

최소 침습적 방법에 따른 근위 경골 골절에 대한 이중 금속판 고정술

오창욱 · 오종건* · 전인호 · 경희수 · 박일형 · 박병철 · 민우기 · 이지호

경북대학교 의과대학 정형외과학교실, 이화여대 의과대학 정형외과학교실*

목 적: 최소 침습적 방법을 이용하여 이중 금속판 고정술을 근위 경골 골절에 시행한 후, 임상적, 방사선적 결과의 고찰 및 그 효용성을 알아 보고자 하였다.

대상 및 방법: 최소 1년 이상 추시 가능하였던 23례의 근위 경골 골절을 대상으로 후향적 연구를 시행하였으며, 남녀 각각 18명, 5명이었고, 평균 나이는 53.5세이었다. AO-OTA 골절 분류상에서 41A가 5례, 41C가 13례, 42가 5례 있었다. 개방성 골절은 4례 (I형-3례, IIIA형-1례)가 포함되었다. 전례에서 경골의 내, 외측에 최소 침습적 고정술을 시행하였다. 임상적, 방사선적 평가는 Rasmussen's system를 사용하여 판정하였다.

결 과: 전례에서 추가적인 골 이식술 없이 골 유합을 얻을 수 있었고, 평균 유합 기간은 19.3주 (범위, 10~32주)이었다. 임상적 결과에서 21례가 우수 또는 양호의 결과를 얻었고, 동반 손상을 가진 2례에서 보통의 결과를 얻었다. 방사선적 결과는 전례에서 우수 또는 양호였으며, 슬관절의 운동 범위는 평균 123.3도이었다. 합병증으로 1례에서 1 cm의 하지 단축이 있었고, 내반 변형이 2례 (10도 미만)가 있었으며, 1례의 표재 감염이 있었으나 심부 감염은 없었다.

결 론: 최소 침습적 방법을 이용한 이중 금속판 고정술은 근위 경골 골절의 치료에 있어 우수한 수술 방법으로 생각된다.

색인 단어: 이중 금속판, 최소 침습적 방법, 근위 경골 골절

Double Plating of Proximal Tibial Fractures Using Minimally Invasive Percutaneous Osteosynthesis Technique

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., Byung-Chul Park, M.D., Woo-Kie Min, M.D., Ji-Ho Lee, M.D.

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

Department of Orthopedic Surgery, Ehwa University Hospital (Dong-Dae Moon), Seoul, Korea*

Objectives: To evaluate the results and its efficacy of double plating for proximal tibial fractures using minimally invasive percutaneous osteosynthesis (MIPO) technique.

Material & Methods: Twenty-three fractures, followed-up more than 1 year, were included in this retrospective study. There were 18 men and 5 women, and the mean age was 53.5 years-old. According to the AO-OTA classification, five were 41A, 13 were 41C, and 5 were 42. There were four open fractures (grade I- three, grade III A-one case). The plates were fixed on the medial and lateral sides of tibia with MIPO technique. Functional and radiographic results were evaluated by the modified Rasmussen system.

Results: All fractures healed without bone graft, and the mean period for fracture healing was 19.3 weeks (range, 10-32 weeks). All other patients had excellent or good clinical or radiological results, except for two patients of a fair clinical result after a combined injury. Complications included one case of shortening (1 cm) and two cases of mal-alignments (varus less than 10 degrees). There was one case of superficial infection, but no patient showed deep infection.

Conclusion: Double plating using MIPO technique can provide favorable results in the treatment of proximal tibial fractures.

Key Words: Double plating, MIPO technique, Proximal tibia fracture

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

*본 연구는 2005 학년도 경북대학교 학술 진흥 연구비 (신임교수과제, 20050176-00)의 지원하에 연구되었음.

서 론

근위 경골 골절은 많은 경우에서 고 에너지 손상에 의해 일어나고, 심한 연부조직 손상을 동반하는 등, 그 치료에서 어려움이 많은 손상이다. 다양한 방법의 치료가 근위 경골 골절에 적용되어질 수 있는데, 석고고정 또는 건인 등을 이용한 보존적 치료 방법은 부정 유합과 슬관절 강직을 발생시킬 수 있으며^{4,14,27}, 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 고정술

은²⁶ 광범위한 골절부 노출을 통하여 연부조직의 손상과 함께 심부 감염을 초래 할 수 있다. 이러한 합병증을 줄이기 위해 비관혈적 정복술 및 제한된 연부조직의 노출을 통한 술식이 적용되고 있으며, 그 중 원형 또는 혼성 외고정 장치를 이용한 경골 근위부 골절의 치료는 지연 또는 불 유합과 핀 주위 감염이 적지 않으며^{1,2,13,25}, 골수정 삽입술은 근위 경골 골절에서는 고정력이 불충분하고, 부정 정렬의 빈도가 높은 단점이 있다⁶.

이러한 관점에서 최소 침습적 경피적 금속판 고정술



Fig. 1-2. (A) A 56-year-old man with severe comminuted proximal tibial fracture.
(B & C) Was treated with double plating using MIPO technique.
(D) After operation, good alignment was achieved.
(E) The fracture was healed 16 weeks after surgery.
(F) The knee function was excellent.



Fig. 3-4. (A) A 75-year-old man had an intra-articular fracture of proximal tibia.
(B) After screw fixation of articular involvement under fluoroscopy, percutaneous plating with two LCPs was made.
(C) Satisfactory alignment was achieved without the touch of fracture site. Fixation and alignment were satisfactory on the postoperative radiograph.
(D) The fracture was healed 18 weeks after surgery.

(Minimally invasive percutaneous osteosynthesis (MIPO) technique)^{9,10,16~18)}은 최선의 선택이 될 수 있으며, 특히 경골 내, 외측에 각각 금속판을 고정하는 이중 금속판 술식은 고정력을 증가시킬 수 있다. 저자들은 23례의 근위 경골 골절에 대해 최소 침습적 방법으로 이중 금속판 고정술을 시행하고, 그 결과를 후향적으로 고찰하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

1998년 10월부터 2003년 1월까지 최소 침습적 경골적 금

속판 골 유합술을 시행한 23명의 근위 경골 골절 환자를 후향적인 연구 방법으로 조사하였으며, 평균 추시 기간은 25개월(범위, 14~41개월)이었다. 골절의 형태는 AO/OTA (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen and Orthopaedic Trauma Association)¹⁹⁾ 분류에 따라 41A형이 5례, 41C형이 13례, 42형이 5례였고, 그중 8례는 분절 골절이었다 (Fig. 1~2). 남자가 18례, 여자가 5례이었으며 평균 연령은 53.5세(범위, 36~78세)이었다. 손상의 원인으로는 교통사고가 16례, 낙상이 7례이었다. Gustillo-Anderson⁷⁾의 분류상 제 1형의 개방성 골절이 3례, 제 3A형이 1례 있었으며, 동반 손상으로는 쇄골 골절, 동측의 대퇴골 골절, 반대측 경골 골절 그리고 후

Table 1. Proximal tibial fractures treated with double plating using minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique

No.	Age (yr)	Injury *	AO /OTA	Kinds of plates	Union time (wk)	Radiologic score [†]	Clinical score [†]	ROM	Complications
1	60	FH	41A	LC-DCP	20	Excel	Excel	130	
2	41	C-TA	41A	LC-DCP	18	Excel	Excel	120	
3	36	FH	41A	LC-DCP	16	Excel	Excel	130	
4	38	P-TA	41A	LC-DCP	20	good	Fair	130	1 cm shortening
5	52	C-TA	41A	LC-DCP	14	Excel	Excel	130	
6	43	C-TA	41C	LC-DCP	16	Excel	Excel	130	Screw breakage
7	74	P-TA	41C	LC-DCP	16	Good	Good	120	
8	43	M-TA	41C	LC-DCP	20	Excel	Excel	120	Screw breakage
9	54	C-TA	41C	LC-DCP	10	Excel	Excel	110	
10	45	C-TA	41C	LC-DCP	12	Good	Good	130	
11	49	M-TA	41C	LCP	16	Excel	Excel	120	
12	66	C-TA	41C	LCP	30	Excel	Good	80	
13	65	FH	41C	LCP	20	Good	Fair	110	
14	40	FH	41C	LCP	20	Good	Excel	110	
15	78	FH	41C	LC-DCP	18	Good	Excel	130	
16	64	M-TA	41C	LCP	28	Excel	Excel	120	Varus 8° Superficial infection
17	56	C-TA	41C	LC-DCP	18	Excel	Excel	130	
18	75	P-TA	41C	LCP	24	Good	Excel	130	
19	56	FH	42C	LC-DCP	20	Excel	Excel	130	
20	48	C-TA	42C	LC-DCP	16	Excel	Excel	130	Varus 5° Screw loosening
21	50	FH	42C	LC-DCP	18	Excel	Excel	130	
22	53	P-TA	42C	LCP	22	Excel	Excel	130	
23	46	P-TA	42C	LCP	32	Good	Excel	130	
MEAN	53.5 yrs		41A; 5 41C; 12 42; 7		19.3 weeks			123.3°	

* In injury mechanism, there were FH (fall from a height), M-TA (motor cycle accident), C-TA (in car accident), and P-TA (pedestrian traffic accident).

[†] Radiologic and clinical knee score is the evaluation according to the Rasmussen scoring system

방 십자 인대 손상 등이 8례에서 있었으나 신경이나 혈관 손상이 발생한례는 없었다. 연부조직의 상태에 따라 심한 부종이나 이로 인한 피부의 수포를 동반한 경우에는 종골 견인(7례) 및 외고정술(4례)을 통해 피부상태가 향상될 때까지 수술 시기를 늦춘 경우가 11례 있었으며, 평균 수술 시기 연장 기간은 10.2일(범위, 8~14일)이었다. 추시는 골 유합을 얻을 때까지 적어도 4주간의 간격으로 추시를 시행하였다.

2. 수술 방법

사용된 금속판은 narrow LC-DCP (limited contact-dynamic compression plate, Synthes®) 또는 LCP (locking compression plate, Synthes®)이었으며, 술 전에 적절한 길이의 금속판을 선택한 다음, 경골 모델의 근위부 전내측 또는 전외측을 따라 금속판을 굽혀두었으나, 근위 경골용으로 해부학적으로 제작된 LCP는 제외하였다. 마취 하에 환자를 방사선 투시가 가능한 수술대에 눕힌 뒤, 동측의 장골 능에서부터 전체 하지를 소독하였고, 지혈대는 사용하지 않았다. 신연기나 정복 검자를 이용하여 골절부를 임시적으로 정복한 후 경골 근위부의 내측 및 외측에 약 2~3 cm의 제한된 절개를 가하였다. 금속판을 고정하기 전에 영상 증폭기로 골절부의 정복상태를 확인한 다음, 피하의 근육하면을 따라 금속판을 삽입하고 나사못을 고정하였다. 골절부의 노출은 없었고, 골절부의 완전한 해부학적 정복은 시도하지 않았으나, 영상 증폭기를 이용하여 시상면과 관상면상에서의 적절한 정복상태를 확인하였다.

13례의 관절내 골절 중 (AO41C) 11례에서 미미한 전위 및

함몰이 관찰되어 영상 증폭기를 이용하여 비관혈적 정복 및 나사못 고정을 시행하였으나 (Fig. 3~4), 2례의 중등도 이상의 전위된 경골 외과 골절은 근위 절개부에 연장을 통한 관혈적 정복을 시행하였다.

3. 술 후 처치

술 후 2일째부터 대퇴사두근 강화 운동과 수동적 슬관절 운동을 시작하였고, 퇴원 후에는 자가에서 직 하퇴 거상 운동과 능동적 슬관절 운동을 하도록 교육하였다. 술 후 4~6 주경에 슬개건하 보조기 착용 후 부분 체중부하를 허용하였으며, 골 유합의 소견이 관찰되기 전에는 전 체중부하를 금지시켰다. 골절부에 분명한 가골 형성이 관찰될 때까지 환자들은 4주 간격으로 방사선 검사를 추시 시행하였다.

결 과

전례에서 골 이식술 등의 이차적 술식 없이 골 유합을 얻었다. 평균 골 유합 기간은 19.3주 (10~32주)이었다. 평균 수술시간은 101분 (범위, 70~145분), 평균 영상 증폭기의 사용 시간은 270초 (범위, 90~430초)였다.

Modified Rasmussen's system을 따라²²⁾ 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). 임상적 결과에서 대부분의 환자들에서 우수 또는 양호의 결과 (평균 점수 26.3, 범위 14~30)를 보였고, 2례에서 보통의 결



Fig. 5-6. (A) A proximal tibial fracture with comminution of a 48-year-old man. (B) Using MIPO technique under the fluoroscopy, double plating was done with LC-DCPs. (C) After operation, good alignment was achieved on the radiograph and clinically. (D) A proximal screw was loosened on the medial plate at 8 weeks after operation. (E) The fracture was healed 20 weeks after surgery. (F) Excellent knee motion was gained.

과를 나타내었는데, 이는 동반된 동측의 원위 대퇴골의 관절 내 골절과 후십자 인대의 손상에 기인한 것으로 사료되었다. 슬관절의 평균 운동 범위는 123.3도 (범위, 80~140°)이었다. 방사선적 결과에서는 모든 환자에서 우수 또는 양호의 결과 (평균 점수 17.1, 범위 14~18)를 보였다 (Table 1).

합병증으로는 골절의 분쇄가 많았던 1례에서 1 cm의 단측이 있었고, 2례에서 경도 (5도, 8도)의 내반 변형이 있었으나 이는 초기의 증례 중 술 전 금속판의 부적절한 굽힘으로 인해 야기되었으며, 이차적인 정복의 소실에 의한 부정 정렬은 발생하지 않았다. 1례에서 내측면에 표재성 감염이 관찰되었으나, 금속판 제거술 후 치유되었으며 전례에서 심부 감염이 발현한 경우는 없었다.

5례의 환자에서 내측의 금속판 삽입부에 경도의 불편감을 호소하였으며, 이중 2례에서 나사못의 파손이 있었고, 1례에서 나사못의 밀려나오미 관찰되었으나 (Fig. 5~6), 골 유합에 부정적인 영향을 미치거나 심각한 기능장애를 야기한 경우는 없었다.

고 찰

근위 경골 골절의 치료 결과는 슬관절 강직, 외상성 관절염, 피부괴사 및 감염 등의 합병증이 동반되는 경우가 많아 불만족스러울 수 있는데^{4,11,12}, 특히 고식적인 관혈적 금속판 고정술에서 골막의 절개와 근육 손상을 일으키므로 골절부의 치유를 지연 또는 방해한다는 것은 동물 실험적 연구에서 확인된 바 있다⁵. 이에 반하여 최소 침습적 금속판 술식은 골절부 및 골편의 혈류를 보존하는 데 있어 고식적인 관혈적 절개술에 비해 더욱 효과적이므로 빠른 골 유합을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있으며^{3,20}, 본 연구에서도 전례에서 골 이식 없이 골 유합을 얻을 수 있었다.

피부의 괴사와 함께 심부 감염 등의 심각한 연부조직의 합병증은 고 에너지 손상에 따른 근위 경골 골절에 고식적인 관혈적 정복술에 의한 내 고정술이 적용될 경우 종종 야기될 수 있다^{15,27}. 원형 외고정 장치를 이용한 수술은 이러한 합병증을 줄일 수 있었으나, 불 유합, 부정 유합과 핀 주위 감염이 적지 않게 발생하는 것으로 알려져 있다^{13,25}. 본 연구에서는 다른 방법에서 나타난 연부조직의 괴사 또는 심부 감염 등의 합병증은 없었는데, 이는 최소 침습적 금속판 골 유합술의 큰 장점이라고 할 수 있겠다.

근위 경골 골절 또는 근위 골간단부 골절에서 내측 또는 외측에서 일측의 금속판을 삽입했을 때, 3개 이상의 나사못 고정이 어려울 수 있을 뿐 아니라 근위 망상골 부분의 고정 은 생 역학적인 약점이 있으므로, 적극적인 슬관절 운동과 조기 체중부하를 시행에 제한을 가지게 될 가능성이 높다. 이러한 관점에서 볼 때 이중 금속판 고정술은 근위 경골 골

절에서 일측 지지 금속판 고정술보다 강점이 되며^{8,21}, 본 연구의 증례들에서도 조기 슬관절 운동을 통한 양호한 기능적 결과를 얻었음을 생각할 수 있겠다.

원형 혹은 혼합 외고정 장치를 이용한 근위 경골의 치료 후 내반 또는 외반 변형의 발생은 흔히 외고정 장치를 제거한 후 종종 발생하는데, 비록 본 연구에서 초기 증례 중 수술 수기의 부족함과 금속판의 부적절한 굽힘에 따른 경미한 내반 변형이 2례 있었으나 이는 금속물의 이완 또는 고정의 실패에 의한 것이 아니었으며, 또한 대부분의 환자에서 만족할 만한 정렬을 보여, 내 외측의 이중 금속판을 고정함에 따른 우수한 역학적 장점¹⁴에 따른 결과라고 할 수 있겠다⁸.

근위 경골 골절의 치료를 위해 개발된 LISS (The Less Invasive Stabilization System, Synthes, USA)는 해부학적 디자인, 최소한의 골 접촉 그리고 잠금 고정 나사못을 사용하기 때문에 이상적인 최소 침습적 고정물로 추천 되고 있다^{23,24}. 본 연구의 몇몇 증례에서 나사못 파열 및 핀 삽입부에 불편감이 있었는데, 이는 LISS를 사용할 시에 해결될 수 있는 문제점이다. 비록 저자들은 임상적 경험이 없으나, LISS가 일반적인 금속판에 비하여 뛰어난 고정력이 있으므로 우수한 안정성을 갖는다고 알려져 있다. 하지만, 실험적 결과에서 경골의 내, 외측에서 2개의 금속판을 고정할 때 외측에서만만의 고정 보다 우수한 안정성이 보고된 바²¹, LISS의 사용이 힘들거나 골절부의 분쇄가 많아 불안정성이 예상되는 경우에는 이중 금속판 고정술이 근위 경골 골절 치료에 좋은 대안이 될 수 있겠다.

결 론

최소 침습적 방법을 이용한 이중 금속판 고정술은 근위 경골 골절의 치료에 있어 골의 치유 능력을 보존하고 연부조직의 손상 등의 합병증을 최소화 하며, 견고한 고정으로 조기의 재활이 가능한 수술 방법으로 생각된다.

참 고 문 헌

- 1) Ali AM, Burton M, Hashmi M and Saleh M: Outcome of complex fractures of the tibial plateau treated with a beam-loading ring fixation system. J Bone Joint Surg, **85-B**: 691-699, 2003.
- 2) 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.
- 3) Collinge C, Sanders R and DiPasquale T: Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. Clin Orthop, **375**: 69-77, 2000.

- 4) **DeCoster TA, Nepola JV and El-Khoury GY:** Cast brace treatment of proximal tibia fractures. *Clin Orthop*, **231**: 196-204, 1988.
- 5) **Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P and Tschern H:** 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-A**: 453-458, 1976.
- 8) **Horwitz DS, Bachus KN, Craig MA and Peters CL:** A biomechanical analysis of internal fixation of complex tibial plateau fractures. *J Orthop Trauma*, **13**: 545-549, 1999.
- 9) **Jeon IH, Oh CW, Kim SJ, Park BC, Kyung HS and Ihn JC:** Minimally invasive percutaneous plating of distal femoral fractures using the dynamic condylar screw. *J Trauma*, **57**: 1048-1052, 2004.
- 10) **Krettek C, Schandelmaier P, Miclau T and Tschern H:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis (MIPPO) using the DCS in proximal and distal femoral fractures. *Injury*, **28 Suppl 1**: A20-30, 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-A**: 174-183, 1998.
- 13) **Marsh JL, Smith ST and Do TT:** External fixation and limited internal fixation for complex fractures of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg*, **77-A**: 661-673, 1995.
- 14) **Moore TM, Patzakis MJ and 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.
- 15) **Mueller KL, Karunakar MA, Frankenburg EP and Scott DS:** Bicondylar tibial plateau fractures: a biomechanical study. *Clin Orthop*, **412**: 189-195, 2003.
- 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) **Oh CW, Oh JK, Jeon IH, Kyung HS, et al:** Minimally Invasive Percutaneous Plate Stabilization of Proximal Tibial Fractures. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 224-229, 2004.
- 19) **Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification:** Fracture and Dislocation Compendium: Orthopaedic Trauma Association Committee for Coding and Classification. *J Orthop Trauma*, **10**: Suppl 1: v-ix, 1-154, 1996.
- 20) **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-B**: 1093-1110, 2002.
- 21) **Peindl RD, Zura RD, Vincent A, Coley ER, Bosse MJ and Sims SH:** Unstable proximal extraarticular tibia fractures: a biomechanical evaluation of four methods of fixation. *J Orthop Trauma*, **18**: 540-545, 2004.
- 22) **Rasmussen PS:** Tibial condylar fractures. Impairment of knee joint stability as an indication for surgical treatment. *J Bone Joint Surg*, **55-A**: 1331-1350, 1973.
- 23) **Ricci WM, Rudzki JR and Borrelli J Jr:** Treatment of complex proximal tibia fractures with the less invasive skeletal stabilization system. *J Orthop Trauma*, **18**: 521-527, 2004.
- 24) **Stannard JP, Wilson TC, Volgas DA and Alonso JE:** The less invasive stabilization system in the treatment of complex fractures of the tibial plateau: short-term results. *J Orthop Trauma*, **18**: 552-528, 2004.
- 25) **Stamer DT, Schenk R, Staggers B, Aurori K, Aurori B, and Behrens FF:** Condylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma*, **8**: 455-461, 1994.
- 26) **Schatzker J and McBroom R:** The tibial plateau fracture. *Clin Orthop*, **138**: 94-104, 1979.
- 27) **Young MJ and Barrack RL:** Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthopaedic Review*, **23**: 149-154, 1994.