

최소 침습적 금속판 고정술을 이용한 불안정한 원위 경골 골절의 치료

장세양 · 안혁수 · 변영수 · 김지환 · 방훈호 · 권도엽

대구파티마병원 정형외과

목적: 불안정한 원위 경골 골절의 치료에 있어서 최소 침습적 금속판 고정술의 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

대상 및 방법: 2001년 3월부터 2003년 12월까지 원위 경골 골절을 최소 침습적 금속판 고정술로 치료하고 1년 이상 추시가 가능하였던 21예를 대상으로 하였다. 관절외 골절이 18예였고 관절내 골절이 3예였으며, AO 분류에 따르면 42-A형이 6예, 42-B형이 4예, 42-C형이 1예, 43-A형이 7예, 43-C형이 3예였다. Gustilo-Anderson 분류 제II형의 개방성 골절이 1예 있었다. 결과로는 골유합 시기, 축성 및 회전 변형, 족근 관절의 운동 범위 및 합병증을 조사하였다.

결과: 전 예에서 평균 16.1주 (11~24주)에 골유합을 얻었으며, 지연 유합이나 불유합은 없었다. 7도의 후방 각 변형이 1예 있었으나, 회전 변형은 없었다. 족근 관절의 운동은 전 예에서 5도 이내의 운동 범위의 소실로 만족스럽게 회복되었다. 합병증으로 1예에서 골절이 유합된 후 피하 농양이 발생하여 배농과 함께 내고정물 제거술로 치유되었다.

결론: 불안정한 원위 경골 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술은 전통적인 관혈적 정복에 비해 기술적으로는 훨씬 어렵지만 연부조직의 손상과 감염의 빈도를 최소화하고 만족스러운 골유합을 얻을 수 있는 유용한 치료 방법으로 사료된다.

색인 단어: 원위 경골, 불안정 골절, 최소 침습적 금속판 고정술

Minimally Invasive Plate Osteosynthesis in Unstable Fractures of the Distal Tibia

Se-Ang Chang, M.D., Hyug-Soo Ahn, M.D., Young-Soo Byun, M.D.,
Ji-Hwan Kim, M.D., Hoon-Ho Bang, M.D., Do-Yop Kwon, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Daegu Fatima Hospital, Daegu, Korea

Purpose: To evaluate the effectiveness of minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO) in unstable fractures of the distal tibia.

Materials and Methods: From March 2001 to December 2003, 21 cases with unstable fractures of the distal tibia were treated with MIPO technique and followed for at least one year. Eighteen cases were extra-articular and three cases were intra-articular fractures. According to AO classification, six cases were 42-A, four 42-B, one 42-C, seven 43-A, and three 43-C. There was only one case of Gustilo-Anderson type II open fracture. We reviewed the results of fracture healing, axial and rotational deformity, ankle motion, and complications.

Results: All fractures were healed in an average of 16.1 weeks (range, 11 to 24 weeks). There was only one case of 7-degree posterior angular deformity, but no cases of rotational malalignment. Recovery of ankle motion was satisfactory in all patients within 5-degree loss of motion. Subcutaneous abscess was developed in one case after fracture healing and cured by a drainage with implant removal.

Conclusion: Although MIPO technique is technically more demanding than the traditional open technique, MIPO technique is an effective method for unstable fractures of the distal tibia because it minimizes incidence of soft-tissue compromise and infection and provides good fracture healing.

Key Words: Distal tibia, Unstable fracture, Minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO)

통신저자 : 안 혁 수

대구광역시 동구 신암동 576-31
대구파티마병원 정형외과
Tel : 053-940-7320 · Fax : 053-954-7417
E-mail : fatimaos@unitel.co.kr

Address reprint requests to : Hyug-Soo Ahn, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Daegu Fatima Hospital, 576-31
Sinam-Dong Dong-Gu, Deagu 701-600, Korea
Tel : 053-940-7320 · Fax : 053-954-7417
E-mail : fatimaos@unitel.co.kr

서 론

원위 경골 골절은 족근 관절의 관절면을 침범할 수도 있고 골절선이 근위부로 확장될 수도 있으므로, 관절면의 해부학적 정복, 골간단부 및 간부의 해부학적인 정렬, 안정성 고정 및 조기 재활치료를 좋은 결과를 얻을 수 있다. 그러나 원위 경골의 전내측은 피하에 위치해 있으므로 피부와 피하조직이 골편에 의해 심하게 손상을 받을 수 있으며, 이로 인하여 피부 괴사나 감염 등의 합병증들이 발생할 수 있어 수술적 치료 시에 각별한 주의가 요한다^{6,8)}.

원위 경골 골절의 수술적 치료 방법들은 합병증의 발생빈도가 높다. 전통적인 관혈적 정복 및 내고정은 광범위한 연부조직의 절개와 골막의 손상으로 창상의 열개 및 감염, 지연 유합 및 불유합의 발생율이 높다^{10,12,15,16,18)}. 교합성 골수내 정으로 족근 관절 3~4 cm 상부의 골절까지 고정할 수 있다고는 하나^{9,15,20)}, 원위 골편은 작고 골수강은 넓고 피질 골은 얇아 골절을 고정하는데 기술적인 어려움이 있고 골수내 정으로 안정성을 확보하기가 어려운 경우가 많다^{5,15,20)}. 또한 외고정은 핀 감염과 이완 그리고 부정 유합의 발생빈도가 높다¹⁹⁾.

원위 경골 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술은 연부조직의 손상을 최소화하고 골편의 혈류와 골형성을 촉진하는 골절의 혈종을 보존하는 생물학적 장점이 있다^{1,2)}. 이에 저자들은 골수내 정 삽입술이 적절치 않은 불안정한 원위 경골 골절에 대하여 간접 정복과 최소 침습적 금속판 고정술로 치료하고 그 결과를 분석하여 그 유용성을 알아보고자 하였다.

대상 및 방법

2001년 3월부터 2003년 12월까지 원위 경골 골절 환자 중에서 골수내 정 삽입술이 적절치 않아 최소 침습적 금속판 고정술을 시행하고 최소 1년 이상 평균 14개월 추시가 가능하였던 21예를 대상으로 하였다. 남자가 15예, 여자가 6예이었으며, 연령은 16세부터 69세까지로 평균 47세였다. 골절의 형태는 관절의 골절이 18예였고 관절내 골절이 3예였으며, AO 분류에 따르면 42-A형이 6예, 42-B형이 4예, 42-C형이 1예, 43-A형이 7예, 43-C형이 3예였다. Gustilo-Anderson 분류 제II형의 개방성 골절이 1예 있었다. 수상 원인으로는 실족 사고가 11예로 가장 많았으며, 교통사고가 7예였고 추락사고가 3예였다. 21예 중 16예에서 동측의 비골이 골절되었으며, 동반 손상으로는 요추 압박 골절, 견갑골 골절 그리고 다발성 중족골 골절이 각각 1예에서 있었다. 사용된 내고정물의 종류는 Limited Contact Dynamic Compression Plate 4.5

(LC-DCP) (Mathys[®], Switzerland)가 7예, Locking Compression Plate 4.5/5.0 (LCP) (Mathys[®], Switzerland)이 8예, T-형 금속판 (Mathys[®], Switzerland)이 6예이었다. 골유합의 시기는 임상적으로 골절부의 동통 없이 전 체중부하가 가능하고 방사선 소견상 견고한 가골의 형성 또는 골절선의 소실을 기준으로 삼았다. 부정 유합의 기준으로는 골절이 있는 환측과 정상인 반대쪽 견측의 이학적 소견과 방사선 소견을 비교하여 평가하였고 5도 이상의 각 변형 또는 5도 이상의 회전 변형을 부정 유합으로 정의하였다. 족근 관절의 정상 운동범위는 정상인 반대측 족근 관절의 운동 범위를 기준으로 하였다. 그 외 합병증으로 피부 괴사, 감염, 지연 유합, 불유합, 외상성 골관절염 등에 대하여 병록지를 조사하고 방사선 소견을 분석하였다.

수술은 저 에너지 손상이고 수상 후 8시간 이내에 병원 도착하여 중창이 경한 2예는 응급으로 수술을 하였으며, 이 중 1예는 개방성 골절이었다. 나머지 예들은 중창의 정도와 소실에 따라 1주일 이내에 수술한 예가 10예였고 1주일 이후에 수술한 예는 9예였으며, 수상 후 수술까지의 기간은 평균 7일이었다.

술전 계획으로 견측의 방사선 사진의 역상을 이용하여 환측의 골편들을 각각 그려 넣고, 사용할 금속판의 형판을 이용하여 금속판의 길이와 위치를 결정하고 나사의 위치와 삽입 순서를 표시하였다. 선택된 금속판은 술전에 경골의 모형이나 인체의 경골을 이용하여 경골 원위부의 해부학적 형태에 맞게 윤곽을 형성하였다.

수술은 척추 마취 또는 전신 마취 하에서 환자를 방사선 투과성 수술대 위에 양와위로 눕혀 시행하였다. 비골이 원위 1/4 부위에서 골절된 4예는 먼저 관혈적 정복 후 1/3 원통형 금속판으로 내고정하였다. 관절내 골절 3예에서는 관절면 골편의 전위가 심하지 않아 단순 견인으로 해부학적 정복이 가능하여 영상 증폭기를 이용하여 임시로 K-강선으로 정복을 유지하고 3.5 mm 피질 나사 또는 4.0 mm 해면 나사로 골편 간에 압박 고정을 하였다. 골간단부 골절은 간접 정복 방법으로 정복하였으며, 경골 천장부에서 근위부로 경골의 내측부에 3~4 cm의 작은 절개를 가하고 피하 터널을 만들어 금속판을 삽입하였다. 금속판의 원위 끝 부분은 경골 천장부가 가까이 위치시키고 근위 끝 부분은 골절에서부터 근위부로 적어도 세 홀 이상이 위치하도록 하였다. 금속판의 위치와 골절의 정복 상태를 확인한 후 술전 계획과 같이 작은 절개를 통해 경피적으로 나사를 삽입하였다. 나사의 삽입 순서는 금속판의 원위 끝 홀에 먼저 삽입하고 다음에 근위 끝 홀에 삽입하였으며, 골간단부 골절의 정복을 최종 확인하고 마지막으로 중간 부위의 홀들에 나사를 삽입하였다. 골편간의 간격이 넓은 경우에는 추가로 지연 나사 고정으로 골편간 압박을 하였다 (Fig. 1).

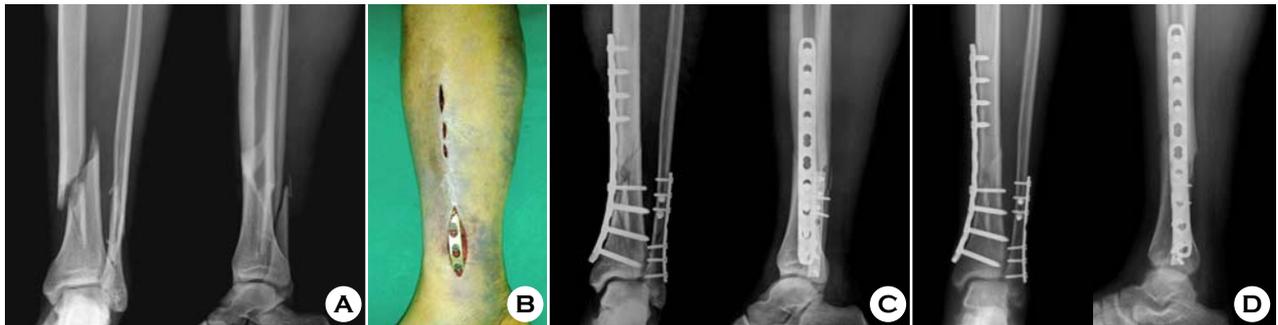


Fig. 1. (A) The initial radiographs show intra-articular fracture of the distal tibia and oblique fracture of the distal fibular shaft. (B) The photograph shows insertion of a LCP 4.5/5.0 through a subcutaneous tunnel of the distal tibia and fixation of the plate with screws. (C) The postoperative radiographs show absolutely stable fixation for the fibular fracture by direct open technique and relatively stable fixation for the distal tibial fracture by MIPO technique. (D) The follow-up radiographs 6 months after operation show good fracture healing with the external callus in anatomical alignment.

술후 침착 위치를 방지하기 위하여 중립 위치로 단 하지 석고 부목 고정을 하였으며, 급성 동통이 소실되면 기능회복을 위하여 족근 관절의 능동 보조 운동을 시작하였다. 골절의 정렬과 치유를 평가하기 위하여 술후 첫 2주째 그리고 나서 대개 3주 간격으로 방사선 촬영을 하였다. 종창이 소실되면 toe-touch에서부터 고정의 안정성과 골유합의 진행 정도에 따라 부분 체중부하를 허용하였으며, 가골이 형성되고 골유합의 징후가 보이면 전 체중부하를 허용하였고 그 시기는 6~24주로 평균 14.2주였다.

결 과

전 예에서 일차적으로 골유합을 얻었으며, 골유합을 얻기 위해 이차적으로 수술이 필요한 예는 없었으며, 골유합 기간은 11주에서 24주까지로 평균 16.1주였다. 축성 부정 정렬로 7도의 후방 각 변형이 T-형 금속판으로 내고정한 1예에서 발생하였으며, 회전 변형이 발생한 예는 없었다. 족근 관절의 운동 범위는 전 예에서 5도 이내의 운동 범위의 소실로 만족스럽게 회복되어 관절 강직이 발생한 예는 없었다. 합병증으로 폐쇄성 골절 1예에서 골절이 유합된 후 피하 농양이 발생하였으며, 원인균은 황색 포도 구균으로 수술 시 심부 감염의 소견은 없었으며, 배농과 함께 내고정물 제거술로 특별한 문제없이 치유되었다. 금속판이나 나사의 부전, 정복 소실 그리고 지연 유합이나 불유합은 발생치 않았으며, 심부 감염, 창상 치유의 지연, 연부조직 괴사 등의 합병증이 발생한 예는 없었다. 3예에서 원위 경골 내측에서 금속판의 돌출로 인한 불편을 호소하여 금속판을 제거하였다. 최종 추시 시 모든 환자가 손상 부위의 기능이 거의 수상 전 상태로 회복되어 결과에 만족하였으며, 부수적으로 작은 수술 반흔으로 미용적인 면에서도 만족스러워 하였다.

고 찰

불안정한 원위 경골 골절은 관절면의 해부학적 정복, 골간단부의 해부학적 정렬의 복구, 안정성 고정, 그리고 조기 재활치료로 최상의 결과를 얻을 수 있다. 그러나 원위 경골 골절에 대한 전통적인 수술적 치료 방법은 높은 빈도의 합병증이 문제점으로 지적되고 있다. 원위 경골 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술은 이러한 전통적인 수술적 치료 후의 만족스럽지 못한 결과로 인하여 개발되었으며, 연부조직의 손상을 최소화하고 골편의 혈류와 골형성을 촉진하는 골절의 혈종을 보존하는 생물학적 장점이 있다^{7,8)}.

교합성 골수내 정은 족근 관절 3~4 cm 근위부 골절까지 고정할 수 있다고는 하나 기술적인 어려움과 골수내 정외 디자인에 따른 문제가 있다^{5,14,15)}. Robinson 등¹⁵⁾은 족근 관절에서 3 cm 이내의 골절에서도 골수내 정 고정술을 시행하여 좋은 결과를 보고하였다. 그러나 Gorczyca 등⁵⁾에 의하면 족근 관절 5 cm 근위부 골절에 시행한 표준 교합성 골수내 정 고정 군과 족근 관절 4 cm 근위부 골절에서 금속정의 하단부 1 cm를 제거하고 삽입한 군 모두에서 압박-굴곡 부하 시험에서의 강도가 현저히 감소하여 고정 강도가 약해지며 관절면에서 금속정의 명백한 이완이 발생했다고 하였다. 골간단부 골절의 경우 피질골이 얇고, 넓은 골수강으로 인해 2개의 교합 나사 고정만으로는 골절부의 안정성을 확보하기 어려운 경우가 많으며, 골절의 위치가 족근 관절면에 가까운 경우에도 2개의 교합 나사 고정이 어려운 경우가 많다. 또한 관절 주위 골간단부의 분쇄 골절이나 관절면을 침범한 골절의 경우에는 골수내 정 고정술을 시행하기가 어렵다.

종래의 관혈적 정복 및 금속판 고정의 경우에는 해부학적 정복으로 안정성 고정을 얻을 수는 있으나, 광범위한 절개에 따른 피부 괴사나 감염, 골막 박리에 따른 지연 유합이나 불

유합의 가능성과 이에 따른 이차적인 골 이식술의 필요성 등의 단점들이 있다^{2,13,20}. Ruedi와 Allgower¹⁷)는 경골 원위부의 관절내 골절에 대하여 관혈적 정복 및 내고정으로 치료한 75예 중 6예에서 창상의 치유에 문제가 발생하였고 1예에서 불유합이 발생하였다고 보고하였다. 그러나 최소 침습적 금속판 고정술의 경우 생물학적 고정을 통해 골수내 정 고정술의 이점을 가지면서 골절부에 충분한 안정성을 부여할 수 있으며, 골절 부위에서 떨어진 곳에서 최소한의 절개를 통해 금속판을 삽입 고정하므로 관혈적 정복에 따르는 여러 불리한 점들을 극복할 수 있다^{2,3,7,11,14,20,21}). Helfet 등⁷)은 최소 침습적 금속판 고정술로 치료한 20예의 원위 경골 골절에서 모두 골유합을 얻어 이차적인 수술적 치료가 필요한 예는 없었으며, 창상 치유의 지연이나 피부 괴사나 심부 감염이 발생한 예도 없었다고 하였다. 본 저자들의 결과에서도 전 예에서 골유합을 얻어 지연 유합이나 불유합으로 인해 이차적으로 수술적 치료가 필요한 예는 없었으며, 비록 한 예에서 골절이 유합된 후 피하 농양이 발생하였으나 심부 감염이나 창상 치유의 지연과 피부 괴사 등이 발생한 예는 없었다.

연부조직의 합병증이나 감염과 관련하여 수술 시기에 대한 중요성이 강조되어 왔으며, 수술 시기는 연부조직의 상태에 의해 결정된다. 대부분의 저자들은 연부조직 손상이 경한 단순 골절인 경우에는 6~8시간 이내에 수술을 시행할 수 있으나 합병증의 예방을 위해 연부조직의 부종이 소실될 때까지 7~10일 동안 수술을 지연시켜 시행하도록 주의를 요하고 있다⁷). 저자들도 기본적으로 이러한 기준으로 수술을 시행하였고 저 에너지 손상으로 종창이 경한 경우에는 조기에 수술을 시행하였으나 이와 관련된 합병증은 발생치 않았다.

원위 경골은 내측 굴곡과 염전이 되어 있어 부정 정렬을 방지하기 위해서는 금속판의 정확한 윤곽 형성을 하여야 하며, 최소 침습적 금속판 고정술은 골절 부위를 직접 보지 않고 영상 증폭기를 이용하여 간접 정복을 시행하므로 부정 정렬이 발생할 수 있어 주의를 요한다. Helfet 등⁷)은 20예 중에서 5도 이상의 내반 변형이 1예, 10도 이상의 후방 각 변형이 2예에서 발생하였다고 하였으며, 본 저자들의 경우에는 21예 중에서 T-형 금속판으로 고정된 1예에서 7도의 후방 각 변형이 발생하였다. T-형 금속판은 금속판의 폭이 넓어 정확한 윤곽 형성에 어려움이 있고, 골절 부위를 직접 보지 않고 영상 증폭기 하에서 간접 정복을 함으로써 골편의 정확한 축성 정렬을 얻기가 어려울 수 있으며, 환자 개개인에 따라 원위 경골의 다양한 형태학적 차이가 부정 정렬의 원인으로 생각된다. 철저한 술전 계획과 정확한 술식으로 이러한 부정 정렬을 예방할 수 있을 것이다. LCP는 금속판의 특성상 정확한 윤곽 형성이 필요치 않으므로 부정 정렬의 발생을 최소화할 수 있으며^{3,14}), 또한 LCP와 피질골 사이에 간격이

형성되어 골막과 외측의 연부조직으로부터 혈류를 최대한 보존할 수 있으므로 생물학적 고정 원칙에 가장 부합한다고 볼 수 있다^{4,14}).

LC-DCP를 사용한 3예의 환자에서 경골 내측부에서 금속판의 돌출로 인한 불편을 호소하여 골절이 유합되고 1년이 지난 후 금속판을 제거하였으며, 원위 경골의 해부학적 특성에 맞게 새로이 개발된 금속판을 사용함으로써 이를 해결할 수 있을 것이다.

결 론

불안정한 원위 경골 골절에 대한 최소 침습적 금속판 고정술은 간접 정복과 생물학적 고정으로 연부조직의 손상을 최소화하고 골편의 혈류와 골형성을 촉진하는 골절 부위의 혈종을 보존함으로써 연부조직의 괴사, 심부 감염, 지연 유합이나 불유합 등의 합병증 빈도를 최소화하고, 만족스러운 골유합을 얻고 관절 운동의 회복 시간을 단축할 수 있어 불안정한 원위 경골 골절의 치료에 유용한 방법으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1) **Arens S, Kraft C, Schlegel U, Printzen G, Perren SM and Hansis M:** Susceptibility to local infection in biological internal fixation. Experimental study of open vs minimally invasive plate osteosynthesis in rabbits. *Arch Orthop Trauma Surg*, **119**: 82-85, 1999.
- 2) **Collinge CA and Sanders RW:** Percutaneous plating in the lower extremity. *J Am Acad Orthop Surg*, **8**: 211-216, 2000.
- 3) **Francois J, Vandeputte G, Verheyden F and Nelen G:** Percutaneous plate fixation of fracture of the distal tibia. *Acta Orthop Belg*, **70**: 148-154, 2004.
- 4) **Frigg R:** Locking compression plate (LCP). An osteosynthesis plate based on the dynamic compression plate and the point contact fixator (PC-Fix). *Injury*, **32**: SB63-SB66, 2001.
- 5) **Gorczyca JT, McKale J, Pugh K and Pienkowski D:** Modified tibial nails for treating distal tibia fractures. *J Orthop Trauma*, **16-1**: 18-22, 2002.
- 6) **Helfet DL, Koval K, Pappas J, Sanders RW and DiPasquale T:** Intraarticular "pilon" fracture of the tibia. *Clin Orthop*, **298**: 221-228, 1994.
- 7) **Helfet DL, Shonnard PY, Levine D and Borrelli J, Jr:** Minimally invasive plate osteosynthesis of distal fractures of the tibia. *Injury*, **28(suppl 1)**: SA42-48, 1997.
- 8) **Helfet DL and Suk M:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis of fractures of the tibia. *Inst Course Lect*, **53**:

- 471-475, 2004.
- 9) **Kim BH, Yim JI, Chung HY and Kim JJ:** Treatment of distal tibial fractures by interlocking intramedullary nailing. *J Korean Fracture Soc*, **10-2:** 316-323, 1997.
 - 10) **McFerran MA, Smith SW, Boulas HJ and Schwartz HS:** Complications encountered in the treatment of pilon fractures. *J Orthop Trauma*, **6(2):** 195-200, 1992.
 - 11) **Oh CW, Kyung HS, Park IH, Kim PT and Ihn JC:** Distal tibia metaphyseal fractures treated by percutaneous plate osteosynthesis. *Clin Orthop*, **408:** 286-291, 2003.
 - 12) **Olerud C and Molander H:** A scoring scale for symptoms evaluation after ankle fracture. *Arch Orthop Trauma Surg*, **103:** 190-194, 1984.
 - 13) **Ovadia DN and Beals RK:** Fractures of the tibial plafond. *J Bone Joint Surg*, **68-A:** 543-551, 1986.
 - 14) **Redfern DJ, Syed SU and Davies SJM:** Fractures of the distal tibia; Minimally invasive plate osteosynthesis. *Injury*, **35:** 615-620, 2004.
 - 15) **Robinson CM, McLauchlan GJ, McLean IP and 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*, **77-B:** 781-787, 1995.
 - 16) **Ruedi T:** Fractures of the lower end of the tibia into the ankle joint: results 9 years after open reduction and internal fixation. *Injury*, **5:** 130-134, 1973.
 - 17) **Ruedi T and Allgower M:** The operative treatment of intra-articular fractures of the lower end of the tibia. *Clin Orthop*, **138:** 105-110, 1979.
 - 18) **Tornetta P III, Weiner L, Bergman M, et al:** Pilon fractures: treatment with combined internal and external fixation. *J Orthop Trauma*, **7:** 489-96, 1993.
 - 19) **Tucker HL, Kendra JC and Kinnebrew TE:** Management of unstable open and closed tibial fractures using the ilizarov method. *Clin Orthop*, **280:** 125-135, 1992.
 - 20) **Whittle AP and Wood II GW:** Fractures of lower extremity (cited from Canale ST ed. *Campbell's operative orthopaedics*. 10th ed. Philadelphia. Mosby: 2744-2745, 2756-2761, 2003).
 - 21) **Yang JY, Rhee KJ Lee JK, et al:** Minimally invasive percutaneous plate osteosynthesis for distal tibial shaft fracture. *J Korean Fracture Soc*, **15-2:** 286-290, 2002.
-