한 5례에서는 22.3주가 소요되었다. 금속정의 정적 맞물림 나사에서 동적 맞물림으로의 전환은 10-12주 된 후에 가골형성이 미흡한 8례에서 골절선과 먼쪽에 있는 맞물림 정을 제거하여 20.1주째 골유합 소견을 보였다.

합병증으로는 심부감염 1례 및 표재성 감염 5례는 피부이식 및 항생제 요법으로 치유되었으며 나머지 심부감염 1례는 교합성 골수정 제거후 염증 제거후 Ilizarov 외부 고정 장치로 골유합을 획득하였다. 각형성 변형 3례는 수술시 부정위로 고정된 것이 원

Fig. B-1. AP and lateral view of 35 years old man with severe segmental fracture of tibia.

2. The fracture showed no evidence of union 24 weeks after interlocking nailing.
3. The previous nail was replaced by 12mm sized statically interlocked intramedullary nailing at 6 months after the injury.
4. 13 months after injury, radiograph show his fracture was healed.
5. 24 months after injury, solid union was evident.

Table 4. Functional results following by Klemm & Borner.

No. of case		
Excellent	35	Full knee & ankle motion No muscle atrophy Normal radiographic alignment
Good	20	Slight loss of knee or ankle motion less than 2cm of muscle atrophy Angular deformity less than 5°
Fair	5	Moderate(25°) loss of knee or ankle motion More than 2cm muscle atrophy angular deformity 5° ~ 10°
Poor	3	Marked loss of knee & ankle motion Marked muscle atrophy angular deformity greater than 10°

이 있었으며 모두 10° 이하로 임상적 의의는 없었으며 분절골절 및 분쇄골절 등 불안전 골절에서 8mm, 11mm의 단축이 각 1례씩 있었으며 골유합이 된후 특별한 치료는 시행하지 않았다. 피질골 파열이 2례에서 있었으나 골유합에는 영향을 끼치지 않았다. 불유합이 4례에서 발생하였으며 2례에서 슬관절 운동장애 발생하였으나 금속정 제거 후 회복되었다. Klemm과 Borner의 평가에 의하면 63례 중 35례는 우수(Excellent), 20례는 양호(good), 5례는 보통(fair), 3례에서 불량(poor)이었다(Table 4).

고 찰

경골 골절 치료에 있어서 교합성 골수정 삽입은 연부조직 손상 및 골막의 혈행에 장애를 주지 않고 견고한 고정을 할 수 있어 관절 및 근육의 운동 조기보행 및 체중부하를 가능하게 하여 골 유합 촉진은 물론 감염, 지연유합, 불유합 등의 합병증을 감소시켜 조기 기능회복을 할 수 있는 장점이 있어 경골 간부 1/3 부위의 안정골절, 즉 횡골절 및 짧은 사선골절시 Kuntcher에 의해 만들어진 수기 및 원칙이 널리 이용되어 왔다. 그러나 종래의 금속정 자체로는 심한 분쇄 및 분절골절 등 불안정 골절과

경골 협부의 근위부, 원위부에는 충분한 안정성을 부여하지 못하는 어려움이 있었으나 골의 상하에 횡 맞물림 나사를 주입하여 골절부위의 미끄러짐, 휘어짐, 회전력을 방지할 수 있어 이러한 단점을 보강할 수 있음은 물론 지연유합, 불유합, 교정절골술 후 고정, 전이성 병인성 골절시의 고정 등 임상적 응용범위를 확대해 나갔다.

Bone과 Johnson⁵⁾은 분쇄정도에 관계 없이 경골 조면에서 부터 족관절 상방 5cm 까지 맞물림 나사를 이용하여 고정할 수 있다고 하였으며 Lotte²⁰⁾는 주골절선이 족관절로부터 2.2cm 이내 또는 슬관절로부터 6.6cm 이내에 발생하지 않으면 금속정 고정이 가능하다고 하였으며, Miller등¹¹⁾에 따르면 지연유합, 불유합, 분절골절 등에 맞물림정 금속정을 시행하면 감염율, 지연유합, 불유합의 발생을 줄일 수 있다고 보고 하였다.

저자들의 경우 경골 조면 3cm 원위부위 부터 족관절 상방 5cm 까지의 골절에 맞물림 금속정을 시행하여 양호한 결과를 얻을 수 있었다. 경골 협부나 근위부, 원위부에 교합정과 골수강의 접촉면에 의해 안정성을 얻는 경우 근위부나 원위부의 한쪽에만 맞물림정으로 고정하는 동적 교합성 골수정을 시행하여 조기 보행시 압박력을 주었으며 이러한 압박력은 골 유합을 촉진 시켰을 것으로 사료된다¹⁹⁾. 분쇄골절, 분절골절 등 심한 불안정성 골절과 불유합, 부정유합 후 자가골 동종 이식술을 시행한 경우에는 경골의 근위부와 원위부 양쪽에 맞물림정을 시행하는 교합성 골수정을 시행하여 미끄러짐, 회전력 및 휘어짐을 방지하여 골 유합시 골의 정렬이 유지될 뿐 아니라 조기에 전 체중 부하가 가능하여 골유합이 촉진되고 입원기간이 단축되어 조기 사회복귀가 가능한 장점이 있다¹⁸⁾.

Seligson³⁰⁾은 금속정 고정시 안정성을 얻기 위해 충분한 넓이의 금속정이 골절 원위부 및 근위부에서 최소한 3cm 이상의 접촉면을 갖는 것이 이상적이기 때문에 골수강의 확공술이 필요하다고 했다. Trueta와 Cavedies³⁹⁾은 일련의 실험을 통하여 골 피질의 내측 2/3는 골수 동맥에 의하여, 외측 1/3은 골막 혈관에 의하여 혈액 공급을 받는다고 하였으며 골수 혈관의 손상시 골막혈관이 재 활성화 되어 골 피질내의 영양 공급에는 아무런 영향도 미치지 않는다고 하였다. 확공술을 시행하면 경골의 짧은 협부

를 연장시켜 금속정이 골수강 내면에 탄력성 있게 접착되므로 견고한 고정기 되어 외고정 장치가 필요하지 않으며 골 유합시 골정렬이 유지될뿐 아니라 신체 위생에도 도움을 주는 장점이 있을뿐 아니라 Clawson 등¹⁰⁾은 자가골 및 골수의 이식효과를 나타내어 골 유합이 촉진 된다고 하였다. 저자들의 경우 금속정 삽입시 금속정 반경보다 1cm 과확공술 시행 후 금속정을 삽입하여 골유합을 촉진하였다. 폐쇄적 정 삽입은 골절부위가 폐쇄된 채로 유지되며 골절 유합과 관련있는 Cellular and humeral 요소가 보존되며 부수적인 연부조직의 박탈이 방지되며 감염율이 저하되는 장점외에 골 유합 기간이 단축과 수술 후 초기 운동이 가능하여 관절 강직이나 근육 위축 등을 현저히 감소시켜 개인 위생은 물론 입원 기간의 단축에 따른 치료비 절감의 장점이 있다²²⁾. 개방성 정 삽입시 폐쇄적 정 삽입에 비해 술 후 감염율이 4배 증가될 뿐 아니라 골절부의 혈행장에도 발생되며^{6, 23, 29)}, Chapman⁸⁾은 불유합이 10배 증가 되는 결과를 보고 하였다.

저자들의 경우 신선 골절시 폐쇄적 정 삽입을 원칙으로 하였으며 특히 개방성 골절시는 감염과 불유합의 예방을 위해 연부조직 손상 및 감염 발생이 최소화 되는 시기까지 지연 시켰다가 폐쇄적 정 삽입을 실시하였다. 그러나 불유합 후 이차적으로 실시한 금속정 고정시에는 장골을 이용한 자가골 동종 이식술 및 경골의 골 정렬을 유지함과 동시에 유합되지 않는 경골골절부위에 압박 자극을 주기 위해 비골 절골술을 병행하는 개방적 수기를 시행하여 5례중 5례에서 22.3주에 골유합을 획득하였다. 이러한 결과는 개방성 수기를 이용한 정 삽입의 불충분한 예로 폐쇄적 정 삽입과의 통계학적 의미는 발견할 수 없었다. 개방성 골절 치료에 있어서 치료의 가장 어려운 점은 심부 감염의 예방과 부정유합을 피하면서 골 유합 획득은 물론 환자의 모든 기능 회복에 있다. 개방성 골절의 치료에 있어서 골수강내 고정기의 시행에 대해서는 아직까지 논쟁의 여지가 남아 있다^{4, 9, 15, 17)}. 강성 골수정은 가골형성이 미약하고 생리적 응력차단 효과가 있으며 삽입전 골수강 확장술로 골수강내 혈액순환의 장애와 피질골 괴사가 일어나는 단점이 있으나^{1, 2, 14)}, Chapman과 Mahoney⁷⁾는 개방성 창상이 심한 경우이라도 골절의 안정성을 갖는 것은 골의 정상 길이와 골정렬 유지에

도움을 주고 근위축, 관절 강직 등의 후유증을 감소시켜 줄 수 있다고 하였으며, 개방성 창상이 있는 경우는 지연수술을 시행하는 것이 감염증의 기회를 줄일 수 있는 방법이라 하였고, Cristina와 Rovere¹²⁾는 실험 연구에서 금속이 세균의 증식을 더 촉진하지 않는다고 하였다. Lotte²⁰⁾, Muller와 Thomas²⁶⁾, 그리고 Olerud와 Karlstom²⁷⁾은 골수강내 혈액 공급 파괴를 최소화 하고 혈관의 재개통능력을 증가시켜 골 피질의 괴사 및 감염율의 저하를 위해 I형과 경한 II형의 개방성 골절에서는 창상이 치유된 후 지연 금속정 삽입을 권하였으며, 심한 II형 및 III형 개방성 골절에서는 확공술 사용을 금하고 비 확공술 정 삽입을 권하였다. 개방성 골절의 형태나 경.중에 따른 차이가 있으나 Hamza 등¹⁵⁾은 확공술 후 감염율이 14-33%에 이른다고 보고 하였으며 확공술을 시행하지 않은 경우 Harvey 등¹⁷⁾은 3.3%, d'Aubigne 등²⁴⁾은 6.6%, Lotte²¹⁾ 7.1% 등의 외부 고정장치에 비교될만한 낮은 감염율을 발표하였다.

저자들의 경우 25례의 I형 및 심하지 않는 II형의 개방성 골절시 응급실에서 피부견인, 창상세척, 괴사조직 제거 및 항생제 투여하여 창상의 감염 발생 가능성이 극소화될때 확공술 후 골수강내 맞물림정을 시행하였으며 III형 개방성 골절시 윤 등³⁾에 의하면 충분한 세척과 창상 변연 절제술 후 염증반응이 제거된 후 금속정을 삽입하여도 문제가 되지 않는다고 보고 하였으나 저자 등은 신중을 기하여 석고고정이나 외부고정 후에 합병증으로 불유합, 부정유합 등의 발생시 치료책으로 금속정 삽입을 시행하였다. 일반적으로 개방성 골절이 폐쇄성 골절보다 불유합과 지연유합의 발생이 높고 평균 골유합 기간도 지연된다고 하며 Weissman 등³⁴⁾은 개방성 골절이 폐쇄성 골절보다 평균 1개월간 유합기간이 더 소요 된다고 하였다. 저자들의 중례에서도 폐쇄성 골절이 17.8주의 평균골 유합 기간을 보인 반면에 개방성 골절에서는 21.6주의 평균 골 유합기간을 보이고 있어 약 3.8주의 차이를 보이고 있다. 이러한 결과는 폐쇄성의 골절시 골유합 시기가 빠름을 보여준 다른 저자들과의 차이를 나타내지 않았다. 술후 합병증으로는 2례의 심부감염과 3례의 불유합 등이 발생하였으며 2례의 심부감염은 제 II형 개방성 골절후 시행한 1례와 불유합시 시행한 1례에서 발생하였으

며 후자는 항생제 투여 및 피부 이식술로 치유되었으며 전자는 불유합과 병행되어 금속정 제거후 항생제 투여 및 염증 제거후 Ilizarov 외고정 장치로 골유합을 획득하였다. 나머지 불유합 2례는 금속정 제거후 더 굵은 금속정과 장골을 이용한 자가골 동종 이식술을 시행하여 수술시행후 각각 7개월, 8개월에 골유합을 획득하였다. 술후 감염율은 심부감염 2례, 표재성 감염 5례, 총 7례에서 발생하여 11.1%의 발생율을 나타내어 확공술후 교합성 금속정을 사용한 경우 Klemm과 Borner¹⁹⁾는 6.5%, Harvey¹⁸⁾는 13.6%, Smith³¹⁾는 33.3%로 저자들에 따라 많은 차이가 있었고 1992년 Whittle등³⁰⁾의 보고에 의하면 확공하지 않는 골수강내 금속정 고정술의 경우 8%의 감염률의 보고와 이를 비교해볼때 감염률에 있어서 별다른 차이를 보이지 않았다.

저자들이 체험한 63례의 경골 골절의 교합성 골수정은 종래의 골수강정에 비하여 골절부위에 안정성을 주어 근위부 및 원위부의 분쇄, 분절골절 등 불안정골절과 지연유합, 불유합, I형과 경한 II형의 개방성 골절을 치료에 적용하여 수술 후 조기 운동이 가능하여 골유합의 단축은 물론 관절강직이나 근육위축 등의 후유증을 현저히 감소 시킬수 있었다.

결 론

1987년 1월부터 1992년 12월 까지 맞물림 금속정을 이용하여 치료한 63례의 경골의 불안정 골절을 최소 12개월에서 최장 52개월 추시하여 다음과 같은 결론을 내렸다.

1) 총 63례 중 60례에서 골 유합을 획득하였으며 폐쇄성 골절 33례중 32례(96.9%), 개방성 골절 25례중 23례(92%), 불유합후 교합성 금속정을 시행한 5례중 5례에서 만족스러운 골유합을 획득하였다.

2) 평균 골유합 기간은 19.3주였으며 폐쇄성 골절 17.8주, 개방성 골절 21.6주, 불유합후 금속정 삽입시 22.3주의 골유합을 획득하여 골유합 기간에 각각의 차이를 발견하였다.

3) 교합정과 골수강의 접촉에 의해 안정성을 얻은 불안정 골절에는 2주 이내에 체중부하 운동을 허용하였으며 분쇄, 분절, 불유합 골절 등 불안정 골절에는 동측 대퇴부골절, 골반골절, 척추골절 및 두개골골절을 10례를 제외하고는 2주 부목 고정 및 4주

슬개건 지지 석고상 고정후 6주 이내에 체중부하 운동을 허용하여 조기관절 운동 및 골유합을 촉진 하였다.

4) Klemm과 Borner의 기능적 분류에 의하면 35례에서 우수, 20례 양호, 5례 보통, 3례는 불량 의 결과를 얻었다.

이상과 같은 결과로 교합성 골수강정은 불안정 폐쇄성 골절, 경한 개방성 골절은 물론 불유합후 2차적으로 시행할때 회전 및 단축예방은 물론 견고한 내고정으로 조기관절 운동과 보행을 가능케하며 높은 골유합을 위해 유용하게 사용할 수 있는 방법으로서 사료된다.

REFERENCES

- 1) 김근우, 김삼립, 오환진, 박종화 : Ender nail을 이용한 경골 간부 골절의 치료. *대한정형외과학회지*; 21(2):281-287, 1986.
- 2) 박종호, 박재공, 최장석, 조현오, 이영구 : Ender 정삽입술을 이용한 경골 간부 골절의 치료. *대한정형외과학회지*; 21(6):1103-1111, 1986.
- 3) 윤형구, 전광표, 오국환, 김동준, 정기동 : 경골 원위 1/3부 골절에 시행한 폐쇄성 변성 골수정의 임상적 고찰. *대한정형외과학회지*; 25:1310-1316, 1990.
- 4) ALMS, Michael : Medullary nailing for fracture of the shaft of the tibia. *J Bone Joint Surg*, 44-B(2):328-339, 1962.
- 5) Bone LB and Johnson K : Treatment of tibia fractures by reaming and intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, 68-A:877-886, 1986.
- 6) Carpenter EG and Couk DE : Complication of intramedullary nailing of the femur. *J Bone Joint Surg*, 52-A:815-821, 1970.
- 7) Chapman MW and Mahoney : The role of internal fixation in the management open fracture. *Clin Orthop*, 138: 120-125.
- 8) Chapman MW : The role of intramedullary fixation in open fracture. *Clin Orthop*, 212:26-33, 1986.
- 9) Chiron HS : Open fractures of the shaft of the tibia treated by intramedullary nailing. *Bull Hosp Joint Disease*, 42:92-102, 1982.
- 10) Clawson DK, Snith RF and Hansen ST : Closed intramedullary nailing of the femur. *J Bone Joint Surg*, 53-A:681-692, 1971.
- 11) Melis GC, sotgiu F, Lepori M and Guido P : Intramedullary nailing in segmental tibia fractures.

J Bone Joint Surg, 63-A:1310-1318, 1981.

- 12) **Gristina AG and Rovere GD** : An in vitro study of the effects of metals used in internal fixation on bacterial growth and dissemination. *J Bone Joint Surg*, 45-A:1104-1110, 1963.
- 13) **Gross A, Kempf I and Lafforgue D** : Le traitement des fracas, pertes de substance osseuses et pseudoarthroses du fémur et du tibia par l'enclouage verrouillé, à propos de 40 cas. *Rev. Chir Orthop[suppl]*, 64:33-38, 1978.
- 14) **Gustillo RB** : Current concept in the management of open fracture, Instructional course lecture, 36:359-366, 1987.
- 15) **Hamza KN, Dunkerley GE and Murray CMM** : Fractures of the tibia, A report on fifty patients treated by intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, 53-B(4):696-700, 1971.
- 16) **Harrey, JP Jr** : Management of open tibial fracture. *Clin Orthop*, 105:154-166, 1974.
- 17) **Harrey FJ, Hodgkinson AHT and Harrey PM** : Intramedullary nailing in the treatment of open fractures of the tibia and fibula. *J Bone Joint Surg*, 57-A:909-915, Oct, 1975.
- 18) **Johnson EE and Marder RA** : Open intramedullary nailing and bone grafting for non-union of tibial diaphyseal fracture. *J Bone Joint Surg*, 69A:375-380, 1987.
- 19) **Klemm KW and Borner M** : Interlocking nailing of complex fracture of femur and tibia. *Clin Orthop*, 212:89-100, 1986.
- 20) **Lotte JD** : Treatment of delayed or non-union fractures of the tibia by a medullary nail. *Clin Orthop*, 43:111-128, 1965.
- 21) **Lotte JD** : Medullary nailing of the tibia with the Triflange nail. *Clin Orthop*, 105:253-266, 1974.
- 22) **Henley MB** : Intramedullary device for tibial fracture stabilization. *Clin Orthop*, 240:87-97, 1989.
- 23) **Maatz R** : Zur Infektion nach geschlossenen oder offener Nagelung geschlossener Frakturen. *Aktuel Traumatol*, 13:175-183, 1983.
- 24) **Merle d'Aubigne R, Maurer P, Zuchman J and Masse Y** : Blind intramedullary nailing for tibial fractures. *Clin Orthop*, 105:267-272, 1974.
- 25) **Michael E Miller, Jesse R ADA Lawrence X Webb** : Treatment of infected nonunion and delayed union of tibia fractures with locking intramedullary nailing. *Clin Orthop*, 245:233-238, 1989.
- 26) **Muller ME and Thomas RJ** : Treatment of non-union in fractures of long bone. *Clin Orthop*, 138:141-153, 1979.
- 27) **Olerud S and Karlstroin B** : Secondary intramedullary nailing of tibial fracture. *J Bone Joint Surg*, 54-A:1419-1428, 1972.
- 28) **Pankovich A, Tarabishy IE and Yelda S** : Flexible intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *Clin Orthop*, 160:185-191, 1981.
- 29) **Pfister U** : Biomechanische und histologische Untersuchungen nach Marknagel der Tibia, *Fortschr Med*, 101:1652-1659, 1983.
- 30) **Seligson D** : Concept in intramedullary nailing, 1st ed. Orlando, Grune and Stratton, Inc:37-40, 1986.
- 31) **Smith JEM** : Results of early and delay interlocking fixation for tibial shaft fracture. A Review of 470 cases. *J Bone Joint Surg*, 56-B:469-477, 1974.
- 32) **Solheim K and Bö O** : Intramedullary nailing of tibial shaft fractures. *Acta Orthop Scand*, 44:323-331, 1973.
- 33) **Turetta J and Cavallies AX** : Vascular changes caused by the Kuntsche type of nailing. A experimental study in the rabbit. *J Bone Joint Surg*, 492:13-37, 1955.
- 34) **Weisman SL, Herold HZ and Engelberg M** : Fracture of the middle two thirds of tibial shaft, result of treatment without internal fixation in 140 consecutive cases. *J Bone Joint Surg*, 48-A:257-267, 1966.
- 35) **Whittle AP, Russel TA, Taylor JC and Levelle DG** : Treatment of open fractures of the tibial shaft with the use of interlocking nailing without reaming. *J Bone Joint Surg*, 74A:1162-1171, 1992.
- 36) **Zuchman J and Maurer P** : Two-level fractures of the tibia. Results in Thirty-six cases treated by blind nailing. *J Bone Joint Surg*, 51-B:686-693, 1969.