

경골 원위부 골절에서 최소 침습적 잠김 압박 금속판 고정술과 함께 최소 절개를 통한 골절편간 지연 나사 고정술을 시행한 경우의 치료 결과

인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과

정형진 · 추지웅

Clinical Outcomes of Combinations of Locking Compression Plate Fixation through Minimally Invasive Precutaneous Plate Osteosynthesis and Interfragmentary Screw Fixation in Distal Tibia Fracture

Hyung-Jin Chung, M.D., Ji Woong Choo, M.D.

Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University Collage of Medicine, Seoul, Korea

=Abstract=

Purpose: To analyze the outcome of distal tibia fracture treated with the Distal Tibia LCP with combination of interfragmentary screw.

Materials and Methods: Between January 2008 and March 2012, data of 34 patients with fracture of distal tibia treated with the Distal Tibia LCP with or without combination of interfragmentary screws were reviewed. There were 17 males and 17 females with an average age of 51.8 years (range, 18~77 years). Radiographic union time and time from surgery until ability to full weight bearing were measured and compared. Callus index was measured as quotient of callus thickness and diameter of corticalis both in AP and sagittal direction.

Results: 12 fractures were treated with interfragmentary screws and 22 fractures were treated with bridging plate alone. In interfragmentary fixation group, time to full weight bearing was 14 weeks versus 15.75 weeks without screw. Callus index at bearing was not significantly lesser in patients with screw compared with those without, but callus index difference at postoperative 4weeks was significant. Radiologic union time was 11.3 weeks in interfragmentary fixation group and 12.58 weeks without screw.

Conclusion: The osteosynthesis with the Distal tibia LCP with combination of interfragmentary screw seems to be more stable in postoperative 4weeks than Distal tibia LCP alone, expecting to earlier ROM exercise and rehabilitation.

Key Words: Distal tibia fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis, Miniopen, Interfragmentary screw

Received: April 13, 2013 Revised: May 10, 2013
Accepted: May 21, 2013

• **Corresponding Author: Hyung-Jin Chung**
Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, 761-1 Sanggye 7-dong, Nowon-gu, Seoul 139-707, Korea
Tel: +82-2-950-1399 Fax: +82-2-950-1398
E-mail: chunghj@dreamwiz.com

서 론

경골 원위부 골절은 주로 고 에너지 손상으로 분쇄 정도가 심하고 연부 조직이 적어 수포, 종창, 개방성 골절이 발생하기 쉬우며, 족관절과 인접하여 있기 때문에 골절 치료 후에도 지연 유합, 불유합이 발생하면 운동 장애와

같은 합병증이 남기 쉽다.¹⁻³⁾ 원위 경골 골절의 수술적 치료로는 외고정술, 골수강 내 금속정 고정술, 관혈적 정복 및 내고정술 등 다양한 방법이 이용되어 왔으나 최근 원위 경골 분쇄 골절 치료에 있어서 잠금 압박 금속판 (Locking compression plate)을 이용한 최소 침습적 골유합술이 이용되고 있는 경향이다.^{4,5)} 이는 생물학적 고정 (biologic fixation) 및 간접 정복 (indirect reduction)의 원리를 기반으로 한 것으로 연부 조직 손상을 최소화하고 골막 혈류를 보존하여 기존의 타 방식보다 낮은 합병증과 높은 유합율을 얻는 것으로 보고되고 있다.

잠금 압박 금속판의 기본 원리는 이차 골절 치유 (secondary fracture healing)이다. 이런 이유로 인해 각각의 골절편의 미세 움직임 (micro-movement)을 허용하여 안정된 가골 형성을 유도하게 된다.

잠금 압박 금속판을 이용한 골절의 고정은 골절 골편간의 움직임 (interfragmentary movement)이 관련되며, 이러한 골절편간 움직임은 금속판의 안정성 (stability)과 유연성 (flexibility)이 연관된다.⁶⁾ 골절편간 움직임이 과도할 경우 최대 가골 형성 (maximum callus formation)은 크나 불안정하며, 이는 결과적으로 보다 장기적인 고정을 필요로 하여 운동 장애와 같은 합병증을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다.

이에 저자들은 경골 원위부 골절에서 기존의 최소 침

습적 잠금 압박 금속판 고정술과 더불어 최소 절개를 통한 골절편간 지연 나사 고정술을 추가로 시행한 경우의 결과를 분석하여 그 유용성에 대해 알아보려고 하였다.

대상 및 방법

1. 대상 및 방법

2008년 1월부터 2012년 3월까지 본원에 경골 원위부 골절로 내원한 환자에 대해 잠금 압박 금속판 (Distal medial tibia plate, LCP, Synthes[®])을 이용한 최소 침습적 고정술을 시행받고 12개월 이상 추시 관찰이 가능하였던 34예를 대상으로 하였다. 잠금 압박 금속판 고정술만을 시행한 경우가 22예였고, 골절편간 지연 나사 고정술을 추가로 시행한 경우가 12예였다. 남자는 17예, 여자는 17예였으며 수상 후 수술까지의 기간은 평균 4.9일 (1~8일), 평균 연령은 51.8세 (18~77세)였다. 손상 기전으로는 교통 사고가 10예, 실족 사고가 17예, 낙상 사고가 5예, 스포츠 손상 2예였다.

수술 후 전 체중부하까지의 시간 및 그 시기의 가골 지수, 방사선학적 유합 시기, 수술 시간, 사용한 plate의 길이 (hole 수) 및 근위부 나사 (proximal screw)의 개수를 측정하여 비교하였다.



Figure 1. X-rays before taken surgery, (A) immediately after surgery (B). Using lag screw, we had enough reduction quality.

2. 수술 방법

하반신 또는 전신 마취를 시행한 후 양와위로 눕히고 수술을 시행하였으며, 연부 조직 상태에 따라 수술 시기를 결정하였으며, 비골 골절이 동반된 경우 먼저 비골 골절 부위의 관혈적 정복 및 내고정술을 시행하여 비골의 길이를 맞춘 뒤 영상 증폭 장치하에 경골 골절을 도수 정복하였다. 도수 정복 후 정복이 양호한 경우 내과에 최소한의 피부 절개를 통해 골막을 박리하지 않은 상태로 잠김 압박 금속판을 삽입하였다. 고정은 고식적인 나사못과 잠김 나사못을 사용하여 금속판의 근위부와 원위부에 각각 고정하였다. 도수 정복 후에도 충분한 정복이 얻어지지 않는 경우에는 골편 고정을 위해 골절 부위에 추가적인 최소 절개를 시행하고 골편간 나사못을 이용하여 고정하였다(Fig. 1). 지연 나사(lag screw) 고정시 모든 예에서 3.5 mm 피질골 나사(cortical screw) 1개를 사용하였으며, 금속판의 완전한 잠김 전에 고정하였다.

수술 후 2주간 비 체중 부하 단하지 석고 고정을 유지하였다. 이후 석고를 제거하고 보조기를 착용하고 관절 운동을 시작하였고 술 후 6주 경부터 부분 체중 부하를 시작하였다.

3. 평가

수술 후 4주 간격으로 24주까지 전 체중 부하가 가능할 때까지 주기적으로 방사선 검사를 시행하였으며, 평균 1년 후에 최종 추시하였다. 방사선학적 골유합의 평가는 전후 및 측면 방사선 사진상 4면 중 3면 이상에서 골절면의 폐쇄가 관찰되는 경우로 하였으며, 가골 형성의 반 정량화를 위해서는 Gardner에 의해 기술된 가골 지수(callus index)를 사용하였다.⁷⁾ 가골 지수란 단순 방사선 검사에서 전후면 및 측면상(관상면 및 시상면)에서 각각 보이는 가골의 가장 두꺼운 부분을 골간(diaphysis)의 직경(diameter)으로 나눈 몫에 해당하는 수치를 말한다. 임상적으로는 골절 부위의 압통과 움직임이 없고 체중 부하시에 골절부에 동통이 없을 때를 골절 유합으로 판단하였다. 이를 통해 골 유합 유무 및 시기, 합병증 여부 등을 조사하였다.

통계학적 분석은 최소 침습적 잠김 압박 금속판 고정술 단독 시행군과 지연 나사 고정술 추가 시행군 두 집

단 간 항목의 통계적 유의성을 $p < 0.05$ 를 기준으로 SPSS 18.0을 이용하여 paired T-test를 통하여 비교 분석하였다.

결 과

AO 골절 분류 상 A1 골절 19예, A2 골절 6예, A3 골절 2예, B1 골절 1예, B2 골절 1예, C1 골절 2예, C3 골절 3예 있었다. 골절편간 지연 나사 고정술을 동시에 시행한 경우가 12예, 최소 침습적 고정술만을 시행한 경우가 22예였다. 모든 예에서 골유합이 확인되었으며, 불유합 및 부정유합은 없었다. 전 체중부하까지의 시간은 골절편간 지연 나사 고정술을 동시에 시행한 경우가 수술 후 14주로, 시행하지 않은 경우의 15.75주보다 조기에 전 체중부하가 가능하였다. 전 체중부하가 가능한 시점에서의 측정된 가골 지수는 관상면(coronal plane)에서는 지연 나사 고정술을 시행한 경우에서 평균 0.856이며, 시행하지 않은 경우의 평균 0.958보다 낮은 것으로 확인되었다. 시상면(sagittal plane)에서는 지연 나사 고정술을 시행한 경우에서 평균 0.846이며, 시행하지 않은 경우의 평균 0.933보다 낮은 것으로 확인되었다(Fig. 2, Fig. 3). 방사선학적 유합의 시기는 지연 나사 고정술을 시행한 경우 평균 11.3주, 시행하지 않은 경우 평균 12.58주로 확인되었다. 수술 시간은 수술시간에 영향을 줄 수 있는 동반 손상을 있는 경우를 제외하고 지연 나사 고정술을 시행한 경우에서 평균 63.0분, 시행하지 않은 경우 평균 78.6분으로 확인되었다. 사용된 금속판의 길이(hole수) 및 근위부 나사의 개수는 지연 나사 고정술 시행한 경우와 시행하지 않은 경우에서 각각 평균 9.1 hole, 3.8개와 9.1 hole, 3.2개로 확인되었다.

위 결과에서 두 군 간의 전 체중부하기간은 1.75주, 전 체중 부하시기의 가골 지수는 관상면에서 0.102와 시상면에서 0.087, 방사선학적 유합의 시기는 1.28주의 차이를 보여 지연 나사 고정술을 시행한 군의 결과가 우수하였지만 세가지 모두 통계적으로는 유의하지 않았다($p > 0.05$). 단, 수술 후 4주째 가골 지수에서는 지연 나사 고정술 시행한 경우 통계적으로 유의하였다($p = 0.02$).

합병증은 최소 침습적 고정술만 시행한 군에서 4예 중 경비골 골유합증이 2예, 비골 신경 자극증상 1예, 나

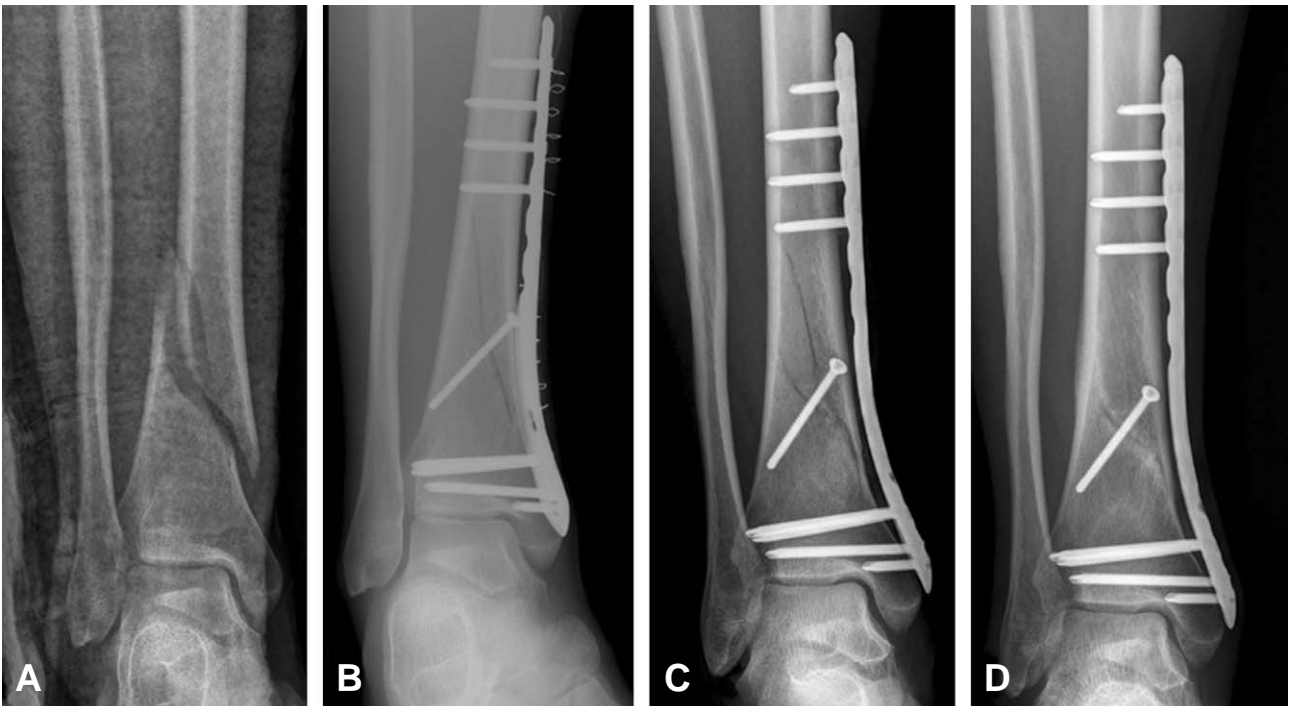


Figure 2. This shows that fixation using lag screw had little callus formation until bone union time. (postoperation period week/callus indes, A-initial, B-4w/0.895, C-8w/0.919, D-union/0.840)



Figure 3. This shows that fixation without lag screw relatively had more callus formation until bone union. (postoperation period week/callus indes, A-initial, B-4w/0.979, C-8w/0.946, D-union/0.946)

사못 파절 1예였다. 경비골 유합증은 추시상 관절 운동 장애를 보이지 않아 보존적 치료를 시행하였고, 비골 신경 자극 증상의 경우 추시 중 호전되는 경과 보였으며, 나사못 파절은 골유합을 얻은 후 금속판 및 나사못 제거술을 시행하였다. 골편간 지연 나사 고정술을 동시에 시행한 군에서는 2예 모두 금속판의 돌출로 인한 자극 증상이었으며, 이는 골유합을 얻은 후 금속판 제거술을 시행한 후 회복되었다. 두 군 모두에서 창상 괴사 및 감염증 등 창상 관련 합병증은 나타나지 않았다.

고 찰

최소 침습적 골유합술은 생물학적 고정 (biologic fixation) 및 간접 정복의 기법을 이용한 것으로, 골절 부위를 박리하지 않고, 인대 신연술 (ligamentotaxis) 을 이용하여 간접적으로 정복 및 골 정렬을 맞춘 후 금속판을 고정하는 것으로, 조기에 가골 형성과 골유합을 얻기 위한 방법이다. 골절 부위의 혈류 손상을 최소화 하는 방법으로, 골절 부위에서 떨어진 피부 절개를 가함으로써 골절 주변 부위의 피부 손상이 있는 경우에도 사용이 가능하다.¹¹⁾ 이 때 사용하는 금속판의 종류로는 low contact dynamic compression plate (LCDCP), dynamic compression plate (DCP), T-plate, locking compression plate (LCP) 등이 있는데 특히 잠김 압박 금속판(LCP)은 피질골과 금속판 사이의 간격이 형성되어 골절 부위에 압박력을 최소화하고 골절 정복 시 우수한 지지력을 제공하는 장점이 있어 널리 쓰이고 있다.^{1,10)}

원위 경골 골절에 대하여 잠김 압박 금속판을 사용하여 최소 침습적 골유합술을 시행한 경우 90% 이상의 골유합율을 보이는 등 우수한 치료 결과를 보이고 있다.^{9,11,12)} 높은 유합율을 보임에도 불구하고 항상 충분한 안정성을 보이지는 않는다. 여러 문헌에서 보듯이 평균 골유합 기간이 16~22주로 절대적 안정성을 주는 일차 골치유에 비하여 좀 더 연장되었으며,^{2,4,8,13,14)} 이는 최소 침습적 골유합술이 가교 금속판 (bridging plate)의 원리를 이용하여 골절부 주위에 가골을 형성하는 이차 골치유 방법이기 때문인 것으로 해석된다.

이 때 가골 형성은 이차 골절 치유 (secondary fracture healing)의 기본 원칙이며 각 안정 골형성 (anlge-stable osteosynthesis)의 핵심이 된다.¹⁵⁻¹⁷⁾

잠김 압박 금속판을 이용한 최소 침습적 골유합술은 몇 가지 제한점이 있는데 첫째는 골절 형태를 제외하고, 금속판 자체의 안정성과 강직성, 골-나사못-금속판 구성물 또한 치유 과정과 가골 형성에 중요성을 가진다.¹⁸⁾ 그러나 형성되는 가골의 총량은 안정성과 관련이 없으며 가골 형성이 많을수록 골절부위의 불안정성을 의미한다.¹⁹⁻²¹⁾ 둘째, 금속판의 정확한 윤곽 성형이 골의 정렬에 중요하기 때문에 윤곽 성형이 적절하지 않은 경우 부정 유합이 발생할 수 있고, 각 변형, 금속판 변형, 피부 자극, 불유합 등이 발생할 수 있다.^{10,11,22-24)} 이는 후에 족관절 동통, 관절운동 장애, 조기 퇴행성 관절염 등을 야기하기에 중요한 임상적 의의를 지닌다. 셋째, 수술자의 경험에 영향을 받으며, 수술 중에 안정적인 해부학적 정복 및 정렬을 유지하기 위해 지속적인 도수 견인과 골절부의 반복적인 도수조작을 하게 되고 이는 오히려 더 광범위한 연부 조직 손상을 유발 할 수 있다.²⁵⁻²⁷⁾ 또한 나사못 삽입 도중 방사선 투시기를 이용하여 계속 확인하여야 하기 때문에 과도한 방사선 노출도 문제가 될 수 있다.

본 연구는 이러한 단점들에 착안하여 골절편간 나사 고정을 이용하여 효과적인 골절 정복과 가골 형성에 영향을 주어 임상적 및 방사선학적 유합 시기를 앞당길 수 있을 것이라 생각하였다.

골편간 움직임은 골간 고정 및 고유한 안정성 및 강직성 등의 금속판 자체에 의존하고 있다. 이와 더불어 금속판과 골과의 간격은 중요한 역할을 하고 있다. 본 연구의 결과를 분석해 보면 두 군간의 골 치유와 골유합 시기, 전 체중 부하가 가능한 시점에서 가골 지수는 통계적인 유의성이 없었지만, 수술 후 4주째 가골 지수에서 통계적으로 유의함을 고려할 때 골절편간 나사를 사용할 경우 골유합 시기와 전체중 부하 시기를 앞당길 수는 없지만, 조기에 가골 재형성이 이루어짐으로 인해 수술 후 조기 관절 운동 및 재활을 유도할 수 있을 것으로 사료된다. 수술 시간의 차이는 평균 25.6분이며 이는 지연 나사 고정술 시행시 추가 절개를 시행함에도 불구하고 단독 시행군과 비교하여 연부 조직의 손상 위험성은 커지나 창상 합병증 발생은 차이가 없었으며, 좀 더 해부학적 정복을 가능하게 하여 최종적인 수술시간을 단축시킴을 의미한다. 사용된 금속판의 길이와 그 때의 근위 나사의 개수는 골 절 양상에 기인한 것으로 큰 의미를 지니지는 않는 것으로 판단된다.

다른 연구에서도 위 단점들을 보완하기 위해 다양한 방법을 제시하였다. Borreli 등은 골절 정복 겸자 (reduction forcep)을 사용하는 방법을 제시하였고,²⁸⁾ Ghera 등은 AO 골 신연기(distractor) 혹은 일시적인 K-강선 고정을 통한 골절 정복 방법을 제시하기도 하였다.²⁵⁾ Kim 등은 원위 경골 골절의 최소 침습적 금속판 치료에서 해부학적 경피적 강선 정복을 이용하여 평균 골 유합 기간 18주로 모든 예에서 유합을 얻는 등 높은 유합률을 보였으나,²⁹⁾ 골편 간 지연나사를 사용한 본 연구에서 14주로 좀 더 빠른 유합 시기를 보였다.

그러나 금속판 고정 후에 골절편간 나사 고정을 할 수 없어 그 전에 적절한 정복이 반드시 필요하다는 점, 추시 기간이 약 1년 정도로 짧아 각 변형 및 이에 따른 동통, 퇴행성 관절염 등 후기 합병증에 대한 추시 관찰이 필요하다는 점은 본 연구의 개선점으로 사료된다.

결 론

경골 원위부 골절에서 최소 침습적 골유합술과 함께 골절부의 최소 절개를 통한 골절편간 지연 나사 고정술을 시행하면, 최소 침습적 골유합술과 비교하여 창상 합병증 발생에는 영향을 주지 않고, 골절의 해부학적인 정복을 유도하여 조기에 가골 지수의 의미있는 감소를 가져와 골절부의 안정을 도모하여 조기 관절 운동 및 조기 재활에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

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. Park Sk, Oh CW, Oh JK, et al. Staged minimally invasive plate osteosynthesis of distal tibial fractures. *J Korean Fracture Soc*. 2010;23:289-95.
3. Maffulli N, Toms AD, McMurtie A, Oliva F. Percutaneous plating of distal tibial fractures. *Int Orthop*. 2004;28:159-62.
4. Chung ST, Kim HS, Cha SD, et al. Treatment of distal tibia fracture using MIPO technique with locking compression plate: comparative study of the intraarticular fracture and extraarticular fracture. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2009;13:162-8.
5. 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.
6. Pai V, Coulter G, Pai V. Minimally invasive plate fixation of the tibia. *Int Orthop*. 2007;31:491-6.
7. Gardner TN, Hardy J, Evans M, Kenwright J. Temporal changes in dynamic interfragmentary motion and callus formation in fractures. *J biomech*. 1997;30:315-21.
8. Shon OJ, Kim DS. Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis using a lateral plate in distal tibial fracture. *J Korean Fracture Soc*. 2010;23:42-9.
9. 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.
10. Lee KB. Distal tibia fracture: plate osteosynthesis. *J Korean Fracture Soc*. 2009;22:406-13.
11. Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury*. 1998;29;3Suppl 3:C3-6.
12. Krackhardt T, Dilger J, Flesch I, Hontsch D, Eingartner C, Weise K. Fractures of the distal tibia treated with closed reduction and minimally invasive plating. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125:87-94.
13. Park KC, Park YS. Minimally invasive plate osteosynthesis for distal tibial metaphyseal fracture. *J Korean Fracture Soc*. 2005;18:264-8.
14. Collinge C, Protzman R. Outcomes of minimally invasive plate osteosynthesis for metaphyseal distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*, 2010;24L:24-9.
15. Hente R, Fuchtmeier, Schlegel U, et al. The influence of cyclic compression and distraction on the healing of experimental tibial fracture. *J orthop Res*. 2004;22(4):709-15.
16. Kenwright J, Goodship AE. Controlled mechanical stimulation in the treatment of tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;241:36-47.
17. Kenwright J, Richardson JB, Cunningham JL, et al. Axial movement and tibial fractures. A controlled randomised trial of treatment. *J bone Joint Surg Br*. 1991;74(4);654-9.
18. Aro HT, Choa EY. Bone-healing patterns affected by loading, fracture fragment stability, fracture type, and fracture site compression. *Clin Orthop Relat Res*. 1993; 293:8-17.
19. C. Horn, S. Dobeles, H. Vester, A. Schaffler, M Lucke, u. Stockle. Combination of interfragmentary screws and locking

- plates in distal meta-diaphyseal fractures of the tibia: *J. Care injured*. 2011;42:1031-37.
20. **Wawro W, Otto W.** Operative Behandlung der distalen Unterschenkelfraktur unter besonderer Berücksichtigung der winkelstabilen Olattenosteosynthese. *Trauma und Berufskrankheit*. 2003;5:134-40.
 21. **Yamaji T, Ando K, Wolf S, et al.** The effect of micromovement on callus formation. *J Orthop Sci*. 2001;6(6):571-5.
 22. **Helfet DL, Suk M.** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fractures of the distal tibia. *instrCoruse Lect*. 2004;53:471-5.
 23. **Lee HS, Kim JJ, Oh SK, Ahn HS.** Treatment of distal tibial metaphyseal fracture using MIPPO technique. *J Korean Foot Ankle Soc*. 2004;8:166-70.
 24. **Maffulli N, Toms AD, McMurtie A, Oliva F.** Percutaneous plating of distal tibial fractures. *Int Orthop*. 2004; 28:159-62.
 25. **Ghera S, Santeri FS, Calderaro M, Giorgini TL.** minimally invasive plateosteosynthesis in distal tibial fractures: pitfalls and surgical guidelines. *Orthopedics*. 2004;27:903-5.
 26. **Kim YM, Shin HD, Yang JY, Yang JH, Lee HJ, Kim KC.** Percutaneous temporal wiring method for minimally invasive plate osteosynthesis of a distal tibial fracture. *Orthopedics*. 2009;32:177.
 27. **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. *Janury*. 2007;38:365-70.
 28. **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.
 29. **Young Mo Kim, Chan kang, Deuk-Soo Hwang.** Anatomically Percutaneous Wiring Reduction in Minimally Invasive Plate Osteosynthesis for Distal Tibial Fractures . *J Korean Fracture Soc*. 2011; vol. 24; 230-6.