

경골 원위 간단부 골절의 교합성 골수강내 금속정 고정술

송상준 · 조덕연 · 윤형구 · 신동은 · 김재화 · 김태형

포천중문 의과대학교 정형외과학교실

목 적: 경골 원위 골간단부 골절에서 교합성 골수강내 금속정 내고정술을 이용하여 치료한 환자의 임상적, 방사선적 결과를 분석하여 그 유용성에 대하여 알아보려고 하였다.

대상 및 방법: 경골 원위 골간단부 골절로 교합성 골수강내 금속정 고정술을 시행 받은 후 2년 이상 추시가 가능하였던 34예를 대상으로 하였다. 임상적 평가는 Olerud 점수를 이용하여 골절 전 상태의 백분율로 표시하였다. 방사선학적 평가는 내외반각과 전후굴각을 측정하였고 골유합 시기를 조사하였다. 수술 후 합병증과 골수강내 금속정 고정술 후 추가적인 수술이 필요했던 경우를 조사하였다.

결 과: 임상적 평가로 Olerud 점수는 평균 92.1% (76~100%)이었다. 방사선학적 평가로 내외반각은 외반 $1.6 \pm 2.9^\circ$ (내반 4~외반 7°)이었고, 전후굴각은 평균 전굴 $0.8 \pm 3.3^\circ$ (전굴 9~후굴 6°)이었다. 골유합 시기는 평균 술 후 18.7주 (12~34주)이었다. 합병증으로 심부 감염이 1예 있었고, 교합 나사의 파단이 2예 있었다. 추가적인 수술로 심부 감염이 있었던 1예에서 괴사 조직 제거술과 연부 조직 피판술을 시행하였고, 1예에서 지연 유합 소견을 보여 술 후 12주에 역동화를 시행하였다.

결 론: 경골 원위 간단부 골절에서 폐쇄성 골수강내 금속정 고정술은 연부 조직의 손상을 최소화하고 조기 관절 운동을 가능하게 하며 골유합율이 높고 합병증이 적으므로, 안전하고 효과적인 치료 방법이라고 사료된다.

색인 단어: 경골, 원위 간단부, 골절, 골수강내 금속정 삽입술

Interlocking Intramedullary Nailing in the Distal Metaphyseal Fractures of the Tibia

Sang Jun Song, M.D., Duck Yun Cho, M.D., Hyung Ku Yoon, M.D., Dong Eun Shin, M.D.,
Jae Hwa Kim, M.D., Tae Hyung Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Pochon CHA University, Gyeonggi-do, Korea

Purpose: To evaluate the clinical and radiographic results of interlocking intramedullary nailing for the distal metaphyseal fractures of the tibia and to identify the usefulness of the interlocking intramedullary nailing.

Materials and Methods: Thirty four patients who underwent interlocking intramedullary nailing for distal metaphyseal fractures of the tibia were reviewed with a follow-up period of more than 2 years. Clinical result was assessed using the Olerud score and this score was marked as percentage of prefracture state. Radiographic results were assessed with varus-valgus angle, anterior-posterior angle, and bone union time. We checked the cases of complication and need for additional surgery after interlocking intramedullary nailing.

Results: Clinically, Olerud score averaged 92.1% (76~100%). Radiographically, average varus-valgus angle was $1.6 \pm 2.9^\circ$ and average antero-posterior angle was $0.8 \pm 3.3^\circ$. Bone union time averaged 18.7 weeks. As complications, there were one deep infection and two breakages of distal interlocking screw. In additional surgery, there were 1 debridement and soft tissue flap, and one dynamization of nail at postoperative 12 weeks.

Conclusion: Interlocking intramedullary nailing is one of safe and reliable method for distal metaphyseal fractures of the tibia, considering less soft tissue injury, possibility of early range of motion exercise, high bone union rate, and low complications rate.

Key Words: Tibia, Distal metaphysis, Fracture, Interlocking intramedullary nailing

통신저자 : 김 재 화

경기도 성남시 분당구 야탑동 351
분당차병원 정형외과
Tel : 031-780-5289 · Fax : 031-780-3578
E-mail : Tesstore@empal.com

Address reprint requests to : Jae Hwa Kim, M.D.

Bundang CHA hospital #351 Yatap-dong, Bundang-gu, Seongnam-si,
Geonggi-do, Korea 463-712
Tel : 031-780-5289 · Fax : 0031-780-3578
E-mail : Tesstore@empal.com

*본 논문의 요지는 2004년도 대한골절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

경골의 원위 골간단부는 골을 싸고 있는 연부 조직이 적어 골절시 개방성 골절이나 연부 조직의 손상을 동반하기 쉽고, 족관절에 인접해 있어서 치료 후 운동 장애를 일으키기 쉽다. 또한 연부 조직의 혈액 순환이 풍부하지 못하여 연부 조직 괴사 등의 합병증이 자주 보고되고 있으며, 지연 유합 등도 드물지 않게 발생하기 때문에 골절 치료에 어려움이 있다³⁾. 지금까지 수술적 치료의 방법으로는 금속판 내고정술이 많이 시행되었으며 특히 관절내 골절이 동반된 원위 골간단부 골절에서는 골수강내 금속정을 이용한 고정보다 견고한 고정을 얻을 수 있다고 보고되고 있다²⁰⁾. 그러나, 금속판 내고정술은 광범위한 연부 조직의 절개와 골절부 주위의 골막이나 연부 조직을 박리하여 추가적인 연부 조직 손상의 위험성이 있으며, 금속판의 생리적 응력 차단 효과로 골 위축을 초래하고, 경골 간부의 삼면체가 골단부의 원통형으로 바뀌는 원위 골간단부의 특이한 해부학적 비틀림 구조 때문에 금속판의 적용이 어렵고 불유합의 빈도가 높은 단점이 있다. 경골 간부 골절에서의 골수강내 금속정 고정술은 골절부 주위의 추가적인 연부 조직 손상을 최소화하면서 안전한 고정력을 얻을 수 있으며 빠른 기능 회복을 보이고 합병증이 적어 유용한 방법으로 알려져 있으나²¹⁾, 원위 골간단부에서는 고정력이 취약하고 금속정이 파손될 위험이 있으며, 금속정 삽입시 골절선이 관절 내로 연장될 가능성이 있어 족관절 상부 5 cm 이상의 골절에서 적용할 것을 추천하였다^{4,9)}. 그러나, 몇몇 저자들은 고식적 골수강내 금속정 고정술의 원칙에 다양한 술기를 추가하여 경골의 원위 골간단부 골절을 치료하였으며 좋은 결과를 보고하였다^{18,22,23)}. 이에 저자들은 경골 원위 골간단부 골절에서 골절 양상을 분류하고, 교합성 골수강내 금속정 내고정술을 이용하여 치료한 환자의 임상적, 방사선학적 결과를 분석하여 그 유용성에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1998년 11월부터 2002년 8월까지 경골 원위 골간단부 골절로 골수강내 금속정 고정술을 시행 받은 후 2년 이상 추시가 가능하였던 34예를 대상으로 하였다. 나이는 평균 45세 (18~75세)였고 남자가 22예, 여자가 12예였다. 추시 기간은 평균 2년 7개월 (2년~5년 9개월)이었다. 비개방성 골절이 29예였고, Tscheme 분류¹³⁾상 C0형 2예, C1형 17예, C2형 8예, C3형 2예였다. 개방성 골절이 5예였고, Gustilo 분류⁷⁾상 I형이 1예, II형이 2예, IIIa형이 2예이었다. 골수강내 금속정

은 Interlocking compression 금속정 (IC nail, Osteo, Selzach, Switzerland) 27예 (Fig. 1), Russel-Taylor 금속정 (RT nail, Smith and Nephew-Richards, Memphis, TN, U.S.A.) 7예 사용하였다 (Fig. 2).

2. 연구 방법

골절의 분류는 Robinson 분류¹⁸⁾를 시행하였고 골절 분류에 따른 개방성 골절 또는 비개방성 골절의 빈도를 조사하였다. 최종 추시시 임상적 평가는 Olerud 점수¹⁴⁾를 이용하여 골절 전 상태의 백분율로 표시하였고 90% 이상은 우수, 80~90%는 만족, 80% 미만은 불만족으로 분류하였으며, 슬관절과 족근 관절의 관절 운동범위를 측정하였다. 최종 추시시 방사선적 평가는 내외반각과 전후굴각을 측정하였고, 골유합 시기를 조사하였다. 골유합 시기의 판정은 방사선 전후



Fig. 1. Photograph of IC nail. The most distal hole for interlocking screw is separated from distal end of nail about 2 mm and the distal 2 interlocking screws can be inserted in right angle.

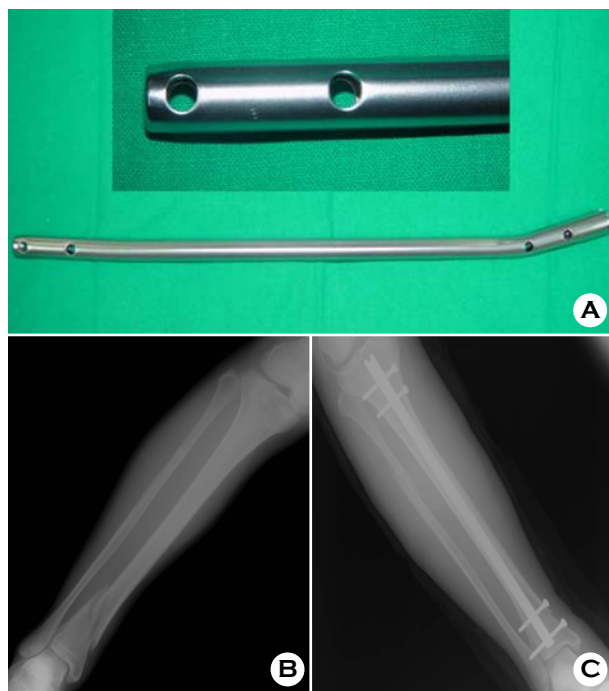


Fig. 2. Photograph of RT nail.

(A) The distal end of RT nail is cut to fix the distal fragment in the distal metaphyseal fracture of the tibia.

(B) The preoperative radiograph shows Robinson classification type II distal metaphyseal fracture of the tibia.

(C) The postoperative radiograph shows fixation of the tibia using RT nails of which distal end is cut.

및 측면 사진상 최소 삼면에서 골유합 소견을 보이고, 골절 부에 압통이 없고 체중 부하시 통증이 없을 때로 정의하였다. Robinson 분류 I형과 II형의 임상적, 방사선학적 결과를 비교하였다 (Mann-Whitney U-검정). 수술 후 합병증과 골수강내 금속정 고정술 후 추가적인 수술이 필요했던 경우를 조사하였다.

3. 수술 방법 및 수술 후 처치

골절을 도수 정복하고 정확한 정복은 방사선 투시기를 이용하여 확인하였다. 유도 강선을 원위 골단부 관절면 정중앙의 직상부까지 삽입하였으며 이를 통하여 확공기를 삽입하였다. 모든 예에서 골절면의 안정성을 위하여 두 개 이상의 원위 교합 나사를 사용하였다. 원위 골절편이 짧기 때문에 두 개의 원위 교합 나사가 삽입될 수 있도록 두 나사를 수

직으로 교차된 방향으로 삽입할 수 있고 통상의 것보다 더 원위부에 삽입되도록 설계된 IC 금속정을 사용하거나 금속정의 끝을 1 cm 절단한 Russel-Taylor 금속정을 사용하였다 (Fig. 2). 골절선이 족관절로 연장되어 금속정 삽입시 관절 골편의 전위가 예상될 때는 유관나사나 지연 피질골 나사못으로 관절면을 고정한 후 금속정을 삽입하였고, 족관절로 연장된 종축으로 긴 골절면을 malleolar clamp나 towel clip 등을 이용하여 일시적으로 고정된 상태에서 금속정을 삽입하였다 (Fig. 3). 원위 교합 나사를 삽입하기 전 방사선 투시기를 이용하여 정복을 확인하여 정복이 만족스럽지 못할 경우 도수 정복을 실시하면서 원위 교합 나사를 삽입하였다. 동반된 비골 골절이 원위부에 위치하여 골절 및 족관절의 불안정성이 예상될 때는 금속판으로 비골을 고정하였다 (Fig. 4). 수술 후 2일째부터 족근 관절 및 슬관절의 관절 운동을 시행하였고, 수술 후 2주부터 부분 체중 부하를 허용하였다. 완전 체중 부하 보행은 수술 후 8~12주에 시행하였고, 수술 후 매 2주에서 4주 간격으로 추시 관찰을 하였다.

결 과

1. 골절의 양상과 분류

족관절과 경골 골절선 원위단 사이의 길이는 평균 1.7 ± 2.1 cm (0~5.0 cm)이었고, 골절 양상은 나선상 골절이 20예, 횡이나 사면상 골절이 7예, 분쇄 골절이 6예, 분절 골절이 1예였다. Robinson 분류상 I형이 11예, IIA형이 19예, IIB형이 3예, IIC가 1예이었다. Robinson 분류상 I형이었던 11예 중 5예 (45.5%)에서 개방성 골절이 발생하였다 (Table 1). Robinson 분류상 I형의 비개방성 골절 6예 중 5예 (83%)가 Tscherne 분류상 C2 또는 C3였고, II형의 비개방성 골절 23예 중 18예 (78%)가 Tscherne 분류상 C0 또는 C1였다 (Table 1). 비골 골절은 32예에서 동반하였으며, 비골 골절선이 경골 골절선보다 근위부에 위치한 경우가 17예, 경골 골절선에 위치한



Fig. 3. Surgical techniques in extension of fracture line into ankle joint.
(A) Cannulated screws are used for additional fixation.
(B) Long fracture line is temporarily fixed with malleolar clamp or towel clip.

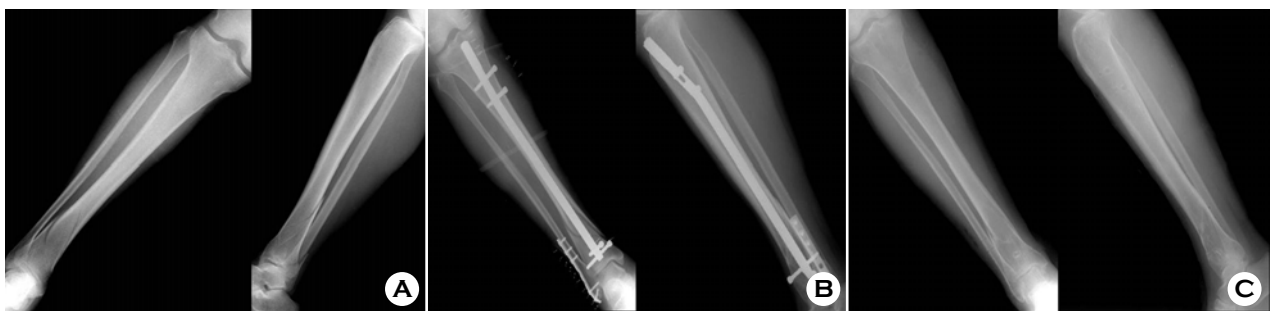


Fig. 4. The associated fractures of the distal fibula is reduced and fixed if it will disturb the ankle mortise.
(A) The preoperative radiograph of a 52-year-old female shows distal tibial and fibular fracture.
(B) The postoperative radiograph shows fixation of the fibula with a plate.
(C) The postoperative 2 years and 4 months radiograph shows complete union of both tibia and fibula.

Table 1. Severity of soft tissues injury in distal metaphyseal fractures according to Robinson classification

	Type I (n=11)	Type II (n=23)
Tscherne grade (closed fractures)		
C0	0	2
C1	1	16
C2	3	5
C3	2	0
Gustilo grade (open fractures)		
I	1	0
II	2	0
IIIa	2	0

경우가 8예, 경골 골절선 보다 원위부에 위치한 경우가 7예였다. 비골 골절선이 경골 골절선 부위나 원위부에 위치한 15예 중 족근 관절의 불안정성이 예상되는 12예에서 비골 골절에 대해 관혈적 정복 후 금속판 고정술을 함께 시행하였다.

2. 임상적 결과

Olerud 점수는 평균 92.1% (76~100%)이었고, 우수 19예, 만족 15예였다. Robinson 분류 I형에서는 평균 86.4%이었고, II형에서는 평균 93.8%이었다 ($p=0.012$). 슬관절의 운동 장애는 없었으나, 족관절의 운동 장애는 5예에서 있었으며 평균 21° (범위, $20\sim 25^\circ$)의 굴곡 소실과 14° (범위, $10\sim 20^\circ$)의 신전 소실을 보였다.

3. 방사선학적 결과

내외반각은 평균 외반 $1.6\pm 2.9^\circ$ (범위, 내반 4° ~외반 5°)이었고, 전후굴각은 평균 전굴 $0.8\pm 3.3^\circ$ (범위, 전굴 6° ~후굴 4°)이었다 (Table 2). 골유합 시기는 평균 술 후 18.7주 (범위, 12~34주)이었고, Robinson 분류 I형에서는 평균 20.3주, II형에서는 평균 17.8주이었다 ($p=0.027$) (Table 2).

4. 합병증

합병증으로 심부 감염이 1예 있었고, 교합 나사의 파단이 2예 있었다. 추가적인 수술로 심부 감염이 있었던 1예에서 변연절제술과 연부 조직 피관술을 시행하였고, 1예에서 지연 유합의 소견을 보여 술 후 12주에 역동화를 시행하였다.

고 찰

Muller 등¹²⁾은 족근 관절면과 같은 길이의 정사각형 내의

Table 2. Radiographic results according to Robinson classification

	Type I (n=11)	Type II (n=23)	p-value
Varus-valgus angulation ($^\circ$)	valgus 1.5	valgus 1.6	0.647
Anterior-posterior angulation ($^\circ$)	anterior 0.6	anterior 1.4	0.465
Mean time to union (week)	20.3	17.8	0.027

경골 골절을 경골 원위 골간단부 골절로 정의하였다. Robinson 등¹⁸⁾은 경골 원위 간부 골절과 천정 골절과 구별하여 분류하였고, 상대적으로 골간단부 골절은 드물다고 보고하였다. 경골 간부 골절에서는 횡골절이 나선상 골절보다 흔한데 비해 경골 골간단부 골절은 나선상 골절이 더 흔하고, 췌기상 골절의 빈도가 적으며 천정 골절과 달리 분쇄 골절의 빈도가 적다고 알려져 있다^{2,15)}. 저자들의 경우도 Robinson 분류 II형 골절이 I형 골절에 비해 2배 이상 많았다. Robinson 분류 I형 골절은 굴곡력에 의해 횡골절이 발생하고 경골 골절선과 같은 위치의 비골 골절이 발생하며 심한 연부 조직 손상을 동반한다고 보고되며, II형 골절은 회전력에 의해 나선상 골절이 발생하고 경골 골절선과 다른 위치의 비골 골절이 발생하며 상대적으로 연부 조직 손상의 빈도가 적다고 보고된다¹⁸⁾. 저자들의 경우도 I형 골절에서 연부 조직 손상이 심하였고 개방성 골절은 모두 I형 골절에서 발생하였으며, II형 골절에 비해 최종 추시시 임상적 결과가 저조하였으며 골유합 시기도 늦었다. I형과 II형 골절의 방사선학적 정렬은 차이가 없었으며 이러한 골유합 시기의 차이는 수상 당시 연부 조직과 골막의 손상 정도와 연관이 클 것으로 생각하였다.

경골의 원위부는 골을 싸고 있는 연부 조직이 적어 골절시 개방성 골절이나 연부 조직의 손상을 동반하기 쉽고, 혈액 순환이 풍부하지 못하여 피부괴사, 지연 유합 등의 합병증이 자주 발생하므로 골절 치료시 연부 조직의 보존이 중요하다. 관혈적 정복 후 금속판 고정술은 일차 골유합을 유도하지만 광범위한 연부 조직의 절개로 감염의 위험성이 높고 불유합의 문제가 있으며 금속판의 생리적 응력 차단으로 골 위축을 초래한다²³⁾. 골수강내 금속정 고정술은 경골 간부 골절에서 많이 이용되고 있으며, 금속판 고정술에 비하여 골유합이 빠르고 합병증이 적어 유용한 치료 방법으로 알려져 있으나^{1,14)}, 골간단부에서는 골수강이 넓어져 고정력이 약해지고 교합 나사의 삽입과정에서도 금속정의 이동이 가능하기 때문에 골수강내 금속정을 이용한 골절 치료시 부정 유합이 상대적으로 증가하게 된다²¹⁾. 또한, 금속정의 삽입으로 인한 족관절 내로 골절선의 연장과 금속정의 파손 등이 발생할 수 있으므로⁸⁾, 경골 원위 골간단부 골절에서 골수강내 금속정의

사용이 제한되어 왔다. 그러나, 고식적 골수강내 금속정 고정술을 변형된 방법으로 삽입하여 경골 원위부 골절을 치료하여 만족할 만한 결과가 최근에 보고되고 있다^{11,18)}. 저자들의 경우도 수술 후 감염으로 연부 조직 피관술을 시행하였던 1예와 지연 유합으로 역동화를 시행하였던 1예를 제외한 32예에서 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. Freedman 등⁶⁾은 경골 원위부 골절의 골수강내 금속정을 이용하여 치료할 시 약 8%의 각 변형이 발생한다고 하였으며, 저자들의 경우 5° 이상의 각 변형을 보인 경우는 4예 있었으며 7°의 외반 변형 1예, 7°, 9°의 전굴 변형 2예, 6°의 후굴 변형 1예 있었다. 4예 중 3예는 개방성 분쇄 골절이었고 1예는 수술 직후 부정정열의 소견은 없었으나 지연 유합 소견 보여 역동화 시행 후 추시시 7°의 외반 각 변형을 보였다. Puno 등¹⁰⁾은 경골 골절의 골수강내 금속정을 이용하여 치료할 시 9.9%에서 지연 유합이나 불유합이 발생한다고 하였으나, 저자들의 경우 1예에서 지연 유합의 소견을 보였고 역동화 시행 후 수상 34주에 골유합을 얻었다.

Hahn 등⁸⁾과 Ruchholtz 등¹⁹⁾은 경골 원위부 골절을 교합성 골수강내 금속정으로 치료할 때 1개의 원위 교합 나사로 고정된 경우 금속정의 파손을 보고하였고, 원위 골절면에서 두 개의 교합 나사 사용을 강조하였다. 저자들도 2개 이상의 원위 교합 나사를 사용하였고, 27예에서 IC 금속정을 사용하였는데, 원위 교합 나사가 금속정의 극원위부에 삽입될 수 있도록 특수하게 설계되어 효과적으로 원위 골절면을 고정할 수 있었다. 경골 원위 골간단부는 골간부에 비해 골수강이 넓어져 있어 금속정의 고정력이 단단하지 못하므로 부정유합이 잘 발생할 수 있어 이를 예방하기 위해 Poller 나사의 사용을 보고하고 있으며¹⁰⁾, 저자들의 경우 Poller 나사를 사용한 예는 1예에서 있었다. 골절선이 족관절로 연장되어 금속정 삽입시 골절의 전위가 예상되는 경우 유관 나사로 골절 연장면을 고정하고 towel clip 등을 이용하여 일시적으로 골절면의 정복을 유지한 상태에서 금속정을 삽입함으로써 골절의 고정력을 향상시키고, 정확한 방향을 향하여 금속정을 삽입할 수 있었다. 원위 경골 골절과 동반된 비골 골절 고정의 중요성은 여러 저자들에 의해 강조되고 있으며^{17-19, 22,23)}, 저자들의 경우도 족관절의 불안정성이 예상되는 12예에서 비골 골절에 대해 금속판 고정술을 시행하여 족관절의 안정성을 얻고 경골 원위 골간단부 골절의 각 변형이나 단축을 예방할 수 있었다.

결 론

경골 원위 골간단부 골절에서 폐쇄성 골수강내 금속정 고정술은 연부 조직의 손상을 최소화하고 조기 관절 운동을 가능하게 하며 골유합율이 높고 합병증이 적으므로, 안전하고

효과적인 치료 방법이라고 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) **Asche G:** Results of the treatment of femoral and tibial fractures following interlocking nailing and plate osteosynthesis. *Zentralbl Chir*, **114(17)**: 1146-1154, 1989.
- 2) **Baird RA and Jackson ST:** Fractures of the distal part of the fibula with associated disruption of the deltoid ligament. Treatment without repair of the deltoid ligament. *J Bone Joint Surg*, **69-A**: 1346-1352, 1987.
- 3) **Bone LB and Johnson KD:** Treatment of tibial fractures by reaming and intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg*, **68-A**: 877-887, 1986.
- 4) **Bucholz RW, Ross SE and Lawrence KL:** Fatigue fracture of the interlocking nail in the treatment of fractures of the distal part of the femoral shaft. *J Bone Joint Surg*, **69-A**: 1391-1399, 1987.
- 5) **Court-Brown CM, Christie J and McQueen MM:** Closed intramedullary tibial nailing. Its use in closed and type I open fractures. *J Bone Joint Surg*, **72-B**: 605-611, 1990.
- 6) **Freedman EL and Johnson EE:** Radiological analysis of tibia fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop*, **315**: 25-33, 1995.
- 7) **Gustilo RB and Anderson JT:** Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of the long bones. Retrospective and prospective analysis. *J Bone Joint Surg*, **58-A**: 453-458, 1976.
- 8) **Hahn D, Bradbury N, Hartley R and Radford PJ:** Intramedullary nail breakage in distal fractures of the tibia. *Injury*, **27(5)**: 323-327, 1996.
- 9) **Henley MB:** Intramedullary devices for tibial fracture stabilization. *Clin Orthop*, **240**: 87-96, 1989.
- 10) **Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC and Miclau T:** The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg*, **81-B**: 963-968, 1999.
- 11) **Mosheiff R, Safran O, Segal D and Liebergall M:** The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures. *Injury*, **30(2)**: 83-90, 1999.
- 12) **Muller M, Nazarian S, Koch P and Schatzker J:** The comprehensive classification of fractures of long bones. Edited, Berlin, Springer-Verlag, 1990.
- 13) **Oestern HJ and Tschern H:** Pathophysiology and classifi-

- cation of soft tissue injuries associated with fractures. In: Tscherne H, Gotzen L, eds. Fracture with soft tissue injury. Berlin, Springer-Verlag: 1-8, 1984.
- 14) **Olerud C and Molander H:** A scoring scale for symptom evaluation after ankle fracture. Arch Orthop Trauma Surg, **103(3)**: 190-194, 1984.
 - 15) **Oni OO, Hui A and Gregg PJ:** The healing of closed tibial shaft fractures. The natural history of union with closed treatment. J Bone Joint Surg, **70-B**: 787-790, 1988.
 - 16) **Puno RM, Teynor JY, Nagano J and Gusilo RB:** Critical analysis of result of 201 tibial shaft fracture. Clin Orthop, **212**: 113-121, 1986.
 - 17) **Richter D, Hahn MP, Laun RA, Ekkernkamp A, Muhr G and Ostermann PA:** Ankle para-articular tibial fracture. Is osteosynthesis with the unreamed intramedullary nail adequate?. Chirurg, **69(5)**: 563-570, 1998.
 - 18) **Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP and Court-Brown CM:** Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle. Classification and treatment by locked intramedullary nailing. J Bone Joint Surg, **77-B**: 781-787, 1995.
 - 19) **Ruchholtz S, Nast-Kolb D and Schweiberer L:** Intramedullary nailing of lower leg fractures with minimal soft tissue injuries. Orthopade, **25(3)**: 197-206, 1996.
 - 20) **Trafton PG:** Closed unstable fractures of the tibia. Clin Orthop, **230**: 58-67, 1988.
 - 21) **Yang IH, Yang KH, Han DY, Park HW and Oh HC:** Interlocking nailing for tibial fractures. J Korean Fracture Soc, **8(3)**: 538-543, 1995.
 - 22) **Yang KH, Han DY and Park SJ:** Intramedullary nailing in distal tibial metaphyseal fracture. J Korean Orthop Assoc, **35**: 325-331, 2000.
 - 23) **Yang KH, Han DY, Park SJ, Yoo HW and Yang KW:** Intramedullary nailing in distal tibial fracture. J Korean Fracture Soc, **12(4)**: 901-908, 1999.
-