

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Fractures of Distal Tibia

Tae Hun Kim, So Hak Chung

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Kosin University, Busan, Korea

원위 경골 골절에 대한 최소 침습적 금속판 골유합술

김태훈·정소학

고신대학교 의과대학 정형외과학교실

Objectives: This study analyzed clinical and radiologic results, and complications of minimally invasive plate osteosynthesis(MIPO) for distal tibia fracture.

Methods: 16 patients (17 cases) who were performed MIPO for distal tibia fractures between January 2007 and June 2011, post-operative followed up at least for one year, were selected for this study. The average age was 55.0(26-76) years old and the average period of follow-up was 15.1(6-27) months. Most of the patients were encouraged to perform ankle dorsiflexion and straight leg raising exercise on splints, from the next day of the operation. As radiologic evaluation, we checked period until bone union, degree of angulation. And post-operative complications were also checked. For functional evaluation of the ankles, American Orthopaedic Foot and Ankle Society(AOFAS) score was used.

Results: 16 of the 17 cases were achieved primary bone union, and average period of bone union in all the cases was 17.4 (12-42) weeks. Mean varus/valgus angulation after the bone union was 0.8 degrees and mean anteroposterior(AP) angulation was 1.8 degrees. Mean AOFAS score was 85.2(71-95) points; 5 cases of excellent, 10 cases of good, 1 case of fair, showing that 93.8% of the patients represented at least good AOFAS scores. As complications, there were 2 cases of superficial infection, and each 1 case of nonunion and skin irritation. There were no cases of deep infection, metal breakage, nor limb length discrepancy.

Conclusions: MIPO for distal tibia fracture is considered to be an effective operative method, because of its high bone union rate and low complications by minimal disruption of soft tissue and improved bone fixation strength. Also, for earlier return to daily life, ankle joint exercise should be started as soon as possible after the operation.

Key Words: Distal tibia, Early range-of-motion exercise, Fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO)

원위 경골 골절은 고에너지에 의한 굴곡력과 회전력에 의해 주로 발생하므로, 분쇄 정도가 심하고 수포, 종창, 압괴 손상 및 혈관 손상 등의 연부조직 손상이 동반되는 경우가 흔하다. 또한 주위 연부조직이 적어 개방성 골절이 발생하기 쉽고, 골절의 치료 후에도 피부괴사 및 감염, 지연유합 및 불유합 등이 잘 발생할 수 있다.^{1,2} 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.³ 따라서 이러한 합병증을 줄이고자 하는 노력으로 도입된 최소 침습적 금속판 골유합술(Minimally Invasive Plate Osteosynthesis, MIPO)은 생물학적 고정 및

간접 정복의 기법을 이용함으로써 연부조직 손상을 최소화하고 골절 부위 혈류 손상을 줄임으로서 낮은 합병증과 높은 골 유합률을 얻는 것으로 보고되고 있다.⁴

본 저자들도 이러한 추세에 따라 원위 경골 골절에 대하여 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 환자들의 치료 결과를 임상적 및 방사선학적으로 분석하여, 그 유용성에 대해 알아보고 기존의 다른 연구들의 결과와 비교하고자 하였다.

* 본원 임상시험 및 의학연구 윤리심사위원회의 승인을 받은 연구임(IRB No:12-117).

연구대상 및 방법

1. 연구대상

2007년 1월부터 2011년 6월까지 본원에서 원위 경골 골절로 진단한 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행받았던 환자들 중 최소 1년 이상 추시가 가능하였던 16명의 환자, 17례를 대상으로 후향적 연구를 하였다. 남자가 8명, 여자가 8명이었으며 평균 연령은 55.0세(26-76세), 평균 추시기간은 15.1개월(12-27개월)이었다. 외상의 원

인은 미끄러짐이 9례, 교통사고가 4례, 낙상이 3례였다.

골절의 형태는 AO/OTA 분류상 A1형이 9례, A2형이 4례, A3형이 2례, B1형이 2례였다. 개방성 골절은 4례였으며 Gustillo-Anderson 분류상 I형이 3례, II형이 1례였다. 동반된 비골골절은 14례(82.3%)에서 관찰되었고, 이에 대한 치료로 6례에서 1/3 관상 금속판, 2례에서 Rush pin을 이용한 내고정술을 시행하였으며, 전위가 경미한 6례에서는 보존적 치료를 시행하였다.

수상 후 최소 침습적 금속판 골유합술까지의 기간은 평균 7.8일 (0-37일)이었으며, 폐쇄성 골절인 경우 평균 4.5일 (0-8일) 뒤 시행하였으나 개방성 골절인 경우 심한 부종 및 연부조직의 손상으로 인해 일시적인 외고정술이 필요하여 평균 22.0일 (14-37)일 뒤 수술을 시행하였다 (Table 1).

2. 수술 방법 및 수술 후 처치

환자를 전신마취 또는 척추마취하에 방사선 투시가 가능한 수술대 위에 양와위로 눕힌 뒤, 하지의 슬관절과 족관절이 중립위치가 되게 정렬하였다. 만약 동반된 비골 골절이 있는 경우 경골 골절에서 10 cm 이내에 위치하며

Table 1. Patient data

Case	Age/Sex	Injury mechanism	AO/OTA* classification	G-A [†] classification	Union time (week)	Ankle [‡] score	Complication
1	62/F	SD [§]	A2	Closed	13	86	No
2			A1	Closed	17	81	
3	49/F	TA	A1	Closed	21	80	Metal irritation
4	37/M	TA	A2	Type I	42	82	Nonunion
5	30/M	TA	A1	Type I	17	85	No
6	65/F	SD	A2	Closed	12	84	No
7	53/M	SD	A1	Closed	14	91	No
8	50/F	SD	A1	Closed	17	91	No
9	73/F	SD	B1	Closed	18	81	No
10	76/M	FD [¶]	A1	Closed	15	88	No
11	26/M	FD	A1	Closed	12	95	No
12	64/F	SD	A2	Closed	14	81	No
13	51/M	TA	A1	Type II	24	71	Skin infection
14	54/F	SD	A1	Type I	14	92	No
15	48/M	SD	A1	Closed	13	95	No
16	73/F	SD	A3	Closed	16	85	No
17	69/M	FD	A3	Closed	18	81	Skin infection

*AO/OTA: Arbeitsgemeinschaft fur Osteosynthesefragen/Orthopaedic Trauma Association, [†]G-A: Gustillo-Anderson,

[‡]Ankle score: ankle-hindfoot functional scale of AOFAS, [§]SD: Slip down, ^{||}TA: Traffic accident, [¶]FD: Fall down.

경골 골절에 영향을 줄 수 있다고 판단될 경우에 한하여 정복 및 내고정술을 선행하였다.

그 다음 C형 방사선 투시기 보조 하 도수 견인으로 원위 경골 골절부의 간접적 정복을 시행하였다. 그 뒤 경골 내과 부위에 약 2-3 cm의 피부 절개를 가한 후 골절 부 길이의 2-3배 정도 길이의 금속판을 피하조직과 골막 사이에 경피적으로 삽입하였다. 골절부의 전위가 심한 경우에는 정복 겸자를 이용한 비관혈적 정복을 시행한 뒤 지연나사를 이용한 고정 뒤 금속판을 위치시켰다. 금속판을 정확하게 위치시키기 위하여 금속판의 근위부에도 동시에 피부절개를 가한 뒤 드릴 슬리브(drill sleeve)를 부착하여 금속판의 정렬을 조정하였으며, C형 방사선 투시기를 통하여 골절의 정복 상태, 금속판의 위치 및 길이,

관상면 및 시상면상의 정렬, 회전 정렬 등을 확인하면서 잠금 나사못 고정을 경피적으로 시행하였다.

수술 후 가능한 다음날부터 족근부 배굴 운동 및 직하되 거상 운동을 독려하였으며, 연부 조직이 심한 종창을 보인 경우나 골절선이 관절면을 침범한 3례에서는 술 후 약 1주일간 단하지 부목 고정 후에 상기 운동을 시작하였으나, 술 후 1-2주경부터는 모든 환자에서 슬관절 및 족근 관절 운동을 적극적으로 시행하였다. 특히 외고정 장치를 선행 하였던 환자들은 장기적으로 충분한 족관절 운동을 시행 하도록 하였다. 모든 환자에서 수술 후 4-6주부터 부분체 중 부하를 허용하였고, 방사선 사진상 가골 형성 및 골유합 이 확인되면 전 체중 부하를 시작하였다(Fig. 1, 2).

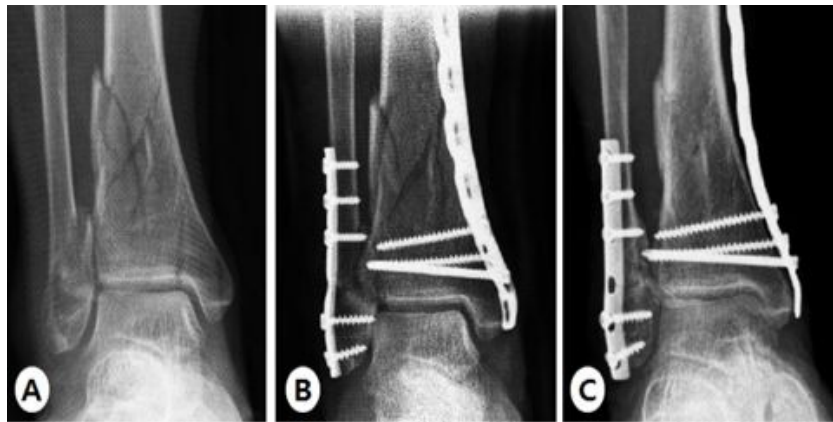


Fig. 1. (A) A 73 year-old woman was sustained distal tibiofibular comminuted fracture by slip down. (B) The distal tibia fracture was stabilized with LCP metaphyseal plate using minimal invasive technique. (C) At 16 weeks postoperatively, radiographs shows bone union.



Fig. 2. (A) A 65-year old woman was sustained distal tibiofibular fracture by slip down. (B) The distal tibia fracture was treated with MIPO technique using LCP metaphyseal plate on medial side. (C) At 12 weeks postoperatively, radiograph shows bone union.

3. 치료 결과의 평가 방법

수술 후 정기적으로 단순 방사선 사진을 촬영하여 추시 기간 중 골유합의 여부와 그 시기를 조사하였다. 골유합의 정의는 방사선학적으로 경골의 전후방 및 측면 사진상 가골의 성숙이 전체 골절면의 3/4 이상이 폐쇄된 경우로 정의하였으며, 임상적으로는 골절 부위의 압통과 움직임이 없는 상태로 정의하였다. 또한 각 변형은 5도 이상의 각 변형이 있을 경우, 단축은 건측 경골에 비해 환측이 10 mm 이상 짧을 경우로 하였다.

족근 관절의 기능적 평가는 미국 정형외과 족부족관절 학회(AOFAS)의 족관절-후족부 기능 평가 점수(ankle-hindfoot functional scale)를 이용하여, 마지막 추시 관찰(술 후 12-27개월 뒤)시 이학적 검사 및 설문 조사를 통하여 특정하였다. 족관절의 통증 40점, 기능 50점, 정렬 10점의 총 3가지 항목을 조사하였으며, 총점 100점 만점에서 90-100점은 우수, 80-89점은 양호, 70-79점은 보통, 69점 이하는 불량으로 분류하여, 양호 이상을 만족스러운 결과로 평가하였다.

결 과

본 연구에서 17례 중 16례에서 방사선학적으로 일차적인 골유합을 얻을 수 있었고, 불유합이 일어났던 1례를 포함한 전례의 평균 골유합 기간은 17.4주(12-42주)였으며, 그 중 폐쇄성 골절 13례는 평균 15.4주, 개방성 골절 4례는 평균 24.3주의 골유합 기간을 보였다. 전후방 방사선 사진에서 골유합 후 내/외측 각 변형은 평균 0.8도, 측면 방사선 사진에서 전/후방 각 변형은 1.8도이었으며, 전례에서 5도 이상의 각 변형 또는 10 mm 이상의 단축은 발생하지 않았다.

마지막 추시 관찰(술 후 12-27개월 뒤)시 시행한 족관절의 기능적 평가에서는 미국정형외과 족부족관절학회(AOFAS)의 족관절 후족부 점수상 평균 85.2점(71-95점)이었으며, 우수 5례, 양호 10례, 보통 1례로 양호 이상이 93.8%이었다. 족관절의 운동 범위는 평균 47.1도(25-60

도)였으며 신전이 평균 15.2도(5-20도), 굴곡이 평균 31.9도(15-40도)였다.

합병증으로는 표재성 창상 감염이 2례 발생하였으나, 1례는 정맥 항생제 치료만으로 호전되었으며 나머지 1례에서도 변연절제술 및 항생제 치료로 회복되었다. 불유합은 개방성 골절 I형 1례에서 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행 22주경 진단되어 자기골 이식술을 추가로 시행한 뒤 20주 뒤 골유합을 얻었다. 금속판 원위부의 돌출로 인한 피부 자극이 1례에서 경미하게 관찰되었으나 골유합으로 금속판 제거술을 시행한 뒤 호전되었다. 그러나 심부 감염 및 피부 괴사, 나사못 파손 등의 다른 합병증들은 나타나지 않았다.

고 찰

원위 경골 골절에 대한 수술적 치료법들 중 외고정 장치를 이용한 고정술은 연부조직 손상을 동반한 개방성 골절시 추가적 연부조직의 손상 없이 시행할 수 있는 방법이나, 부정유합, 족관절 강직 및 핀 삽입부 주위 감염이 흔하게 발생하였다.⁵ 골수강 내 금속정을 이용한 내고정술은 연부조직 손상이 적고 골유합이 빨라 경골 간부 골절시 가장 널리 사용되는 수술법이지만, 골절선이 족관절면으로부터 3 cm 이내인 경우 넓은 골수강으로 인해 교합나사의 삽입시 금속정의 이동이 가능하고 적절한 고정력을 얻기 어려우므로 조기 관절운동을 회복하기 힘들다는 단점이 있다.⁶ 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술은 정확한 골절편의 정복 후 견고한 고정을 얻을 수 있어 가장 넓게 사용되어 왔으나, 연부조직의 광범위한 절개와 골막의 박리로 인한 미세순환의 손상으로 인해 감염, 피부 괴사, 부정유합 등의 합병증의 발생률이 높다는 단점이 있다.⁷ Borrelli 등⁸은 경골의 전후방 주위로 분지를 내는 골의 혈류 공급을 밝힌 뒤, 고식적인 관혈적 정복술 및 금속판 내고정술 시행시 이 혈류에 심한 손상을 줄 수 있음을 보고하였다.

이러한 합병증들의 위험을 최소화하기 위해 최근 널리 사용되고 있는 최소 침습적 금속판 골유합술은 골절부에

절개 및 박리를 하지 않으면서 원위 경골 내측부에 경피적으로 금속판을 넣어 가교 금속판 형식으로 고정시키는 방법으로서, 생물학적 고정을 통해 연부 조직 손상을 최소화하고 골절 주위의 혈류를 보존하여 좋은 임상적 결과들을 얻을 수 있는 술식으로 선호되고 있다.³⁹ 또한 해부학적 형태의 잠김 압박 금속판을 사용하여, 골절 정복의 변형 없이 우수한 지지력을 제공할 수 있게 되어, 조기 관절 운동이 가능하게 되어 낮은 합병증과 높은 골유합률을 얻을 수 있는 것으로 알려져 있다.^{1,10}

원위 경골 골절에 대하여 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 여러 연구에서 높은 골유합률을 보고하였다. Collinge와 Protzman¹은 38례의 골절에 대하여 94.7%의 골유합률 및 평균 21주의 골유합 기간을 보고하였고, Hasenboehler 등⁷은 32례에서 90.1%의 골유합률 및 수술 3개월 뒤 10례, 6개월 뒤 13례, 9개월 뒤 6례에서 골유합을 얻었다고 보고하였으며, Kim 등¹¹도 45례에서 100%의 골유합률과 평균 21주의 골유합 기간을 보고하였다. 또한 Yoo 등¹²은 최소 침습적 접근법을 이용한 금속판 고정술과 전통적인 관혈적 정복 및 금속판 내고정술을 시행한 두 군을 비교한 연구에서, 두 집단의 골유합률 시기가 각각 14.3주 및 18.9주로 최소 침습적 골유합술군에서 유의하게 빠른 골유합을 보임을 보고한 바 있다. 본 연구에서도 총 17례에서 94.1%의 골유합률을 얻었으며 평균 17.4주의 골유합 기간이 소요되었다. 불유합은 개방성 골절 I형의 다발성 골절 환자 1례에서 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행 22주경 진단되어 추가적으로 자가골 이식술 시행 후 20주 뒤 골유합을 얻을 수 있었다. Wilber와 Evans¹³는 개방성 골절 시 폐쇄성 골절보다 불유합 또는 지연유합의 발생률이 약 2배 정도 높다고 보고하였으며, 본 연구에서 발생한 불유합의 경우도 개방성 골절 시 발생한 골절 부위의 순환장애와 외고정기를 유지하는 동안의 불충분한 고정 등이 원인이 되었을 것으로 생각된다.

원위 경골을 포함한 족관절부의 골절 시, 술 후 조기에 족관절 운동을 시행하는 것은 관절 내 유착을 감소시키고 장기간의 족관절 기능을 향상시킬 수 있다는 장점으로 인해 널리 받아들여지고 있다.^{14,15}

Gul 등¹⁶은 내고정술을 시행한 족관절부 골절 환자 50명 중 가능한 빨리 족관절 운동 및 부분 체중 부하를 시작한 집단과 6주간 체중 부하 없이 족관절 운동을 제한한 집단 간의 비교 연구에서, 기능적 결과와 방사선학적 결과에는 유의할 만한 차이가 없었으나 일상생활로 복귀하는데 걸린 기간은 조기에 족관절 운동을 시작한 그룹에서 유의하게 더 짧았음을 밝혔으며, 따라서 내고정술만 잘 시행되었다면 가능한 빨리 족관절 운동을 하는 것이 정복 소실이나 금속판 부전 등의 합병증 없이 환자의 재활을 더 빨리 진행시킬 수 있다고 주장하였다. Egol 등¹⁷도 가능한 술 후 첫째 날부터 족관절의 운동을 시작하는 것이 그렇지 않은 경우보다 기능적 점수 및 일상으로의 복귀 가능성을 더 높여준다고 하였다. 본 연구에서도 외고정술 시행 또는 관절면을 침범한 골절로 술 후 1-2주 뒤 족관절 운동을 적극적으로 시작한 4례에서의 평균 족관절 운동 범위는 신전 10.8도, 굴곡 25.5도, 총 36.3도로, 가능한 빨리 술 후 족관절 운동을 시행한 13례의 평균 족관절 운동 범위 신전 16.6도, 굴곡 33.9도, 총 50.4도보다 운동 범위가 더 작았음을 확인할 수 있었다.

최소 침습적 골유합술의 합병증들로는 감염, 피부 자극, 금속판 변형, 불유합 및 부정유합 등이 보고되었다.¹⁸ Lau 등³은 48명의 원위 경골 골절 환자에서 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행한 뒤 총 8례의 감염이 발생하였고 이에 대해 절개 및 변연 절제술, 항생제 투여를 시행하여 모든 환자에서 골유합을 얻은 뒤 금속판을 제거하였고 보고하였다. 본 연구에서도 표재성 창상 감염이 2례 발생하였으나, 1례는 정맥 항생제 치료만으로 호전되었으며 나머지 1례에서도 변연절제술 및 항생제 치료 뒤 회복되었고, 모두 합병증 없이 골유합을 얻은 뒤 금속판을 제거하였다.

Collinge와 Protzman¹은 38례의 원위 경골 골절 치료 후 불유합 1례 및 고정 실패 1례를, Harizaka 등¹⁹은 18례 중 불유합 2례 및 금속판 변형 1례의 합병증을 보고하였으며, 본 연구에서는 금속판 변형, 나사못 파손과 같은 합병증은 발생하지 않았으나, 불유합이 1례에서 발생하여 자가골 이식술을 추가로 시행한 뒤 20주 뒤 골유합을 얻었다.

피부 자극은 특히 내측 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술 시행 후 일어날 수 있는데, 이는 경골 내측의 피하 연부조직이 적음으로 인해 발생된다. 특히 내과골 부위에서 금속판으로 인한 피부 자극이 발생할 수 있고, 심할 경우 술후 피부 괴사 및 금속판 노출 등의 합병증도 초래될 수 있다.¹⁰ 본 연구에서도 금속판 원위부의 돌출로 인한 피부 자극이 1례에서 경미하게 관찰되었으나 골유합으로 금속판 제거술을 시행한 뒤 호전되었다. 이러한 경우 외측 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술을 시도해 볼 수 있고, Hong 등²⁰은 20례에서 피부 자극 및 괴사 등의 연부 조직 합병증 없이 우수한 임상적 결과를 보고하였다.

그러나 외측 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술을 시행 시, 내측 금속판 이용 시보다 금속판의 경피적 삽입이 기술적으로 더 어렵고, 심 비골 신경(deep peroneal nerve) 및 전 경골 동맥(anterior tibial artery)과 같은 신경혈관 구조물들이 수술 중 손상받을 위험성이 있다.²¹ 따라서 외측 금속판의 사용은 원위 경골의 내측 면의 연부 조직에 손상이 심한 경우 대안적 술식으로 시행하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

본 연구는 후향적으로 비교적 짧은 추시 기간 동안 적은 수의 환자를 대상으로 하여 다소 제한이 있으며 이를 보완하기 위해 다수의 환자를 대상으로 장기간의 추시가 필요할 것으로 생각된다. 또한 본 연구기간 중 AO/OTA 분류상 C형 골절이 1례 있었으나 전신 상태가 불량하여 최소 침습적 금속판 골유합술을 시행하지 못하였던 바, 향후 C형 골절에 대한 사례가 추가될 필요 역시 있을 것이다.

본 연구의 결과 원위 경골 골절에서 최소 침습적 금속판 골유합술은 연부조직의 손상을 최소화하고 골절의 고정력을 향상시킴으로써, 적은 합병증 및 빠른 골유합을 기대할 수 있는 효과적인 수술 방법이라 생각된다.

REFERENCES

1. Collinge C, Protzman R. Outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis for metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma* 2010;24:24-9.
2. Teeny SM, Wiss DA. Open reduction and internal fixation of tibial plafond fractures. Variables contributing to poor results and complications. *Clin Orthop Relat Res* 1993;292:108-17.
3. Lau TW, Leung F, Chan CF, Chow SP. Wound complication of minimally invasive plate osteosynthesis in distal tibia fractures. *Int Orthop* 2008;32:697-703.
4. Redfern DJ, Syed SU, Davies SJ. Fractures of the distal tibia: Minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury* 2004;35:615-20.
5. Holbrook JL, Swiontkowski MF, Sanders R. Treatment of open fractures of the tibial shaft: Ender nailing versus external fixation. A randomized, prospective comparison. *J Bone Joint Surg Am* 1989;71:1231-8.
6. Brumback RJ, McGarvey WC. Fractures of the tibial plafond. Evolving treatment concepts for the pilon fracture. *Orthop Clin North Am* 1995;26:273-85.
7. 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* 2007;38:365-70.
8. Borrelli J Jr, Prickett W, Song E, Becker D, Ricci W. Extraosseous blood supply of the tibia and the effects of different plating techniques: A human cadaveric study. *J Orthop Trauma* 2002;16:691-5.
9. Helfet DL, Suk M. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fractures of the distal tibia. *Instr Course Lect* 2004;53:471-5.
10. Lee KB. Distal Tibia Fracture. Plate Osteosynthesis. *J Korean Fract Soc* 2009;22:306-13.
11. Kim SK, Lee KB, Lim KY, Moon ES. Minimally invasive osteosynthesis with locking compression plate for distal tibia fractures. *J Korean Fract Soc* 2011;24:33-40.
12. Yoo JS, Park HW. Clinical outcomes of locking compression plate fixation through minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis in the treatment of distal tibia fracture. *J Korean Fracture Soc* 2012;25:117-22.
13. Wilber MC, Evans EB. Fractures of the femoral shaft treated surgically. Comparative results of early and delayed operative stabilization. *J Bone Joint Surg Am* 1978;60:489-91.
14. Segal D, Wiss DA, Whitelaw GP. Functional bracing and rehabilitation of ankle fractures. *Clin Orthop* 1985;199:39-45.
15. Vander Griend R, Michelson JD, Bone LB. Instructional course lectures, the american academy of orthopaedic surgeons. Fractures of the ankle and the distal part of the tibia. *J Bone Joint Surg Am* 1996;78:1772-83.

16. Gul A, Batra S, Mehmood S, Gillham N. Immediate unprotected weight-bearing of operatively treated ankle fracture. *Acta Orthop Belg* 2007;73:360-5.
17. Egol KA, Dolan R, Koval KJ. Functional outcome of surgery for fractures of the ankle. A prospective, randomised comparison of management in a cast or a functional brace. *J Bone Joint Surg Br* 2000;82:246-9.
18. 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 Acute Care Surg* 2012;72:E81-7.
19. Hazarika S, Chakravarthy J, Cooper J. Minimally invasive locking plate osteosynthesis for fractures of the distal tibia-Results in 20 patients. *Injury* 2006;37:877-87.
20. Hong KD, Ha SS, Chung NS, Sim JC, Ahn SC. Lateral plate fixation of distal tibial metaphyseal fracture using minimally invasive plate osteosynthesis technique. *J Korean Fract Soc* 2006;19:24-8.
21. Shon OJ, Park CH. Minimally invasive plate osteosynthesis of distal tibial fractures: A comparison of medial and lateral plating. *J Orthop Sci* 2012;17:562-6.