

최소 침습적 잠김 금속판을 이용한 경골 고평부 골절의 치료

박희곤 · 이대희 · 이경준

단국대학교 의과대학 정형외과학교실

목적: 경골 고평부 골절에서 정확한 관절면 정복 및 잠김 금속판과 최소 침습적 방법을 이용하여 치료 방향을 제시하고자 한다.
대상 및 방법: 2005년 11월~2010년 3월 12개월 이상 관찰 가능했던 29예를 후향적으로 관찰하였다. 골유합, 부정정렬, 슬 후 관절면 정복 소실을 조사하였고, 감염여부, 슬관절 운동시기, 점진적 체중 부하 시기, 운동 범위를 조사하였다. Lysholm Knee score를 측정하였다.

결과: 골수염 발생한 1예를 제외하고 골유합을 얻었으며, 각 형성, 관절면의 정복 소실은 관찰되지 않았다. 골수염 1예, 표재성 수술 부위 감염 1예가 있었다. 슬관절 운동 시기, 점진적 체중 부하 시기는 6주였으며, 운동 범위는 평균 125도로 관찰되었다. Lysholm Knee Score은 94점이었다.

결론: 관절면을 정확하게 정복하고 잠김 금속판의 사용 및 최소 침습적 방법을 사용함으로써 골유합에 도움을 주며 연부조직 손상을 감소시키고 관절면 유지에 도움을 준다.

색인 단어: 경골 고평부 골절, 관절면 정복, 잠김 금속판

Treatment of Tibial Plateau Fractures Using a Locking Plate and Minimally Invasive Percutaneous Osteosynthesis Technique

Hee-Gon Park, M.D., Dae-Hee Lee, M.D., Kyung Joon Lee, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Medical College, Cheonan, Korea

Purpose: To acknowledge the importance of precise reduction of articular surface of tibial plateau fractures and to make a guideline of treatment by evaluating outcomes and effectiveness of using locking plate and minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique.

Materials and Methods: Twenty-nine patients who underwent surgery for tibial plateau fracture from November 2005 to March 2010 were enrolled with 12 months follow-up in a retrograde manner. The Shatzker classification was used to classify fractures, and we used lateral submeniscal approach to make a precise reduction of articular surface. Radiologic evaluation was determined by presence of bone union, malalignment, and reduction loss or joint depression of articular surface. Post-operative infection, time of active movement of the knee joint, time of partial weight loading, and range of motion (ROM) of knee joint were evaluated. Lysholm Knee Score was used for functional evaluation.

Results: Bone union took place in all but one case that developed osteomyelitis. Angulation deformity of more than 10° and reduction loss or joint depression of more than 5 mm were not observed. There was one case of osteomyelitis and one case of superficial surgical site infection. There were satisfactory clinical results, with an average time of active knee joint movement and weight loading of 6 weeks. The average ROM of knee joint was 125° in the last follow up. As for functional evaluation using Lysholm Knee Score, cases showed an average Lysholm Knee Score of 94 which was a satisfactory result.

통신저자 : 박 희 곤

천안시 동남구 단대로 119
단국대학교 의과대학 정형외과학교실
Tel : 041-550-6290 • Fax : 041-556-3238
E-mail : osdku@dankook.ac.kr

Address reprint requests to : Hee-Gon Park, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Dankook University Medical College, 119, Dandae-ro, Dongnam-gu, Cheonan 330-714, Korea
Tel : 82-41-550-6290 • Fax : 82-41-556-3238
E-mail : osdku@dankook.ac.kr

본 논문은 2012년도 단국대학교 연구비 지원을 받아 이루어졌습니다.

접수: 2011. 6. 23
심사 (수정): 2011. 7. 25
게재확정: 2011. 12. 7

Conclusion: In cases of tibial plateau fractures, if a surgeon accurately reduces the articular surface of joint and use minimally invasive locking plate it will help in bone union biologically, reducing the incidence of soft tissue injuries, and biomechanically maintaining the articular surface of the joint, proving itself to be a useful method of treatment.

Key Words: Tibial plateau fracture, Anatomical reduction, Locking plate with MIPO technique

서론

경골 고평부 골절은 노인에서 골다공증으로 인한 저에너지 손상에서부터 교통사고, 산업 재해, 스포츠 손상 등으로 인한 고에너지 손상에 의해 다양하게 발생한다. 특히, 고에너지 손상의 경우 관절면 및 골간단부 분쇄 손상이 심하며, 경골의 특장상 연부조직 손상을 동반하여 치료에 어려움을 겪는다. 골절의 전위가 없고 연부조직 손상을 동반하지 않는 경우를 제외하고는 대부분 수술적인 치료가 필요하며, 기본적인 치료 방향은 정확한 관절면의 정복 및 견고한 고정, 동반된 연부조직의 안정성을 재건하는 것이다²⁵⁾. 전위가 심하지 않고 단순한 관절 함몰 골절을 동반한 경우에는 관절경적 정복 및 경피적 금속핀 고정술이 유용하다는 연구 결과도 있지만¹⁷⁾, 일반적으로 경골 고평부 골절의 경우 관절적 정복술 및 정확한 내고정술이 필요하다⁸⁾. 하지만 연부조직 손상을 동반하는 경우가 흔해 관절적 정복술의 경우 연부조직 손상 문제를 악화시키고 결과적으로는 골유합도 방해를 하는 경우도 있다. 이로 인해 혼성 외고정 장치 고정법을 선호하는 경우에는 연부조직 손상에는 유리하지만 불유합 및 부정 정렬, 금속핀 감염 및 이로 인한 골수염, 관절 강직 등 다른 합병증을 초래하게 된다¹³⁾.

최근에는 골과 연부조직에 손상을 줄이는 최소 침습적 방법 (minimally invasive percutaneous osteosynthesis, MIPO)을 이용한 잠김 금속판의 고정법을 통하여 골절 주변의 연부조직 손상을 최소화하면서 생역학적으로도 관절적 정복술 및 내고정술과 비슷한 견고한 내고정을 얻을 수 있어 좋은 임상적 연구 결과를 보여주고 있다^{1,10,23)}. 이에 저자들도 Shatzker 분류법에 따라 경골 고평부 골절 치료에서 정확한 관절면의 정복을 시도한 이후 최소 침습적 잠김 금속판을 이용한 고정법을 이용한 결과를 평가, 분석하고자 한다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본원에서 2005년 11월부터 2010년 1월까지 경골 고평부 골절로 진단 받고 최소 침습적 잠김 금속판 (locking compression plate-proximal lateral tibia [5.0 mm screw], Synthes, Oberdorf, Switzerland)을 이용하여 치료 받은 후

12개월 이상 추시 가능하였던 29명, 29예를 대상으로 후향적으로 연구하였다. 연령은 평균 46.4세 (21~74세)였으며, 연령별로는 40대가 10명으로 가장 많았다. 성별은 남자가 26명, 여자가 3명으로 남자가 많았으며, 골절의 원인은 탑승자 사고 9예, 오토바이 사고 6예, 보행자 사고 4예로 교통사고로 인한 손상이 19예로 가장 많았으며, 그 외에 추락 4예, 스포츠 손상 4예, 기타 2예였다. 골절의 분류는 Shatzker 분류 방법을 사용하였으며 제I형 3예, 제II형 9예, 제III형 2예, 제IV형 0예, 제V형 2예, 제VI형 13예로 분류되었다. 정확한 골절의 양상, 분류, 함몰 정도 및 동반된 연부조직의 손상을 확인하기 위해 전 예에서 전산화단층촬영 (computed tomography, CT), 자기공명영상 (magnetic resonance imaging) 촬영을 시행하였다. 동반 손상으로 슬와동맥 손상 1예, 후방 십자인대 손상 4예, 대퇴과 골절 2예, 대퇴간부 골절 2예, 측부인대 손상 15예, 반월상 연골판 손상 11예로 관찰되었으며 전방 십자인대 손상은 관찰되지 않았다 (Table 1).

Table 1. Preoperative patient details

| Details | Number (%) |
|----------------------------|---|
| Patient number | 29 |
| Mean age (yr) | 46.4 (21~74) |
| Male/Female ratio | 26/3 |
| Mechanism of injury (%) | Road traffic accident (65%), fall (15%) sports injury (15%), other causes (5%) |
| Fracture type (Shatzker) | I: 3 II: 9 III: 2 IV: 0 V: 2 VI: 13 |
| Open/Closed | 6/23 |
| Associated Injury (number) | Popliteal artery rupture: 1 Femur shaft fracture: 2 Condyle fracture: 2 Collateral Lig. injury: 15 Post. cruciate Lig. injury: 4 Meniscal injury: 11 (MM 4/LM 7) |

Lig.: Ligament, Post.: Posterior, MM: Medial meniscus, LM: Lateral meniscus.

2. 수술 방법 및 술 후 처치

환자를 양와위 자세로 외측 연골관하 도달법을 통해 골절 부위를 접근하였으며 이후 관절 내로의 접근은 관절낭에 횡 절개를 가하여 시행하였다. 관절면 손상 정도를 수술 시야에서 확인하였으며 이후 견인 및 bone holding clamp 등을 이용하여 관절 내 정복을 시도하였다. 관절면 정복은 직접 눈으로 보면서 확인하는 동시에 영상 증폭 장치를 통해서도 확인하였으며, 정복 시 함몰된 골편의 경우 impactor를 이용하여 들어올린 후 allobone을 이용하여 결손 부위를 채웠다. 이후 일시적으로 K-강선을 이용하여 골절부를 유지하였다. 근육하 터널을 이용하여 잠금 금속판을 삽입한 후 방사선 영상 증폭장치를 통해 골절의 정렬 및 금속판 위치를 확인한 후 고정하였다 (Fig. 1). 개방성 골절은 모두 6예로 초기에 응급으로 변연 절제술을 시행하였으며 외고정 장치를 고정한 후 연부조직 손상이 호전된 이후에 평균 18일 (10~25일)째 잠금 금속판으로 변경하여 치료하였다. 관절면의 함몰을 정복한 이후 발생하는 결손 부위를 채우기 위하여 신선 동결 동종 해면골 이식술을 14예에서 잠금 금속판과 병행하여 사용하였다. 관절면 정복

시 고평부 후내측 골편의 경우 외측 잠금 금속판으로 정복에 실패할 경우 추가로 내측에서 관혈적 정복 및 내측 금속판을 사용하였다 (Fig. 2). 수술 후 2일째부터 대퇴 사두근 근력 강화 운동 및 하지 직거상 운동을 격려하였고, 수술 부위 부종 감소 시 부목 고정을 밤에만 유지하였으며 수동적인 슬관절 운동을 시작하였다. 수술 후 4주부터 부목을 완전히 제거하고 능동적인 슬관절 운동 및 점진적인 부분적인 체중 부하를 권유하였다.

3. 평가 방법

방사선학적으로 최종 추시 시 단순 방사선 사진을 통하여 적어도 3면 이상의 골소주 형성이 관찰되어야 골유합, 10도 이상의 각형성을 부정 정렬, 수술 후 정복 상태에서 5 mm 이상의 관절면 함몰을 정복 소실로 정의하고 판정하였다. 임상적으로 수술 후 감염 여부, 능동적 슬관절 운동 시기, 부분적인 체중 부하 시기 및 최종 추시 시 슬관절의 운동 범위를 평가하였고, 최종 추시 시 기능적 평가인 Lysholm knee score를 사용하여 평가하였다.

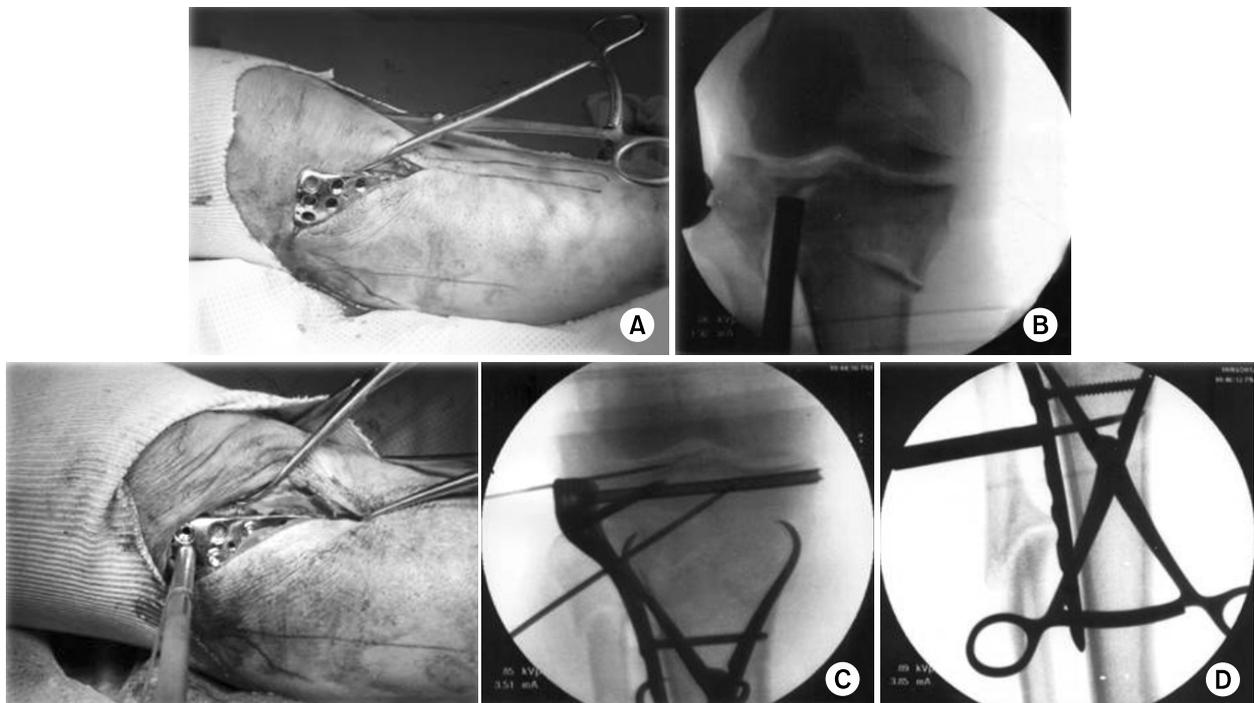


Fig. 1. (A) As a surgical method, we used a lateral submeniscal approach to make a precise reduction of the articular surface. (B) Following elevation, subarticular defects were filled with allograft. (C) Intraoperative fracture reduction was assessed with direct visualization and biplanar fluoroscopic images. (D) The metaphyseal-diaphyseal component was stabilized with a locking plate placed in a submuscular tunnel (minimally invasive percutaneous osteosynthesis technique).



Fig. 2. A 46-year-old man with Shatzker type VI (road traffic accident).
(A) Preoperative x-ray and computed tomography.
(B) 1 year postoperatively showing application of a medial plate (dual incision).



Fig. 3. A 27-year-old man with Shatzker type VI (motorcycle traffic accident).
(A) Preoperative x-ray and computed tomography.
(B) At the last follow-up, radiograph shows satisfactory results.

결 과

골수염이 발생한 1예를 제외한 예 (96.6%)에서 골유합을 얻었으며, 10도 이상의 각 형성 및 수술 후 정복 상태에서 5 mm 이상의 관절면의 정복 소실은 관찰되지 않았다 (Fig. 3). 수술 후 감염에 대해서는 2예 (6.8%) 관찰되었으며, 골수염 1예 및 표재성 수술 부위 감염 1예가 있었다. 골수염 1예의 경우 Shatzker 제VI형, 개방성 골절 IIIb형으로 초기에 변연 절제술 및 4주간 외고정 장치를 적용하였으며, 이후 잠김 금속판으로 교체하였으나 6개월째 지연 유합이 관찰되어 내측에 금속판을 추가로 적용하면서 골

대체물 삽입술을 시행하였다. 1년 2개월 뒤 상처 감염이 발생하여 입원 치료 중 골수염을 진단 받고 시멘트 항생제 삽입술을 통하여 치료하였으며, 표재성 수술 부위 감염 1예의 경우 항생제로 치료하였다.

능동적인 슬관절 운동 시기 및 부분적 체중 부하 시기는 수술 후 평균 6주 (4~12주)였으며, 최종 추시 때 슬관절의 운동 범위는 평균 125도 (70~135도)로 관찰되었다. Lysholm knee score를 통한 기능적 평가에서는 건측에서 관절염이 진행된 고령 1예와 골수염 1예를 제외한 나머지 예에서 평균 94점 (82~100점)으로 만족스러운 결과를 나타내었다.

동반 손상으로 1예의 슬와동맥 손상에 대해서 인조 혈관을 이용하여 재건술을 시행하였으며 대퇴과 골절에 대해서는 관혈적 정복 및 나사못 고정을 시행하였고, 외측 반월상 연골파열 손상 7예 중 3예에서 수술 중 동시에 연골 봉합술을 시행하였으며 나머지 4예에서는 연골판 부분 절제술을 시행하였다. 후방 십자인대 파열 4예 중 2예에서 고평부 골절에 대한 수술을 시행한 후 2개월째 관절 운동을 충분히 시행한 후 관절경적 후방 십자인대 재건술을 시행하였으며 나머지 2예에서 보조기 착용 후 운동 치료 등 보존적인 치료를 시행하였다. 최종 추시 시 혈관 재건을 받은 환자의 경우 간헐적인 동통 및 부종이 있었으나 일상 생활에 크게 지장이 없는 상태였으며, 후방 십자인대 손상으로 인한 관절의 불안정증 역시 일상 생활에 불편감을 없었다. 또한 반월상 연골판 손상과 관련된 잠김, 관절면의 동통 등의 증상을 보인 환자는 없었다.

고 찰

경골 고평부 골절의 치료에 대해 여러 학자들에 의해서 치료 방법의 발전이 있었지만 여전히 치료 예후에 따라 환자의 일상 생활에 영향을 크게 미치기 때문에 적절한 수술 방법에 대한 지속적인 연구가 필요하다^{2,3,6,9)}. 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술이 일반적인 치료 방법으로 선호되고 있으며, 관혈적 정복을 통하여 관절면의 해부학적 정복 및 견고한 내고정을 통하여 조기 관절 운동을 가능하게 하며 이로 인하여 슬관절의 기능 장애를 예방하였다. 하지만 골절의 분쇄 정도가 심하고 연부조직의 손상을 동반할 경우 이중 도달법을 통한 내측 및 외측 금속판 고정술은 견고한 내고정을 얻을 수 있지만 심한 연부조직의 손상과 장시간의 수술 시간, 광범위한 노출 등으로 감염이 발생할 수 있으며 골유합 시에도 골막 손상 및 골과 금속판 간의 압박으로 인한 생물학적인 불리함으로 예후에 상당한 영향을 미치게 된다^{8,18,24)}.

이에 반해 잠김 금속판은 복합 경골 고평부 골절의 경우에 이중 도달법을 피할 수 있어 감염의 가능성을 줄여 주며 기존의 금속판에 비하여 골막 손상을 줄여 주고 금속판과 골간의 불필요한 방해 요인을 없애 주어 생물학적인 골유합의 이점을 얻을 수 있다. 최소 침습 경골적 골유합술(MIPO)도 가능하여 연부조직의 손상도 줄일 수 있는 장점을 가지고 있다^{5,20)}. 최근 잠김 금속판을 사용한 여러 연구에서 낮은 수술 후 합병증 및 만족스러운 임상적 결과를 보고하고 있다^{10,20,21)}. Cullen 등¹⁾은 외력 안정성에 관한 생역학적 연구에서 기존의 내측 및 외측 금속판 고정술과 비교하여 잠김 금속판을 통한 고정술에서 더 만족스러운 결과를 보고하였으며, Nikolaou 등¹⁵⁾도 94.5%의 높은 골유합

률의 결과를 보였고 감염, 부정 정렬 및 불유합의 측면에서 잠김 금속판의 유리함에 대해 강조하였다.

다른 한편으로 복합 경골 고평부 골절의 경우 잠김 금속판을 사용한 경우 Gosling 등¹¹⁾은 수술 후의 임상적 결과 및 심부조직 감염에 대해서는 기존의 연구와 비슷하게 만족스러운 결과를 보고 하였으나, 적절한 관절면의 정복 실패 등 23%의 부정 정렬을 보고하였다. 이에 잠김 금속판에 익숙하지 않은 집도의가 수술 시에 정확한 관절면 정복을 하지 못하였던 점을 실패 요인으로 지적하였으며, 상대적으로 잠김 금속판에 숙련된 Cole 등⁷⁾, Stannard 등²²⁾은 좋은 임상적인 결과와 낮은 감염률뿐만 아니라 관절면 정복에 대해서도 우수한 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 잠김 금속판의 사용으로 96.6%의 높은 골유합률을 보였으며, 수술 중 최대한 정확한 관절면의 정복을 고려하였으며 잠김 금속판의 사용에 익숙한 전문의에 의해 시행하여 골수염 1예를 제외하고는 부정 정렬 및 정복 소실은 나타나지 않았다.

Phisitkul 등¹⁶⁾은 내측 골편의 관절면의 정복 소실을 잠김 금속판 사용 시 문제점으로 지적하였고, 이에 수술 시 내측 골편의 정복이 실패하였을 경우 내측에 대해서도 내고정술의 필요성을 주장하였다. 이에 Egol 등¹⁰⁾도 생역학적 연구에서 이중 금속판과 비교하여 잠김 금속판을 사용했을 경우 지속적인 압박력이 가해질 경우 평균 4.7 mm 내측 고평부의 정복면 소실을 보고하였고, Ratcliff 등¹⁹⁾도 역시 내측 지지 금속판을 사용할 경우 훨씬 안정성을 높일 수 있다고 보고하였다. 본 연구에서도 Shatzker Type VI의 경우 잠김 금속판으로 내측 고평부 골편의 정복이 부족하였던 경우 3예에서 추가로 내측 지지 금속판을 사용하였다.

골이식술의 경우 여러 연구에서 57%~100%까지 보고하고 있다^{4,14)}. 골유합 시에도 유리한 장점을 가지지만, 함몰된 골편의 정복으로 인한 사강 발생으로 수술 후 정복 실패의 가능성이 있으므로 지지의 목적으로 필요성이 강조된다. 자가골의 사용이 골유도 기능이 있어 골유합에 유리하면서 지지 역할도 할 수 있어 가장 좋은 방법으로 알려져 있지만, Kim 등¹²⁾은 추가 수술의 필요 및 그로 인한 수술 시간의 지연 및 공여부의 통증, 출혈, 감염 등의 합병증의 발생 가능성이 있어 동종골을 사용하였으며 골정복의 소실 없이 모두 유합을 얻었으며 임상적으로도 좋은 결과를 보고하였다. 본 연구에서도 14예, 45%에서 동종골 이식술을 추가로 시행하였으며, 수술 중 함몰된 골편의 관절면 정복으로 이에 따른 사강이 발생할 경우 잠김 금속판만으로는 정복 소실의 가능성이 있어 골이식술을 시행하였다.

본 연구의 한계점은 소규모, 후향적 연구였으며, 장기간의 추시 관찰을 하지 못하여 관절염 등 고평부 골절로 인

한 합병증에 대한 조사가 부족하였으며, 수술 후에 관절면 정복 함몰 등의 정복 상태에 대하여 CT scan을 통하여 정확하게 조사하지 못하였던 점이다.

결 론

경골 고평부 골절에서 관절면을 일단 정확하게 정복한 후 고정 방법으로 잠김 금속판의 사용 및 최소 침습적 방법을 사용함으로써 생물학적으로 골유합에 도움을 주며 연부조직의 손상을 감소시키고 생역학적으로도 관절면 유지에 도움을 주어 유용한 방법이라고 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) **Cullen AB, Curtiss S, Lee MA:** Biomechanical comparison of polyaxial and uniaxial locking plate fixation in a proximal tibial gap model. *J Orthop Trauma*, **23**: 507-513, 2009.
- 2) **Ali AM, Burton M, Hashmi M, Saleh M:** Outcome of complex fractures of the tibial plateau treated with a beam-loading ring fixation system. *J Bone Joint Surg Br*, **85**: 691-699, 2003.
- 3) **Ballmer FT, Hertel R, Nötzli HP:** Treatment of tibial plateau fractures with small fragment internal fixation: a preliminary report. *J Orthop Trauma*, **14**: 467-474, 2000.
- 4) **Bansal MR, Bhagat SB, Shukla DD:** Bovine cancellous xenograft in the treatment of tibial plateau fractures in elderly patients. *Int Orthop*, **33**: 779-784, 2009.
- 5) **Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA:** Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, **29 Suppl 3**: C3-6, 1998.
- 6) **Benirschke SK, Agnew SG, Mayo KA, Santoro VM, Henley MB:** Immediate internal fixation of open, complex tibial plateau fractures: treatment by a standard protocol. *J Orthop Trauma*, **6**: 78-86, 1992.
- 7) **Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ:** Less Invasive Stabilization System (LISS) for fractures of the proximal tibia: indications, surgical technique and preliminary results of the UMC Clinical Trial. *Injury*, **34 Suppl 1**: A16-29, 2003.
- 8) **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.
- 9) **Dendrinis GK, Kontos S, Katsenis D, Dalas A:** Treatment of high-energy tibial plateau fractures by the Ilizarov circular fixator. *J Bone Joint Surg Br*, **78**: 710-717, 1996.
- 10) **Egol KA, Su E, Tejwani NC, Sims SH, Kummer FJ, Koval KJ:** Treatment of complex tibial plateau fractures using the less invasive stabilization system plate: clinical experience and a laboratory comparison with double plating. *J Trauma*, **57**: 340-346, 2004.
- 11) **Gosling T, Schandelmaier P, Muller M, Hankemeier S, Wagner M, Krettek C:** Single lateral locked screw plating of bicondylar tibial plateau fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **439**: 207-214, 2005.
- 12) **Kim YJ, Chae SU, Yang JH, Lee JW, Wi DH, Choi DH:** The use of fresh frozen allogenic bone graft in the impacted tibial plateau fractures. *J Korean Fract Soc*, **23**: 26-33, 2010.
- 13) **Mallik AR, Covall DJ, Whitelaw GP:** Internal versus external fixation of bicondylar tibial plateau fractures. *Orthop Rev*, **21**: 1433-1436, 1992.
- 14) **Muggler E, Huber D, Burri C:** Results of surgical treatment of 225 tibial-head fractures. *Chirurg*, **46**: 348-352, 1975.
- 15) **Nikolaou VS, Tan HB, Haidukewych G, Kanakaris N, Giannoudis PV:** Proximal tibial fractures: early experience using polyaxial locking-plate technology. *Int Orthop*, **35**: 1215-1221, 2011.
- 16) **Phisitkul P, McKinley TO, Nepola JV, Marsh JL:** Complications of locking plate fixation in complex proximal tibia injuries. *J Orthop Trauma*, **21**: 83-91, 2007.
- 17) **Pogliacomi F, Verdano MA, Frattini M, Costantino C, Vaienti E, Soncini G:** Combined arthroscopic and radioscopic management of tibial plateau fractures: report of 18 clinical cases. *Acta Biomed*, **76**: 107-114, 2005.
- 18) **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.
- 19) **Ratcliff JR, Werner FW, Green JK, Harley BJ:** Medial buttress versus lateral locked plating in a cadaver medial tibial plateau fracture model. *J Orthop Trauma*, **21**: 444-448, 2007.
- 20) **Schütz M, Südkamp NP:** Revolution in plate osteosynthesis: new internal fixator systems. *J Orthop Sci*, **8**: 252-258, 2003.
- 21) **Singh S, Patel PR, Joshi AK, Naik RN, Nagaraj C,**

- Kumar S:** Biological approach to treatment of intra-articular proximal tibial fractures with double osteosynthesis. *Int Orthop*, **33**: 271-274, 2009.
- 22) **Stannard JP, Wilson TC, Volgas DA, 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.
- 23) **Stannard JP, Wilson TC, Volgas DA, Alonso JE:** The less invasive system for treatment of complex fractures of the proximal tibia. Presented at the annual meeting of the OTA, San Diego, CA, October 18, 2001.
- 24) **Tscherne H, Lobenhoffer P:** Tibial plateau fractures. Management and expected results. *Clin Orthop Relat Res*, **(292)**: 87-100, 1993.
- 25) **Watson JT, Ripple S, Hoshaw SJ, Fyhrie D:** Hybrid external fixation for tibial plateau fractures. *Orthop Clin North Am*, **33**: 177-198, 2002.