

## 원위 경골 골절의 최소 침습적 금속판 치료와 골수강내 금속정의 치료 결과 비교

홍창화 · 박종석 · 이상선 · 어수익 · 김우종 · 정기진

순천향대학교 의과대학 정형외과학교실

**목 적:** 경골 원위 골절에서 관절 주위 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술과 골수강내 금속정 삽입술을 시행한 환자들을 대상으로 치료 및 임상 결과를 분석하여 비교하고자 하였다.

**대상 및 방법:** 2006년 1월부터 2008년 3월까지 원위 경골 골간단 골절로 수술적 치료를 받고, 1년 이상 추시가 가능했던 총 28예를 대상으로 하였다. 최소 침습적 경피적 금속판 고정술로 치료한 14예를 1군, 골수강내 금속정 삽입술로 치료한 14예를 2군으로 나누고 방사선 사진과 의무기록을 검토하여 임상적 결과를 비교하였다.

**결 과:** 1군과 2군의 골유합 시기는 평균 14주 (8~17), 15주 (11~20), 수술시간은 평균 58.0분 (55~65), 82.7분 (70~100)이었다. 내/외반 각변형은 각각 평균 1.5도 (0~2), 2도 (0~5)였고 전/후방 각변형은 각각 평균 1.8도 (0~4), 2.3도 (0~12)였다. 발목 관절의 운동 범위는 각각 족배 굴곡 평균 17.5도 (15~20), 18도 (16~20) 족저 굴곡 평균 45도 (42~50), 44도 (42~50)로 심한 제한은 없었으며, 모든 환자에서 정상 보행이 가능하였다. 술 후 합병증으로 내고정물로 인한 피부 자극 증상은 없었고 내고정물의 실패나 표재성 창상 감염은 관찰되지 않았다.

**결 론:** 경골 원위부 골절의 치료에 사용된 관절 주위 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술은 골수강내 금속정보다 골유합 기간이나 해부학적인 정복 정도, 임상적인 결과는 두 군의 유의한 차이는 보이지 않았으나 수술 시간의 단축에 도움이 되었다.

**색인 단어:** 원위 경골 골절, 최소 침습적 금속판 고정술, 골수강내 금속정

## Comparative Study Using of Treatment with Minimally Invasive Plate Osteosynthesis Using Periarticular Plate and Interlocking Intramedullary Nailing in Distal Tibia Fractures

Chang Hwa Hong, M.D., Jong Seok Park, M.D., Sang Seon Lee, M.D.,  
Soo Ik Awe, M.D., Woo Jong Kim, M.D., Ki Jin Jung, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University, Cheonan, Korea

**Purpose:** To compare the result of treatment between minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) using periarticular plate and intramedullary nailing in treatment of distal tibia fractures.

**Materials and Methods:** 28 cases of distal tibia fractures from Jan. 2006 to Mar. 2008 were divided into two group. Minimum follow-up was for 12 month. Group 1 consisted of 14 patients who were treated by MIPO technique and group 2 consisted of 14 patients who were treated by interlocking intramedullary nailing. The results were compared by assessing radiologic and clinical result.

**Results:** The mean bony union time was 14 weeks (8~17) in group 1 and 15 weeks (11~20) in group 2. Operation time was 58 minutes (55~65) in group 1 and 82.7 minutes (70~100) in group 2. The average angulation in AP view was 1.5 degrees (0~2) in group 1 and 2 degrees (0~5) in group 2, in lateral view was 1.8 degrees (0~4) in group 1 and 2.3 degrees (0~12) in group 2. The average range of motion for dorsi flexion was 17.5 degrees (15~20) in group 1 and 18 degrees (16~20) in group 2, for plantar flexion was 45 degrees (42~50) in group 1 and 44 degrees (42~50) in group

통신저자 : 홍 창 화

천안시 동남구 봉명동 23-20  
순천향대학교 천안병원 정형외과  
Tel : 041-570-3640 • Fax : 041-572-7234  
E-mail : chhong@sch.ac.kr

접수: 2009. 9. 16

심사(수정): 1차 2009. 11. 9, 2차 2010. 1. 27, 3차 2010. 3. 29

게재확정: 2010. 4. 12

Address reprint requests to : Chang Hwa Hong, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Soonchunhyang University Cheonan Hospital, 23-20, Bongmyung-dong, Dongnam-gu, Cheonan 330-721, Korea

Tel : 82-41-570-3640 • Fax : 82-41-572-7234

E-mail : chhong@sch.ac.kr

2, which means that there were no severe limitation of motion in all patients, resulting in satisfactory ambulation. There was no post operative complications such as skin irritation problem caused by internal device and no implant failure and superficial wound infection.

**Conclusion:** There were no difference in bony union time, clinical result and anatomical reduction between Group 1 and Group 2 in distal tibia fractures, but operation time was shorter in MIPO than nailing.

**Key Words:** Distal tibia fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO), Interlocking intramedullary nailing

## 서 론

경골 원위부는 해부학적 특성상 연부조직이 적고, 골막이 얇아 고에너지 손상에 의한 골절 시 심한 분쇄 및 주위 연부조직 동반 손상이 흔해 치료의 방법을 결정하는데 어려움이 많다. 치료 방법으로는 도수 정복 후 석고 고정, 고식적인 관혈적 정복술 및 내고정술, 최소 침습적 금속판 고정술 (minimally invasive plate osteosynthesis), 골수강내 금속정 고정술, 외고정술 등이 있으며 각각의 장단점이 있다<sup>6,17,24)</sup>. 그 중 골수강내 금속정은 골절 주위의 연부조직 손상을 최소화하여 골절 유합의 가능성을 높여주고 감염을 줄일 수 있으나, 경골 원위부의 골수강의 면적이 넓고 원위부 골절편의 길이가 짧기 때문에 안정적인 고정이 어렵고, 그로 인해 금속정이나 교합 나사가 파손될 수 있다는 단점이 있다<sup>6,11,17,22)</sup>.

최근 선호되는 술식인 최소 침습적 금속판 고정술은 골절부를 절개 및 박리를 하지 않으면서 도수 정복 후 경피적으로 금속판을 적용하는 방법으로, 고식적 금속판 고정술에 비해 감염이나 피부 괴사의 합병증이 적은 장점이 있지만 피부 자극을 주는 문제점은 여전히 남아 있다<sup>11)</sup>. 반면 이러한 수술법에 적합하도록 최근 해부학적 형상에 적

합한 금속판들이 소개되어 보다 안정된 골절편의 고정이 용이하게 되었다. 이에 저자들은 관절 주위 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술과 교합성 골수강내 금속정 삽입술을 시행한 환자들을 대상으로 치료 및 임상 결과를 분석하여 비교하고자 하였다.

## 대상 및 방법

### 1. 연구대상 및 방법

2006년 1월부터 2008년 3월까지 시행된 발목 관절 면의 침범이 없는 원위 경골 골절에서 골절선의 원위부가 경골의 원위 관절면에서 5 cm 내에 위치하고 최소 침습적 금속판 고정술 (Fig. 1) 또는 골수강내 금속정 고정술 (Fig. 2)을 시행한 환자 중 최소 12개월 이상의 추시가 가능하였던 28예에 대하여 방사선 사진과 의무기록, 문진을 통해 검토하였다. 수술의 선택에 있어 마취하 도수 정복 시도 시 적은 힘으로 해부학적 정복이 되고 유지가 예상되는 경우에는 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하였으며, 골절의 정복이나 유지에 큰 힘이 필요할 것으로 예상되는 경우 골수강내 금속정 고정술을 시행하였다. 환자들의 평균 연령은 1



**Fig. 1.** A 16 years-old female sustained a fracture of left distal tibia after slip down injury.  
(A) Preoperative radiograph shows left distal tibia fracture.  
(B) Postoperative radiograph after minimally invasive internal fixation with periarticular plate.  
(C) The 12 months postoperative radiograph show stable bony union.

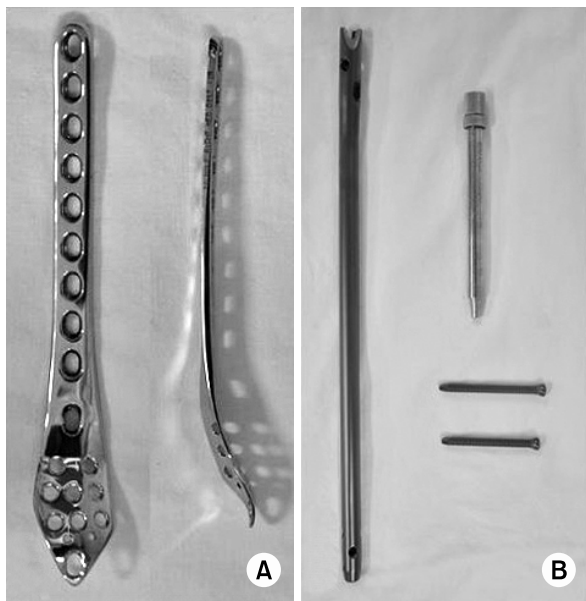


**Fig. 2.** A 28 years-old male sustained a fracture of right distal tibia after slip down injury.

(A) Preoperative radiograph shows right distal tibia fracture.

(B) Postoperative radiograph after interlocking intramedullary nail fixation.

(C) The 21 months postoperative radiograph after metal removal show stable bony union.



**Fig. 3.** (A) Periarticular Plate (Zimmer®, USA), (B) Reamed Tibial Nail (ACE®, USA).

군에서는 51세 (19~77), 2군에서는 53세 (17~83)였고, 남자가 17예, 여자 11예였다. 수술 후 평균 추시 기간은 21개월 (12~30)이었다. 골절 발생의 원인으로는 실족 사고가 11예, 교통사고가 17예였다. 수술은 수상 후 평균 5.4일 (1~9일)째 시행하였다. 최소 침습적 금속판 고정술을 시행한 14예를 1군, 골수강내 금속정 삽입술을 시행한 14예를 2군으로 구별하였다. 골절의 분류는 AO/OTA 분류법을 이용하였고 14예의 1군에서는 type 43 A1형 7예, A2형

4예, B1형 3예였으며, 14예의 2군에서는 type 43 A1형 4예, A2형 4예, A3형 3예, B1형 3예였다. 1군에서는 8예에서 비골 골절이 동반되었으며 그 중 경골의 골절과 같은 높이에서 발생한 7예에서 2예는 Rush 핀을, 5예에서는 금속판을 이용한 내고정을 시행하였으며, 1예는 비골 근위부 골절로 고정을 시행하지 않았다. 2군에서는 전례에서 비골 골절이 동반되었으며 그 중 원위부 외과 골절 1예에서 금속판 고정술을 시행하였고 13예는 비골 근위부 골절로 고정을 시행하지 않았다. 전례에서 비골 골절 고정의 기준은 전위가 10 mm 이내일 경우 시행하지 않았으며 10 mm 이상의 전위가 원위부에 있어 족관절의 불안정성이 예상되는 경우 금속판을 이용하였고 근위부에 있는 2예에서 Rush핀을 이용하여 비골을 고정하였다. 내고정물은 Periarticular Plate (Zimmer®, USA), Reamed Tibial Nail (ACE®, USA) (Fig. 3)을 사용하였으며 사용한 금속판은 동양인의 원위 경골의 해부학적 형상에 맞게 제작되었으며 Nail은 금속정 원위부 3 cm 이내에서 원위 고정 나사를 삽입할 수 있는 특징을 지니고 있다. 시술 방법으로 골수강내 금속정 고정술 시, 도수 정복이나 clamp를 이용한 정복을 시행한 후 영상 증폭기 투시하에 전례에서 확공을 하고 골수강을 따라 금속정을 삽입한 후 지속적으로 정복을 유지한 채 금속정의 위치 및 2개의 원위 교합 나사만으로 골절 부위의 충분한 안정성을 얻을 수 있다는 판단하에 원위 교합 나사를 내측에서 외측으로 삽입하였다. 전례에서 전방에서 후방으로 삽입한 경우는 없었다. 최소 침습적 금속판 고정술 시 먼저 영상 증폭기 투시하에 골절부를 도수 정복을 시도하여 만족할 만한 정복을 얻은 다음 골절선을 중심으로 상하에 각각 4개의 피질을 고정할 수 있는 금속판을 선택한 다음,

내과의 원위부에 약 3 cm가량 절개를 하고 정복을 유지한 채 절개부위로 금속판을 경피적으로 삽입하였다 (Fig. 4). 골절의 정복 정도와 금속판의 삽입 상태를 영상 증폭기로 확인한 후 K-강선을 금속판의 가장 원위 구멍과 근위 구멍에 삽입하여 임시 고정한 다음 각각의 골편에 적어도 3개 이상의 나사못으로 고정하였다.

술 후 치료로 1군에서는 수술 직후 환자가 심한 통증을 느끼지 않는 가능한 때부터 조기 관절 운동을 권유하였으며 이후 6주째부터 부분 체중 부하를 허용하였고, 2군에서는 수술 1주 후부터 관절 운동 및 목발 보행을 권유하였으며 수술 후 4주부터 부분 체중부하를 허용하였고, 양군 모두 단순 방사선 사진상 골유합 소견이 보일 경우 전 체중 부하를 허용하였다.

평가 방법으로 양군 모두 술 후 2주, 1개월, 2개월, 3개월, 6개월, 12개월에 정기적 방사선 사진 검사를 통해 골유합 시기와 불유합, 부정 유합 등을 관찰하였으며, 골유합 시기의 판정은 방사선 전후, 측면 사진상에서 가골의 형성과 최소 삼면에서 골유합 소견을 보이면서 임상적으로 골절부의 압통 및 통증이 소실된 시점으로 하였다. 부정 유합의 경우 경골의 외반/내반 변형, 전 후방각 변형이 5도 이상일 때로 정의하였고 수술 결과와 관련된 변형은 변형 각의 절대값을 이용하여 각각의 치료군에 따라 평균을 구하였으며, 건측 경골에 비해 10 mm 이상 짧을 때 단축으로 정의하였다. 임상적인 평가를 위해 최종 추시상 족관절 기능적 평가는 IOWA ankle rating system<sup>16)</sup>을 이용하여

이학적 검사와 설문 조사를 통해 측정하였다. 족관절의 기능, 보행 정도, 통증 소실의 정도, 운동 범위 정도의 4가지로 나누어 조사하였으며 총 100점에서 90~100점은 우수 (excellent), 80~89는 양호 (good) 그리고 70~79는 보통 (fair)으로 분류하였으며, 일상 생활 중에 환자가 자각하는 수술 부위에 통증 정도를 시각 상사 척도 동통 점수 (Visual Analogue Scale Pain score, VAS score)를 이용하여 비교하였다.

## 2. 통계학적 평가

치료 결과에 대한 통계학적 검증은 비모수 통계 중 Mann-Whitney U test를 이용하여 유의수준  $p < 0.05$ 를 통계학적으로 의미있는 것으로 하였다.

## 결 과

모든 예에서 추가적인 수술 없이 골유합을 얻었으며 불유합이나 지연유합의 발생은 없었고, 연부조직의 문제로 인한 추가 수술을 필요로 하는 예 역시 없었다. 골수강내 금속정 고정군이나 최소 침습적 금속판 고정군 모두에서 창상 감염은 관찰되지 않았다.

골유합의 시기는 골수강내 금속정 고정술에서 평균 15주 (11~20), 최소 침습적 금속판 고정술에서는 평균 14주 (8~17)로 통계학적으로 유의한 값을 보이지 않았다 ( $p = 0.592$ ). 평균 수술 시간은 1군에서 59.0분 (55~65), 2군에서 82.7분 (70~100)으로 통계학적으로 유의한 값 ( $p = 0.001$ )을 보였으며 방사선 피폭 시간은 1군에서 38.1초 (35~45), 2군에서 52.2초 (49~72)로 통계학적으로 유의한 값 ( $p = 0.021$ )을 보였다. 방사선 사진상 관상면에서의 변형 (내반 및 외반)은 1군에서 외반 변형은 1예 (5.0도)에서 관찰되었고 평균 1.5도 (0~5)였으며 2군 중에 외반 변형은 1예 (5.0도)에서 관찰되었으며 평균 2.0도 (0~5)로 통계학적으로



**Fig. 4.** The 2 weeks postoperative photo after minimally invasive percutaneous internal fixation with periarticular plate. There was no post operative complication such as skin irritation problem.

**Table 1.** Result summary

	1 group (MIPO <sup>†</sup> )	2 group (IM nailing <sup>‡</sup> )	p-value*
Operation time (minutes)	59.0 (55~65)	83.7 (70~100)	0.001
Radiation exposure time (minutes)	38.1 (35~43)	52.2 (45~55)	
Bone union time (week)	14 (8~17)	15 (11~20)	0.592
Angulation in AP view	1.5 (0~5)	2.0 (0~5)	0.724
Angulation in Lat. view	1.8 (0~4)	2.3 (0~7)	0.408

\*Mann-Whitney U test, <sup>†</sup>MIPO: Minimally invasive plate osteosynthesis, <sup>‡</sup>IM nailing: Intramedullary nailing.

로 유의한 차이는 없었다 ( $p=0.724$ ). 시상면에서의 변형(전방 및 후방 각형성)은 1군에서는 관찰되지 않았으며 평균 1.8도 ( $0\sim4$ ), 2군에서 후방 각형성이 2예 ( $5.0, 7.0$ 도)였으며 평균 2.3도 ( $0\sim7$ )로 유의한 차이는 없었다 ( $p=0.408$ ) (Table 1). 또한 양군에서 방사선 사진상 경골 길이 10 mm 이상의 단축이나 신장은 없었다. 최종 추사에서 교합 나사 및 금속판의 파손은 없었다.

발목 관절의 운동 범위는 1군과 2군에서 각각 족배 굴곡 평균 17.5도 ( $15\sim20$ ), 18도 ( $16\sim20$ ) 족저 굴곡 평균 45도 ( $42\sim50$ ), 44도 ( $42\sim50$ )로 심한 제한은 없었으며, 모든 환자에서 정상 보행이 가능하였다.

최종 추시상 IOWA ankle rating system<sup>16)</sup>을 이용한 족관절 점수는 1군에서 평균 93.2점 ( $84\sim98$ ), 2군에서 91.2점 ( $82\sim95$ )으로 전례에서 우수 ( $90\sim100$ )의 좋은 결과를 보였다. 일상 생활 중에 환자가 자각하는 금속판 주변의 통증은 시각 상사 척도 동통 점수상 모두 3점 이하의 정도의 통증이었으며 내고정물로 인한 수술 원위부 피부 자극 증상은 최종 추시상 없었다. 또한 내고정물의 실패나 표재성 창상 감염은 관찰되지 않았다.

## 고 찰

경골 원위부 골간단부는 골을 보호하는 연부조직이 다른 부위에 비해 적어 골절 시 30% 정도까지 높은 개방성 골절의 발생율을 보이며 탈장감화 손상이나 압박 손상의 위험도가 높고 혈액 순환이 불량해 흔히 연부조직의 궤사를 초래한다<sup>7,9,12)</sup>. 또한 피질골의 굴곡이 심하고 골의 형태가 삼면체에서 원통형으로 이행되는 해부학적 특성으로 인해 골절편의 견고한 고정 및 유지가 어려워 합병증이 흔히 발생한다<sup>15)</sup>.

고식적인 관혈적 정복 및 금속판 재고정술은 일차 골유합을 유도하지만, 수술 시 광범위한 연부조직의 절개 및 골막의 박리로 피부괴사와 감염의 위험성이 높고 지연유합이나 불유합을 야기하며 가골 형성 억제 및 금속판의 생리적 응력 차단 효과로 인한 골 위축 등의 단점들이 있다<sup>3,13,23)</sup>. 이러한 합병증을 감소시키기 위하여 최소 침습적 금속판 고정술과 골수강내 금속정 고정술을 통한 간접적 정복술이 적용되고 있다.

골수강내 금속정을 이용한 치료는 경골의 간부에서는 좋은 방법이지만 골간단부 골절에서 사용 시 골간단의 해부학적 구조상 피질골이 얇고, 골수강이 넓어 고정력이 불충분하게 되어 부정 유합이나 불유합이 상대적으로 증가하게 되고, 금속정 삽입 시 족관절 내 골절과 금속정 파손 등의 합병증이 발생할 수 있는 단점이 있다<sup>2,3,14)</sup>. Krettek 등<sup>11)</sup>은 이러한 단점을 극복하기 위하여 원위 경골 골절 요면부에

Poller screw의 사용으로 금속정 삽입 시 안정성과 좋은 결과의 유합을 얻을 수 있었다고 하였다. 하지만 저자들은 수술 시 영상 증폭기 투시하에 도수정복이나 clamp 사용 하에서 확공을 한 후 골수강을 따라 금속정을 삽입 시 골절 부위와 금속정 위치의 안정성을 평가한 후 원위 교합 나사를 2개 삽입함으로써 금속정의 움직임이 없고 좋은 유합을 얻을 수 있다고 판단했기 때문에 poller screw를 사용하지는 않았다.

최근 선호되는 최소 침습적 금속판 술식은 원위 골간단 골절의 치료에서 골절부의 직접적인 관혈적 정복 없이 건인을 이용한 도수 정복 후 경골의 전내측 부위에 얇고 해부학적으로 만들어진 금속판을 경피적으로 넣어 가교 금속판 형식으로 고정하는 술기로 생물학적 고정을 통해 골절 부에 안정성을 부여하면서 연부조직의 손상을 최소화하고 골절편의 혈류를 보존한다고 하였다<sup>15,19)</sup>. Helfet 등<sup>8)</sup>은 원위 경골 골절에서 이 같은 술식으로 모두 골유합을 얻어 이차적인 수술적 치료가 필요한 예는 없었으며 감염이나 연부 조직의 소실 등의 합병증도 발생하지 않았다고 하였다. 또한 Chang 등<sup>4)</sup>, Oh 등<sup>20)</sup>도 역시 경골 원위부 골절에서 심부 감염 및 연부 조직의 괴사 없이 골유합을 얻는 등의 임상적 결과를 보고하고 있어 경골 원위 골절에서의 좋은 치료 방법의 하나로 증명되고 있다. 저자들의 경우에도 원위 경골 골절에 대한 관절주위 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술을 통해 전례에서 골유합을 유도할 수 있었고, 피부괴사나 심부 감염 및 피부 자극 증상은 발생하지 않았다.

Park과 Park<sup>21)</sup>은 최소 침습적 금속판 술식의 단점으로 긴 수술 시간과 방사선 피폭 등의 문제점을 지적하였는데 본 연구에서는 평균 수술 시간과 방사선 피폭 시간을 비교한 결과 최소 침습적 금속판 고정술을 시행한 군에서 모두 짧은 시간을 나타내었다. 이는 저자들의 수술 시 골수강내 금속정 사용 시 올바른 위치로 정을 삽입하기 위한 확공 시간이 길어 방사선 피폭 시간이 길어졌으며 최소 침습적 금속판 고정술 시 상처 봉합 시간이 짧아 평균 수술 시간의 단축에 도움을 줄 수 있었던 것으로 생각된다. 또한 저자들이 사용한 관절 주위 금속판은 한국인의 해부학적 형상에 적합하도록 제작되어 따로 금속판의 성형이 필요 없는 장점이 있어 수술 시간을 단축시킬 수 있었다. 그리고 이는 수술자의 숙련도와 경험에 따라 수술 시간을 더욱 단축시킬 수 있을 것이다.

경골 원위부 골절의 골유합 시기를 보면 Im 등<sup>10)</sup>은 골수강내 금속정 고정술이 최소 침습적 금속판 고정술보다 조기에 골유합이 일어난다고 보고하였으나 Na 등<sup>18)</sup>은 금속판을 사용한 군에서 금속정을 사용한 군보다 해부학적 정복이 용이하고 골유합을 조기에 얻을 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 골유합 기간이 최소 침습적 금속판 고정술이 평균 14주, 골수강내 금속정 삽입술이 평균 15주로 조사되었으며 이는 통계학적으로 두 군 사이에 차이는 없었다.

Im 등<sup>10)</sup>은 경골 원위부 골절 치료에서 사용된 골수강내 금속정과 금속판의 비교에서 관절운동의 범위 및 창상 문제에 있어서 금속정이 우수하였으며, 해부학적 정복의 정도는 금속판이 더욱 우수하다고 보고하였으나 본 연구에서는 관절운동 및 임상적 평가에서는 차이가 없었고, 해부학적 정복의 정도 또한 두 군 사이에 차이가 없었다.

저자들은 연구의 대상을 관절면을 침범하지 않은 관절면에서 골절선의 원위부가 5 cm 내에 위치한 경골 원위부 골절로 국한시킴으로써 증례수가 적었으며 골수정 사용 시 poller screw를 사용하지 않았다. 따라서 보다 많은 수의 대상에 대한 연구 및 최소 침습적 금속판과 poller screw를 이용한 골수강내 금속정의 비교 또한 필요할 것으로 생각된다.

## 결 론

원위 경골 골절의 치료에서 관절 주위 금속판을 이용한 최소 침습적 금속판 고정술은 빠른 수술 시간을 통해 마취 시간의 단축이 필요한 환자에게 유리하다고 할 수 있다. 하지만 교합성 골수강내 금속정 삽입술과의 비교 선택에 있어서는 더 많은 증례와 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- 1) Borg T, Larsson S, Lindsjo U: Percutaneous plating of distal tibial fractures. Preliminary result in 21 patients. *Injury*, **35**: 608-614, 2004.
- 2) Böstman O, Hänninen A: The fibular reciprocal fracture in tibial shaft fractures caused by indirect violence. *Arch Orthop Trauma Surg*, **100**: 115-121, 1982.
- 3) Brumback RJ, McGarvey WC: Fracture of the tibial plafond. Evolving treatment concepts for the pilon fracture. *Orthop Clin North Am*, **26**: 273-285, 1995.
- 4) 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 Fracture Soc*, **18**: 155-159, 2005.
- 5) Ghera S, Santori FS, Calderaro M, Giorgini TL: Minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibial fractures: pitfalls and surgical guidelines. *Orthopedics*, **27**: 903-905, 2004.
- 6) Hahn D, Bradbury N, Hartley R, Radford PJ: Intramedullary nail breakage in distal fractures of the tibia. *Injury*, **27**: 323-327, 1996.
- 7) Helfet DL, Koval K, Pappas J, Sanders RW, Dipasquale T: Intraarticular "Pilon" fracture of the tibia. *Clin Orthop*, **298**: 221-228, 1994.
- 8) 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.
- 9) Helfet DL, Suk M: Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fracture of the distal tibia. *Instr Course Lect*, **53**: 471-475, 2004.
- 10) Im GI, Kim DY, Shin JH, Youn KS, Cho WH: Comparative analysis of interlocking nail and anatomical plate in the treatment of distal tibial fracture. *J Korean Fracture Soc*, **12**: 632-637, 1999.
- 11) Krettek C, Stephan C, Schandelmaier P, Richter M, Pape HC, Miclau T: The use of Poller screws as blocking screws in stabilizing tibial fractures treated with small diameter intramedullary nails. *J Bone Joint Surg Br*, **81**: 963-968, 1999.
- 12) Leone VJ, Ruland RT, Meinhard BP: The management of the soft tissues in pilon fractures. *Clin Orthop*, **292**: 315-320, 1993.
- 13) McKibbin B: The biology of fracture healing in long bones. *J Bone Joint Surg Br*, **60**: 150-162, 1978.
- 14) McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ, Schwartz HS: Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **6**: 195-200, 1992.
- 15) Melis GC, Sotgiu F, Lepori M, Guido P: Intramedullary nailing in segmental tibial fractures. *J Bone Joint Surg Am*, **63**: 1310-1318, 1981.
- 16) Merchant TC, Dietz FR: Long-term follow-up after fractures of the tibial and fibular shafts. *J Bone Joint Surg Am*, **71**: 599-606, 1989.
- 17) Mosheiff R, Safran O, Segal D, Leibergall M: The undreamed tibial nail in the treatment of distal metaphyseal fractures. *Injury*, **30**: 83-90, 1999.
- 18) Na HY, Park YJ, Ko SH, Choe WS, Lee YS, Yoon KD: Comparative analysis of interlocking IM nailing and LC-DCP fixation in the treatment of distal tibial fracture. *J Korean Fracture Soc*, **15**: 152-158, 2002.
- 19) Oh CW, Kyung HS, Park IH, Kim PT, Ihn JC: Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop*, **408**: 286-291, 2003.

- 20) **Oh CW, Park BC, Kyung HS, et al:** Percutaneous plating for unstable tibial fractures. *J Orthop Sci*, **8**: 166-169, 2003.
- 21) **Park KC, Park YS:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 264-268, 2005.
- 22) **Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP, Court-Brown CM:** Distal metaphyseal fractures of the tibia with minimal involvement of the ankle. Classification and treatment by locked intramedullary nailing. *J Bone Joint Surg Br*, **77**: 781-787, 1995.
- 23) **Wyrsh B, McFerran MA, McAndrew M, et al:** Operative treatment of fractures of the tibial plafond. A randomized, prospective study. *J Bone Joint Surg Am*, **78**: 1646-1657, 1996.
- 24) **Zelle BA, Bhandari M, Espiritu M, Koval KJ, Zlowodzki M; Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group:** Treatment of distal tibia fractures without articular involvement: a systematic review of 1125 fractures. *J Orthop Trauma*, **20**: 76-79, 2006.