

## 근위 경골 골절에 대한 최소 침습적 경피적 금속판 고정술

오창욱 · 오종건\* · 전인호 · 경희수 · 박일형 · 인주철 · 우연기 · 정호성

경북대학교 의과대학 정형외과학교실, 이화여자대학교 의과대학 정형외과학교실\*

**목 적:** 여러 가지의 치료 방법에도 불구하고, 근위 경골 골절의 치료는 그 결과가 좋지 못하며, 합병증의 발생률이 높은 것으로 알려져 있다. 이러한 문제점들을 개선하고자, 저자들은 근위 경골 골절에서 경피적 금속판 고정술을 시행하고, 그 결과를 고찰하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 24례의 근위 경골 골절 (AO 41A; 5례, AO 41C; 12례, AO 42; 7례)에 대하여 내측, 외측 또는 양측성으로 경피적 금속판 고정술을 시행하였고, 골 이식을 시행한 예는 없었다. 개방성 골절이 1례에서 있었다.

**결 과:** 전례에서 골 유합을 얻을 수 있었으며, 평균 유합기간은 16.5주 이었다. 1례에서 1 cm의 골단축이 있었고, 6도의 외반변형 1례, 5도의 내반변형 1례를 포함하여 2례에서 부정정렬이 있었다. 1례에서 표재성 감염이 있었으나, 금속판 제거 후 치유되었으며, 심부 감염이 발생한 사례는 없었다. 임상적 평가는 modified Rasmussen system을 이용하였으며, 전 레에서 우수 혹은 양호를 보였다.

**결 론:** 최소 침습적 금속판 술식은 근위 경골 골절의 치료에 있어 합병증의 가능성을 줄이고, 우수한 결과를 얻을 수 있는 좋은 술식으로 생각된다.

**색인 단어:** 근위 경골 골절, 경피적 금속판 고정술

## Minimally Invasive Percutaneous Plate Stabilization of Proximal Tibial Fractures

Chang Wug Oh, M.D, Jong Keon Oh, M.D.\*, In Ho Jeon, M.D., Hee Soo Kyung, M.D.,  
Il Hyung Park, M.D., Joo Chul Ihn, M.D., Yeon Ki Woo, M.D., Ho Sung Jung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Ewha Woman's University, Seoul, Korea\*

**Purpose:** Despite of various treatment methods, proximal tibial fractures are common injuries that may be associated with poor outcomes and high rates of complications. To improve this, percutaneous plating technique was performed in the proximal tibial fractures.

**Materials and Methods:** Twenty-four proximal tibial fractures (AO 41A; 5, AO 41C; 12, AO 42; 7) were treated by percutaneous plating with either or both sides without bone graft. One was open fracture.

**Results:** All fractures were healed. The average time for fracture healing was 16.5 weeks (range, 8~24 weeks). Complications included a 1cm shortened case and two mal-alignments; a 6 degree valgus case and 5 degree varus case. There was one case of superficial infection, which healed after plate removal. But, there was no deep infection. Results were evaluated by modified Rasmussen score system, all patients had excellent or good result.

**Conclusion:** Minimally invasive percutaneous plating technique can provide favorable results in the treatment of proximal tibial fractures.

**Key Words:** Proximal tibial fractures, Minimally invasive, Percutaneous plating

## 서 론

고식적인 관혈적 정복 및 금속판 고정술은 근위 경골 골절에서 많이 사용되어 왔지만<sup>20)</sup>, 피부절개를 통해 골절부를 직접 노출시킴으로써 특히 내측부의 연부조직의 손상을 초

래하게 되어 피부의 괴사와 함께 심부 감염을 발생시킬 수 있는 단점이 있다<sup>1,25,27,31)</sup>. 이에 반해 원형 또는 혼성 외고정 장치를 이용한 경골 근위부 골절의 치료는 위의 합병증을 줄여 왔지만, 불 유합과 핀 주위 감염이 적지 않게 발생하는 것으로 알려져 있다<sup>13~15,22)</sup>. 또한 골수내 금속정 삽입술 (intramedullary nailing)은 경골 골절에서 사용될 수 있는 치

통신저자 : 오 창 욱

대구광역시 중구 삼덕 2가 50  
경북대학교 병원 정형외과학교실  
Tel : 053-420-5630 · Fax : 053-422-6605  
E-mail : cwoh@knu.ac.kr

Address reprint requests to : Chang Wug Oh, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Kyungpook National University  
Hospital 50, 2Ga, Samduk Dong, Chung-gu, Daegu, 700-721, Korea  
Tel : +82-53-420-5630 · Fax : +82-53-422-6605  
E-mail : cwoh@knu.ac.kr



**Fig. 1.** (A, B) A 31-year-old man with proximal tibial fracture was treated with percutaneous plating using periarticular plate on the lateral side. (C) After operation, good alignment was achieved on the coronal and sagittal planes. (D) The fracture was healed 14 weeks after surgery.

료 방법이나, 근위 경골 골절에서는 고정력이 불충분하고, 부정정렬의 빈도가 높은 단점이 있는 등 그 사용에 제한이 따르게 된다<sup>6)</sup>.

최근, 최소 침습적 경피적 금속판 고정술을 이용한 간접 정복술 및 생물학적 고정술은 골절부의 직접적인 조작 없이도 만족할 만한 길이와 정렬, 그리고 골절부의 유합을 얻었다는 보고들이 많은데<sup>2,8,10,16,18,30)</sup>, 저자들은 이 방법을 24례의 근위 경골 골절에서 시행하고 임상적 및 방사선학적으로 그 결과를 고찰하고자 하였다.

## 대상 및 방법

1998년 1월부터 2002년 12월까지 근위 경골 골절에 대하여 경피적 금속판 고정술로 치료한 총 24례에 대하여 조사하였다. 근위 경골 간부 골절이나 근위 경골 관절내 골절을 입은 성인 환자를 대상으로 하였으며, AO/OTA 분류에 따라 41A형이 5례, 41C형이 12례, 42형이 7례 이었다. 남자가 19례, 여자가 5례이 있으며, 평균 나이는 48세 (27~74세)이었다. 손상의 원인으로는 교통사고가 18례, 낙상이 6례 이었다. Gustillo-Anderson의 분류상 제3도의 개방성 골절이 1례에서 있었으나<sup>7)</sup>, 신경이나 혈관손상을 입은례는 없었다. 8례에서 동측의 대퇴골 골절, 반대측 경골 골절 또는 슬개골 골절 등의 동반손상이 있었다. 수술의 시기는 가능한 조기에 시행하였으나, 연부조직의 상태에 따라 심한 부종이나 이로 인한 피부의 수포를 동반한 경우에는 종골 견인 후 피부상태가 향상될 때까지 수술 시기를 늦추었다.

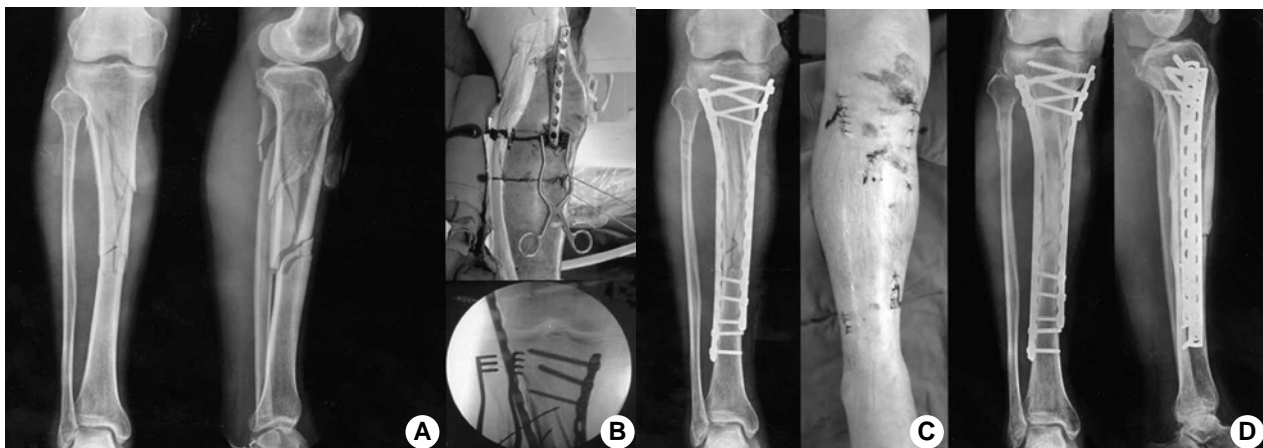
### 1. 수술 방법

사용된 금속판은 narrow LC-DCP (limited contact dynamic

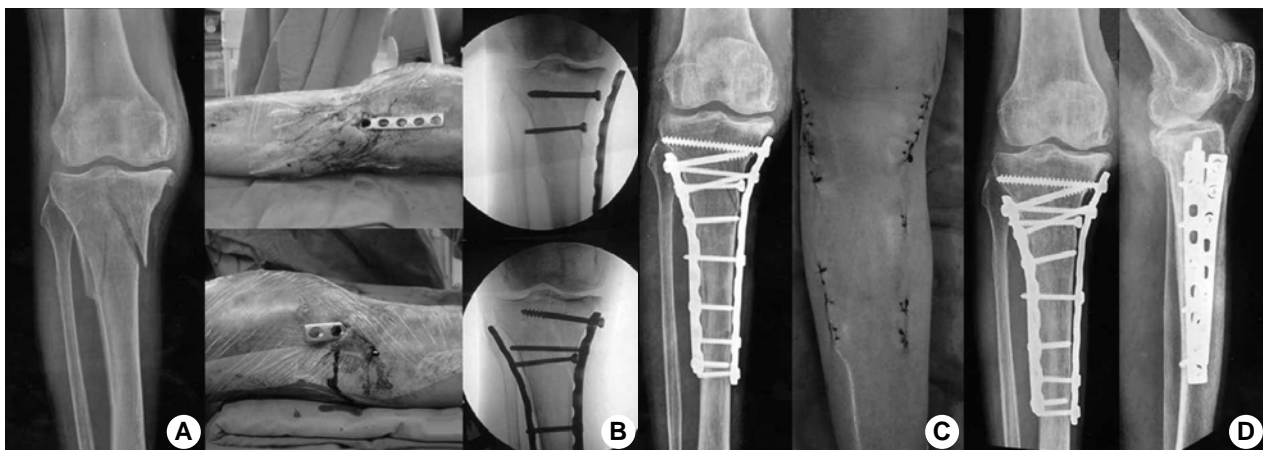
compression plate, Synthes<sup>®</sup>)와 LCP (locking compression plate, Synthes<sup>®</sup>), 그리고 periarticular plate (Zimmer<sup>®</sup>) 등으로, 수술 전에 방사선 사진을 확인하여 적절한 길이의 금속판을 선택한 다음, 인공 경골 모델의 근위부 전내측 또는 전외측을 따라 금속판을 굽혀두었다 (periarticular plate는 제외함). 마취하에 환자를 방사선 투시가 가능한 수술대에 눕힌 뒤, 동측의 장골 능에서부터 전체 하지를 소독하였고, 지혈대는 사용하지 않았다. 관절내 골절의 경우는 정복 전 또는 후에 필요시 나사못 고정 등을 하였다. 신연기나 정복 겹자를 이용하여 임시 정복 후 경골 근위부의 내측 또는 외측에 약 2~3 cm의 제한된 절개를 가하였다. 금속판을 고정하기 전에 영상증폭기로 골절부의 정복상태를 확인한 다음, 전방구획의 피하의 근육하면을 따라 금속판을 삽입하였다. 골절부의 노출은 없었고, 골절부의 완전한 해부학적 정복은 시도하지 않았으나, 영상증폭기를 이용하여 시상면과 관상면상에서의 적절한 정복상태를 확인하였다. 피부상태 또는 술자의 선호도에 따라 내측 또는 외측에 금속판을 고정하였고, 이때 각각의 골절면에 3개 이상의 나사못 고정을 원칙으로 하였다 (Fig. 1). 한 개의 금속판 고정시 근위부의 골절면에 고정된 나사못의 숫자가 충분하지 못할 경우, 고정력을 증가시키기 위해 같은 방식으로 다른 면에 또 하나의 금속판을 고정하는 이중 금속판 고정술을 시행하였다 (Fig. 2).

### 2. 술 후 처치

술 후 다음날부터 대퇴 사두근 강화 운동과 수동적 슬관절 운동을 시작하였다. 퇴원 후에는 자가에서 직 하퇴 거상 운동과 능동적 슬관절 운동을 하도록 교육하였다. 술 후 4~6 주경에 부분 체중부하를 허용하였으며, 골 유합의 조건이 관찰되기 전에는 전 체중부하를 금지시켰다. 골절부에 분명



**Fig. 2.** (A) A 36-year-old man had a proximal tibial metaphyseal fracture with severe comminution. (B) After temporary reduction, percutaneous plating with two LC-DCPs was made under the fluoroscopic guide, bilaterally. (C) Satisfactory alignment was achieved on the postoperative radiograph and clinically. (D) The fracture was healed 16 weeks after surgery.



**Fig. 3.** (A) A proximal tibial fracture with intra-articular extension of a 74-year-old woman. (B) Bilateral percutaneous plating was done after lag screwing of the proximal tibia, under the fluoroscopy. (C) After operation, good alignment was achieved on the radiograph and clinically. (D) The fracture was healed 16 weeks after surgery.

한 가골 형성이 관찰될 때까지 환자들은 4주 간격으로 방사선 검사를 추시 시행하였다.

## 결 과

총 24례의 환자 중에서 AO-OTA 분류상에 따르면 41A 골절이 5례, 41C 골절이 12례 (Fig. 3), 42 골절이 7례 이었고, 평균 추시 기간은 22개월 (13~38개월)이었다 (Table 1). 금속판의 고정 위치는 내측이 6례, 외측이 4례, 그리고 양측 (이중 금속판 고정술)이 14례에서 시행되었다. 전례에서 골 유합을 얻었으며, 골 이식술이 필요한 경우는 없었다. 평균 골

유합 기간은 16.5주 (8~24주)이었으며, 평균 수술 시간은 94분, 평균 영상증폭기의 사용 시간은 270초였다.

골절의 분쇄가 많았던 1례에서 1 cm의 단축이 관찰되었고, 6도의 외반변형과 5도의 내반변형이 각각 1례에서 발생하였는데, 이는 초기의 증례 중 술 전 금속판의 부적절한 굽힘으로 인해 야기되었으며, 이차적인 정복의 소실에 의한 부정정렬은 발생하지 않았다.

이중 금속판 고정술을 시행한 1례에서 내측면에 표재성 감염이 관찰되었으나, 금속판 제거술 후 치유되었다. 전례에서 심부 감염이 발생한 경우는 없었다. 5례의 환자에서 내측의 금속판 삽입부에 경도의 불편감을 호소하였으며, 이중 2

**Table 1.** Proximal tibial fractures treated with percutaneous plate stabilization

| No. | Age (yr) | AO/OTA                     | Position of the Plate<br>Union time      | Union time<br>(wk) | Radiologic<br>Score* | Clinical<br>Score* | ROM    | Complications         |
|-----|----------|----------------------------|--|--------------------|----------------------|--------------------|--------|-----------------------|
| 1   | 60       | 41A                        | Bilateral                                | 20                 | Good                 | Excel              | 130    |                       |
| 2   | 37       | 41A                        | Medial                                   | 14                 | Excel                | Excel              | 120    |                       |
| 3   | 36       | 41A                        | Lateral                                  | 16                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 4   | 41       | 41A                        | Bilateral                                | 18                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 5   | 31       | 41A                        | Lateral                                  | 18                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 6   | 70       | 41C                        | Lateral                                  | 16                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 7   | 41       | 41C                        | Medial                                   | 14                 | Excel                | Excel              | 120    |                       |
| 8   | 43       | 41C                        | Bilateral                                | 16                 | Excel                | Excel              | 120    |                       |
| 9   | 74       | 41C                        | Bilateral                                | 16                 | Good                 | Good               | 110    |                       |
| 10  | 48       | 41C                        | Medial                                   | 20                 | Good                 | Excel              | 130    |                       |
| 11  | 51       | 41C                        | Bilateral                                | 16                 | Good                 | Excel              | 120    | Valgus 6              |
| 12  | 38       | 41C                        | Bilateral                                | 20                 | Good                 | Fair               | 80     | 1 shortening          |
| 13  | 43       | 41C                        | Bilateral                                | 20                 | Excel                | Excel              | 110    |                       |
| 14  | 56       | 41C                        | Bilateral                                | 18                 | Excel                | Excel              | 110    | Superficial infection |
| 15  | 54       | 41C                        | Bilateral                                | 10                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 16  | 45       | 41C                        | Bilateral                                | 12                 | Good                 | Good               | 120    | Varus 5               |
| 17  | 27       | 41C                        | Medial                                   | 8                  | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 18  | 66       | 42A                        | Lateral                                  | 16                 | Good                 | Excel              | 130    |                       |
| 19  | 37       | 42C                        | Medial                                   | 18                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 20  | 56       | 42C                        | Bilateral                                | 20                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 21  | 53       | 42C                        | Medial                                   | 24                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 22  | 52       | 42C                        | Bilateral                                | 14                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 23  | 43       | 42C                        | Bilateral                                | 16                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 24  | 50       | 42C                        | Bilateral                                | 18                 | Excel                | Excel              | 130    |                       |
| 계   | 48 years | 41A; 5<br>41C; 12<br>42; 7 | Bilateral; 14<br>Medial; 6<br>Lateral; 4 | 16.5주              |                      |                    | 123.3도 |                       |

\*Radiologic and clinical knee score is the evaluation according to the Rasmussen scoring system

레에서 나사못의 파열이 있었고, 1레에서 나사못의 밀려나움이 관찰되었으나, 골 유합에 부정적인 영향을 미치거나 심각한 기능장애를 야기한 경우는 없었다.

Modified Rasmussen's system을 따라<sup>19)</sup>, 최종 추시상의 임상적 그리고 방사선학적 결과를 평가하였다 (임상적 점수: 우수; 27~30, 양호; 20~26, 보통; 10~19, 불량; <10, 방사선학적 점수: 우수; 18, 양호; 12~17, 보통; 6~11, 불량; <6). 방사선적 결과에서는 모든 환자에서 우수 또는 양호의 결과를 보였으며 (평균 17.4, 16~18), 임상적 결과에서는 대부분의 환자들에서 우수 또는 양호의 결과 (평균 점수 27, 14~30)를

보였고, 1레에서 보통의 결과를 나타내었는데, 이는 동반된 동측의 원위 대퇴골의 관절 내 골절에 기인한 것으로 사료되었다. 슬관절의 평균 운동범위는 123.3도 (80~140)이었다.

## 고 찰

근위 경골 골절의 치료 결과는 관절 운동의 제한이나 불안정성, 외상성 관절염, 피부괴사 및 감염 등의 합병증이 동반되는 경우가 많아 불만족스러울 수 있는데<sup>1,11,12,20,21,26)</sup>, 특히 고식적인 관혈적 금속판 고정술에서 골막의 절개와 근육

손상을 일으키므로 골절부의 치유까지 지연시킨다는 것은 동물 실험적 연구에서 확인된 바 있다<sup>29)</sup>. 이에 반하여 최소 침습적 금속판 술식은 골절부 및 골편의 혈류를 보존하는데 있어 고식적인 관혈적 절개술에 비해 더욱 효과적이므로 더욱 빠른 골 유합을 얻을 수 있는 것이 알려져 있으며, 본 연구에서도 전례에서 골 이식없이 골 유합을 얻을 수 있었다<sup>5,9,17)</sup>.

골수강내 금속정 삽입술은 경골 골절을 포함한 장관골의 골절에 있어 가장 흔히 사용되는 최소 침습적 술식이라 할 수 있다. 하지만, 근위 경골부의 해부학적 특성상 골수강내 금속정은 충분한 고정력을 발휘하지 못하게 되어 시상면과 관상면상에서 부정정렬은 물론 부정 유합의 합병증을 흔히 유발하게 되므로 적응증의 제한이 따르게 된다<sup>6,19,24)</sup>. 또한 원형이나 혼성 외고정 장치는 근위 경골 골절의 또 다른 치료 방법이 될 수 있으나<sup>28)</sup>, 외고정 장치의 필연적 합병증인 핀 감염 등은 물론, 외고정 장치의 제거 후 내반 또는 외반 변형의 발생률이 높은 것이 그 단점이 되겠다<sup>3,4)</sup>. 이에 비해 경피적 금속판 고정술을 시행한 본 연구에서는 술 후 대부분에서 만족스런 정렬을 얻을 수 있어 다른 방법에 비해 우수한 것으로 생각된다. 다만, 본 연구에서 초기에 시행한 2례에서 10도 이하의 내반 및 외반변형이 나타났으나 이는 금속판의 부적절한 굽힘으로 야기된 것이며, 이차적인 정복소실로 인한 변형은 아니었으므로 외고정으로 치료한 결과에 비해 우수한 결과라고 생각된다.

근위 경골 간단부 골절에서 일차적 골 유합과 안정성을 얻기 위해 사용되었던 전통적인 AO 방식의 금속판 고정술은, 술 후 감염의 위험성과 피부괴사와 같은 연부조직의 합병증을 동반할 가능성이 높은 것으로 알려져 있다<sup>11,12,20)</sup>. 이에 반해 최근의 생물학적 고정술, 즉 경피적 금속판 고정술은 골절부의 유합을 향상시킬 뿐만 아니라 골절부 연부조직의 손상을 최소화 할 수 있다. 본 연구에서도 피부괴사나 심부 감염의 예는 없었으므로, 이러한 낮은 연부조직 손상을 및 심부 감염율은 고식적인 관혈적 정복에 비해 안전성이 우수한 장점으로 생각된다.

Stannard 등은<sup>23)</sup> 최소 침습적 술식을 위한 새로운 금속판인 LISS (Less invasive stabilization system, Synthes®)를 이용하여 본 연구와 같이 근위 경골 골절의 경피적 고정술을 시행하고 좋은 결과를 보고하였다. 해부학적 형태로 가공된 LISS는, 잠금 나사못 (locking screw)을 사용하므로 특히 경골의 근위 골간단부 골절에서 많은 하중을 견딜 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서 사용된 금속판은 LISS에 비해 생 역학적인 안정성이 떨어지는 것이 사실이며, 특히 골간단부의 골절의 경우 근위 골절편에 3개의 나사못 고정이 힘들어 고정력이 저하되므로, 저자들은 이를 보완하기 위해 내측과 외측에 이중으로 금속판을 고정하는 것을 원칙으로 하였다. 이는

골절부의 안정성을 증가시키고 빠른 슬관절의 운동이 가능하여, 대부분의 환자에서 양호 이상의 슬관절 기능을 얻을 수 있었는데, 이것은 관절 주위 골절 후 발생할 수 있는 관절 강직의 예방적 측면에서 중요한 장점으로 사료된다.

하지만 금속판을 술전에 직접 굽힐 때 정확히 해부학적 모양대로 굽혀지지 않은 경우, 앞서 기술된 2례와 같이 부정정렬을 일으킬 가능성과 나사못 고정을 위한 안내 시스템 (guiding system for screwing)이 없는 것은 본 연구에 사용된 술식의 개선이 필요한 부분이 되겠다.

## 결론

근위 경골 골절의 치료에 있어 경피적 금속판 고정술은 심부 감염증과 부정 유합의 발생을 최소화할 수 있고 슬관절의 기능을 보존할 수 있는 유용한 생물학적 고정법이라고 생각된다.

## 참고문헌

- 1) **Blokker CP, Rorabeck CH and Bourne RB:** Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop*, **182**: 193-199, 1984.
- 2) **Collinge C, Sanders R and DiPasquale T:** Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop*, **375**: 69-77, 2000.
- 3) **Dendrinis GK, Kontos S, Katsenis D and Dalas A:** Treatment of high-energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *J Bone Joint Surg*, **78**: 710-717, 1996.
- 4) **Duwelius PJ, Rangitsh MR, Colville MR and Woll TS:** Treatment of tibial plateau fractures by the limited internal fixation. *Clin Orthop*, **339**: 47-57, 1997.
- 5) **Farouk O, Krettek C, Miclau T, et al:** Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma*, **13**: 401-406, 1999.
- 6) **Freedman EL and Johnson EE:** Radiographic analysis of tibial 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 long bones: retrospective and prospective analyses. *J Bone Joint Surg*, **58**: 453-458, 1976.
- 8) **Kim SJ, Oh CW, Jeon IH, et al:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal femoral fractures. *J Korean Fracture Soc*, **16**: 474-481, 2003.

- 9) **Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, et al:** The mechanical effect of blocking screws ("Poller Screws") in stabilizing tibial fractures with short proximal or distal fragments after insertion of small-diameter intramedullary nails. *J Orthop Trauma*, **13**: 550-553, 1999.
- 10) **Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T and Tscherne H:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, **28 Suppl 1**: 20-30, 1997.
- 11) **Lachiewicz PF and Funcik T:** Factors influencing the results of open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, **259**: 210-215, 1990.
- 12) **Littenberg B, Weinstein LP, McCarren M, et al:** Closed fractures of the tibial shaft: A meta-analysis of three methods of treatment. *J Bone Joint Surg*, **80**: 174-183, 1998.
- 13) **Mallik AR, Covall DJ and Whitelaw GP:** Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthopedic Review*, **21**: 1433-1436, 1992.
- 14) **March JL, Smith ST and Do TT:** External fixation and limited internal fixation for complex fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg*, **77**: 661-673, 1995.
- 15) **Murphy CP, D'Ambrosia R and Dabezies EJ:** The small pin circular fixator for proximal tibial fractures with soft tissue compromise. *Orthopedics*, **14**: 273-280, 1991.
- 16) **Oh CW, Ihn JC and Lee SM:** Treatment of distal tibia metaphyseal fractures by percutaneous plate osteosynthesis. *J Korean Fracture Soc*, **15**: 185-191, 2002.
- 17) **Oh CW, Kyung HS, Park IH, Kim PT and Ihn JC:** Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop*, **408**: 286-291, 2003.
- 18) **Perren SM:** Evolution of the internal fixation of long bone fractures: The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. *J Bone Joint Surg*, **84**: 1093-1110, 2002.
- 19) **Rasmussen PS:** Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg*, **55**: 1331-1350, 1973.
- 20) **Schatzker J and McBroom R:** The tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, **138**: 4-104, 1979.
- 21) **Shybut GT and Spiegel PG:** Symposium. Rigid internal fixation of fractures. Tibial plateau fractures. *Clin Orthop*, **138**: 12-17, 1979.
- 22) **Stamer DT, Schenk R, Staggers B, et al:** Condylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma*, **8**: 455-461, 1994.
- 23) **Stannard JP, Wilson TC, Volgas DA and Alonso JE:** Fracture stabilization of proximal tibial fractures with the proximal tibial LISS: early experience in Birmingham, Alabama (USA). *Injury*, **34 Suppl 1**: A36-42, 2003.
- 24) **Tornetta P 3rd and Collins E:** Semiextended position for intramedullary nailing of the proximal tibia. *Clin Orthop*, **328**: 185-189, 1996.
- 25) **Tscherne H and Lobenhoffer P:** Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop*, **292**: 87-100, 1993.
- 26) **Waddell JP, Johnson DW and Neidre A:** Fractures of the tibial plateau: A review of ninety-five patients and comparison of treatment methods. *J Trauma*, **21**: 376-381, 1981.
- 27) **Watson JT:** High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am*, **25**: 723-752, 1994.
- 28) **Weiner LS, Kelly M, Yang E, et al:** The use of combination internal fixation and hybrid external fixation in severe proximal tibial fractures. *J Orthop Trauma*, **9**: 244-250, 1995.
- 29) **Whiteside LA and Lesker PA:** The effects of extraperiosteal and subperiosteal dissection on fracture healing. *J Bone Joint Surg*, **60**: 26-30, 1978.
- 30) **Wiss DA:** What's new in orthopaedic trauma. *J Bone Joint Surg*, **83**: 1762-1772, 2001.
- 31) **Young MJ and Barrack RL:** Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthopaedic Review*, **23**: 149-154, 1994.