

## 경골 분절 골절 치료 시 다양한 정복술을 이용한 금속정 고정술의 결과

손욱진 · 신지훈 · 하철웅

영남대학교 의과대학 영남대학교병원 정형외과학교실

**목 적:** 골수강 내 금속정을 이용한 경골 분절 골절 치료에서 다양한 술식을 이용한 임상적 결과에 대해 알아보았다.

**대상 및 방법:** 2003년 1월부터 2009년 6월까지 경골 분절 골절 환자 중 골수강 내 금속정을 이용하여 수술 후 1년 이상 추시 가능한 18예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 38개월(15-72개월)이었다. 골절 분류는 AO 분류 42C2.1 4예, 42C2.2 10예, 42C2.3 4예였다. 폐쇄성 골절이 10예, 개방성 골절은 8예였다. 수술 시 정복을 위한 다양한 술식을 이용하였고, 골유합 시기와 불유합 또는 부정유합 등의 합병증을 조사하였다.

**결 과:** 지연유합으로 뼈이식이 필요한 경우가 3예였으나, 추후 전 예에서 골유합을 얻었다. 평균 골유합 기간은 16.3주(범위 12-21주)였다. 5도 이상의 각형성은 2예에서만 나타났고 평균 각변형 정도는 2.2°였다. 슬관절 운동범위는 129°, 족관절의 운동범위는 68°였으며 관절의 구축이나 25° 이상의 운동 범위의 감소는 관찰되지 않았다. 다른 합병증은 국소감염증 2예가 있었다.

**결 론:** 금속정 삽입 시 추가적인 술식의 사용이 동반되면 경골 분절 골절에서 교합성 골수강 내 금속정을 이용한 치료는 높은 골유합률과 낮은 합병증, 만족할 정렬을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

**색인 단어:** 경골, 분절 골절, 골수강 내 금속정, 정복술

## Clinical Outcomes of the Tibia Segmental Fractures Treated by Intramedullary Nail Using Various Reduction Techniques

Oog-Jin Shon, M.D., Ji-Hoon Shin, M.D., Chul-Wung Ha, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yeungnam University Medical Center, Yeungnam University College of Medicine, Daegu, Korea

**Purpose:** We evaluated the clinical outcomes of tibia segmental fractures treated by intramedullary nailing using various reduction techniques.

**Materials and Methods:** From January 2003 to June 2009, 18 segmental tibial fracture patients treated by intramedullary nail were enrolled with a minimum 12-month follow-up. The mean follow-up was 38 months (range 15-72). According to the AO classification, the fractures were types 42C2.1, 42C2.2, and 42C2.3 in four, ten, and four patients, respectively. Ten fractures were closed and eight were open. We used various techniques for reduction during operation and investigated bone union time and complication (non-union, malunion etc.).

**Results:** Bone grafting was performed in three patients. Complete union was achieved in all patients. The mean time for union was 16.3 weeks (range 12-21), except in three delayed union patients. All radiological evaluations showed good alignment (less than 5 degree) except in two patients; and the mean deformity angle was 2.2 degree. Knee range of motion (ROM) was 129 degree, and ankle ROM was 68 degree. Local wound infection occurred in two patients.

**Conclusion:** Intramedullary nailing is a successful method in the acute management of segmental tibial fractures, if accompanied by appropriate reduction technique.

**Key Words:** Tibia, Segmental fracture, Intramedullary locking nail, Reduction technique

통신저자 : 손 욱 진

대구시 남구 현충로 170, 영남대학교병원 정형외과학교실

Tel : 053-620-3640 • Fax : 053-628-4020

E-mail : hhahaha1@naver.com

접수: 2012. 6. 23

심사(수정): 2012. 8. 6

게재확정: 2012. 10. 6

Address reprint requests to : Oog-Jin Shon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Yeungnam University Medical Center, 170, Hyeonchung-ro, Nam-gu, Daegu 705-717, Korea

Tel : 82-53-620-3640 • Fax : 82-53-628-4020

E-mail : hhahaha1@naver.com

## 서 론

경골 분절 골절은 경골 골절의 약 3-12%를 차지하는 골절이며 고에너지 손상으로 초래되고, 심한 연부조직 손상이 동반되는 경우가 많다<sup>13)</sup>. 치료 시 정복과 유지가 쉽지 않으며 동반 손상이 많고, 분쇄정도가 심하여 불유합, 지연유합, 부정유합, 골괴사, 골수염 등의 많은 합병증이 동반된다<sup>18)</sup>. 치료방법으로 비수술적 치료, 금속판, 골수강 내 금속정, 외고정 장치까지 다양하며 초기치료의 술식에 대해서는 논쟁이 있지만, 수술시간의 단축, 조기 보행이 가능하다는 장점을 들어 골수강 내 금속정을 이용한 치료가 보편적으로 사용되고 있다<sup>1,17,20)</sup>. 하지만 치료 시 비교적 높은 비율의 부정정렬이 보고되고 있으며, 골수내정으로 고정시 발생할 수 있는 부정정렬을 방지하는 방법들이 소개되어 왔다<sup>6,12,15)</sup>. 이에 저자들은 골수강 내 금속정을 이용한 경골 분절 골절의 치료에서 부정정렬을 최소화하기 위해 다양한 술식을 사용한 뒤 임상적 결과에 대해 알아보고자 하였다.

## 대상 및 방법

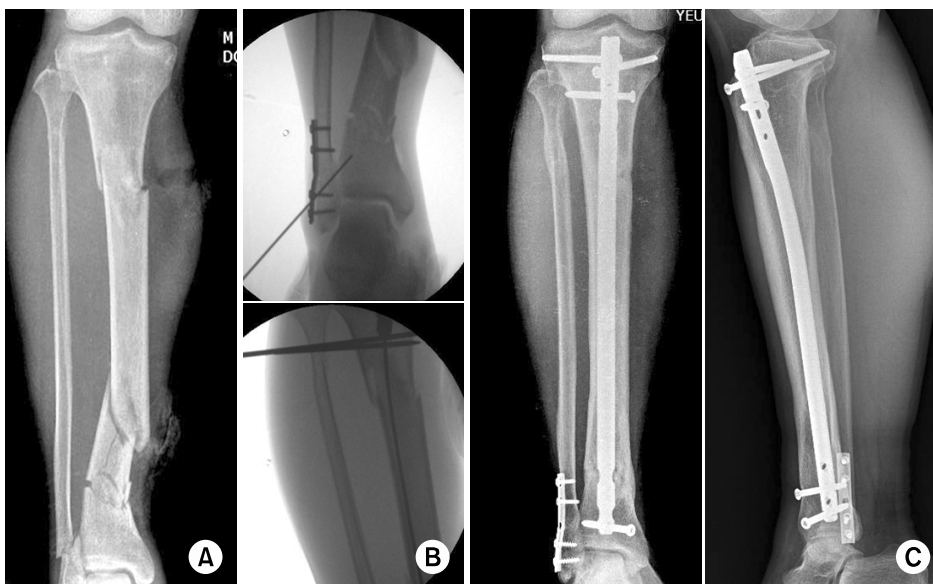
### 1. 연구 대상

2003년 1월부터 2009년 6월까지 경골 분절 골절 환자 중 골수강 내 금속정을 이용하여 수술 시행 후 1년 이상 추시 가능한 18예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 38개월(15-72개월)이었고, 평균연령은 50.8세(23-70)세였고, 남자 15예, 여자 3예였다. 발생 원인은 교통사고가 16예

(89%), 물건 추락에 의한 직접 손상 2예(11%)였다. 18예 중 9예에서 동반 손상이 있었고, 6예에서 정형외과적 질환이 동반되었으며, 4예에서 타과적 질환이 동반되었다. 골절의 분류는 AO 분류에서 42C2.1이 4예, 42C2.2가 10예, 42C2.3가 4예였다. 폐쇄성 골절이 10예, 개방성 골절은 8예였으며, Gustilo-Anderson의 분류 grade I 4예, grade II 3예, grade IIIa 1예였다.

### 2. 수술방법

수술은 환자의 전신 상태와 창상의 조건에 따라 수술 시기를 정하였는데, 가능한 조기에 실시하려 하였지만 조기에 수술을 시행할 수 없는 경우에는 골건인을 시행하여 골절선과 골절편의 충분한 정복을 얻은 후 수술하였다. 개방성 골절에 대해서는 충분한 변연 절제술 후 일차 봉합을 원칙으로 하였고, 심한 연부조직 손상이 동반된 3예에서 내원 직후 외고정 장치를 이용하여 1차 수술을 시행하고, 연부조직의 안정화가 되었다고 생각되는 시점에서 가능한 빨리 골수강 내 금속정 교체술과 연부조직 재건을 시행하는 것을 원칙으로 하였다. 개방 정도가 심한 4예에서 비확공성 금속정을 사용하였고, 나머지 14예에서는 확공성 금속정을 사용하였다. 동반된 비골 골절이 원위부에 위치하여 족관절의 불안정성이 예상될 때는 금속판으로 비골을 고정하여 길이 유지를 한 뒤 골수정을 삽입하였다. 골수내정의 삽입 시 슬개건을 분열하여 삽입하였으며, 위치는 전방십자인대 부착부 바로 앞쪽의 외측 과간 융기 지점으로 하여 근위부의 외반 변형을 유발하는 것을 방지하였다. 금속정을 삽입하는 동안의 골편 정복을 위해 정복 검자를 이



**Fig. 1.** (A) A 54-year-old male patient, segmental tibial fracture. (B) Initial stabilization of fibula and reduction technique using Steinmann pin. (C) Union of the fracture 5 months later.



**Fig. 2.** (A) A 47-year-old male patient, segmental tibial fracture. (B) Reduction technique using blocking screw. (C) Union of the fracture 6 months later.



**Fig. 3.** (A) A 52-year-old male patient, segmental tibial fracture. (B) Stabilization with a supplemental unicortical plate and expert nail.

용하거나 Steinmann pin으로 임시 고정하여 정복을 유지하였다(Fig. 1B). 또한 근위부의 외반 변형 방지를 위해 2예에서 근위부 내측에 차단나사를 사용하였고(Fig. 2B), 1예에서 전방각형성 방지를 위해 근위부 후방에 차단나사를 사용하였다. 근위부 골절이 경골 조면 부위에 있는 1예에서는 작은 금속판을 경골의 내측에 고정하여 근위부의 내측을 보강한 뒤 골수내정을 삽입하여 부정정렬을 방지하였

다(Fig. 3B). 교합나사 고정은 근위부 및 원위부 나사못 모두 고정하는 정적 고정방식(static locking)으로 하였다. 2예에서는 골수내정의 근위부에 2개의 횡나사에 2개의 사면나사를 추가로 고정하였고, 6예에서는 근위부에 3개의 교합나사를 고정하여 골절부의 안정성을 제공하였다<sup>16)</sup>. 원위 골절편이 짧은 5예에서는 금속정의 하단에서 약 3 cm 내에 최대 3개의 교합나사를 삽입할 수 있도록 고안된 Expert tibia nail (ETN<sup>®</sup>; Synthes, Solothurn, Switzerland)을 사용하여 원위부 골절편의 안정성을 제공하였다<sup>11)</sup>. 상태에 따라서 다른 동반 골절이 없다면 체중 부하 없이 조기 보행을 실시하였으며, 대퇴 사두근 강화 운동, 슬관절 및 족관절 운동을 실시하였으며, 골절의 양상과 고정 정도, 방사선학적인 가골 형성 정도에 따라서 부분 또는 전 체중 부하 운동을 권장하였다.

### 3. 평가 방법

수술 후 정기적인(평균 2주간) 방사선 사진을 통해 추시 기간 중 골유합 시기와 불유합 또는 부정유합 등의 합병증을 조사하였다. 골유합의 정의는 방사선적으로 경골의 전후, 측면 사진상 가골의 성숙이 골절면의 3/4 이상 폐쇄된 경우로 하였으며, 임상적으로 골절 부위의 압통과 움직임이 없는 상태로 정의하였다<sup>9)</sup>. 지연유합은 방사선학적으로 20주에도 가골 형성의 소견이 보이지 않고 골수강 내 골소주의 연속성이 보이지 않는 것으로 정하였다. 부정유합으로

Table 1. Summary of Clinical Data

	Value
Bone union time (wk)	16.3
Angulation deformity (degree)	2.2
Knee ROM (degree)	129 (110-135)
Ankle ROM (degree)	68 (60-70)

Values are presented as mean or mean (range). ROM: Range of motion.

인정되는 각변형의 기준은 내·외측 5° 이상, 전·후 10° 이상의 각변형이 있을 경우로 정하였으며, 건축 경골에 비해 10 mm 이상 짧을 때 단축이 있다고 정의하였다. 그 외 슬관절 및 족관절의 운동장애와 동통, 감염, 구획증후군 등의 합병증을 알아보았다.

## 결 과

총 18예 중 15예에서 추가 술식 없이 골유합을 얻었고, 이 경우의 평균 골유합 기간은 16.3주(범위 12-21주)였다. 3예에서는 근위부에서 지연유합이 있어 골유합 촉진을 위해 1예는 술 후 20주, 2예는 24주에 장골의 해면골 이식을 시행하여 32주 이내에 골유합을 얻을 수 있었다. 관상면에서 5° 이상의 각변형은 원위부의 6°의 내반을 보인 1예였으며, 시상면에서 10° 이상의 각변형은 근위부에서 11°의 전방각형성을 보인 1예가 있었으며, 18예의 평균 각변형 정도는 2.2°였다. 최종 추시시 슬관절 평균 운동 범위는 129° (110-135°), 족관절의 평균 운동범위는 68° (60-70°)였으며 관절의 구축이나 25° 이상의 운동 범위의 감소는 관찰되지 않았다(Table 1). 합병증으로 국소감염 2예가 있었으며 감염 부위는 수상 당시의 개방성 창상 부위였으며 변연절제술 및 세척술과 항생제 치료로 치유되었다. 그 이외에 불유합이나 하지 단축, 슬관절, 족관절의 운동 장애, 골수염 등의 다른 합병증은 나타나지 않았고, 나사못의 파손 등 기구 실패에 의한 합병증도 없었고, 최종 추시 시 모든 환자에서 골절 이전의 직업이나 일상 생활로 복귀한 것으로 조사되었다(Table 2).

## 고 찰

골수강 내 금속정 고정술은 연부조직 절개를 최소화하고, 골막의 혈행을 보존하고 견고한 고정을 할 수 있으며 조기 보행 및 체중부하를 가능하게 하는 장점이 있어 경골 분절 골절의 치료에 널리 선택되는 방법이지만 경골 분절 골절의 경우 높은 빈도의 부정정렬이 보고되어 왔다. Woll

Table 2. Complications

	Case
Delayed union	3/18 (16.6)
Coronal malalignment	1/18 (5.5)
Sagittal angulation	1/18 (5.5)
Local infection	2/18 (11.1)

Values are presented as number (%).

과 Duwelius<sup>21)</sup>는 골수강 내 금속정을 이용한 경골 분절 골절의 치료에서 29%의 부정유합을 보고하였고, Singer와 Kellam<sup>19)</sup>은 49%까지 부정유합이 발생하였다고 보고하였으며 특히 근위부에서의 변형이 호발한다고 보고하였다. 이는 간단부에서 근위부로 갈수록 골수강의 직경이 넓어져서 골수정과 피질골 사이의 접촉이 적고, 교합나사가 해면골에만 고정됨으로써 발생한다<sup>3,6,11,12)</sup>. 특히 전방각 변형과 외반 변형이 가장 흔한 것으로 알려져 있으며 시상면에서 각형성에 영향을 주는 요소는 슬개건과 전방 근육군의 견인력, 후방 피질골의 결손, 원위 골편에서 금속정의 췌기현상, 금속정의 원위부 삽입 등이 있겠으며<sup>4,6,12,21)</sup> 관상면에서 영향을 주는 요소로는 내측에서 시작된 골수정의 삽입구로 인한 외측으로 향하는 금속정의 방향, 외측 근육군의 견인력 등이 있다<sup>4,6,12)</sup>. 한편 원위부의 골수강 또한 면적이 넓고 원위부 골절편의 길이가 짧기 때문에 안정적인 고정이 어렵고, 그로 인해 금속정이나 교합나사가 파손될 수 있다는 보고가 있다<sup>8,10,14,18)</sup>. 이에 대해 부정정렬을 일으키는 원인이 밝혀지고, 최근 이를 방지하는 방법들이 소개되고 있으며<sup>5)</sup> 저자들의 경우에도 골편의 정복을 위해 다양한 술식을 활용하였고, 치료 결과 총 18예 중 16예에서 5° 이하의 부정정렬을 보였으며 부정정렬을 보인 2예 또한 원위부 내반 6°, 근위부 전방 11°로 나타나 허용범위와 큰 차이를 보이지 않았다. 골수내정의 삽입 시 삽입부의 위치는 골절 양상에 따라 조금씩 달라졌지만 전방십자인대 부착부 앞쪽의 외측 과간 융기 지점을 기준으로 하여, 삽입 위치가 내측으로 향하여 근위부의 외반 변형을 유발하는 것을 방지하였다. Buehler 등<sup>4)</sup>은 골절을 정복하고 골수내정을 삽입하는 동안 정복을 유지하기 위하여 근위 경골 골절에 대퇴골 신연기의 사용을 제안하였고, 그 외 Schanz 핀과 외고정 기구와 같은 방법을 사용할 수 있지만, 본 연구에서는 골수내정을 삽입하는 동안 정복 검자나 Steinmann 핀을 사용하여 경골적으로 정복 유지를 시도하였다. Krettek 등<sup>10)</sup>은 근위 경골 골절 10예와 원위 경골 골절 11예를 차단나사를 사용하여 골수내정으로 고정한 결과 관상면에서의 변형은 5° 외반에서 3°, 내반 각변형으로 평균 1°였고, 시상면에서의 변형은 6° 굴곡에서 11° 신전 각변형으로 평균

1.6°였다고 하여 차단나사 유용성을 제안하였다. 저자들의 경우에도 근위부의 외반 변형 방지를 위해 2예에서 근위부 내측에 차단나사를 사용하였고, 1예에서 근위부 후방에 차단나사를 사용하여 전방 각형성을 방지할 수 있었다. 또한 Bone 등<sup>2)</sup>은 골수내정을 고정하기 전에 작은 금속판을 경골의 전방에 부가적으로 고정하는 방법을 제안하였는데, 근위부 일부를 개방하여 감염의 빈도가 증가되는 단점이 있어 근위부 골절선이 경골 조면 부위 이상까지 침범하였던 1예에서만 작은 절개를 통하여 금속판을 경골의 내측에 고정하여 근위부의 내측을 보강한 뒤 골수내정을 삽입하여 부정정렬을 방지할 수 있었다. 경골 분절 골절은 고에너지 손상으로 부정정렬 이외에도 개방성 골절, 감염, 지연유합, 불유합 등의 합병증이 호발하여 치료의 결과가 우수하지 못하다고 보고되어 왔다<sup>18)</sup>. Singer와 Kellam의<sup>19)</sup> 연구에서는 골유합을 위해 47%에서 이차적인 술식이 필요했으며, Bone 등<sup>2)</sup>도 22예 중 13예에서 골유합을 위해 추가적인 술식이 필요했다고 보고하였다. 본 연구에서는 총 18예 중 15예에서 추가 술식 없이 일차적인 골유합을 얻었고, 3예의 지연유합도 골이식을 통해서 모두 유합을 얻을 수 있었다. Giannoudis 등<sup>7)</sup>의 최근 연구에서 27예의 경골 분절 골절의 치료결과 5개의 국소 감염과 4예의 심부 감염을 보고하였는데, 본 연구에서는 총 18예 중 8예의 개방성 골절이 포함되었음에도 불구하고 2예의 국소 감염을 제외하고, 심부 감염 등의 합병증이 발생하지 않았다. 연구대상 중 개방 정도가 비교적 경한 I, II형의 경우가 많았다는 제한점이 있지만, 초기 치료 시 충분한 변연 절제술을 시행하였고 심한 연부조직 손상이 동반되어 외고정 장치를 시행한 3예에서는 피사조직의 제거가 충분하다고 생각되는 시점에서 가능한 빨리 골수강 내 금속정 교체술과 연부조직 재건을 시행하여 핀 주위 감염과 이차적 심부 감염을 예방할 수 있었다. 본 연구는 결과를 비교할 수 있는 대조군이 없었고, 대상 환자의 수가 적다는 제한점을 가지고 있다. 경골 분절 골절이 경골 골절에서 차지하는 빈도가 낮기는 하지만 향후 보다 많은 수의 환자를 대상으로 하고, 최근 들어 사용 빈도가 높아지고 있는 최소 침습적 방법과의 비교 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

경골의 해부학적 특징에 대한 이해, 골수내정 삽입 시 부가적인 술식의 사용, 적절한 연부조직 손상의 치료가 동반되면 경골 분절 골절에서 교합성 골수강 내 금속정을 이용한 치료는 높은 골유합률과 낮은 합병증, 만족할 만한 정렬을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) **Asche G:** Results of the treatment of femoral and tibial fractures following interlocking nailing and plate osteosynthesis. A comparative retrospective study. *Zentralbl Chir*, **114**: 1146-1154, 1989.
- 2) **Bone LB, Kassman S, Stegemann P, France J:** Prospective study of union rate of open tibial fractures treated with locked, unreamed intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, **8**: 45-49, 1994.
- 3) **Bono CM, Levine RG, Rao JP, Behrens FF:** Nonarticular proximal tibia fractures: treatment options and decision making. *J Am Acad Orthop Surg*, **9**: 176-186, 2001.
- 4) **Buehler KC, Green J, Woll TS, Duwelius PJ:** A technique for intramedullary nailing of proximal third tibia fractures. *J Orthop Trauma*, **11**: 218-223, 1997.
- 5) **Byun YS, Shin DJ:** Intramedullary nailing of proximal tibial fractures. *J Korean Fract Soc*, **22**: 197-205, 2009.
- 6) **Freedman EL, Johnson EE:** Radiographic analysis of tibial fracture malalignment following intramedullary nailing. *Clin Orthop Relat Res*, **(315)**: 25-33, 1995.
- 7) **Giannoudis PV, Hinsche AF, Cohen A, Macdonald DA, Matthews SJ, Smith RM:** Segmental tibial fractures: an assessment of procedures in 27 cases. *Injury*, **34**: 756-762, 2003.
- 8) **Hahn D, Bradbury N, Hartley R, Radford PJ:** Intramedullary nail breakage in distal fractures of the tibia. *Injury*, **27**: 323-327, 1996.
- 9) **Kim JR, Lee HS, Choi MK, Lee KB, Park JH, Lee JM:** Treatment of distal tibial fractures by interlocking intramedullary nailing. *J Korean Fract Soc*, **16**: 348-355, 2003.
- 10) **Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC, Miclau T:** The use of Poller screws as blocking screws in stabilising tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Br*, **81**: 963-968, 1999.
- 11) **Laflamme GY, Heimlich D, Stephen D, Kreder HJ, Whyne CM:** Proximal tibial fracture stability with intramedullary nail fixation using oblique interlocking screws. *J Orthop Trauma*, **17**: 496-502, 2003.
- 12) **Lang GJ, Cohen BE, Bosse MJ, Kellam JF:** Proximal third tibial shaft fractures. Should they be nailed? *Clin Orthop Relat Res*, **(315)**: 64-74, 1995.
- 13) **Melis GC, Sotgiu F, Lepori M, Guido P:** Intramedullary

- nailed in segmental tibial fractures. J Bone Joint Surg Am, **63**: 1310-1318, 1981.
- 14) **Mosheiff R, Safran O, Segal D, Liebergall M**: The unreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures. Injury, **30**: 83-90, 1999.
- 15) **Mueller CA, Eingartner C, Schreitmüller E, et al**: Primary stability of various forms of osteosynthesis in the treatment of fractures of the proximal tibia. J Bone Joint Surg Br, **87**: 426-432, 2005.
- 16) **Park HB, Kang BJ, Song HR, Koo KH, Jeong ST, Cho SH**: Screw breakage in tibial interlocking nailing. J Korean Fract Soc, **15**: 483-488, 2002.
- 17) **Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP, 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 Br, **77**: 781-787, 1995.
- 18) **Schmidt AH, Finkemeier CG, Tornetta P 3rd**: Treatment of closed tibial fractures. Instr Course Lect, **52**: 607-622, 2003.
- 19) **Singer RW, Kellam JF**: Open tibial diaphyseal fractures. Results of unreamed locked intramedullary nailing. Clin Orthop Relat Res, **(315)**: 114-118, 1995.
- 20) **Tornetta P 3rd, Collins E**: Semiextended position of intramedullary nailing of the proximal tibia. Clin Orthop Relat Res, **(328)**: 185-189, 1996.
- 21) **Woll TS, Duwelius PJ**: The segmental tibial fracture. Clin Orthop Relat Res, **(281)**: 204-207, 1992.