

근위 경골 골절에 대한 단계적 최소 침습적 금속판 고정술

김준우 · 오창욱 · 오종건* · 경희수 · 민우기 · 박병철 · 김경훈 · 김희준

경북대학교 의과대학 정형외과학교실, 고려대학교 의과대학 정형외과학교실*

목 적: 연부조직 손상을 동반한 근위 경골 골절에 대한 단계적 최소 침습적 금속판 고정술의 결과를 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 18예의 근위 경골 골절을 대상으로 하였으며 (AO 41 : 9예, AO 42 : 9예) 개방성 골절이 10예 있었다. 동반된 연부조직 손상이 치유될 때까지 외고정을 시행한 후 (평균 27.3일) 최소 침습적 금속판 고정술로 전환하였으며, 골이식은 시행하지 않았다. 결과는 골유합, IOWA 슬관절 기능 점수로 평가하였으며 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되는 인자에 대해 통계적으로 분석하였다.

결 과: 17예에서 평균 20주에 골유합을 얻었으며, 1예의 불유합은 골이식이 필요하였다. 평균 슬관절의 굴곡범위는 134.4°였으며, IOWA 슬관절 점수는 평균 89.1점이었다. 합병증으로는 개방성 골절에서 표재성 감염이 2예, 지연성 심부감염이 2예 발생하였고, 금속판의 제거 후 치유되었다. 개방성 골절에서 감염률이 높은 경향을 나타내었고 이외 다른 인자는 결과에 영향이 없었다.

결 론: 연부조직의 손상이 있는 근위 경골 골절에서 단계적 최소 침습적 금속판 고정술은 우수한 결과를 보였으나, 개방성 골절에서는 지연성 감염 발생에 주의가 요구된다.

색인 단어: 근위 경골 골절, 최소 침습적 금속판 고정술, 외고정, 단계적 치료

Staged Minimally Invasive Plate Osteosynthesis of Proximal Tibial Fracture

Joon-Woo Kim, M.D., Chang-Wug Oh, M.D., Jong-Keon Oh, M.D.*, Hee-Soo Kyung, M.D.,
Woo-Kie Min, M.D., Byung-Chul Park, M.D., Kyung-Hoon Kim, M.D., Hee-Joon Kim, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu,
School of Medicine, Korea University*, Seoul, Korea

Purpose: To assess the results of staged MIPO (Minimally Invasive Plate Osteosynthesis) for proximal tibial fractures with compromised soft tissue.

Materials and Methods: Eighteen proximal tibial fractures (AO 41 : 9 cases, AO 42 : 9 cases) included this study. Ten were open fractures. After temporary external fixation until soft tissue healed (mean 27.3 days), MIPO was performed secondarily without bone graft. We assessed the bony union and knee function, and affecting factors of the results were investigated.

Results: All fractures united at 20 weeks (range, 11~32) except 1 case. Mean range of knee flexion was 134.4° and mean IOWA knee score was 89.1. There were 2 superficial and 2 delayed deep infections from open fractures (grade II : 1 case, grade III : 3 cases), although they healed after implant removal. Open fractures seem to influence the infection rate. Otherwise, there was no related factor affecting the results.

Conclusion: MIPO after temporary external fixation can provide favorable results in proximal tibial fractures with soft tissue injuries, but attention of delayed infection should be paid in open fractures.

Key Words: Proximal tibial fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis, External fixation, Staged treatment

통신저자 : 오 창 욱

대구시 중구 동인동 2가 101번지
경북대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 053-420-5630 • Fax : 053-422-6605
E-mail : cwoh@knu.ac.kr

접수: 2008. 10. 20
게재확정: 2008. 12. 10

Address reprint requests to : Chang-Wug Oh, M.D.
Department of Orthopedic Surgery, School of Medicine, Kyungpook
National University, 101, Dongin-dong 2-ga, Jung-gu, Deagu 700-422,
Korea
Tel : 82-53-420-5630 • Fax : 82-53-422-6605
E-mail : cwoh@knu.ac.kr

서 론

근위 경골 골절은 대부분의 경우 고에너지 손상으로 발생하므로 심한 연부조직 손상을 동반하고, 개방성 골절이나 구획 증후군, 혈관 손상 등의 발생 빈도가 높으며 수술적 치료 후에도 감염, 슬관절 강직, 부정유합, 불유합 등의 합병증이 흔히 발생하는 것으로 알려져 있다^{1,7,8,15,16,21}. 전통적인 관혈적 정복 및 내고정은¹⁵ 골절부를 직접 노출시킴에 따라 이미 손상 받은 연부조직에 추가적 손상을 주게 되어 연부조직 합병증을 발생을 증가시킬 수 있다^{1,20,22,23}. 외고정 장치를 이용한 수술법은 이러한 연부조직 합병증을 줄일 수 있으나, 핀 주위 감염, 슬관절 강직, 불유합, 부정유합 등 합병증의 발생이 적지 않다^{9,10,12,18}.

이에 저자들은 연부조직 손상이 심한 근위 경골 골절에 대해 외고정 장치를 이용하여 일시적으로 골절을 고정한 후 (temporary external fixation) 단계적인 최소 침습적 금속판 고정술 (staged minimally invasive plate osteosynthesis, MIPO)을 적용하였으며 골절의 치유와 합병증, 기능적 결과, 치유에 영향을 미치는 인자 등을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2003년부터 2007년까지 본원에서 단계적 최소 침습적 금속판 고정술로 치료한 19예의 근위 경골 골절 중 사망한 1예를 제외하고 최소 1년 이상 추시된 18예를 대상으로 하였다. 남자가 16예, 여자가 2예였으며 평균 나이는 52세 (범위, 22~73세)였다. 수상의 원인으로 교통사고가 15예, 압상이 3예였으며 11예에서 다른 부위의 골절을 동반하고 있었다. 골절의 형태는 AO/OTA 분류상 41 C1이 2예, 41 C2가 4예, 41 C3가 3예, 42 A2가 1예, 42 B3가 1예, 42 C1이 5예, 42 C2가 1예, 42 C3가 1예이었고 평균 추시 기간은 19개월 (범위, 12~36개월)이었다 (Table 1). 개방성 골절이 10예 (I: 1, II: 2, IIIA: 3, IIIB: 3, IIIC: 1, Gustilo-Anderson 분류) 있었으며, 5예의 구획 증후군 (compartment syndrome)을 포함하여 심한 부종이 동반된 경우가 8예 있었다.

1. 수술 방법

외고정은 수상 후 24시간 이내에 시행하였으며 구획 증후군을 동반한 경우 근막 절개술 (fasciotomy)을 같이 시행

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

No	Age	AO/OTA	Soft tissue condition	Type of Ex-Fix	Ex-Fix duration	Union period	Knee ROM	Knee score	IOWA grade	Complications
1	46	42-C1	IIIB	Non-bridging	82	24	150	91	Excellent	
2	58	42-C1	CS	Bridging	16	18	150	85	Good	
3	43	41-C1	I	Bridging	9	12	150	95	Excellent	
4	43	41-C2	II	Bridging	8	Non-union	150	91	Excellent	Superficial infection
5	52	41-C2	CS	Bridging	21		100	95	Excellent	
6	72	42-B3	CS	Bridging	20		100	87	Good	
7	56	42-A2	IIIA	Non-bridging	89	24	150	91	Excellent	
8	49	41-C2	II	Bridging	14	13	150	92	Excellent	
9	35	42-C3	N/A	Non-bridging	12	24	150	93	Excellent	
10	72	42-C2	CS	Bridging	21	16	150	92	Excellent	
11	66	41-C1	N/A	Bridging	15	20	150	88	Good	
12	73	41-C3	IIIB	Non-bridging	49	32	120	85	Good	
13	64	41-C3	N/A	Bridging	9	22	120	85	Good	
14	62	41-C3	CS	Bridging	15	16	150	96	Excellent	
15	37	41-C2	IIIC	Non-bridging	42	11	150	93	Excellent	Delayed deep infection
16	22	42-C1	IIIB	Bridging	48	20	130	91	Excellent	Delayed deep infection
17	51	42-C1	IIIA	Bridging	13	18	150	92	Excellent	
18	35	42-C1	IIIA	Non-bridging	8	30	50	61	Poor	Superficial infection
Mean	52 years				27.3 days	16.9 weeks	134.4°	89.1		

AO/OTA: Fracture classification according to arbeitsgemeinschaft für osteosynthesefragen and orthopaedic trauma association, Soft tissue condition includes the type of open fracture or compartment syndrome, CS: Compartment syndrome, Ex-Fix: External fixator, ROM: Range of motion.

하였다. 일시적 외고정술은 모두 일측형 외고정 장치를 이용하였으며, 가교형 외고정 장치의 장착을 원칙으로 하였다. 근위 경골 골편의 불안정성이 예상된 경우에는 경골 내에서 비가교형 외고정을 시행하였으며, 연부조직 상태를 감안하여 경골 전면 혹은 전내측 부의 근위와 원위부에 각각 2개의 하프핀을 고정하였고, 영상 증폭 장치를 이용하

여 골절부의 정렬을 얻었다. 가교형의 경우에는 경골 원위부의 전면 혹은 전내측 부와 대퇴골 원위 간부에 각각 2개의 하프핀을 고정하였고, 모노 클램프를 이용하여 슬관절을 건너 경골부와 고정하였다. 이때 추후 확정적인 내고정시에 예상되는 수술적 접근부위를 피하고, 또한 연부조직 상태를 고려하여 골절부에서 가능한 멀리 고정하였다. 사



Fig. 1. (A~C) A 51-year old man suffered from type IIIA open proximal tibial fracture.

(D) Bridging external fixation was performed on that day.



Fig. 2. (A, B) After wound healed at 13 days, MIPO was done (C) Satisfactory alignment was achieved on the postoperative radiograph. (D, E) Follow-up radiograph after 10 month shows complete union of fracture.

용한 외고정 봉 (bar)은 탄소강 (carbon fiber)으로 방사선 투시가 가능하고, 또 외고정 봉끼리 연결하는 모노 클램프가 골절부를 가리지 않도록 위치를 조절하여 술 후 방사선 사진상 정렬 및 정복상태의 판단에 방해가 되지 않도록 하였다 (Fig. 1).

확정적인 내고정은 최소 침습적 경피적 금속판 고정술을 시행하였으며 근위 경골부에 피부 주름이 잡히거나 (wrinkle sign), 충분한 연부조직 피복이 된 후 환자의 전신상태를 고려하여 시행하였다. 마취하에 환자를 방사선 투시가 가능한 수술대에 양와위로 위치시킨 후 환자의 장골능으로부터 전체 하지를 소독하였고 지혈대는 사용하지 않았다. 관절 내 골절인 경우에는 관절면의 정복과 내고정을 먼저 시행하였고, 경골의 근위부 내측 혹은 외측에 약 3~5 cm의 절개를 한 후 골절을 정복한 뒤 영상 증폭기로 골절부의 정복상태를 확인한 다음 근육하 터널을 통하여 적절한 길이의 금속판을 삽입하였다 (Fig. 2). 금속판의 원위부에 또한 2~3 cm의 절개를 하여 상, 하에서 금속판을 조작하여 적절히 위치시키고 나사못 구멍에 K-강선을 삽입하여 금속판을 골에 임시 고정한 후 나사못 고정을 하였다. 사용된 금속판은 외측에는 근위 경골용 잠금 압박 금속판 (Locking compression plate-proximal lateral tibia, Synthes®, Switzerland)을 이용하였고, 일부의 환자에서 근위 골편이 작고 분쇄가 심하여 외측 금속판의 고정만으로는

불안정하다고 판단된 경우, 또는 과간 골절 (intercondylar fracture)에 의하여 내측과의 안정성이 확보되지 않은 경우 내측에 추가적인 금속판 고정을 하였으며, 골 이식은 전례에서 시행치 않았다.

수술 후 케이블 기법 (cable technique)⁶⁾을 통해 관상면에서의 정렬을, 영상 증폭기를 통한 외측 영상을 통해 시상면에서의 정렬을, 슬관절과 족관절을 건측과 비교해 회전정렬을 확인하였다.

2. 술 후 처치 및 평가

수술 후 다음날부터 대퇴 사두근 강화 운동 및 하지 직거상 운동을 시행하였다. 술 후 3일째부터 수동적 슬관절 운동 (continuous passive motion)을 시행하였으며 퇴원 후에도 하지 직거상 운동 및 능동적 슬관절 운동을 하도록 독려하였다. 4~6주경 부분 체중부하를 허용하였으며, 이후 골절의 유합 정도에 따라 체중 부하를 증가시켰다. 골절부에 분명한 가골이 형성될 때까지 4주 간격으로 방사선 추시를 하였고, 최종 추시시 Marsh¹⁰⁾ 등의 기준에 의한 외상 후 관절증 (post-traumatic osteoarthritis)의 정도를 방사선학적으로 평가하였으며 (0도: 정상, 1도: 골극이 있으나 관절간격 유지, 2도: 골극이 있으며 다소의 관절간격 협착, 3도: 완전한 관절의 소실), 슬관절의 운동범위와 IOWA



Fig. 3. (A) A 52-year old man sustained proximal tibial fracture with severe comminution. (B) Severe soft tissue swelling and contusion with fracture blisters implies compartment syndrome. (C) Bridging external fixation with fasciotomy was done immediately. (D) Wound was closed and swelling completely subsided after 21 days.

knee scoring system¹¹⁾에 따라 임상적 결과를 판단하였다 (정상: 100, 우수: 90~99, 양호: 80~89, 보통: 70~79, 불량: 70 미만). 방사선적, 기능적 결과에 영향을 미칠 것으로 생각되는 골절 형태, 개방성 골절 유무, 외고정의 형태, 내고정으로의 전환기간 등을 통계적으로 분석하였다 (SPSS 15.0).

결 과

외고정 장치는 가교형을 12예, 비가교형을 6예에서 시행하였고, 구획 증후군을 동반한 5예에서 근막 절개술을 시행하였으며, 개방성 IIIB형 골절 1예에서 가자미근 (Soleus) 회전 피판술, IIIC 1예에서는 슬와동맥의 파열이 있어 외고정 후 복재정맥 이식술을 시행하였다. 외고정으로부터 최소 침습적 금속판 고정술까지는 평균 27.3일 (범위, 8~89일)이 소요되었다. 개방성 골절 10예 중, 1예는 3회의 변연 절제술 (debridement) 및 음압 상처 치료가 요구되었고, 창상범위가 넓었던 1예는 피부 이식술을 시행하였으며, 다른 8예는 변연 절제술 후 일차봉합이 가능하였다. 구획 증후군이 동반되어 근막 절개술을 시행한 경우에는 부종의 소실 및 근막 절개술 상처가 완전히 치유된 후에 내고정으로 전환하였다 (Fig. 3, 4). 금속판 고정술은 13예에서 외측 금속판 고정술, 5예에서 내, 외측의 이중 금속판 고정을 시행하였다.

8예 중 17예에서 평균 20주 (범위, 11~32주)에 골 유합

을 얻었으며, 1예의 불유합은 추가적인 자가 해면골 이식 후 골 유합을 얻었다.

최종 추시 시 평균 슬관절의 굴곡범위는 134.4° (범위, 50°~150°)이었으며, IOWA 슬관절 기능 점수는 평균 89.1점 (범위, 61~96점)으로 우수 12예, 양호 5예, 불량이 1예가 있었고, 1예의 불량은 다발성 골절과 원내감염이 동반된 환자이었다. 방사선학적 관절증의 평가에서는 0도가 13예, 1도가 4예, 2도가 1예 있었다.

합병증으로는 표재성 감염이 2예, 지연성 심부 감염이 2예 있었으며, 최초 골절이 개방성 II형이 1예, III형이 3예이었다. 지연성 심부감염은 IIIB와 IIIC형의 개방성 골절에서 각각 술 후 8개월과 1년 후에 발생하였고, 골절의 유합에는 지장이 없었다. 이는 모두 금속판의 제거 후 치유되었으며, 골수염은 동반치 않아 연부조직의 감염으로 생각되었다. 그 외, 단축을 포함한 부정 유합이나, 금속판의 실패, 슬관절의 불안정성 등은 없었다.

최종 기능적 결과는 골절의 형태, 관절 내 골절이나, 개방성 골절 유무, 외고정의 형태에 영향을 받지 않았으며, 개방성 골절에서 감염의 가능성은 높은 경향을 나타내었다 ($p=0.092$, Fisher's exact test).

고 찰

근위 경골 골절에 대해 고식적인 관혈적 정복 및 내고정술을 시행했을 때, 추가적인 연부조직 손상으로 피부 및

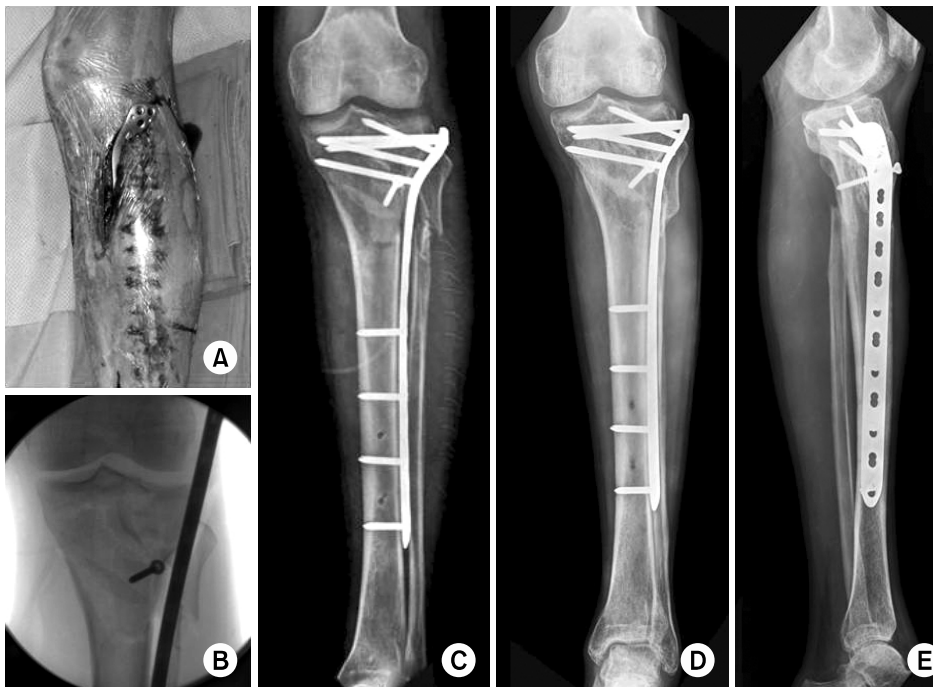


Fig. 4. (A, B) With MIPO procedure, (C) a good alignment was obtained. (D, E) The fracture healed 14 weeks after surgery.

연부 조직 괴사, 골수염 등의 발생이 적지 않다^{7,8,15,23)}. 원형 혹은 혼성 외고정 장치를 이용한 수술은 연부조직 합병증을 줄일 수 있는 장점은 있으나, 관절 내 골절의 경우 골절의 정복이 만족스럽지 못하고 외고정과 관련된 핀 감염이나 슬관절 강직 등은 또 다른 문제점으로 남겨져 있다^{9,10,12,18)}. 최근 골절 치료에 많이 이용되는 최소 침습적 금속판 고정술은 이와 같은 합병증을 예방할 수 있는 좋은 수술 방법이나^{13,14)}, 연부조직 손상이 심한 경우 즉각적인 적용이 힘들다. 이에 본 연구는 고 에너지 손상에 의한 근위 경골 골절에서 이를 외고정 장치술 후 단계적 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하고, 그 결과와 합병증 등을 평가하고자 하였다.

외고정 장치술 후 단계적 내고정술은 여러 보고에서 우수한 골절 유합률과 낮은 합병증률을 보고하지만, 대부분^{4,5,17,19)}은 관혈적 정복술을 내고정 방법으로 선택하였고 골 이식을 추가한 경우가 많았으나, 본 연구에서 골 이식 없이 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하고 1예를 제외하고 모두 골 유합을 얻었으므로 이는 좋은 장점으로 생각한다.

골 견인 (skeletal traction)은 손상 받은 연부조직이 치유되고, 부종이 소실되는 시간을 벌 수 있는 좋은 방법이나, 이는 환자의 이동이 제한되어 폐렴, 욕창, 심부 정맥 혈전증, 폐전색증 등이 발생할 수 있다. 본 연구에 사용된 임시적 외고정술은 골절부의 안정화를 도모할 수 있고 관절 연골의 손상을 방지할 수 있으며, 창상 치료에도 편리한 장점이 있어^{4,19)}, 원위 및 근위 경골 골절에서 이용되고 있다.

외고정 후 2차적 내고정술 시 발생할 수 있는 감염은 조심해야 할 합병증인데, 본 연구에서는 심부 감염 발생은 2예 (11%)에서 있었으나, 이는 조기 관혈적 정복 및 내고정술을 시행 후 42~88%의 심부 감염률을 보고한 다른 연구들^{3,24)}에 비하여 우수한 결과로 생각된다. 하지만, 심부 감염의 발생이 폐쇄성 골절에서 없었고, 모두 III형의 개방성 골절에서 발생한 것으로 보아 외고정 장치가 1차적인 원인으로 생각되지는 않으며, 비슷한 치료를 한 다른 연구들^{2,4)}에서도 심부 감염은 대부분 제III형의 개방성 골절에서 발생하였다고 하였다. 비록 심한 개방성 골절의 경우 여전히 주의해야 적응증이나, II형 이하의 개방성 골절에서는 안전한 술식이라 할 수 있다.

장기간의 외고정 장치술은 슬관절 운동제한이 유발할 수 있으나, 본 연구에서 외고정 기간은 다른 연구에 비해 다소 길었음에도 불구하고, 대부분 (94.4%)에서 슬관절 기능은 만족스러웠으며, 이러한 합병증을 예방하기 위하여 장기간 외고정이 필요한 개방성 골절의 경우 경골 내측면에 비가교형 외고정 장치를 하는 것도 좋은 방법이며, 본 연구에서도 6예에서 이러한 방법을 시행하였다. 그 외의 외고정 장치의 합병증으로 대퇴 사두근 주위의 이소성 골화

가 있었다는 보고가 있으나⁴⁾, 본 연구에서는 없었으며 대퇴 사두근의 반흔 구축 등도 발생하지 않았다.

본 연구는 개체수가 비교적 작고, 후향적 연구이며, 관혈적 정복술, 외고정 장치술, 또는 단순 지면 최소 침습적 금속판 고정술과의 비교 연구가 아닌 단점이 있다. 2차례의 수술이 필요한 본 수술방법에 대한 비용적 측면과 안정성을 평가하기 위하여, 향후 많은 개체수에 대하여 전향적인, 무작위적 연구는 필수적이라고 생각한다.

결 론

연부조직 손상을 동반한 근위 경골 골절에서 일차적 외고정 후 단계적 최소 침습적 금속판 고정술은 우수한 기능적 결과를 얻을 수 있는 방법으로 생각되지만, 제III형 개방성 골절에서는 감염 발생에 주의가 요구된다.

참 고 문 헌

- 1) **Blokker CP, Rorabeck CH, Bourne RB:** Tibial plateau fractures. An analysis of the results of treatment in 60 patients. *Clin Orthop Relat Res*, **182**: 193-199, 1984.
- 2) **Collinge C, Kuper M, Larson K, Protzman R:** Minimally invasive plating of high-energy metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*, **21**: 355-361, 2007.
- 3) **Covall DJ, Fowble CD, Foster TE, Whitelaw GP:** Bicondylar tibial plateau fractures: principles of treatment. *Contemp Orthop*, **28**: 115-122, 1994.
- 4) **Egol KA, Tejwani NC, Capla EL, Wolinsky PL, Koval KJ:** Staged management of high-energy proximal tibia fractures (OTA types 41): the results of a prospective, standardized protocol. *J Orthop Trauma*, **19**: 448-455, 2005.
- 5) **Haidukewych GJ:** Temporary external fixation for the management of complex intra- and periarticular fractures of the lower extremity. *J Orthop Trauma*, **16**: 678-685, 2002.
- 6) **Krettek C, Miclau T, Grün O, Schandelmaier P, Tschern H:** Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury*, **29(Suppl 3)**: C29-39, 1998.
- 7) **Lachiewicz PF, Funcik T:** Factors influencing the results of open reduction and internal fixation of tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **259**: 210-215, 1990.
- 8) **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 Am*, **80**: 174-183, 1998.
- 9) **Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP**: Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthopedic Review*, **21**: 1433-1436, 1992.
 - 10) **Marsh JL, Smith ST, Do TT**: External fixation and limited internal fixation for complex fracture of the tibial plateau. *J Bone Joint Surg Am*, **77**: 661-673, 1995.
 - 11) **Merchant TC, Dietz FR**: Long-term follow-up after fractures of the tibia and fibular shafts. *J Bone Joint Surg Am*, **71**: 599-606, 1989.
 - 12) **Murphy CP, D'Ambrosia R, Dabezies EJ**: The small pin circular fixator for proximal tibial fractures with soft tissue compromise. *Orthopedics*, **14**: 273-280, 1991.
 - 13) **Oh CW, Oh JK, Jeon IH, et al**: Minimally invasive percutaneous plate stabilization of proximal tibial fractures. *J Korean Fracture Soc*, **17**: 224-229, 2004.
 - 14) **Oh CW, Oh JK, Jeon IH, et al**: Double plating of proximal tibial fractures using minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 250-255, 2005.
 - 15) **Schatzker J, McBroom R, Bruce D**: The tibial plateau fracture. The Toronto experience 1968-1975. *Clin Orthop Relat Res*, **138**: 94-104, 1979.
 - 16) **Shybut GT, Spiegel PG**: Symposium. Rigid internal fixation of fractures. Tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **138**: 12-17, 1979.
 - 17) **Sirkin M, Sanders R, DiPasquale T, Herscovici D Jr**: A staged protocol for soft tissue management in the treatment of complex pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **18**(Suppl 8): S32-38, 2004.
 - 18) **Stamer DT, Schenk R, Staggers B, Aurori K, Aurori B, Behrens FF**: Condylar tibial plateau fractures treated with a hybrid ring external fixator: a preliminary study. *J Orthop Trauma*, **8**: 455-461, 1994.
 - 19) **Tejwani NC, Achan P**: Staged management of high-energy proximal tibia fractures. *Bull Hosp Jt Dis*, **62**: 62-66, 2004.
 - 20) **Tscherne H, Lobenhoffer P**: Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop Relat Res*, **292**: 87-100, 1993.
 - 21) **Waddell JP, Johnson DW, Neidre A**: Fractures of the tibial plateau: a review of ninety-five patients and comparison of treatment methods. *J Trauma*, **21**: 376-381, 1981.
 - 22) **Watson JT**: High-energy fractures of the tibial plateau. *Orthop Clin North Am*, **25**: 723-752, 1994.
 - 23) **Whiteside LA, Lesker PA**: The effects of extraperiosteal and subperiosteal dissection. II. On fracture healing. *J Bone Joint Surg Am*, **60**: 26-30, 1978.
 - 24) **Young MJ, Barrack RL**: Complications of internal fixation of tibial plateau fractures. *Orthop Rev*, **23**: 149-154, 1994.