

## 경골 원위부 골절에서 최소 침습적 잠김 압박 금속판 고정술의 치료 결과

유재성·박현우

단국대학교 의과대학 정형외과학교실

**목적:** 경골 원위부 골절에 대해 최소 침습적 접근법을 통한 잠김 압박 금속판 고정술의 치료 결과에 대해 알아보고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2006년 11월부터 2010년 6월까지 경골 원위부 골절에 대해 수술적 치료를 시행 받고 1년 이상 추시 관찰이 가능하였던 46명을 대상으로 하였다. 두 비교 군의 골유합시기, 족관절 운동 범위, American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS) 점수와 술 후 합병증의 발생 여부를 조사하여 비교 분석하였다.

**결과:** 최소 침습적 접근법을 통한 잠김 압박 금속판 고정술 시행군에서 평균 골유합 기간은 14.3주였고, 평균 족관절 운동 범위는 55.2도였으며, AOFAS에 따른 기능 평가는 평균 96.9점이었고, 합병증의 발생률은 20.8%였다. 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술 시행군에서 평균 골유합 기간은 18.9주였고, 평균 족관절 운동 범위는 49.1도였으며, 기능 평가는 평균 83.8점이었고, 합병증의 발생률은 32.6%로 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

**결론:** 경골 원위부 골절에서 최소 침습적 골유합술이 전통적인 관혈적 정복술과 비교하여 골유합 시기 및 술 후 기능 그리고 합병증 발생에서 우수한 결과를 나타내어 유용한 술식으로 생각한다.

**색인 단어:** 경골, 경골 원위부 골절, 최소 침습적 경피적 금속판 고정술

### Clinical Outcomes of Locking Compression Plate Fixation through Minimally Invasive Percutaneous Plate Osteosynthesis in the Treatment of Distal Tibia Fracture

Jae-Sung Yoo, M.D., Hyun-Woo Park, M.D.

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

**Purpose:** To analyze the clinical results of operative treatment of distal tibia fracture with locking compression plate fixation through a minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique.

**Materials and Methods:** The subjects were 46 patients (conventional open surgery: 22 patients, minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis: 24 patients) with fracture of the distal tibia who were treated with plating between November 2006 and June 2010. The time of bony union, complications, range of motion, and clinical functional outcome (according to American Orthopedic Foot and Ankle Society, AOFAS) were investigated.

**Results:** In the minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis group, the average union time was 14.3 weeks, postoperative range of motion was an average of 55.2, average AOFAS was 96.9, and incidence of complications was 20.8%. In the open surgery group, the average union time was 18.9 weeks, postoperative range of motion was an average of 49.1, average AOFAS was 83.8, and incidence of complications was 32.6%. There were statistically significant differences ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** Surgical treatment with locking compression plate fixation through the minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique showed favorable results regarding its union time, postoperative functional outcome, and incidence of complications. The locking compression plate fixation through minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique can be an effective treatment option.

**Key Words:** Tibia, Distal tibia fracture, Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis

통신저자 : 박 현 우

천안시 동남구 단대로 119  
단국대학교 의과대학 정형외과학교실  
Tel : 041-550-6579 · Fax : 041-556-3238  
E-mail : m3artist@hanmail.net

Address reprint requests to : Hyun-Woo Park, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Dankook University Medical College, 119, Dandae-ro Dongnam-gu, Cheonan 330-715, Korea  
Tel : 82-41-550-6579 · Fax : 82-41-556-3238  
E-mail : m3artist@hanmail.net

접수: 2011. 8. 29  
심사(수정): 2011. 11. 7  
게재확정: 2012. 1. 30

## 서 론

경골 원위부 골절은 주위 연부조직이 적어 개방성 골절과 혈액 순환 장애로 인한 문제점이 흔히 발생하고 족관절과 인접하여 치료 후 운동 장애를 일으키기 쉽다<sup>17)</sup>. 경골 원위부 골절의 수술적 치료로는 금속판 고정술, 골수강 내 금속 고정술, 외 고정술 등 여러 가지 방법이 있다<sup>3,12,15,18)</sup>. 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술은 광범위한 연부조직의 절개와 골막의 박리로 지연 유합, 불유합 및 창상 감염이 문제가 되며<sup>20,21,27)</sup>, 골수강 내 금속 고정술은 감염의 위험이 적고, 슬관절, 족관절의 관절 운동을 보존하여 조기 보행이 가능하다는 장점이 있으나, 원위부 골편이 작은 경우와, 관절 내 골절이나 복합 골절의 경우 충분한 고정을 얻기 어렵다는 단점이 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위해 최소 침습적 접근법을 이용한 잠금 압박 금속판 고정술이 경골 원위부 골절의 치료에 사용되고 있으며 좋은 결과들이 보고되고 있다<sup>9~11)</sup>. 저자들은 경골 원위부 골절에서 최소 침습적 골유합술과 관혈적 정복술로 치료한 예에 대한 임상적 및 방사선학적 결과를 비교 분석하여 최소 침습적 접근법을 이용한 잠금 압박 금속판 고정술의 유용성에 대해 알아보려고 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상

2006년 11월부터 2010년 6월까지 관절 내 분쇄 골절을 제외한 경골 원위부 골절에 대해 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술을 시행하였거나 최소 침습적 접근법을 통한 잠금 압박 금속판 고정술을 시행한 예 중 1년 이상 추시가 가능하였던 46예 (전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술 22예, 최소 침습적 접근법을 통한 잠금 압박 금속판 고정술 24예)를 대상으로 하였다.

연구대상 기간 중 수술적 접근법 및 금속판의 선택은 2008년 8월 이후에는 최소 침습적 접근법을 이용한 잠금 압박 금속판 고정을 시행하였다.

평균 추시 기간은 관혈적 정복술군에서 23.2개월 (12~40개월)이었으며, 최소 침습적 접근법을 통한 잠금 압박 금속판 고정술 시행군에서 16.8개월 (12~30개월)이었다.

연령 및 성별 분포는 관혈적 정복술군에서 평균 연령 50.0세 (18~79세), 남자 14예 (63.7%), 여자 8예 (36.3%)였으며, 최소 침습적 골유합술군에서 평균 연령 56.7세 (29~82세), 남자 10예 (41.7%), 여자 14예 (58.3%)로서, 두 군 간의 차이는 없었다.

신장, 몸무게, 체질량지수 분포는 관혈적 정복술군에서

165.3 cm (148~180 cm), 63.1 kg (42~85 kg), 체질량지수 분포 22.9 (15.6~29.0)였으며, 최소 침습적 골유합술군에서 163.5 cm (143~182 cm), 65.6 kg (45~92 kg), 체질량지수 분포 24.5 (16.5~32.8)로서, 두 군 간의 차이는 없었다.

손상의 원인은 관혈적 정복술군에서 교통사고 6예 (27.3%), 추락사고 6예 (27.3%), 평지낙상 10예 (45.5%)였으며, 최소 침습적 골유합술군에서 교통사고 6예 (25.0%), 추락사고 4예 (16.7%), 평지낙상 14예 (58.3%)로서, 두 군 간의 차이는 없었다.

수상에서 수술까지의 평균 시간은 관혈적 정복술군에서 평균 6.0일 (1~20일)이었으며, 최소 침습적 골유합술군에서 평균 6.4일 (1~28일)로서, 두 군 간의 차이는 없었다.

개방성 골절은 관혈적 정복술군에서 2예로 Gustilo-Anderson 분류상 1형이 1예, 3B형이 1예였으며 최소 침습적 골유합술군에서 5예로 Gustilo-Anderson 분류상 1형이 1예, 2형이 4예로서, 두 군 간의 차이는 없었다.

Gustilo-Anderson 분류상 3B형인 1예와 Gustilo-Anderson 분류상 2형인 4예 중 3예는 연부조직의 손상이 심하여 우선적으로 외고정기를 이용하여 고정하였으며, 연부조직이 회복되고 염증 소견이 조절된 후 이차적으로 금속판 내고정술을 시행하였다.

비골 골절의 동반 여부 및 비골 골절의 수술 여부는 관혈적 정복술군 22예 중 비골 골절이 동반된 예는 20예 (90.9%)였으며, 그 중 비골 골절에 대해 수술적 치료를 시행한 경우는 18예 (90.0%)였으며, 최소 침습적 골유합술군 24예 중 비골 골절이 동반된 예는 20예 (83.3%)였으며, 그 중 비골 골절에 대해 수술적 치료를 시행한 경우는 14예 (70.0%)로서, 두 군 간의 차이는 없었으며, 비골 골절에 수술적 치료를 시행한 예는 모두 원위부 비골 골절에 해당하였다.

골절 형태는 AO/OTA 골절의 분류에 따라 분류하였으며, 관혈적 정복술군에서 A1형이 4예, A2형이 6예, A3형 4예, B2형이 2예, C1형이 1예, C2형이 5예였으며, 최소 침습적 골유합술군에서 A1형이 3예, A2형이 3예, A3형 13예, C1형이 3예, C2형이 2예로서, 두 군의 관절 침범 정도는 차이가 없었으나, 최소 침습적 골유합술군에서 골간단부의 분쇄가 더 심한 골절이 많았다.

### 2. 수술 방법

환자를 전신 마취 또는 척추 마취하에 방사선 투과성 수술대에 양외위로 눕히고 영상 증폭기하에 수술을 시행하였다. 원위부 비골 골절이 동반된 경우 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행하여 비골의 길이를 맞춘 뒤, 경골 원위부에

전위가 있는 관절 내 골절의 경우 중 관절 내 골절 내측에 있는 경우 경골 내과 부위의 피부 절개를 연장하여 관절면을 정복하였으며 (Fig. 1), 관절 내 골절이 외측에 있는 경우 전외측에 추가적인 피부 절개를 통하여 관절면을 정복한 후 유관 나사 고정을 시행하였다. 경골 골절에 대해 피부 밖에서 정복 겸자를 이용하여 도수 정복 후에 K-강선이나 정복 겸자로 일시적인 고정을 한 후, 경골 내과 부위에 2 cm 크기의 최소 피부 절개 후 피부와 피하층을 경골로부터 조심스럽게 박리하고 골막 박리를 하지 않은 상태로 경골면을 따라 압박 금속판 (Distal medial tibia plate; LCP, Synthes, Oberdorf, Swiss 또는 Periarticular lateral distal tibial locking plate; Zimmer, Cowpens, SC, USA)을 원위부에서 근위부를 향하여 골막과 피하지방층 사이로 경피적 삽입하였다. 금속판이 원위부 끝 부위는 경골 내과의 약간 전방에 위치하게 하고, 골절에서 근위부로 세 개 내지 네 개의 잠김 나사못을 삽입하였다. 금속판을 경골 내측에 밀착시키기 위하여 일반 나사를 일부 이용하였으며, 정복 후 추가적인 고정을 위해 잠김 나사못으로 고정하였다 (Fig. 2).

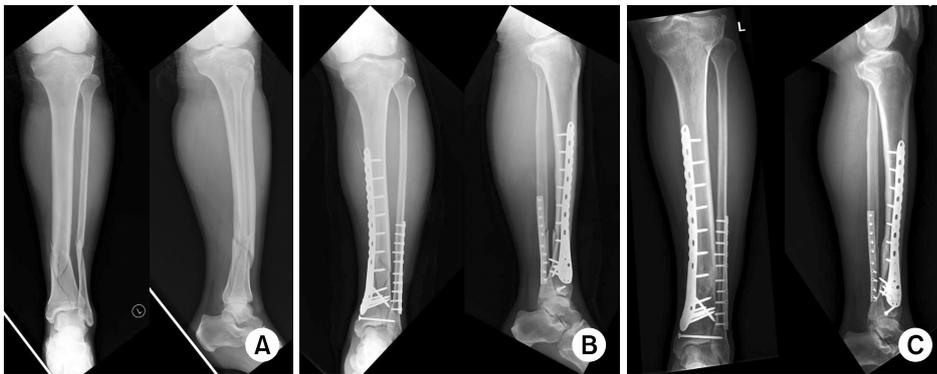
전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술의 경우에는 전경골능에 평행하도록 내측 또는 외측 절개를 하여 골절 부위를 노출시켜 골절편을 정복한 후 may anatomical bone plate를 경골 전외측 및 전내측에 부착하고, 나사못을 이용하여 견고한 내고정을 시행하였다.

### 3. 수술 후 처치 및 평가

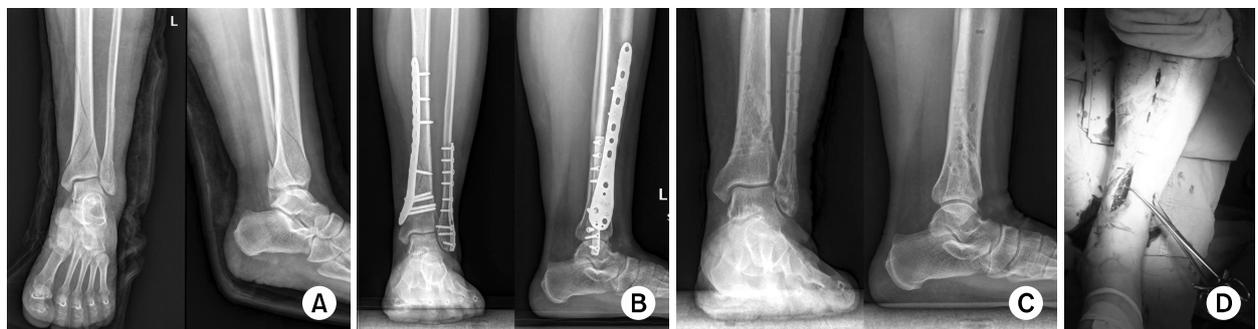
수술 후 4주간 단하지 석고 고정을 시행한 후 족관절 운동을 시행하였으며, 관절 외 골절의 경우 수술 후 4주부터, 관절 내 골절의 경우 수술 후 6주부터 목발과 발목 보조기를 사용하여 부분 체중 부하를 시행하였다. 방사선학적 골유합 소견이 보이기 시작하면 완전 체중 부하를 시행하였다.

### 4. 결과 평가

골유합은 방사선학적으로 전후 및 측면 방사선 사진상 4면 중 3면 이상에서 골소주가 통과하는 것과 체중 부하 시 골절부에 통증이 없을 때를 기준으로 하였으며, 견측과 비



**Fig. 1.** (A) The initial film of a 51-year-old male shows an AO type C1 fracture by a fall accident. (B) It was fixed with locking compression plate through the minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique. (C) At postoperative 16 weeks, the bony union of the fracture site is visible.



**Fig. 2.** (A) The initial film of a 35-year-old female shows an AO type A2 fracture by a pedestrian traffic accident. (B) It was fixed with locking compression plate (LCP) through the minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis technique. (C) At postoperative 12 months, the plate and screws were removed. (D) A precontoured metaphyseal LCP was inserted into a subcutaneous tunnel. The fracture was reduced indirectly by using manual traction and percutaneous use of pointed reduction forceps.

교하여 5 mm 이상의 단축이 있거나 5° 이상의 각 변형이 나 회전 변형이 있을 때 부정 유합이 있다고 판단하였다.

평가는 임상적, 방사선학적 골유합, 기능적 평가, 합병증을 조사하였다. 수술 후 입원 및 외래 기록 및 전화 면담을 통하여 임상적 평가를 하였으며, 족관절 운동 범위는 족배 굴곡 20°, 족저 굴곡 40°로 최대 운동 범위 60°를 기준으로 하였고, 족관절 기능 평가는 American Orthopedic Foot and Ankle Society (AOFAS)<sup>14)</sup>를 기준으로 산출하였으며, 80점 이상을 우수, 80점에서 60점 사이를 양호, 60점에서 40점 사이를 보통, 40점 이하를 불량으로 분류하여 평가하였다.

합병증은 피부 결손, 표재성 감염 및 심부 감염, 상처 벌어짐, 비골신경 마비, 금속판의 돌출로 인한 피부 불편감 (skin irritation 또는 skin tenting), 불유합 및 부정유합 등을 조사하였다.

통계학적 분석은 관혈적 정복술군과 최소 침습적 골유합술군 두 집단 간 항목의 통계적 유의성을  $p < 0.05$ 를 기준으로 SPSS 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 paired student t-test를 통하여 비교 분석하였다.

## 결 과

불유합 및 부정유합은 없었으며, 모든 예에서 골유합을 얻었다. 평균 골유합 시기는 관혈적 정복술군에서 18.9주 (12~28주), 최소 침습적 골유합술군에서 14.3주 (8~20주)로 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 빠른 골유합을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

평균 족관절 운동 범위는 관혈적 정복술군에서 49.1° (0~60°), 최소 침습적 골유합술군에서 55.2° (30~60°)로 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 좋은 결과를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

AOFAS에 따른 족관절 기능 평가는 관혈적 정복술군에서 83.8점 (32~96점), 최소 침습적 골유합술군에서 96.9점 (78~100점)으로 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 좋은 결과를 보였으며 ( $p < 0.05$ ), AOFAS에 따른 족관절 기능 평가 항목 중 sagittal mobility과 hindfoot mobility이 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 좋은 결과를 보였다.

최소 침습적 골유합술군에서는 우수 23예 (95.8%), 양호 1예 (4.2%)였고, 관혈적 정복술군에서 우수 16예 (72.8%), 양호 4예 (18.2%), 보통 1예 (4.5%), 불량 1예 (4.5%)였으며, 불만족의 경우 AO분류 A3형의 골절이며 3B형 개방성 골절로 골결손이 심하였고 연부조직 상태가 좋지 않아, 자가 골이식술과 피관 이식술 및 피부 이식술을 시행하였던 경우로 족관절 운동이 적절히 시행되지 못하여 족관절 운동 범위가 0°로 제한되고 골유합 시기도 28주로 늦은 경우였다.

평균 수술 시간은 관혈적 정복술군에서 136.5분 (95~220분), 최소 침습적 골유합술군에서 105.0분 (65~180분)으로 수술 시간의 유의한 단축을 보였다 ( $p < 0.05$ ).

### 1. 합병증

내고정물의 실패 등으로 인한 재수술을 시행한 경우는 없었으며, 합병증은 관혈적 정복술군에서 합병증은 10예 (45.5%), 최소 침습적 골유합술군에서 7예 (29.2%)로 두 집단 간의 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ) (Table 1).

관혈적 정복술군의 합병증 10예 중 피부 결손 3예, 표재성 감염 4예, 상처 벌어짐 2예, 비골신경 마비 1예였다. 비골신경 마비는 수술 후 비골신경 피부 분절의 이상감각을 호소하였으나, 추시 중 증상 호전되는 경과 보였으며, 표재성 감염 및 상처 벌어짐은 외래 추시를 통하여 상처 관리하였고 술 후 1개월 이내에 모두 회복하였다. 최소 침습적 골유합술군의 합병증 7예 중 표재성 감염 2예, 상처 벌어짐 1예 금속판의 돌출로 인한 피부 불편감 (skin irritation 또는 skin tenting)이 4예였으며, 피부 불편감은 골유합을 얻은 후 금속판 제거술을 시행한 후 회복되었다.

## 고 찰

전통적으로 경골 원위부 골절을 관혈적으로 정복할 때에 연부조직의 보존이 중요함에도 불구하고 기계적 안정을 추구하여 절대적 안정성 (absolute stability)을 얻는 방법이 일반적으로 사용되어 있다. 그러나 관절의 구축, 연부조직의 감염 등의 합병증이 문제점으로 제기되었다<sup>5,19,23)</sup>. 이러

**Table 1.** Clinical results

	Conventional open surgery (n=22)	Minimal invasive percutaneous plate osteosynthesis (n=24)
Union time (wk)	18.9	14.3
Range of motion (ankle)	49.1	55.2
American Orthopedic Foot and Ankle Society Score	83.8	96.9
Incidence of complication (%)	45.5	29.2

한 합병증을 줄이고 골절의 직접 정복에 의한 연부조직의 손상을 최소화하기 위해 골절 부위를 노출시키지 않고 간접적으로 정복하는 생물학적 고정 (biologic fixation)이 발전하여 이를 통해 피부 결손, 연부조직 감염 등의 합병증의 빈도를 감소시키고자 하였다<sup>1,6,7)</sup>. 본 연구에서는 관혈적 정복술군에서 피부 감염 및 상처 벌어짐 등의 연부조직 합병증은 22예 중 9예, 최소 침습적 골유합술군에서 24예 중 3예로 유의한 차이를 보였으며, 또한 족관절의 운동 범위 역시 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 우수한 결과를 보였다. 이는 연부조직 손상을 최소화함으로써 관절 구축 및 연부조직의 합병증을 감소시킬 수 있었던 결과라 생각한다.

최소 침습적 접근법을 통한 금속판 고정술은 골절을 노출시키지 않고 간접 정복하고 내고정 기구를 골막 외 근하에 삽입하여 생물학적 고정을 하여 조기에 가골 형성과 골유합을 얻고 연부조직의 손상을 최소화하고자 하는 기법으로<sup>6,23,26)</sup>, 해부학적 정복을 요하지 않는 다골편성 골간부 및 골간단부 골절 혹은 단순 골간부 및 골간단부 골절에 사용될 수 있다<sup>2,8,26)</sup>. 최소 침습적 금속판 고정술 시 골편을 고정하기 위한 금속판으로 low contact-dynamic compression plate, dynamic compression plate, T-plate, locking compression plate (LCP) 등이 이용되고 있는데, LCP를 제외하고 다른 금속판의 경우 골에 대한 정확한 윤곽 형성이 골의 정렬에 중요하기 때문에 윤곽 형성이 적절하지 않은 경우 부정 유합을 발생시킬 수 있다<sup>12,13,16,24)</sup>. Collinge 등<sup>4)</sup>은 20예의 원위 경골 골절에 대해 최소 침습적 접근법을 통해 잠금 나사 금속판 고정술을 통하여 모든 예에서 우수한 결과를 보고한 바 있다. 본 연구에서도 원위 경골 골절에 대해 최소 침습적 골유합술군을 시행 받은 24예 모두에서 우수한 결과를 보였으며, 최소 침습적 골유합술군에서 평균 골유합이 14.3주로 관혈적 정복술군과 비교하여 유의하게 빠른 골유합을 보여, 생물학적 고정법을 통해 연부조직의 손상을 최소화함으로써 조기에 골유합을 얻을 수 있었다고 생각한다.

원위부 경골의 관절 내 골절인 경우 골절된 관절면의 해부학적 정복이 중요하기 때문에 광범위한 전내측 접근법을 통하여 정확한 관절 내 골편을 정복하고 고정하는 방법이 사용되어 왔는데<sup>22)</sup>, 광범위한 절개 시 연부조직의 손상, 감염 등의 합병증이 문제가 되고 있어<sup>25)</sup>, 연부조직 손상을 최소화하고자 최소 절개를 통하여 관절면 정복술을 병행하여 최소 침습적 금속판 고정술을 시도하고 있다. 본 연구에서는 원위부 경골 골절 46예 중 11예에서 관절 내 골절이 동반되어 있었으며, 11예 중 6예에서 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술을 시행하였으며, 6예 중 5예에서 우수한 결과, 6예 중 1예에서 양호한 결과를 보였고, 피부

결손 3예, 표재성 감염 2예, 상처 벌어짐 1예로 6예 모두에서 합병증이 발생하였다. 11예 중 5예에서 최소 침습적 접근법을 통한 잠김 압박 금속판 고정술을 시행하였으며, 5예 모두에서 우수한 결과를 보였고 표재성 감염 2예, 상처 벌어짐 1예로 5예 중 3예에서 합병증이 발생하여, 두 집단 간에 술 후 기능에는 유의한 차이가 없었으나, 관혈적 정복술군에서 더 높은 합병증 발생률을 보였다.

## 결론

경골 원위부 골절에서 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술과 최소 침습적 접근법을 통한 금속판 고정술을 시행한 치료를 비교 분석한 결과, 최소 침습적 접근법을 통한 금속판 고정술을 시행한 치료를 통하여 골유합 시기 및 술 후 기능 회복 그리고 합병증 발생에서 우수한 결과를 나타내어, 안전하고 유용한 술식으로 생각한다.

## 참고문헌

- 1) Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA: Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, **29 Suppl 3**: C3-6, 1998.
- 2) Chang SA, Ahn HS, Byun YS, Kim JH, Bang HH, Kwon DY: Minimally invasive plate osteosynthesis in unstable fractures of the distal tibia. *J Korean Fract Soc*, **18**: 155-159, 2005.
- 3) Chrisovitsinos JP, Xenakis T, Papakostides KG, Skaltsoyannis N, Grestas A, Soucacos PN: Bridge plating osteosynthesis of 20 comminuted fractures of the femur. *Acta Orthop Scand Suppl*, **275**: 72-76, 1997.
- 4) Collinge C, Sanders R, DiPasquale T: Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res*, **(375)**: 69-77, 2000.
- 5) Egol KA, Kubiak EN, Fulkerson E, Kummer FJ, Koval KJ: Biomechanics of locked plates and screws. *J Orthop Trauma*, **18**: 488-493, 2004.
- 6) Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H: Minimally invasive plate osteosynthesis and vascularity: preliminary results of a cadaver injection study. *Injury*, **28 Suppl 1**: A7-12, 1997.
- 7) Farouk O, Krettek C, Miclau T, Schandelmaier P, Guy P, Tscherne H: Minimally invasive plate osteosynthesis: does percutaneous plating disrupt femoral blood supply less than the traditional technique? *J Orthop Trauma*, **13**: 401-406, 1999.

- 8) **Gautier E, Sommer C:** Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*, **34 Suppl 2:** B63-76, 2003.
- 9) **Ha SH, Lee JY, Sohn HM, Shin MK:** Minimally Invasive Percutaneous Plate Fixation for Distal Tibia Shaft Fractures. *J Korean Orthop Assoc*, **39:** 386-390, 2004.
- 10) **Hasenboehler E, Rikli D, Babst R:** Locking compression plate with minimally invasive plate osteosynthesis in diaphyseal and distal tibial fracture: a retrospective study of 32 patients. *Injury*, **38:** 365-370, 2007.
- 11) **Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J:** Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fractures of the distal tibia--results in 20 patients. *Injury*, **37:** 877-887, 2006.
- 12) **Helfet DL, Shonnard PY, Levine D, Borrelli J Jr:** Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, **28 Suppl 1:** A42-47, 1997.
- 13) **Helfet DL, Suk M:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fractures of the distal tibia. *Instr Course Lect*, **53:** 471-475, 2004.
- 14) **Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, Best AJ, Taylor GJ, Menon DK:** Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales. *J Foot Ankle Surg*, **46:** 65-74, 2007.
- 15) **Kellam JF, Waddell JP:** Fractures of the distal tibial metaphysis with intra-articular extension--the distal tibial explosion fracture. *J Trauma*, **19:** 593-601, 1979.
- 16) **Lee HS, Kim JJ, Oh SK, Ahn HS:** Treatment of distal tibial metaphyseal fracture using MIPPO technique. *J Korean Foot Ankle Soc*, **8:** 166-170, 2004.
- 17) **Maffulli N, Toms AD, McMurtie A, Oliva F:** Percutaneous plating of distal tibial fractures. *Int Orthop*, **28:** 159-162, 2004.
- 18) **Mast JW, Spiegel PG, Pappas JN:** Fractures of the tibial pilon. *Clin Orthop Relat Res*, **(230):** 68-82, 1988.
- 19) **Melis GC, Sotgiu F, Lepori M, Guido P:** Intramedullary nailing in segmental tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **63:** 1310-1318, 1981.
- 20) **Moore TJ, Watson T, Green SA, Garland DE, Chandler RW:** Complications of surgically treated supracondylar fractures of the femur. *J Trauma*, **27:** 402-406, 1987.
- 21) **Oh CW, Oh JK, Jeon IH, et al:** Minimally invasive percutaneous plate stabilization of proximal tibial fractures. *J Korean Fract Soc*, **17:** 224-229, 2004.
- 22) **Park KC, Park YS:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Fract Soc*, **18:** 264-268, 2005.
- 23) **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 Br*, **84:** 1093-1110, 2002.
- 24) **Rüedi TP, Sommer C, Leutenegger A:** New techniques in indirect reduction of long bone fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **(347):** 27-34, 1998.
- 25) **Teeny SM, Wiss DA:** Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res*, **(292):** 108-117, 1993.
- 26) **Tong GO, Bavonratanavech S:** AO manual of fracture management. Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO). 1st ed. Stuttgart, Thieme: 3-45, 66-118, 305-325, 2007.
- 27) **Whiteside LA, Lesker PA:** The effects of extraperiosteal and subperiosteal dissection. II. On fracture healing. *J Bone Joint Surg Am*, **60:** 26-30, 1978.