

족관절 삼과 골절에서 전후방 유관나사 후과 고정술의 2년 추시 결과

정성윤, 이명진, 정영훈

동아대학교 의과대학 정형외과학교실

Two-Year Follow-up Results of Anteroposterior Cannulated Screw Fixation of Posterior Malleolar Fragment in the Trimalleolar Fracture

Sung Yoon Jung, Myoung Jin Lee, Young Hun Jung

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University, Busan, Korea

Purpose: The purpose of this study was to assess the 2-year follow-up results of patients with a trimalleolar fracture, who had undergone an anterior incision cannulated screw fixation of the posterior malleolar fragment, which had more than 25% of articular involvement or had no cortical continuity with the distal tibia.

Materials and Methods: Among 28 patients with a trimalleolar fracture who had undergone fixation of the posterior malleolar fragment between February 2005 and February 2010, 14 patients, who underwent an anterior incision cannulated screw fixation of posterior malleolar fragment and were followed-up for more than 2 years, were selected. The postoperative clinical and radiological findings immediately and at the 1- and 2-year follow-up were compared. The clinical findings were evaluated as American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) score. The radiological assessment was evaluated as the maintenance of reduction, period to bone union, and the presence of nonunion, malunion, and complications.

Results: The clinical outcome by mean AOFAS score revealed 83.0 points in the group with preoperative displacement below 2 mm and 80.7 points in the group with preoperative displacement above 2 mm postoperatively. The mean AOFAS score was 91.7 and 93.1 points in the group with preoperative displacement below 2 mm on 1- and 2-year follow-up, respectively, and 89.8 and 91.7 points in group with the preoperative displacement above 2 mm on 1- and 2-year follow-up, respectively. After a 2-year follow-up among 14 cases selected for this study, 13 cases showed an excellent reduction state and only 1 case (7.1%) showed a displacement of more than 2 mm. No complication was encountered in the group with preoperative displacement below 2 mm. On the other hand, among 8 patients in the group with preoperative displacement above 2 mm, there were 3 with limitations of the range of motion of the ankle joint (37.5%) and 1 post-traumatic arthritis (12.5%) at the 2-year follow-up.

Conclusion: Anterior incision cannulated screw fixation of the posterior malleolar fragment could be a valuable method for the treatment of trimalleolar fractures that provides satisfactory results.

Key Words: Ankle joint, Trimalleolar fracture, Posterior malleolar fragment, Anterior incision cannulated screw fixation

Received March 24, 2016 Revised April 26, 2016 Accepted April 27, 2016

Corresponding Author: Myoung Jin Lee

Department of Orthopedic Surgery, College of Medicine, Dong-A University,

32 Daesingongwon-ro, Seo-gu, Busan 49201, Korea

Tel: 82-51-240-5166, Fax: 82-51-254-6757, E-mail: tynitus@dau.ac.kr

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

서론

족관절 삼과 골절은 그 임상적 결과가 불량한 경우가 많고 퇴행성 변화의 위험성이 높기 때문에 많은 학자들이 수술적 방법에 의한 관혈적 정복 및 내고정이 필요하다고 보고하고 있다.¹⁻³⁾ 특히

Copyright ©2016 Korean Foot and Ankle Society. All rights reserved.

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

족관절 삼과 골절에서 후과 골편은 중요한 요소로서 수술적 고정
의 필요성에 대해 많은 논란이 되어 왔다. 많은 학자들은 작은 건
열 골절의 경우 수술적 고정이 필요하지 않지만 후과 골절편이 관
절면의 25% 이상 차지하거나 2 mm 이상의 전위가 있는 경우 수술
적 정복 및 내고정이 필요하다고 주장한다.^{4,5)} 후과 골편을 정복하
고 고정하는 방법에 대해서도 보편적으로 일치된 치료법은 없다.
최근 후외방 고정술은 후과 골절을 노출시켜 직접적인 정복 및 내
고정이 가능하며 그 결과가 우수하다고 보고되고 있어 선호되고
있으나,⁶⁻⁸⁾ 외과를 정복한 후 후과 골편을 간접적으로 정복한 뒤, 1
cm 미만의 최소 절개를 원위 경골 앞쪽에 가한 뒤 전방에서 후방
으로 유관나사를 이용하여 고정하는 전방 절개 유관나사 후과 고
정술은 혈종이나 가골에 의하여 정확한 정복이 되지 않는 단점이
있다고 보고되고 있다.⁹⁾ 그러나 아직 국내에서 전방 고정술에 대
한 추시 시 임상적, 방사선학적 결과 및 합병증에 대한 연구가 미
흡한 편이다. 이에 저자들은 족관절 삼과 골절 환자로 수술한 환자
중 후과 골편을 전방 절개 유관나사 후과 고정술을 이용하여 고정
한 증례들에서 2년 이상 추시가 가능했던 환자들에 대한 결과를 분
석하여 임상적 효용성을 확인하고자 하였다.

대상 및 방법

2005년 2월부터 2010년 2월까지 동아대학교병원에서 족관절 삼
과 골절로 진단 받고 술 전 시행한 컴퓨터 단층촬영상 후과 골편이
관절면의 25% 이상을 포함하였거나 골절편의 전위 정도에 관계 없
이 원위 경골과 피질골의 연속성이 완전 소실된 후과 골편에 대해
고정술을 시행한 28명의 환자 중에서, 2년 이상 추시 관찰이 가능
하였으며 전방 절개 유관나사 후과 고정술을 이용하여 고정을 시
행한 14명을 대상으로 하였다.

연구에 포함되지 않은 14예 중 6예에서는 후외방 고정술을 이용
한 후과 골편 고정을 시행하였으며, 8예는 전방 절개 유관나사 후
과 고정술을 이용하여 후과 골편을 고정하였으나 추시 소실되어
본 연구에서 제외되었다. 14명의 연구대상자들의 연령은 최소 18
세에서 최고 64세였으며, 평균연령은 41.1세였고, 남자가 3명, 여
자는 11명이었다. 원위 경비 인대 결합 손상이 1예에서 동반되었
으며 1예에서 골절-탈구가 발생하였다.

골절의 분류는 족관절 전후면, 측면, 격자상 방사선 사진을 이용
하여 Lauge-Hansen과 Dennis-Weber 분류법을 적용하였으며, 후
과 골절에 대해서는 골절선이 1개인 단순 골절과 골절선이 2개 이
상인 복합 골절로 분류하였다. Lauge-Hansen 분류상 회외-회전
손상은 9예였고, 회내-회전 손상은 3예였으며, 회외-내전 손상은
2예였다. Dennis-Weber 분류상 C형이 8예, B형이 4예, A형이 2예
였다. 후과 골절에 대해 단순 골절은 10예, 복합 골절이 4예였다.
10예는 낙상으로 발생하였으며 각각 2예가 차외 교통사고와 직접
외상으로 발생하였다(Table 1).

후과 골편에 대한 도수 정복 및 내고정술은 단순 방사선 검사상
후과 골절의 유무를 확인한 뒤 술 전 컴퓨터 단층촬영을 이용하여
골절 및 전위 정도, 관절면의 침범 정도를 확인하였다. 이후 후과
골편이 관절면의 25% 이상을 포함하였거나 골편의 전위 정도가 작
더라도 원위 경골과 피질골의 연속성이 완전 소실된 후과 골편에
한해 시행하였으며, 후방에서의 개방적 정복으로 정복이 어렵거나
유관나사로 골절편 간의 압박이 불가능하거나 심한 분쇄골절로 인
해 전방에서부터 나사로 골편의 고정이 불가능한 6예에 한해서만
후외방 고정술을 사용하였다. 그 외에는 모두 전방 절개 유관나사
후과 고정술을 사용하였다. 수술 시기는 손상 부위의 부종 및 피부
상태에 따라 1주 이내에 조기 시행을 원칙으로 하였다.

시술 후 평가는 수술 후 첫 외래 방문 시, 술 후 1년, 2년 추시 시
의 임상 증상과 방사선 결과를 비교분석하였다. 후과 골편의 술 전
전위 정도는 2 mm 이하가 6예, 2 mm 이상이 8예였으며 이에 따라
두 군으로 나누어 평가하였다. 임상 증상은 American Orthopaedic
Foot and Ankle Society (AOFAS) 기능 점수 변화의 정도를 이용하
여 평가하였으며, 방사선 결과는 단순 방사선 사진의 전후면, 측면
및 격자상에서 추시에 따른 정복의 유지 정도, 골유합 시기, 불유
합 및 부정 유합 유무, 합병증의 여부를 파악하여 비교하였다.

본 연구는 동아대학교병원 임상연구센터 윤리위원회(Institu-
tional Review Board)의 승인을 받았다.

1. 수술 방법

환자를 앙와위로 눕히고 지혈대를 근위 대퇴부에 시행하였다.
원위 비골의 외과골절에 대하여 골절 부위를 중심으로 종으로 피
부 절개를 가한 뒤 Metzenbaum 가위 및 mosquito forcep 등을 이
용하여 표재 비골 신경 및 그 결과지의 손상에 주의하며 연조직의
박리를 진행한 뒤 골절 부위를 노출시켰다. 이후 족관절을 견인 및
회전시켜 해부학적 정복을 시행하고 유지시킨 뒤 영상 증폭기를

Table 1. Injury Mechanism, Types of Posterior Malleolar Fracture, Lauge-Hansen Classification and Dennis-Weber Classification (n=14)

Classification of fractures	No. of patients
Injury mechanism	
Fall down	10
Pedestrian traffic accident	2
Direct trauma	2
Types of posterior malleolar fracture	
Simple fracture	10
Complex fracture	4
Lauge-Hansen classification	
Supination-external rotation injury	9
Pronation-external rotation injury	3
Supination-adduction injury	2
Dennis-Weber classification	
A	2
B	4
C	8

이용하여 금속판 고정 또는 유관나사를 이용한 내고정술을 시행하였다. 이후 경골 후과 골편을 시행하는데, 후과 골편은 해부학적 정복이 되지 않을 경우 가골 형성으로 인해 관절면의 불일치를 초래할 수 있다. 그리하여 C-arm 투시하에 Kirschner 강선을 이용하여 joystick 술기를 이용하거나 후방에 소절개를 넣은 뒤 정복 겹자를 이용하여 후과 골편의 정복을 유지하며 압박을 가하여 만족스러운 정복을 얻었다. 이후 원위 경골 앞쪽에 유관나사가 들어갈 수 있을 정도의 1 cm 이하의 최소 절개를 가한 뒤 유관나사를 전방에서 후방 방향으로 삽입하여 고정하였다(Fig. 1).

수술 후 단하지 부목 또는 controlled ankle motion walker를 이용하여 하지를 고정하였으며 수술 후 2주째 봉합사를 제거하고 관절 운동을 시작하였다. 수술 후 4주째 부분 체중부하 보행을 시작하였고, 수술 후 8주째 전 체중부하 보행을 목표로 재활을 시행하였다.

결 과

1. 임상적 평가

AOFAS 기능 지수는 수술 후 후과 골편의 수술 전 전위가 2 mm 이하인 군에서는 평균 83.0점, 2 mm 이상인 군에서는 평균 80.7점을 보였다. 술 후 1년, 2년 추사에서 2 mm 이하인 군에서는 각각 평균 91.7점, 93.1점을 보였으며, 2 mm 이상인 군에서는 각각 평균 89.8점, 91.7점이었다. 추시 기간에 따른 임상 증상의 변화에 있어서는 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$). 합병증으로는 족관절 관절 운동 각도가 배굴 및 족저 굴곡이 10도 이하로 감소된 경우 관절 운동 제한으로 평가하였다.¹⁰⁾ 술 전 전위가 2 mm 이하인 군에서는 한 예에서도 발생하지 않았고 2 mm 이상인 군에서는 8예 중 3예(37.5%)에서 발생하였다. 위 3예에서 모두 최종 추시관찰 시 촬영한 방사선 사진상에서 후방 거골 이탈구나 회전 변형, 부정 유합은 없었으나, 수상 시 심한 타박으로 인한 연부조직 손상과 이로 인한



Figure 1. (A, B) Preoperative anteroposterior and lateral radiographs show trimalleolar fracture. (C, D) Computed tomography scan images show size of posterior fragment. (E, F) Postoperative anteroposterior and lateral radiographs show adequate reduction and fixation.

통증과 부종으로 술 후 초기에 충분한 관절 운동을 시행하지 못하여 발생한 구축으로 인한 것으로 판단된다. Kellgren-Lawrence 분류 4단계 이상의 후외상성 관절염¹¹⁾ 역시 술 전 전위가 2 mm 이하인 군에서는 한 예에서도 발생하지 않았고, 2 mm 이상인 군에서는 8예 중 1예(12.5%)에서 발생하였다.

2. 방사선학적 평가

3명의 서로 다른 정형외과 의사에 의해 측정되었으며(M.J.L., S.Y.J., Y.H.J.), 술 후 촬영한 단순 방사선 검사상 14예 모두에서 관절면의 불일치나 층형성(step off) 없이 우수한 골편의 정복이 이루어져 있었다. 방사선 추시는 수술 후 퇴원 및 외래 방문 시 시행하였으며, 골유합은 방사선 측면 사진상에서 골절면의 폐쇄가 일어난 경우 판정하였다. 골유합까지의 기간은 술 전 전위가 2 mm 이하인 군에서는 평균 9.8주(7~15주)를 보였으며, 2 mm 이상인 군에서는 평균 11.6주(9~16주)를 보였다. 술 전 2 mm 이상의 전위가 관찰되었던 8예 중 1예(12.5%)만이 최종 추시관찰 시 2 mm 이상의 골절편의 전위를 보였으나 가골 형성으로 인해 골절면이 폐쇄되어 유합이 되어 있었으며, 최종 추시 결과상 14예 모두에서 불유합은 관찰되지 않았다.

고 찰

족관절 후과 골절은 모든 족관절 골절의 7%~44% 정도에서 발생하는 것으로 보고되고 있다.^{4,12)} 주로 삼과 골절의 형태로 나타나며 후과의 단독 골절은 흔하지 않다.¹³⁾ 후과 골편은 인대의 견인이거나 거골의 전위에 따른 충격뿐만 아니라 외회전 및 외전 손상, 내전 손상 등 다양한 골절 기전으로 발생 가능하며 거골의 후방 아탈구 및 회전 불안정성을 초래할 수 있기 때문에 임상적으로 중요하다. Lauge-Hansen은 발목 손상 시 발의 위치와 외력의 방향에 따라 손상 기전을 다섯 가지로 분류하였으며 각 손상을 손상의 진행에 따라 단계적으로 세분화하였다. Lauge-Hansen의 분류 체계는 치료 방법과 관련하여 현재까지도 널리 사용되고 있다. Burwell과 Charnley¹⁴⁾는 분류에 따라 회외-외회전 손상이 가장 흔하다고 보고하였다. 본 연구에서도 회외-외회전 손상은 9예로 가장 흔하였고, 회내-외회전 손상은 3예였으며, 회외-내전 손상은 2예로 관찰되었다. 비골 골절의 양상과 위치에 따라 발목 손상을 나눈 Denis-Weber의 분류 역시 현재 널리 쓰이고 있으며 본 연구에서는 Lauge-Hansen 분류상 회내-외전 및 회내-외 회전 손상의 3단계에 해당하는 C형이 8예로 가장 많았으며, B형이 4예, A형이 2예에서 관찰되었다.

후과 골편의 고정에는 많은 술자들 사이에서 논란이 되어왔으나 Macko 등¹⁵⁾과 Hartford 등¹⁶⁾은 후과 골편의 크기가 커짐에 따라 관절면의 접촉면이 감소함을 관찰하였으며 이러한 접촉면의 감소는 조기 후외상성 골관절염의 원인이 된다고 주장하였다. 본 연구

에서도 초기 전위 정도가 2 mm 이하였던 6예에서는 후외상성 골관절염이 없었으나 2 mm 이상이었던 8예 중 1예에서 발생하였다. 이는 골유합 진행 중 가골형성으로 인한 관절 상합성의 소실에 기인한 것으로 판단된다. 기존에 많은 학자들은 후과 골편이 관절면의 25%를 침범하거나 전위 정도가 2 mm 이상인 삼과 골절의 경우 관절적 정복 및 내고정이 필요하다고 하였다.¹⁶⁻¹⁹⁾ 그러나 몇몇의 보고들은 작은 후과 골편이라 하더라도 수술적 고정을 시행하는 것이 족관절의 안정성에 기여한다고 보고하였으며,²⁰⁾ Heim²¹⁾은 후과 골편의 해부학적 정복 및 고정이 삼과 골절의 예후를 향상시킨다고 보고하여 본 연구에서는 후과 골편이 관절면의 25%를 침범하지 않으며 전위 정도가 2 mm 이하라도 골편이 원위 경골과 피질골의 연속성이 완전 소실된 경우에는 후과 골편에 대해 고정술을 시행하였다. 뿐만 아니라 수술적 내고정을 시행하면 해부학적 정복 및 유지가 용이하며 이로 인해 부종유합과 불유합의 발생 빈도가 감소하고 일상 생활의 조기 복귀가 가능하기 때문에 관절면의 침범 정도뿐만 아니라 환자의 연령, 활동도 등을 고려하여 수술적 치료의 여부를 결정해야 할 것으로 생각된다.

족관절의 삼과 골절에서 내고정은 후과 골편을 간접 정복한 후에 앞에서 뒤쪽으로 나사 고정을 하는 전방 절개 유관나사 후과 고정술과 후외방에서 골절 부위를 개방하여 직접 정복한 후 뒤에서 앞쪽으로 나사 고정하는 후외방 및 후내방 고정술이 있다. 내과 및 후과 골편을 직접 정복할 수 있는 후내방 고정술은 동일한 절개로 내과와 후과를 동시에 고정할 수 있는 장점이 보고되었으나^{7,22)} 후과에 대한 시야가 제한적이기 때문에 후외측의 골편의 정복 및 고정이 어려운 단점이 있다. 이에 Holt²³⁾는 후과 골절의 관절 내시경적 정복을 소개하기도 하였다. 최근 많은 관심을 받고 사용되고 있는 후외방 고정술은 비골건과 장무지굴건 사이 간격을 통해 시행되며 외과를 먼저 정복한 후 후과를 정복하기 때문에 동일한 절개로 후과를 동시에 고정할 수 있고, 후과 골절의 직접적인 관찰이 가능한 장점이 있다.⁹⁾ 그러나 후외방 고정술은 다른 고정술보다 더 많은 박리를 필요로 하는 침습적인 술기이며 이로 인해 주위 조직의 부종에 따른 구획압 증가 및 그로 인한 주위 조직 손상 및 창상 악화를 유발할 수 있다. 또한 술자의 숙련도를 필요로 할 뿐 아니라 환자의 자세로 인해 내과의 정복 및 고정이 어려운 단점이 있다.

외과와 내과를 정복 및 고정한 후 후과 골편을 간접 정복하고 전방에서 후방으로 나사 고정하는 전방 절개 유관나사 후과 고정술은 전통적으로 많이 사용되는 수술 방법으로 다른 고정술보다 술기가 쉬우며 적은 절개로도 고정을 시행할 수 있는 장점이 있다. 전방 절개를 통해 후과 고정술을 시행하는 경우 적절한 관절면의 정복을 얻기가 어려우며 이에 Huber 등⁸⁾은 후과의 직접적인 정복보다 해부학적 정복을 얻지 못한다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서는 가골 또는 혈종이 과도하게 형성되었거나 분쇄골절이 심하지 않은 경우에 한해서는 joystick 술식을 이용하거나 bone forcep

을 이용하여 후과 골편에 대해 정복 및 압박을 가했을 경우 충분히 해부학적 정복이 이루어졌다. 또한 전방 절개를 통해 후과에 유관나사를 이용한 고정을 하는 경우 추시상 골편이 전위될 수 있다고 보고⁹⁾되고 있으나 저자들의 경우에는 총 14예에서 모두 술 후 촬영한 단순 방사선 검사상 관절면의 불일치나 층형성(step off)은 관찰되지 않았으며, 최종 추시 결과에서 술 전 전위가 2 mm 이상이었던 8예 중 1예에서만 최종 추시 시 2 mm 이상 전위가 있었던 것 외에는 모두 불유합 또는 부정유합은 관찰되지 않았다. 이전의 문헌들은 전방 고정술이 혈종 및 가골이 형성되거나 관절면의 25%를 넘는 경우 정복이 잘 되지 않는 경우가 많아 이를 이용한 치료를 시행하여 좋지 않은 결과를 보고하였다.^{8,9)} 그러나 대부분 단기 추시 결과이며, 장기 추시상 관절 운동 제한, 외상 후 관절염 같은 합병증에 대한 연구는 없었다. 저자들의 경우 족관절 삼과 골절로 진단 받은 28예 중 6예에서는 혈종 및 가골의 형성이 없어 후방의 절개로 개방적 정복 없이는 정복이 불가능하거나 분쇄골절로 전방에서 유관나사 고정이 불가능하여 후외방 고정술을 이용하였으며, 이로 인해 본 연구의 결과가 모든 족관절 삼과 골절에 대해 적용하기는 어려움 점이 있다. 그러나 나머지 22예에서는 모두 전방 절개 유관나사 후과 고정술을 사용하여 후과 골편에 대해 고정하였으며 2년 이상 추시관찰 가능하였던 14예에서 모두 AOFAS 기능 점수를 이용한 임상적 평가와 방사선학적 평가 모두에서 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다.

본 연구의 제한점은 증례의 숫자가 적고 2년의 추시관찰 기간 전에 추시 소실된 증례가 많은 것이다. 추시 소실된 대부분의 증례는 마지막 추시 시의 외래 방문 기록 및 방사선 사진상 합병증 없이 만족스러운 결과를 보이고 있었으며 이로 인해 자가로 추시 소실되었다. 추후에 추시 소실된 증례를 감소시키고 보다 많은 예를 통해 연구된다면 편향을 감소시킬 수 있다고 생각된다. 본 연구의 후향적 설계로 인해 전방 절개 유관나사 후과 고정술의 결과와의 관계를 고려할 수 있는 정보 및 변수에 대해 제한점이 있었다. 또한 AOFAS 기능 점수는 술 전에 측정되지 않아 술 후의 평균 점수가 실제로 환자의 술 후 통증과 기능 상태에 관한 호전 여부를 객관적으로 보여주지 않는다는 점에서 논란이 될 수 있다.

결론

족관절 삼과 골절에 대해 전방 절개 유관나사 후과 고정술을 이용한 수술적 치료 후 2년 추시 결과 만족스러운 결과를 보이고 있다. 이는 외과와 내과 정복 및 고정 후에도 체위의 전환이나 주위 조직의 과도한 절개 및 박리로 추가적인 손상이나 부종을 만들지 않는 장점이 있어, 족관절 삼과 골절에서 후과 골편을 고정하는 데 있어 만족스러운 결과를 보일 수 있는 하나의 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. Nugent JF, Gale BD. Isolated posterior malleolar ankle fractures. *J Foot Surg.* 1990;29:80-3.
2. Malka JS, Taillard W. Results of nonoperative and operative treatment of fractures of the ankle. *Clin Orthop Relat Res.* 1969;67:159-68.
3. Phillips WA, Schwartz HS, Keller CS, Woodward HR, Rudd WS, Spiegel PG, et al. A prospective, randomized study of the management of severe ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1985;67:67-78.
4. Jaskulka RA, Ittner G, Schedl R. Fractures of the posterior tibial margin: their role in the prognosis of malleolar fractures. *J Trauma.* 1989;29:1565-70.
5. McDaniel WJ, Wilson FC. Trimalleolar fractures of the ankle: an end result study. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(122):37-45.
6. Forberger J, Sabandal PV, Dietrich M, Gralla J, Lattmann T, Platz A. Posterolateral approach to the displaced posterior malleolus: functional outcome and local morbidity. *Foot Ankle Int.* 2009;30:309-14.
7. Amorosa LF, Brown GD, Greisberg J. A surgical approach to posterior pilon fractures. *J Orthop Trauma.* 2010;24:188-93.
8. Huber M, Stutz PM, Gerber C. Open reduction and internal fixation of the posterior malleolus with a posterior antiglide plate using a postero-lateral approach: a preliminary report. *J Foot Ankle Surg.* 1996;2:95-103.
9. Talbot M, Steenblock TR, Cole PA. Posterolateral approach for open reduction and internal fixation of trimalleolar ankle fractures. *Can J Surg.* 2005;48:487-90.
10. Macrum E, Bell DR, Boling M, Lewek M, Padua D. Effect of limiting ankle-dorsiflexion range of motion on lower extremity kinematics and muscle-activation patterns during a squat. *J Sport Rehabil.* 2012;21:144-50.
11. Holzer N, Salvo D, Marijnissen AC, Vincken KL, Ahmad AC, Serra E, et al. Radiographic evaluation of posttraumatic osteoarthritis of the ankle: the Kellgren-Lawrence scale is reliable and correlates with clinical symptoms. *Osteoarthritis Cartil.* 2015;23:363-9.
12. Court-Brown CM, McBurnie J, Wilson G. Adult ankle fractures: an increasing problem? *Acta Orthop Scand.* 1998;69:43-7.
13. Neumaier Probst E, Maas R, Meenen NM. Isolated fracture of the posterolateral tibial lip (Volkmann's triangle). *Acta Radiol.* 1997;38:359-62.
14. Burwell HN, Charnley AD. The treatment of displaced fractures at the ankle by rigid internal fixation and early joint movement. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47:634-60.
15. Macko VW, Matthews LS, Zwirkoski P, Goldstein SA. The joint-contact area of the ankle. The contribution of the posterior malleolus. *J Bone Joint Surg Am.* 1991;73:347-51.
16. Hartford JM, Gorczyca JT, McNamara JL, Mayor MB. Tibiotalar contact area. Contribution of posterior malleolus and deltoid ligament. *Clin Orthop Relat Res.* 1995;(320):182-7.
17. Sachs W, Kanat IO, McLaughlin E, Burns DE. A surgical approach to a displaced ankle fracture. *J Foot Surg.* 1984;3:302-7.
18. Lindsjö U. Operative treatment of ankle fracture-dislocations. A follow-up study of 306/321 consecutive cases. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(199):28-38.

19. **Harper MC, Hardin G.** *Posterior malleolar fractures of the ankle associated with external rotation-abduction injuries. Results with and without internal fixation.* *J Bone Joint Surg Am.* 1988;70:1348-56.
20. **Gardner MJ, Brodsky A, Briggs SM, Nielson JH, Lorch DG.** *Fixation of posterior malleolar fractures provides greater syndesmotic stability.* *Clin Orthop Relat Res.* 2006;447:165-71.
21. **Heim UF.** *Trimalleolar fractures: late results after fixation of the posterior fragment.* *Orthopedics.* 1989;12:1053-9.
22. **Marsh JL, Saltzman C.** *Ankle fractures.* In: Bucholz RW, Heckman JD, Court-Brown CM, editors. *Rockwood and Green's fractures in adults.* 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005. p.2147-249.
23. **Holt ES.** *Arthroscopic visualization of the tibial plafond during posterior malleolar fracture fixation.* *Foot Ankle Int.* 1994;15:206-8.