

경골 고평부 복잡 골절에서 이중 금속판 내고정술과 혼성 외고정술의 비교

이재성 · 박용범 · 이한준

중앙대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 경골 고평부 복잡 골절에서 혼성 외고정 장치를 이용한 치료와 이중 금속판 내고정술을 이용한 치료의 임상적 결과를 비교하고자 하였다.

대상 및 방법: 2000년 1월부터 2005년 12월까지 제5형 및 6형 Schatzker 경골 고평부 골절 환자 40예 중 최소 1년 이상 추시 관찰이 가능했던 27예를 대상으로 하였다. 혼성 외고정 장치를 이용한 술식으로 치료한 14예와 이중 금속판 내고정술로 치료한 13예를 대상으로 후향적으로 치료 결과를 분석하였다. 치료 결과는 Knee Society clinical rating system을 이용하여 비교하였으며 통계적 분석은 Student t-test를 이용하여 시행하였다.

결 과: 골 유합 기간은 혼성 외고정 장치를 이용한 군에서 평균 14.2주, 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 평균 13.8주로 의미 있는 차이를 보이지 않았다. 관절면의 정복에 있어 이중 금속판 내고정술 군에서 혼성 외고정 장치 군에서 보다 좋은 결과를 보였으며, 임상 결과에서 평균 슬관절 점수는 유의한 차이가 없었으나 기능적 평가에서는 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 73점, 혼성 외고정 장치를 이용한 군에서는 62점으로 유의한 차이가 있었다.

결 론: 혼성 외고정 장치는 경골 고평부 복잡 골절 치료의 유용한 방법이 될 수 있으나 이중 금속판 내고정술을 이용한 정확한 관절면의 정복이 예후에 있어 중요할 것으로 사료된다.

색인 단어: 경골 고평부 골절, 이중 금속판 내고정술, 혼성 외고정 장치

Dual Plate Fixation Compared with Hybrid External Fixator Application for Complex Tibial Plateau Fractures

Jae-Sung Lee, M.D., Yong-Beom Park, M.D., Han-Jun Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chung-Ang University College of Medicine, Seoul, Korea

Purpose: To compare the clinical results of complex tibial plateau fractures treated by hybrid external fixation and dual plate fixation.

Materials and Methods: We studied forty patients with Schatzker type V and VI fractures respectively and selected twenty seven patients who were followed at least one year between January 2000 and December 2005. We evaluated the clinical results in which fourteen fractures with hybrid external fixation were compared with thirteen fractures with dual plate fixation. The clinical results were evaluated according to Knee Society Clinical Rating System and the statistical analysis was performed by Student t-test.

Results: There were no significant differences in terms of bone union time (average union time: dual plate fixation 13.8 weeks, hybrid external fixation 14.2 weeks). The quality of osseous reduction was superior in the fractures with dual plate fixation than those with hybrid external fixation. There were significant differences in functional score (average functional score: dual plate fixation 73, hybrid external fixation 62), but not in average knee score.

Conclusion: The hybrid external fixation can be a useful modality for treatment of complex proximal tibial plateau fractures. But the good quality of the fracture reduction by dual plate fixation may be a indicator for favorable prognosis for satisfactory knee function.

Key Words: Tibial plateau fracture, Dual plate fixation, Hybrid external fixation

통신저자 : 이 한 준

서울시 용산구 한강로 3가 65-207

중앙대학교 용산병원 정형외과

Tel : 02-748-9774(9563) • Fax : 02-793-6634

E-mail : gustinolhj@hanafos.com

Address reprint requests to : Han-Jun Lee, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Yong-San Hospital, 65-207, Hange-gangro 3-ga, Yongsan-gu, Seoul 140-757, Korea

Tel : 82-2-748-9774(9563) • Fax : 82-2-793-6634

E-mail : gustinolhj@hanafos.com

*본 논문은 2007년도 중앙대학교 교내 임상연구비의 지원을 받아 이루어 졌음.

서 론

경골 고평부 골절은 교통사고, 스포츠 손상, 산업재해의 증가로 과거에 비해 흔하게 접할 수 있는 골절이다. 이 골절은 체중이 부하되는 슬관절면과 주위 인대 및 반월상 연골 등의 연부 조직 손상이 동반되어 치료하기 어려운 골절로 알려져 있으며 치료의 방법에 있어서도 여러 학자들 사이에 논란이 많다^{3,5,20,24)}. 경골 고평부 골절에 대한 치료의 예후는 관절면의 정확한 정복 및 견고한 금속 고정, 동반된 연부 조직의 안정성을 재건하여 조기 관절 운동을 허용함으로써 좋아질 수 있다^{3,17,20,27)}. 저자들은 경골 고평부 골절 중 고 에너지 손상으로 동반 손상이 많으며 치료 후 합병증이 많이 발생하는 Schatzker 분류법상 제V, VI형에 해당하는 골절에서 혼성 외고정 장치를 이용하여 치료한 환자 와 이중 금속판 내고정술을 이용하여 치료한 환자에 있어 그 치료 결과를 비교, 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

본원에서 2000년 1월부터 2005년 12월까지 제5형 및 6형 Schatzker 경골 고평부 골절로 수술적 치료를 시행한 환자 40예를 대상으로 하였다. 추적 소실된 13예를 제외한 최소 12개월 이상 추시가 가능하였던 27명 27예를 대상으로 후향적으로 실시하였으며, 추시 기간은 13개월에서 최대 37개월로 평균 18.2개월이었다.

연령은 23세에서 56세까지 평균 48세였으며, 40대와 50대가 총 21예로 전체의 78%를 차지하였다. 남자가 18예 (67%), 여자가 9예 (33%)로 남자가 많았다. 손상 원인으로 는 교통사고로 인한 골절이 가장 많아서 모두 18예 (67%)였으며, 이 중 탑승자 사고가 7예, 보행자 사고가 8예, 오토바이 사고가 3예였으며, 그 외 추락사고로 인한 것이 2예(7%), 스포츠 손상이 4예 (15%), 기타 손상이 3예 (11%)로 대부분의 환자에서 고 에너지 손상에 의해 발생하였음을 인지할 수 있었다 (Table 1).

동반된 연부 조직의 손상을 확인하기 위해 전예에서 시행된 MRI 검사 소견에서는 동측 슬관절의 반월상 연골판

파열이 5예 (19%)에서 관찰되었으며, 전방 십자 인대나 후방 십자 인대의 실질부 손상 (substance tear)은 관찰되지 않았다.

Schatzker 제5형 및 6형 경골 고평부 골절을 대상으로 하였으며, 이 중 18예가 비개방성 골절이었고, 9예가 개방성 골절이었다. 개방성 골절의 등급은 Gustilo-Anderson 분류상 III-A형이 7예, II형이 2예로 양 군 간의 차이는 없었다. 27예의 골절 환자 중 13예는 이중 금속판 내고정술을 시행하였고, 14예는 혼성 외고정술을 시행하였다. 9예의 개방성 골절에서 4예는 세척술과 변연절제술 후 이차적으로 금속판 내고정술을 시행하였고, 골 결손이 심한 2예에서 골이식을 시행하였으며, 혼성 외고정술로 치료한 5예에서 3예는 골이식술을 시행했으며 세척술 및 변연절제술 후 외고정을 시행하였다.

이중 금속판 내고정술은 수상 후 장하지 부목 고정으로 고정하였으며 임시적 외고정술은 시행하지 않았다. 수상 후부터 수술일까지 5일에서 12일까지 평균 8일이 소요되었고, 이중접근법 (dual approach)을 이용하여 외측에는 관절 주위 금속판 (Periarticular plate^R, Zimmer, Warsaw, IN, USA)을 이용한 지지금속판 (buttress plate)을 고정하였으며, 내측에는 최소한의 절개를 이용하여 항활주금속판 (antiglide plate)을 고정하였다. 수술 다음날부터 장하지 부목 고정 상태로 하지 직거상 운동을 시작했으며 3주간의 석고 부목 고정 후 점진적으로 관절 운동을 시작하고 수술 후 6주부터는 부분 체중 부하를 시작하였다.

혼성 외고정기기 (DynaExtor^R, U&I, Seoul, Korea)를 이용한 술식은 수상 후부터 수술일까지 수상일에서 3일까지 평균 1.7일이 소요되었고, 관절주위 골편은 이중 환형 (double ring) 혼성 외고정기기로 정복하였고 골간부는 일측방 지지대 (unilateral bar)와 Half pin으로 고정하였다. 수술 다음날부터 장하지 부목 고정 상태로 하지 직거상 운동을 시작했으며 석고 부목을 2주까지만 착용시켰으며 그 이후는 금속판 고정군과 동일하게 재활 치료를 진행하였다.

술 후 골절의 정복에 대한 평가는 이중 금속판 내고정술 군의 경우 수술 시야 (direct vision)나 고정술 완료 후 관절경 검사를 통하여 확인하였고 혼성 외고정술군은 관절경 검사를 통하여 확인하였으며, 3 mm 이하의 관절 격차 (step off)를 적절한 정복으로 평가하였다. 환자의 평가는 골유합 기간, Knee Score를 이용한 슬관절 평가 및 기능적 평가, 불유합 및 감염 등의 합병증을 기준으로 시행하였다.

결과의 비교 분석은 Student t-test를 이용하여 시행하였으며, p-value가 0.05 미만인 경우를 의미가 있는 것으로 분석하였다.

Table 1. Cause of injuries

Cause	Case
Traffic accident	18
Fall down	2
Sports associated	4
Etc	3
Total	27

결 과

골 유합의 평균기간은 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서는 평균 13.8주 (최소 11주, 최장 17주)였으며 혼성 외고정기를 이용한 군에서 평균 14.2주 (최소 12주, 최장 18주)로 의미 있는 차이를 보이지 않았으며, 부정유합에 있어서 10도 이상의 내반 변형이나 외반 변형은 관찰되지 않았으며, 10도 미만의 내반 변형이나 외반 변형에 있어 양 군 간에 의미 있는 차이는 없었다 (Table 2).

Knee Society clinical rating system¹⁰⁾을 이용하여 통증과 관절 운동 범위, 안정성을 슬관절 점수로 판정하고, 평지 보행 및 계단 보행을 기능적 점수로 판정하였다. 최종 추시에서 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 슬관절 점수는 평균 82점 (최저 72점, 최고 95점), 기능적 점수는 평균 73점 (최저 65점, 최고 82점)이었고, 혼성 외고정기를 이용한 군에서 슬관절 점수는 평균 78점 (최저 65점, 최고 88점), 기능적 점수는 평균 62점 (최저 52점, 최고 72점)으로 기능적 평가에서 양 군 간에 의미 있는 차이를 보였다 ($p<0.05$) (Table 3).

27예에서 발병된 합병증으로는 표재성 감염이 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 1예, 혼성 외고정술을 이용한 군에서 5예로 혼성 외고정술을 이용한 군에서 많이 관찰되었으며, 슬관절 운동 범위가 90도 이하인 관절 부분 강직이 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 1예, 혼성 외고정술을 이용한 군에서 2예가 발생하였으며 양 군 간에 의미 있는 차이는 보이지 않았다. 관절 격차에서는 3 mm 이상인 경우가 이중 금속판 내고정술을 이용한 군에서 4예, 혼성 외고정술을 이용한 군에서 9예로 두 군 간에 의미 있는 차이를 보였다 ($p<0.05$).

Table 2. The numbers of malunion

	Varus ($<10^\circ$)	Valgus ($<10^\circ$)
Hybrid external fixation	3	1
Plates fixation	2	0
Total	5	1

Table 3. Outcomes of the Knee Society Clinical Rating System

	Hybrid external fixation	Plates fixation
Knee score	78	82
Functional score	62	73

1. 증례 1

47세 남자 환자로 교통사고로 인하여 Schatzker 분류 6형의 좌측 경골과 폐쇄성 골절이 발생한 환자로, 경골 골간과 경골 내과 및 외과를 포함하는 분쇄함몰골절이 보였다 (Fig. 1A). 연부조직 손상이 심한 상태로 연부 조직 박리를 최소화하면서 관혈적 정복을 시행하고 유관나사로 고정 후 영상 증폭기를 이용한 도수 정복 후 hybrid 외고정을 시행하였으며 (Fig. 1B), 관절경 검사를 통하여 정복의 정도를 평가하였다. 술 후 1년 3개월째 추시 결과 골유합은 양호하나 (Fig. 1C), Knee score를 이용한 슬관절 평가와 기능적 평가에서 불량한 결과를 보여 주었다.

2. 증례 2

53세 남자 환자로 교통 사고로 인하여 Schatzker 분류 5형의 좌측 경골과 폐쇄성 골절이 발생한 환자로 (Fig. 2A), 컴퓨터 단층 촬영에서 경골 양과 골절 및 외과의 분리 함몰 골절이 보였다 (Fig. 2B). 이중접근법 (dual approach)을 이용하여 관혈적 정복술을 시행하고 수술 시야를 통하여 정복의 정도를 평가하고 외측에는 관절 주위 금속판 (periarticular plate)을 이용한 지지금속판 (buttress plate)을 고정하였으며, 내측에는 최소한의 절개를 이용하여 항활주 금속판 (antiglide plate)을 고정하였다 (Fig. 2C). 술 후 1년 1개월째 추시 결과 골유합이 양호하며, Knee score를 이용한 슬관절 평가와 기능적 평가에서 양호한 결과를 보여 주었다 (Fig. 2D).

고 찰

경골 고평부 골절은 체중이 부하되는 슬관절면과 주위 인대 및 반월상 연골 등의 연부 조직 손상이 동반되는 골절로 관절 불안정성, 외상성 관절염, 관절강직 등의 후유증이 발생할 수 있다^{9,11,12,23)}. 경골 고평부 골절의 수술적 치료 원칙은 연부 조직 손상의 수복과 골절면의 정확한 해부학적 정복 및 견고한 금속 내고정을 시행하여 슬관절의 기능 장애를 최소화하는 데 있다^{3,5,17,24,27)}.

경골 고평부 골절의 Schatzker 분류 중 제5형과 제6형은 고평부를 감싸고 있는 피부 및 피하 지방층에 심한 손상이 가해지는 고에너지 손상으로 골편의 분쇄 및 전위가 크고, 관절 내 침범이 광범위한 복잡한 골절 양상을 가지므로 수술 시 골절을 정복하고 견고한 고정을 하기 위하여 많은 연부 조직의 박리가 필요하여 심각한 연부 조직 합병증이 발생할 위험성이 높은 것으로 보고되어 왔다^{14,17,29)}.



Fig. 1. (A) Preoperative radiograph of 47 years old male shows the Schatzker type VI fracture by traffic accident. (B) The hybrid external fixation is performed and augmented by cannulated screws. (C) The malunion is seen at postoperative fifteen months.



Fig. 2. (A) Preoperative radiograph of 53 years old male shows the Schatzker type V fracture by traffic accident. (B) Preoperative CT shows severe comminution and displacement of articular surface. (C) The postoperative radiograph shows anatomical reduction of joint line. (D) The patient has satisfactory knee function at postoperative thirteen months.

혼성 외고정 장치를 이용한 비관혈적 정복술은 간편하고 금속판 고정술에 비하여 연부 조직과 관련된 심각한 합병증의 빈도를 줄일 수 있으며^(6,12), 충분한 견고함 (stiffness)을 가지므로 경골 고평부 골절에서 유용한 고정물이며^(4,21-23,28), 환형 외고정 장치를 경골 전장에 고정할 경우 발생할 수 있는 신경 및 근육의 손상을 최소화할 수 있고 슬관절 및

족관절의 강직등을 방지할 수 있는 장점이 있다⁽¹⁹⁾. 하지만 복잡성 경골 고평부 골절은 강선만으로는 관절 면의 고정 또는 간부-간단부의 고정이 불충분한 경우가 많고^(18,20), 핀 주위 감염으로 인한 합병증이 발생할 수 있으며 장기간 외고정 장치의 착용에 수반되는 여러 가지 문제점들이 보고되었다^(8,9,25).

여러 저자들에 의해 금속판 고정술은 부종이 소실되고 손상된 연부 조직이 회복된 후 수술하는 것이 권장되고 있으며^{16,23,26)}, 전방 중앙 접근법 (anterior midline approach) 대신 내외측에 별도의 절개를 가하는 이중 접근법 (dual approach)이 이용되고 관절 주위 금속판 (periarticular plate)이 사용되어 금속판 고정술과 관련된 심각한 연부 조직 합병증의 발생을 감소시킬 수 있었다^{1,2,14,20)}.

Lachiewicz와 Funick¹³⁾은 관절적 정복 후 좋은 결과를 얻기 위하여 해부학적 정복과 나사와 지지 금속판을 이용한 적절한 내고정술, 모든 합물 부위의 골 이식술 등이 필요하다고 하였으며, Fryjordet⁷⁾은 해부학적인 정복을 시행하여 관절의 운동성과 안정성을 최대한 얻고 견고한 내고정을 시행하여 조기에 관절 운동을 실시함으로써 조직의 구축을 방지하고 동통을 줄이고 이차적인 관절염을 예방할 수 있다고 하였다. Blokker 등³⁾은 경골 고평부 골절의 치료 및 예후에 있어 가장 중요한 요인은 해부학적 정복의 정도라고 하였으며 연부 조직, 고정의 방법, 술 후 고정 기간 등은 환자의 예후에 있어 결정적이지 못하다고 하였다.

Marsh 등¹⁵⁾은 부정확한 관절면의 해부학적 정복은 불량한 기능적 결과와 상관 관계가 있다고 하였다. 저자들은 이중 접근법을 통하여 수술 시야에서 관절면의 정확한 정복을 확인할 수 있었고, 견고한 내고정을 할 수 있어 만족스러운 관절면의 정복을 얻을 수 있었으며, 또한 골절의 정복 소실이나 내고정 실패 등의 위험을 줄이면서 조기에 관절 운동을 시행할 수 있어 추시 관찰에서 관절 강직의 감소와 슬관절 기능 향상 등의 좋은 결과를 얻을 수 있었다. 반면, 혼성 외고정술을 이용한 군의 경우 기능적으로 낮은 결과를 보였는데, 이는 방사선 증폭기나 관절경하에서 관절의 조작만으로는 관절면의 해부학적 정복이 어려운 경우가 많았기 때문이었다. 이러한 이유로 추시 관찰에서 혼성 외고정술을 이용한 군에서 관절면의 해부학적 정복의 정도가 금속판 내고정술을 이용한 군에서보다 만족스럽지 못한 결과를 보였다고 판단되며, Knee Society clinical rating system¹⁰⁾을 이용한 슬관절의 기능적 평가에서 양 군 간에 의미있는 차이가 나타난 것으로 판단된다.

Weigel과 Marsh²⁸⁾는 외고정장치를 이용하여 치료한 31예의 환자에서 3 mm 이상의 관절 격차가 있는 환자들에서도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다고 하였으나, 저자들의 경우에는 그렇지 않았으며 이는 외고정 장치만으로 치료한 환자들만을 대상으로 하였기 때문에 금속판 고정술을 이용한 군과의 비교를 하지 못했기 때문에 나타난 결과라고 사료된다.

결 론

혼성 외고정기는 근위 경골 고평부 복잡 골절의 치료에 있어 금속판 내고정술의 좋은 대안이 될 수 있으나 비관혈적 술기로 관절면의 해부학적 정복이 어려운 경우에는 연부 조직의 합병증을 최소화하는 이중 접근법을 통한 이중 금속판 내고정술이 보다 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Coles CP, Henley MB, Benirschke SK: Functional outcomes of severe bicondylar tibial plateau fractures treated with dual incisions and medial and lateral plates. *J Bone Joint Surg Am*, **88**: 1713-1721, 2006.
- 2) Barei DP, Nork SE, Mills WJ, Henley MB, Benirschke SK: Complications associated with internal fixation of high-energy bicondylar tibial plateau fractures utilizing a two-incision technique. *J Orthop Trauma*, **18**: 649-657, 2004.
- 3) Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB: Tibial plateau fractures. An analysis of the result of treatment in 60 patients. *Clin Orthop Relat Res*, **182**: 193-199, 1984.
- 4) Canadian Orthopaedic Trauma Society: Open reduction and internal fixation compared with circular fixator application for bicondylar tibial plateau fractures. Results of a multicenter, prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*, **88**: 2613-2623, 2006.
- 5) Drennan DB, Locher FG, Maylahn DJ: Fractures of the tibia plateau. Treatment by closed reduction and spica cast. *J Bone Joint Surg Am*, **61**: 989-995, 1979.
- 6) Duwelius PJ, Rangitsch MR, Colville MR, Woll TS: Treatment of tibial plateau fractures by limited internal fixation. *Clin Orthop Relat Res*, **339**: 47-57, 1997.
- 7) Fryjordet A Jr: Operative treatment of tibial condyle fractures. *Acta Chir Scand*, **133**: 17-24, 1967.
- 8) Gaudinez RF, Mallik AR, Szporn M: Hybrid external fixation of comminuted tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **328**: 203-210, 1996.
- 9) Hutson JJ Jr, Zych GA: Infections in periarticular fractures of the lower extremity treated with tensioned wire hybrid fixators. *J Orthop Trauma*, **12**: 214-218, 1998.
- 10) Insall JN, Dorr LD, Scott RD, Scott WN: Rationale of the knee society clinical rating system. *Clin Orthop Relat*

- Res, **248**: 13-14, 1989.
- 11) **Kim YY, Lee DC, Ahn JC**: Results of operative treatment in fracture of the proximal tibial plateau. J Korean Fracture Soc, **10**: 823-831, 1997.
- 12) **Kumar A, Whittle AP**: Treatment of complex (Schatzker type VI) fractures of the tibial plateau with circular wire external fixation: retrospective case review. J Orthop Trauma, **14**: 339-344, 2000.
- 13) **Lachiewicz PF, Funick T**: Factors influencing the results of open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. Clin Orthop Relat Res, **259**: 210-215, 1990.
- 14) **Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP**: Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. Orthop Rev, **21**: 1433-1436, 1992.
- 15) **Marsh JL, Smith ST, Do TT**: External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. J Bone Joint Surg Am, **77**: 661-673, 1995.
- 16) **Mills WJ, Nork SE**: Open reduction and internal fixation of high-energy tibial plateau fractures. Orthop Clin North Am, **33**: 177-198, 2002.
- 17) **Moore TM, Patzakis MJ, Harvey JP**: Tibial plateau fractures: definition, demographics, treatment rationale, and long-term results of closed traction management or operative reduction. J Orthop Trauma, **1**: 97-119, 1987.
- 18) **Morandi MM, Pearse MF**: Management of complex tibial plateau fractures with the ilizarov external fixator. Techniques in Orthopedics, **11**: 125-131, 1996.
- 19) **Oh CW, Kyung HS, Ihn JC, Park BC, Choi YC**: Bicondylar tibial plateau fractures treated with hybrid-ring external fixator. J Korean Fracture Soc, **13**: 877-883, 2000.
- 20) **Oh JK**: Treatment of complex tibial plateau fractures. J Korean Fracture Soc, **18**: 349-358, 2005.
- 21) **Park HG, Yoo MJ, Kim MH, Nyun WS, Chun JY**: Treatment of tibial plateau fractures using ilizarov fixation (Schatzker type IV,V,VI). J Korean Fracture Soc, **17**: 230-236, 2004.
- 22) **Pugh KJ, Wolinsky PR, Dawson JM, Stahlman GC**: The biomechanics of hybrid external fixation. J Orthop Trauma, **13**: 20-26, 1999.
- 23) **Pugh KJ, Wolinsky PR, Pienkowski D, Banit D, Dawson JM**: Comparative biomechanics of hybrid external fixation. J Orthop Trauma, **13**: 418-425, 1999.
- 24) **Schatzker J, McBroom R, Bruce D**: The tibial plateau fracture. The toronto experience 1968-1975. Clin Orthop Relat Res, **138**: 94-104, 1979.
- 25) **Stamer DT, Schenk R, Staggers B, Aurori B, Behrens FF**: Bicondylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. J Orthop Trauma, **8**: 455-461, 1994.
- 26) **Tscherne H, Lobenhoffer P**: Tibial plateau fractures. Management and expected results. Clin Orthop Relat Res, **292**: 87-100, 1993.
- 27) **Waddell JP, Johnston DW, Neider A**: Fractures of the plateau: a review of ninety-five patients and comparison of treatment methods. J Trauma, **21**: 376-381, 2003.
- 28) **Weigel DP, Marsh JL**: High-energy fractures of the tibial plateau. Knee function after longer follow-up. J Bone Joint Surg Am, **84**: 1541-1551, 2002.
- 29) **Young MJ, Barrack RL**: Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. Orthop Rev, **23**: 149-154, 1994.