

원위 경골 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술

김성규 · 이근배 · 임근영 · 문은선

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

목 적: 원위 경골 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술의 결과에 대하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2006년 1월부터 2008년 6월까지 원위 경골 골절에 대하여 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술을 시행 후 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 45명, 45예를 대상으로 하였다. 평균 추시 기간은 30.5개월 (12~54개월)이었다. 골절 형태는 관절외 골절이 26예 (58%), 관절내 골절이 19예 (42%)이었으며, 개방성 골절이 16예 (36%)이었다.

결 과: 최종 추시상 전례에서 골유합을 얻었으며, 평균 골유합 기간은 약 21주 (12~36주)이었다. 미국정형외과 족부족관절학회의 족관절 및 후족부 평가 점수는 평균 84.6점 (65~100점), 족관절 운동 범위는 평균 46.5도 (20~60도)이었다. 합병증으로는 표재성 감염 6예, 부정유합 3예, 금속판에 의한 피부 자극 5예가 관찰되었으며 심부 감염이나 피부 괴사, 금속판 파단 및 하지 부동 등은 없었다.

결 론: 원위 경골 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술은 골, 연부조직의 손상을 최소화하고 골절의 고정력을 향상시킴으로써 높은 골유합율과 빠른 기능 회복 및 낮은 합병증을 보이는 효과적인 수술 방법이라 생각한다.

색인 단어: 원위 경골 골절, 잠김 압박 금속판, 최소 침습적 골유합술

Minimally Invasive Osteosynthesis with Locking Compression Plate for Distal Tibia Fractures

Sung-Kyu Kim, M.D., Keun-Bae Lee, M.D., Ph.D., Keun-Young Lim, M.D., Eun-Sun Moon, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Medical School and Hospital, Gwangju, Korea

Purpose: To evaluate the outcome of minimally invasive osteosynthesis using locking compression plate for distal tibia fractures.

Materials and Methods: Forty five patients (45 cases) who underwent minimally invasive osteosynthesis using locking compression plate for distal tibia fractures between January 2006 and June 2008, were followed for more than one year. The average duration of the follow-up was 30.5 months (12~54 months). The fracture types were as followed: 26 cases (58%) of extraarticular fractures, 19 cases (42%) of intraarticular fractures, and 16 cases (36%) of open fractures.

Results: All patients achieved bone union at average of 21weeks (12~36 weeks). The average American Orthopedic Foot & Ankle Society ankle-hindfoot scales was 84.6 points (65~100 points) and range of ankle motion averaged at 46.5 degrees (20~60 degrees). Complications included 6 cases of superficial infection, 3 cases of malalignment and 5 cases of skin irritation by plate. There were no cases of deep infection, skin necrosis, shortening and metal breakage.

Conclusion: Minimally invasive osteosynthesis using locking compression plate for distal tibia fractures is considered to be an effective method with high healing rate, rapid functional recovery and low complication rate due to minimal disruption of bone and soft tissue biology and improved fixation strength.

Key Words: Distal tibia fracture, Locking compression plate, Minimally invasive osteosynthesis

통신저자 : 이 근 배

광주시 동구 학동 8번지

전남대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel : 062-220-6336 • Fax : 062-225-7794

E-mail : kbleeos@chonnam.ac.kr

접수: 2010. 11. 25

게재확정: 2010. 12. 2

Address reprint requests to : Keun Bae Lee, M.D., Ph.D.

Department of Orthopedic Surgery, Chonnam National University Medical School and Hospital, 8, Hak-dong, Dong-gu, Gwangju 501-757, Korea

Tel : 82-62-220-6336 • Fax : 82-62-225-7794

E-mail : kbleeos@chonnam.ac.kr

서 론

원위 경골 골절은 고에너지에 의한 굴곡력과 회전력에 의해 주로 발생되므로 분쇄 정도가 심하고 수포, 종창, 압케 손상 및 혈관 손상 등의 연부조직 손상이 동반되는 경우가 흔하다. 또한 주위 연부조직이 적어 개방성 골절이 발생하기 쉽고, 골절 치료 후에도 피부괴사 및 감염, 지연유합, 불유합 등이 잘 발생할 수 있다^{6,8,27,32}. 원위 경골 골절의 수술적 치료로는 외고정술, 골수강 내 금속정 고정술, 관혈적 정복 및 금속판 내고정술 등의 여러 방법들이 이용되어 왔으나 여전히 치료가 어려운 골절로 알려져 있다^{4,9,17,23}.

따라서 이러한 합병증을 줄이고자 하는 노력으로 도입된 최소 침습적 골유합술 (Minimally Invasive Osteosynthesis)은 생물학적 고정 및 간접 정복의 기법을 이용함으로써 연부조직 손상을 최소화하고 골절 부위 혈류 손상을 줄임으로서 낮은 합병증과 높은 골유합율을 얻는 것으로 보고되고 있다^{17,19,22,28}. 또한 최근에는 해부학적 형태의 잠김 압박 금속판 (Locking Compression Plate, LCP)을 사용하여 골절 부위 골막의 혈액 순환을 보존하고 고정력을 증대시킴으로서 골절의 치료에 있어서 우수한 결과가 알려져 있다^{20,26,29,30}.

이에 저자들은 원위 경골 골절에 대하여 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술을 시행한 환자들의 치료 결과를 임상적 및 방사선학적으로 분석하여 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

2006년 1월부터 2008년 6월까지 원위 경골 골절 환자에 대하여 본원에서 원위 경골 내측의 해부학적 윤곽에 맞게 제작된 잠김 압박 금속판 (LCP metaphyseal plate, Synthes®, Oberdorf, Switzerland)을 이용하여 최소 침습적 골유합술을 시행하였던 환자 중 1년 이상 추시가 가능하였던 45명의 환자, 45예를 대상으로 하였다. 남자가 31명, 여자가 14명이었으며 평균 연령은 52세 (17~97세), 평균 추시 기간은 30.5개월 (12~54개월)이었다. 외상의 원인은 교통 사고가 21예, 미끄러짐이 16예, 낙상이 6예, 직접 손상이 2예였다. 타과적인 동반 손상이 21예 (47%)에서 있었다.

골절의 형태는 AO/OTA 분류¹¹⁾에 따라 관절외 골절이 26예 (58%), 관절내 골절이 19예 (42%)였으며, 각각 A1 1예, A2 10예, A3 15예, B2 1예, C1 2예, C2 8예, C3 8예이었다. 개방성 골절이 16예 (36%)에서 관찰되었으며 Gustilo와 Anderson 분류상 grade I 1예, II 3예, IIIA 2예,

IIIB 10예이었다. 단순 골절인 경우 즉각적인 내고정술을 시행하였지만 개방성 골절 또는 부종이 심하여 즉각적인 내고정이 힘든 14예 (31%)에서는 일차적으로 외고정기 (Dyna-Extor, BK mediteck, Seoul, Korea) 혹은 골 견인술을 통하여 골절의 정렬 및 일시적 고정을 유지하였다. 연부조직의 손상이 있었던 IIIA형 2예의 경우는 일차 봉합술로 치료하였으며, IIIB형 10예의 경우는 4예에서 음압치료 (Vacuum-assisted closure therapy), 3예에서 주위 근육이전술, 나머지 3예는 역행성 표재 비복 동맥 피판술 (Reverse sural artery flap)을 이용하여 치료하였다. 수상 후 평균적으로 약 7~14일이 경과하여 종창의 감소 및 연부조직 손상이 회복되면 이차적으로 최소 침습적 금속판 골유합술로 전환하였다.

동반된 비골 골절이 33예 (74%)에서 관찰되었고 그 중 원위부 골절이 16예 (36%), 간부 골절이 17예 (38%)이었다. 이에 대한 치료로 19예는 1/3 관상 금속판 (1/3 tubular plate, Synthes, Oberdorf, Switzerland), 9예는 Rush pin (Rush medullary pin, Rush Pin LLC, Meridian, MS, USA)을 이용한 골수강 내 고정술을 시행하였으며 전위가 경미한 5예에서는 보존적 치료를 시행하였다.

수상 후 최소 침습적 골유합술까지의 기간은 평균 12.7일 (0~43일)이었으며 외고정술을 시행한 군은 평균 21.7일 (10~43일), 시행하지 않은 군은 평균 3.3일 (0~7일)이

Table 1. Demographic data

Sex	M : F=31/14
Age (years)	52.4 (17~97)
Follow-up duration (months)	30.5 (12~54)
Injury mechanism (cases)	Traffic accident-21 Slip down-16 Fall down-6 Direct injury-2
Fracture type (AO/OTA* classification)	
A1/A2/A3	1/10/15
B1/B2/B3	0/1/0
C1/C2/C3	2/8/8
Closed fracture : open fracture (cases)	29 : 16
Open fracture type [†]	
I/II	1/3
IIIA/IIIB/IIIC	2/10/0
Time to internal fixation (days)	12.7 (0~43)
External fixation group	21.7 (10~43)
No external fixation group	3.3 (0~7)
Operation time (minutes)	97 (60~180)
Blood loss (cc)	168 (42~418)

*AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association, [†]According to Gustilo-Anderson classification.

었다. 수술 시간은 평균 97분 (60~180분), 출혈량은 평균 168 cc (42~418 cc)이었다. 모든 예에서 잠김 압박 금속판은 경골 내측부에 사용하였다 (Table 1).

2. 수술 방법

환자를 전신마취 또는 척추마취하에 방사선 투영이 가능한 수술대에 양와위로 위치시킨 다음 환측의 둔부 밑에

쿠션을 놓아 하지의 슬관절과 족관절이 중립위치가 되게 정렬하였다. 원위 비골 골절이 동반된 경우에는 비골 길이의 회복과 회전 변형의 방지 및 골절부 외측의 안정성 유지를 위하여 원위 비골 골절의 관혈적 정복술 및 내고정술을 시행하였다. 최소 침습적 골유합술은 경골 내과 부위에 약 2~3 cm의 피부 절개를 가한 후 골절부 길이의 2~3 배에 해당하는 금속판을 피하조직과 골막 사이에 경피적으로 삽입하였다. 골절이 골간단부에서 골간부로 확장되어



Fig. 1. (A~C) Preoperative radiographs and 3-dimensional computed tomography of a 39 year-old man shows a distal tibia and fibular fractures classified as the AO/OTA type C2.

(D) The operation was delayed 5 days because of severe soft tissue swelling.

(E, F) The distal tibia fracture was stabilized with the LCP metaphyseal plate using minimal invasive technique.

(G, H) Postoperative radiographs shows successful union with a good alignment at 14 months after surgery.

전위된 경우에는 정복 접자를 이용하여 비관혈적 정복 후에 지연나사를 이용한 고정 후 금속판을 위치시켰다. 관절내 복잡 골절에서는 제한적인 내측 또는 전방 접근법을 통하여 관절 골편을 정확히 정복한 후 나사못이나 추가적인 전방 금속판을 이용하여 먼저 고정하였다. 내측 금속판을 정확하게 위치시키기 위하여 저자들은 금속판의 근위부에 동시에 피부절개를 가하고 드릴 슬리브를 부착하여 금속판의 정렬을 조정하였으며 이때 금속판의 앞쪽 가장자리가 경골 간부의 전방 피질골에서 약 5 mm 뒤쪽에 위치토록 하였다. 영상증폭기를 통하여 골절의 정복 상태, 금속판의 위치 및 길이, 관상면 및 시상면상의 정렬, 회전 정렬 등을 확인하면서 잠금 나사못 고정을 경피적으로 시행하였다. 피부봉합 후 단하지 석고 부목 고정을 시행하였다 (Fig. 1).

3. 수술 후 처치 및 결과 평가

수술 후 발생하는 종창을 줄이기 위해서 술 후 약 2주간 압박 붕대 고정과 단하지 석고 부목 고정, 하지 거상 및 얼음 마사지를 시행하였다. 관절내 골절의 경우 약 3주간의 추가적인 단하지 석고 붕대 고정을 시행하였다. 통증이 없는 한 술 후 가능한 빨리 족관절 관절운동을 시작하였다. 부분 체중부하는 관절의 골절의 경우 3주째부터, 관

절내 골절의 경우 6주째부터 족관절 족부 보장구 (Ankle-Foot-Orthosis)를 착용한 상태에서 시작하였다. 방사선학적 골유합 소견이 보이면 완전 체중부하를 시행하였다.

임상적 평가는 최종 추시일을 기준으로 미국정형외과 족부족관절학회 (AOFAS)의 족관절 및 후족부 점수²¹⁾를 이용하였으며 90~100점은 우수, 80~89점은 양호, 70~79점은 보통, 69점 이하는 불량으로 분류하여 양호 (80점) 이상을 만족스러운 결과로 평가하였다. 또한 족관절 운동 범위를 측정하였다. 방사선학적 평가는 골유합 기간과 유합율, 부정유합 등을 평가하였으며 골절의 유합은 전후 및 측면 방사선 사진상 4면 중 3면 이상에서 골소주가 통과하는 것과 체중 부하시 골절부에 동통이 없을 때로 판단하였다. 부정유합의 기준으로는 건측의 방사선 소견과 비교하여 5 mm 이상 단축이 있을 때나 5도 이상의 각변형이나 회전변형이 있을 때로 정의하였다.

결 과

임상적 결과로 최종 추시상 미국정형외과 족부족관절학회 족관절 후족부 점수는 평균 84.6점 (65~100점)이었으며, 우수 13예, 양호 24예, 보통 6예, 불량 2예로 양호 이상이 82.2%이었다. 세부적으로 통증이 30.0점 (20~40점), 기능이 42.3점 (34~50점), 정렬이 9.7점 (5~10점)이었다.



Fig. 2. (A) A 50 year-old man sustained distal tibia and fibular fractures classified as the AO/OTA type C2. (B) Immediate postoperative anteroposterior radiograph shows 13 degrees of valgus malalignment. (C) At 4months postoperatively, radiograph shows bone union. (D) At 17 months postoperatively, patient had good functional outcome without further progression of valgus malalignment.

족관절 운동 범위는 평균 46.5도 (20~60도)이었고 족배 굴곡이 15.2도 (5~20도), 족저 굴곡이 31.3도 (10~40도)이었다. 관절내 골절과 관절외 골절에 따른 임상적 결과를 비교하였을 때 관절내 골절의 AOFAS 점수는 83.8점 (65~100점), 족배 굴곡은 13.9도 (5~20도), 족저 굴곡은 29.6도 (10~40도)로 전체 족관절 운동 범위는 43.6도 (20~60도)이었으며, 관절외 골절의 AOFAS 점수는 85.5점 (75~100점), 족배 굴곡 16.5도 (5~20도), 족저 굴곡 33.1도 (15~40도)로 전체 족관절 운동 범위는 49.6도 (20~60도)이었다. AOFAS 점수와 족관절 운동 범위 모두 관절외 골절에서 더 좋은 결과를 나타내었으나 AOFAS 점수에서는 통계학적인 차이는 보이지 않았다 ($p>0.05$).

방사선학적 결과는 최종 추시상 전례에서 골유합을 얻었으며, 평균 골유합기간은 약 21주 (12~36주)이었다. 골유합은 전체 45예 중 술 후 3개월째 9예 (20%), 6개월째 41예 (91%), 9개월째 전례에서 확인되었다. 지연유합 4예는 모두 개방성 골절 IIIB형이었으며 다른 부위의 골절을 동반한 다발성 골절 환자였다.

합병증으로는 표재성 창상 감염이 6예에서 발생하였으나 3예는 항생제 치료만으로 호전되었으며 나머지 3예는 2~3회의 변연 절제술 및 항생제 치료로 회복되었다. 전례에서 심부 감염 또는 피부 괴사 등은 발생하지 않았다. 각변형이 3예에서 관찰되었으며, 각각 7도의 내반 변형, 9도의 후방 각변형과 13도의 외반 변형을 보였으나 최종 추시상 13도의 외반 변형이 있는 환자에서만 오랜 보행시 경미한 족관절 통증을 호소하였다 (Fig. 2). 단축, 회전 변형, 금속판 파단이나 내고정물의 실패는 없었다. 금속판 원위부의 돌출로 인한 피부 자극이 5예에서 관찰되었으나 금속판 제거술을 시행한 후에 모두 호전되었으며 표재성 감염이 있던 6예를 포함하여 총 15예에서 골유합 확인 후 금속판 제거

술을 시행하였다.

고 찰

원위 경골 골절시에는 족관절의 기능 회복을 위하여 주로 수술적 치료가 적용되고 있으나 분쇄 골절 및 적은 연부조직 등으로 인한 합병증의 발생이 많아 치료에 어려움을 겪는 경우가 흔하다^{7,8,27,32}. 수술적 치료 방법으로는 외고정술, 골수강 내 금속정 고정술, 관혈적 정복 및 금속판 내고정술 등이 사용되어 왔으며 이에 대한 다양한 결과들이 보고되고 있다^{8,9,10,17,23}.

외고정술은 심한 연부조직 손상을 동반한 개방성 골절에서 추가적인 연부조직 손상없이 골절을 치료할 수 있는 방법이나 잦은 나사못 주위 감염 및 부정유합, 족관절 강직 등의 발생 빈도가 높으며, 골수강 내 금속정 고정술은 일반적으로 연부조직 손상이 적고 견고한 고정으로 조기 재활이 가능하다는 장점이 있으나 원위부의 골절편이 짧은 경우와 관절내 골절, 분쇄 골절인 경우에는 고정이 어려워 부정유합이나 불유합 등의 가능성이 높고 금속정 삽입부의 전방 슬관절 동통이 나타나는 단점이 있다. 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술은 정확한 골절편의 정복을 통한 견고한 고정이 가능하여 가장 널리 사용되어 왔으나 광범위한 연부조직의 절개와 골막의 박리로 미세순환 손상이 추가되어 창상 감염, 피부 괴사, 부정유합, 불유합, 골수염 등의 발생율이 높다는 단점이 있다^{8,10,15,23,24}.

이러한 문제점을 줄이고자 도입된 최소 침습적 골유합술은 생물학적 고정 및 간접 정복의 기법을 이용하여 골절 부위의 연부조직을 박리하지 않고 인대 신연술을 이용하여 간접적으로 골 정렬을 맞춘 뒤 골막 위로 금속판을 고정하는 방법이다. 따라서 이 방법은 연부조직 손상을 최소화하

Table 2. Literature review on outcomes of minimally invasive osteosynthesis with locking compression plate for distal tibia fractures

Author	Cases	Implants	Union (%)	Major complications
Ahmad et al ¹⁾	18	AO* LCP-DT [†]	16 (88.9)	1 nonunion required revision
Collinge & Protzman ⁶⁾	38	AO LCP-DT	36 (94.7)	1 loss of fixation required revision, 1 nonunion required revision
Francois et al ¹²⁾	10	AO LCP-DT	8 (80)	2 required bone grafting
Hasenboehler et al ¹⁵⁾	32	AO LCP-DT	29 (90.1)	2 pseudoarthrosis required revision, 1 metal bending required revision
Hazarika et al ¹⁶⁾	20	AO LCP-DT	16 (80)	2 nonunion required revision 1 metal breakage required revision
Khoury et al ¹⁹⁾	24	AO LCP-DT	24 (100)	2 malunion
Maffulli et al ²⁵⁾	20	AO LCP-DT	19 (95)	7 of angular deformity of 7~10°
Total	162		148 (91.4)	20 (12.3%)

*AO: Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, [†]LCP-DT: Locking compression plate-distal tibia.

여 골절 부위 혈류 손상을 줄이면서도 내고정술의 장점인 견고한 고정을 얻을 수 있어 기존 술식으로 인한 감염, 피부 괴사, 불유합 등의 합병증을 크게 줄이고 높은 골유합율을 얻는 것으로 보고되고 있다^{3,5,14,19,31}.

또한 최근에는 최소 침습 골유합술에 적합하도록 얇고, 해부학적 형태의 잠김 압박 금속판들이 개발되어 수술이 좀 더 용이해지고 고정력이 증대됨으로써 우수한 결과가 보고되고 있다^{20,26,29,30}. 잠김 압박 금속판은 피질골과 금속판 사이의 간격이 형성되어 골절부위에 압박력을 최소화하고 골막의 혈액 순환을 최대한 보존할 수 있어 생물학적 고정 원칙에 적합하다^{12,13}. 또한 골절 정복의 변형없이 우수한 지지력을 제공함으로써 조기 관절 운동이 가능하여 낮은 합병증과 높은 골유합율을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다^{6,24}.

원위 경골 골절에 대하여 잠김 압박 금속판을 사용하여 최소 침습적 골유합술을 시행한 문헌들을 고찰해 볼 때 평균 91.4% (80~100%)에서 골유합이 관찰되었다. Khoury 등¹⁹은 24예의 골절에 대하여 100%의 골유합율을, Hasenboehler 등¹⁵은 32예에 대하여 90%의 골유합율을 보고하였다 (Table 2). 본 연구에서도 개방성 골절 (16예, 36%)과 고에너지 골절 (29예, 64%)이 다수 포함되었음에도 불구하고 모든 예에서 골유합을 얻어 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술의 우수한 결과를 확인할 수 있었다. 하지만 평균 골유합 기간이 약 21주로 골유합이 전체 45예 중 술 후 3개월째 9예 (20%), 6개월째 41예 (91%), 9개월째에 전례에서 관찰된 것처럼 평균 유합 기간이 절대적 안정성을 주는 일차 골치유에 비하여 좀더 연장되었고 다른 연구들^{4,26,27}에서도 평균 골유합 기간이 18~22주로 본 연구의 결과와 비슷한 경향을 보고하였다. 이는 최소 침습적 골유합술이 교각 금속판의 원리를 이용하여 골절부 주위에 가골을 형성하는 이차 골치유 방법이기 때문이다¹⁵. 본 연구에서는 4예에서 지연유합이 관찰되었는데 모두 개방성 골절 IIIB형이었으며 다발성 골절 환자였다. 여러 저자들이 지연유합의 원인으로 불충분한 고정, 골편의 심한 전위 또는 골결손, 감염, 골절 부위의 순환장애 등을 보고하였으며^{34~36}, Wilber와 Evans³⁷은 개방성 골절시 폐쇄성 골절보다 지연유합의 발생율이 2배 높다고 하였다. 4예의 지연유합의 경우도 개방성 골절로 인하여 골절 부위의 순환장애와 고에너지 손상에 의한 골편의 전위, 외고정기를 유지하는 동안의 불충분한 고정 등이 원인이 되었을 것으로 생각한다.

최소 침습적 골유합술의 합병증으로는 부정유합, 각변형, 금속판 변형, 피부 자극, 불유합 등이 보고되었다^{1,9,19,25}. Hazarika 등¹⁶은 20예의 원위 경골 골절 치료에서 불유합 2예 및 금속판 변형 1예의 합병증을, Collinge와 Protzman⁶

은 38예 중 불유합 1예 및 고정 실패 1예의 합병증을 보고하였다 (Table 2). 본 연구에서는 심부 감염 및 불유합은 발생하지 않았으나 금속판 주위의 표재성 감염 6예 및 부정유합 3예, 피부 자극 5예가 발생하였다. 표재성 감염 6예 중 3예는 항생제 치료만으로 호전되었으며 나머지 3예는 2~3회의 변연 절제술 및 항생제 치료로 회복되어 6예 모두에서 합병증없이 골유합 후 금속판을 제거할 수 있었다. Lau 등²³도 48명의 원위 경골 골절 환자에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술을 시행 후 발생한 1예의 초기 감염과 7예의 후기 감염에 대해 절개 및 변연 절제술과 항생제 투여를 시행하여 모든 환자에서 적절한 골유합을 얻은 후 금속판을 제거하였다고 보고하였다. 이처럼 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술에서 감염률이 기존의 개방적 술식에 비하여 낮은 이유는 연부조직의 손상을 최소화하고 골절 부위 조직의 연속성을 유지하여 골막 혈액 순환을 보존하였기 때문으로 생각한다.

최소 침습적 골유합술은 간접 정복에 의한 이차 골치유 방법으로서 각변형에 의한 부정유합이 흔히 발생할 수 있으며^{19,24} Maffulli 등²⁵은 20예 중 7예 (35%)에서 7~10도의 각변형을 보고하였다. 본 연구에서도 45예 중 3예에서 각각 7, 9, 13도의 각변형이 발생하였으나 최종 추시상 13도의 외반 변형이 있는 환자에서만 오랜 보행시 경미한 족관절 통증을 호소하였다. 이는 3예 모두 다른 하지 및 골반 골절 등의 다발성 골절과 심한 연부조직 손상의 치료로 인하여 보행 재활 치료가 늦어졌고 술 후 조기에 적극적인 관절 운동을 통하여 족관절 관절운동 범위가 양호하였기 때문으로 생각한다. 하지만 각변형이 전후면과 시상면에서 5도 이상의 부정유합의 경우 슬관절 및 족관절에 동통, 관절운동 장애, 조기 퇴행성 관절염 등을 가져온다는 임상적 의의가 보고되어 있으므로 추시 관찰 중이다^{2,18,33}.

이런 점에 비추어 볼 때, 최소 침습적 골유합술을 시행할 경우에는 골절부위의 부정확한 정복 및 금속판의 부적절한 위치 등으로 인한 부정유합이 발생할 수 있음을 고려하여 영상증폭기를 통한 골절부의 전반적인 정렬 및 골절의 정복 상태, 금속판의 정확한 위치와 길이 등을 세심하게 확인해야 할 것으로 생각한다.

결론

원위 경골 골절에서 잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술은 골, 연부조직의 손상을 최소화하고 골절의 고정력을 향상시킴으로써 높은 골유합율과 빠른 기능 회복 및 낮은 합병증을 보이는 효과적인 수술방법이라 생각한다.

참 고 문 헌

- 1) **Ahmad MA, Sivaraman A, Zia A, Rai A, Patel AD:** Percutaneous locking plates for fractures of the distal tibia: our experience and a review of the literature. *J Trauma*, **4**: 2010.
- 2) **Anderson LD, Hutchins WC, Wright PE, Disney JM:** Fractures of the tibia and fibula treated by casts and transfixing pins. *Clin Orthop Relat Res*, **105**: 179-191, 1974.
- 3) **Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA:** Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*, **29(Suppl 3)**: C3-6, 1998.
- 4) **Chung ST, Kim HS, Cha SD, et al:** Treatment of distal tibia fracture using MIPPO technique with locking compression plate: comparative study of the intraarticular fracture and extraarticular fracture. *J Korean Foot Ankle Soc*, **13**: 162-168, 2009.
- 5) **Claes L, Heitemeyer U, Krischak G, Braun H, Hierholzer G:** Fixation technique influences osteogenesis of comminuted fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **365**: 221-229, 1999.
- 6) **Collinge C, Protzman R:** Outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis for metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*, **24**: 24-29, 2010.
- 7) **Collinge C, Sanders R, DiPasquale T:** Treatment of complex tibial periarticular fractures using percutaneous techniques. *Clin Orthop Relat Res*, **375**: 69-77, 2000.
- 8) **Dillin L, Slabaugh P:** Delayed wound healing, infection, and nonunion following open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. *J Trauma*, **26**: 1116-1119, 1986.
- 9) **Edge AJ, Denham RA:** External fixation for complicated tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br*, **63**: 92-97, 1981.
- 10) **Foux A, Yeadon AJ, Uhthoff HK:** Improved fracture healing with less rigid plates. A biomechanical study in dogs. *Clin Orthop Relat Res*, **339**: 232-245, 1997.
- 11) **Fracture and dislocation compendium.** Orthopaedic trauma association committee for coding and classification. *J Orthop Trauma*, **10(Suppl 1)**: v-ix, 1-154, 1996.
- 12) **Francois J, Vandeputte G, Verheyden F, Nelen G:** Percutaneous plate fixation of fractures of the distal tibia. *Acta Orthop Belg*, **70**: 148-154, 2004.
- 13) **Frigg R:** Locking Compression Plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the dynamic compression plate and the point contact fixator (PC-Fix). *Injury*, **32(Suppl 2)**: 63-66, 2001.
- 14) **Gerber C, Mast JW, Ganz R:** Biological internal fixation of fractures. *Arch Orthop Trauma Surg*, **109**: 295-303, 1990.
- 15) **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.
- 16) **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.
- 17) **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.
- 18) **Karlström G, Olerud S:** Fractures of the tibial shaft; a critical evaluation of treatment alternatives. *Clin Orthop Relat Res*, **105**: 82-115, 1974.
- 19) **Khoury A, Liebergall M, London E, Mosheiff R:** Percutaneous plating of distal tibial fractures. *Foot Ankle Int*, **23**: 818-824, 2002.
- 20) **Kim YM, Yang JH, Kim DK:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis using periarticular plate for distal tibial fractures. *J Korean Fracture Soc*, **20**: 315-322, 2007.
- 21) **Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, Nunley JA, Myerson MS, Sanders M:** Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot Ankle Int*, **15**: 349-353, 1994.
- 22) **Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, Höntzsch D, Eingartner C, Weise K:** Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and minimally invasive plating. *Arch Orthop Trauma Surg*, **125**: 87-94, 2005.
- 23) **Lau TW, Leung F, Chan CF, Chow SP:** Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures. *Int Orthop*, **32**: 697-703, 2008.
- 24) **Lee KB:** Distal tibia fracture: plate osteosynthesis. *J Korean Fracture Soc*, **22**: 306-313, 2009.
- 25) **Maffulli N, Toms AD, McMurtie A, Oliva F:** Percutaneous plating of distal tibial fractures. *Int Orthop*, **28**: 159-162, 2004.
- 26) **Park KC, Park YS:** Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Fracture Soc*, **18**: 264-268, 2005.
- 27) **Park SK, Oh CW, Oh JK, et al:** Staged minimally invasive plate osteosynthesis of distal tibial fractures. *J*

- Korean Fracture Soc, **23**: 289-295, 2010.
- 28) **Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ**: Fractures of the distal tibia: minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury*, **35**: 615-620, 2004.
 - 29) **Ronga M, Longo UG, Maffulli N**: Minimally invasive locked plating of distal tibia fractures is safe and effective. *Clin Orthop Relat Res*, **468**: 975-982, 2010.
 - 30) **Ronga M, Shanmugam C, Longo UG, Oliva F, Maffulli N**: Minimally invasive osteosynthesis of distal tibial fractures using locking plates. *Orthop Clin North Am*, **40**: 499-504, 2009.
 - 31) **Shon OJ, Kim DS**: Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis using a lateral plate in distal tibial fracture. *J Korean Fracture Soc*, **23**: 42-49, 2010.
 - 32) **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.
 - 33) **Trafton PG**: Closed unstable fractures of the tibia. *Clin Orthop Relat Res*, **230**: 58-67, 1988.
 - 34) **Trueta J**: Nonunion of fractures. *Clin Orthop Relat Res*, **43**: 23-35, 1965.
 - 35) **Urist MR, Mazet R Jr, McLean FC**: The pathogenesis and treatment of delayed union and non-union; a survey of eighty-five ununited fractures of the shaft of the tibia and one hundred control cases with similar injuries. *J Bone Joint Surg Am*, **36**: 931-968, 1954.
 - 36) **Watson J**: Fractures and joint injuries. 5th ed. Churchill Livingstone, 20-27, 1976.
 - 37) **Wilber MC, Evans EB**: Fractures of the femoral shaft treated surgically. *J Bone Joint Surg AM*, **60**: 489-491, 1978.