JKFAS Journal of Korean Foot and Ankle Society
Review Article
pISSN 1738-3757 eISSN 2288-8551
J Korean Foot Ankle Soc 2025;29(1):1-8
https://doi.org/10.14193/jkfas.2025.29.1.1

Check for updates

발목 골절에서 관절경의 역할

김갑래, 한승환*, 박광환†, 김대유‡, 임경훈§, 이성현‖

한림대학교 의과대학 강동성심병원 정형외과학교실, *연세대학교 의과대학 강남세브란스병원 정형외과학교실, †연세대학교 의과대학 정형외과학교실,
‡인제대학교 의과대학 부산백병원 정형외과학교실, §순천성가롤로병원 정형외과학교실, ‖차 의과학대학교 분당차병원 정형외과학교실

Role of Arthroscopy in Ankle Fracture Surgeries

Gab-Lae Kim, Seung Hwan Han*, Kwang Hwan Park†, Dae-Yoo Kim‡, Gyeong Hoon Lim§, Sung Hyun Lee‖

Department of Orthopedic Surgery, Kangdong Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University,
*Department of Orthopaedic Surgery, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Medicine,
†Department of Orthopaedic Surgery, Yonsei University College of Medicine, Seoul,
‡Department of Orthopedic Surgery, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan,
§Department of Orthopedic Surgery, St. Carollo Hospital, Suncheon,
‖Department of Orthopedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, Seongnam, Korea

The fundamental principles for treating ankle fractures, as with other intra-articular fractures, are anatomical reduction and stable internal fixation. Despite successful reduction, between 14% and 40% of patients continue to experience persistent pain or unsatisfactory functional outcomes. Furthermore, approximately 1% of patients progress to post-traumatic arthritis, necessitating further surgical intervention. Ankle fractures are frequently accompanied by intra-articular injuries, including osteochondral lesions, ligament tears, and syndesmosis injuries. Arthroscopy is becoming increasingly prevalent in managing acute ankle fractures by assessing intra-articular damage and facilitating accurate reduction. This review examined the role and indications for arthroscopy in ankle fractures, particularly emphasizing its benefits in diagnosing and managing associated injuries, including osteochondral lesions, syndesmosis, and deltoid ligament injuries. Furthermore, arthroscopy facilitates fracture reduction, offering a minimally invasive approach with a shorter recovery period and enhanced visualization. Its use extends to pediatric fractures and complex cases such as Maisonneuve and calcaneal fractures, potentially improving outcomes while minimizing complications. Understanding the evolving indications and benefits of arthroscopy for ankle fractures can lead to improved clinical outcomes and reduced complications.

Key Words: Ankle fracture, Arthroscopy, Osteochondral lesion, Syndesmosis, Minimally invasive surgical procedures

서 론

발목 골절의 치료 원칙은 다른 관절 내 골절과 마찬가지로 해부학적 정복 및 견고한 내고정이다.[1,2] 이에 개방적 접근을 통한 정복 및 내고정이 표준 치료법으로 시행되어 왔으나 만족스러운 정복을 얻은 후에도 약 14%~40%의 환자에서는 지속적인 통증을 호소하거나 만족스럽지 못한 기능적 결과를 나타내기도 하며,[3-6] 약 1%에서는 외상성 관절염이 진행되어 인공관절 치환술이나 관절 유합술 등을 시행하게 된다.[7] 과거 문헌에 따르면 수술 후 지속되는 통증 및 외상성 관절염의 진행에 대한 주요 원인으로 골절 발생 당시 동반된 관절 내 손상을 제시하였으며, 이러한 병변이 수술 후 좋지 않은 예후인자가 될 수 있다고 보고하였다.[8,9] 회전 손상에 의한 발목 골절이 발생할 때 관절 내 구조물의 동반 손상의 빈도는 63%~79% 정도로 알려져 있으며,[10,11] 이러한 관절 내 손상에는 골연골 병변, 내측 및 외측 인대 손상, 원위경비인대 결합 손상, 관절내 유리체 등이 있다. 이러한

Received February 13, 2025 **Revised** February 27, 2025
Accepted February 27, 2025
Corresponding Author: Sung Hyun Lee
Department of Orthopedic Surgery, CHA Bundang Medical Center, CHA University School of Medicine, 335 Pangyo-ro, Bundang-gu, Seongnam 13488, Korea
Tel: 82-63-859-1360, Fax: 82-63-858-3922, E-mail: kensin06@hanmail.net
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6468-1456

Financial support: None.
Conflict of interest: None.

Copyright © 2025 Korean Foot and Ankle Society.
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.

관절 내 손상의 빈도를 고려할 때, 관절경은 발목 골절 치료에서 동반 손상의 정확한 진단과 적절한 치료에 중요한 역할을 할 수 있으며 발목 골절에서 관절경의 사용빈도 역시 점차 증가하고 있다. 관절경은 개방적 술식을 통한 고정 전에 관절 내 구조물들에 대한 손상 여부를 평가하는 진단적 도구로서의 역할과 관절면의 정확한 정복을 도와주는 보조적인 역할을 수행한다.

본 종설에서는 이러한 관절경의 이점을 바탕으로 발목 골절에서 관절경의 역할 및 적응증에 대하여 기술하고자 한다.

본 론

1. 거골의 골연골 병변(Osteochondral injury of talus)

외상 후 거골의 골연골 병변은 발목 관절의 격자(ankle mortise)가 하중을 받아 골절이 발생할 때 거골이 회전 또는 전위되어 발생하는 것으로 생각되며,[11] 정확한 발생률은 알려져 있지 않지만, 문헌에 따라 10%에서 90%까지 다양하게 보고되고 있다.[11,12] 과거 체계적 문헌 고찰에서 20개의 문헌, 1,707명의 발목 골절 환자를 조사하였으며, 골연골 병변의 유병률은 45%이며, 이중 43%는 거골에서 발생한다고 하였다.[13] 또 다른 체계적 문헌 고찰 및 메타분석(systematic review and meta-analysis)에서는 약 65%의 연골 또는 골연골 병변이 발생한다고 하였다(Fig. 1).[14]

발목 골절과 동반된 골연골 병변은 외상 후 잔류 불편감을 유발하는 주요 원인 중 하나로 알려져 있으며,[10,15,16] 외상성 관절염 발생의 독립적인 위험인자로 보고된 바 있다.[3] 발목 골절에 동반된 골연골 병변의 수술적 치료가 반드시 필요한가에 대해서는 이견이 있으나, 수술적 치료를 시행하는 경우에는 대부분 관절경적 변연절제술(debridement) 또는 미세천공술(microfracture)로 충분하다고 보고되었다(Fig. 2).[17-20] 다른 과거 문헌에서는 2 cm 미만의 골연골 골절에 대해서는 골편 제거 및 천공술을, 2 cm 이상에서는 관혈적 정복 및 내고정술 혹은 자가 골연골 이식술을 제시하기도 하였다.[21] Takao 등[20]은 거골의 grade III 또는 IV에 해당하는 골연골 병변에 대하여 미세천공술을 시행하여 40개월의 추적관찰 결과 골연골 병변이 없는 군과 비교했을 때 American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) 점수에 유의한 차이가 없다고 보고하였다. 발목 골절을 고정할 때 이러한 골연골 병변에 대하여 관절경을 이용하여 치료하는 것이 증상의 호전을 기대할 수는 있을 것으로 생각되나, 실제로 기능적 결과에 미치는 영향은 아직 알려지지 않아 이에 대해서는 추가적인 근거가 더 필요할 것으로 생각된다.[22]

2. 경비인대결합 손상(Syndesmosis injury)

경비인대결합의 파열은 급성 발목 골절에서 흔히 동반되는 손상으로, Danis-Weber B형에서는 최대 40%, C형에서는 최대 80%까

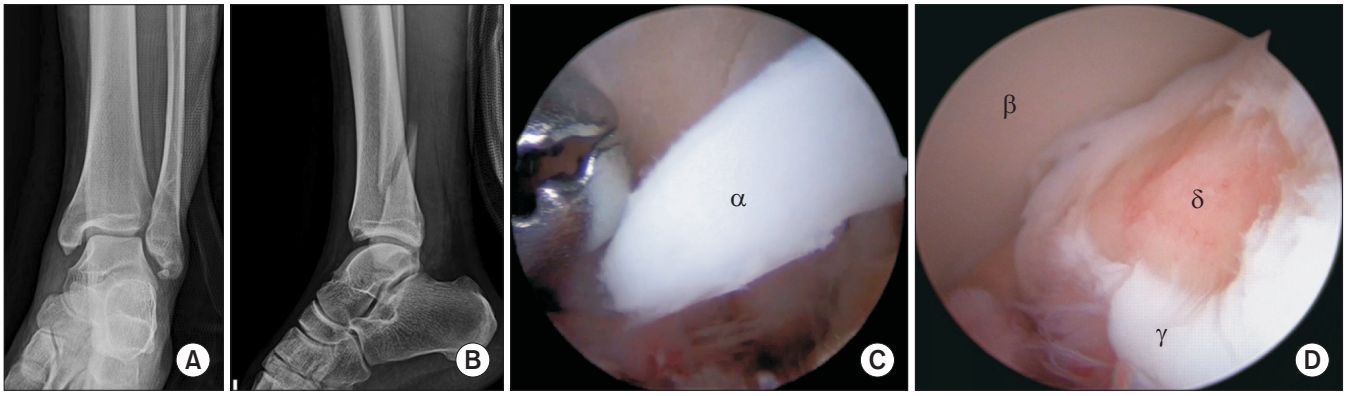

Figure 1. Anteroposterior (A) and lateral (B) radiographs shows Danis-Weber type C lateral malleolar fracture. Plain radiographs do not show obvious osteochondral lesions. Arthroscopy shows a loose body (C) and osteochondral lesion of the medial talar dome (D). [α]Loose body, [β]Tibia, [γ]Talus, [δ]Osteochondral lesion.

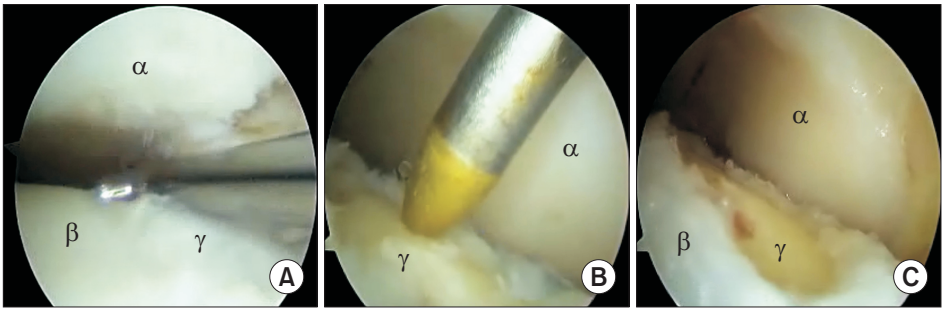

Figure 2. (A) Arthroscopic findings in ankle fracture through the anteromedial portal show an osteochondral lesion of talus. (B, C) Arthroscopic microfracture was performed after debridement. [α]Tibia, [β]Talus, [γ]Osteochondral lesion.

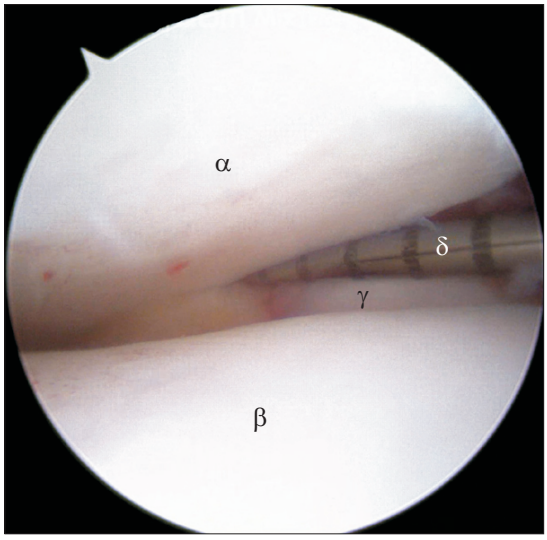

Figure 3. A widening of 2 mm or more, into which an arthroscopic probe can be inserted during arthroscopic examination, indicates a syndesmosis injury. [α]Tibia, [β]Talus, [γ]Fibula, [δ]Arthroscopic probe.

지 나타날 수 있다.[23] 경비인대결합의 손상이 진단과 치료가 적절하게 이루어지지 않을 경우 지속적인 발목 통증, 기능 장애 및 조기 골관절염의 원인이 될 수 있으므로,[24-26] 발목 골절을 치료할 때 경비인대결합 손상에 대한 정확한 진단과 정복을 유지하는 것이 필요하다.

경비인대결합의 파열을 진단하는 데 있어 여러 이학적 검사와 방사선학적 검사가 이용되고 있으나, 관절경은 가장 정확한 진단 도구로서 사용될 수 있다. Takao 등[27]은 Danis-Weber B형의 비골 골절 환자를 대상으로 전후면, Mortise면 방사선 촬영에서는 각각 42%, 55%의 환자에서 경비인대결합 파열 소견을 보였으나, 관절경에서는 87%의 환자에서 경비인대결합 파열 소견을 보였다고 보고하였다. Lui 등[28] 또한 수술실 내에서 시행한 부하 방사선 촬영에서는 30.2%의 환자에서만 양성 소견을 보였으나, 관절경에서는 66%의 환자에서 경비인대결합의 이개(diastasis) 소견을 보였다고 하였다. 관절경을 통한 검사 방법으로는 arthroscopic palpation hook이나 probe와 같은 기구를 원위경비관절에 통과시켜 명확한 이개와 불안정성을 보이는 경우 경비인대결합이 불안정한 것으로 진단할 수 있다(Fig. 3).[29,30]

경비인대결합의 부정확한 정복(malreduction)은 약 25.5%에서 52%까지 보고되고 있으며,[31] 원위 비골이 경골 절흔(incisura)에서 전방 전위 및 내회전되어 있는 경우가 흔하다고 하였다.[32] 관절경을 이용하면 직접 원위경비관절을 확인하여 정확한 정복을 하는 데 도움이 될 수 있다(Fig. 4). Sin과 Lui[33]는 전내측 삽입구로 관절경을 삽입하고 외과(lateral malleolus)를 앞으로 밀면서 도수 정복하는 방법을 제시하였다. Lui 등[28]은 경비인대결합이 파열된 34명의 발목 골절 환자에서 관절경을 이용하여 경비인대결합을 고정하였고, 경비인대결합 나사못을 제거한 후 시행한 이차 관절경 검사에서 31명의

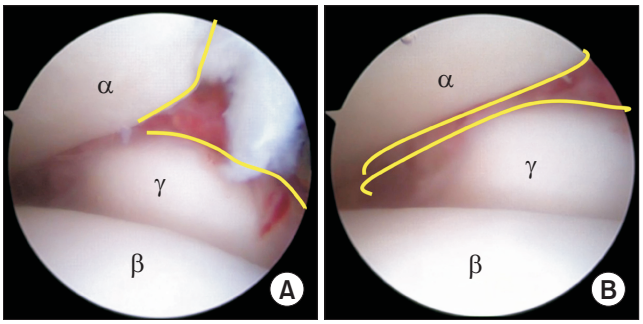

Figure 4. (A) Arthroscopic finding show that the distal fibula is displaced anteriorly at the tibial incisura. (B) Arthroscopic finding of a syndesmosis with anatomical reduction. Yellow line is distal tibiofibular joint line. [α]Tibia, [β]Talus, [γ]Fibula.

환자에서 경비인대결합의 안정성을 보인다고 보고하였다. 그러나, 관절경을 통해 확인된 전방 경비인대결합의 생리적인 이개가 경비인대결합 손상으로 오인되어 과잉 치료로 이어질 수 있으므로, 관절경상에서 원위경비인대의 손상 및 부하를 주었을 때 확실한 불안정성이 있는지를 면밀히 검토하여야 한다.[34]

3. 삼각인대 손상(Deltoid ligament injury)

삼각인대는 경골이 거골 위에 견고하게 위치하게 하고 외반 변형에 대해 저항하여 발목 생역학에 있어 중요한 역할을 한다.[35] 심부 삼각인대의 파열은 원위 비골 골절 후에 발목 불안정성을 야기할 수 있다.[36]

삼각인대의 손상 여부를 평가하기 위해 내측 압통 여부와 같은 이학적 검사와, Mortise면 방사선 사진상 4 mm 이상의 내측 간격(medial clear space)을 측정하지만 이 검사들은 민감도, 특이도가 낮고 위양성율이 높다는 단점이 있다.[37,38] 부하 방사선 촬영과 함께 관절경 검사가 심부 삼각인대의 손상 여부를 진단하는데 있어 정확한 진단 도구로 사용될 수 있다.[36]

삼각인대 손상에 대한 적절한 치료 방법에 대한 논의는 아직 진행중이나, 대부분의 연구에서 비골을 적절히 정복하고 내측 빈 공간이 정상화되면 삼각인대의 재건은 불필요하다고 보고하고 있다.[35] 그러나 치료되지 않은 삼각 인대가 지속적인 통증이나 내전(pronation) 변형의 원인이 될 수 있는지는 이견이 있다.[39,40] 한 체계적 문헌 고찰의 포함된 모든 연구에서 삼각인대를 봉합한 사례는 없었으나 만성 불안정은 보고되지 않았다.[21] 반면에, Li와 Lui[41]는 5 mm의 관절경 탐침자로 내측 간격(medial gutter)에 통과시켜 drive-through 징후를 확인하거나 탐침자로 직접 삼각인대의 장력을 확인한 후, 봉합사와 봉합나사못을 이용하여 삼각인대를 봉합하는 수술법을 소개하였다(Fig. 5).

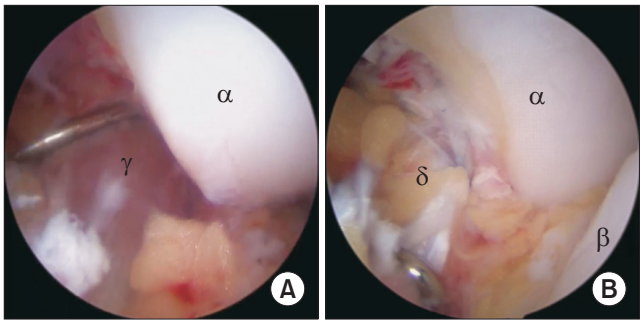

Figure 5. After identifying the deltoid ligament injury with an arthroscopic probe (A), the deltoid ligament is repaired with FiberWire and Knotless SutureTak Anchor (B). αTibia, βTalus, γInjured deltoid ligament, δRepaired deltoid ligament.

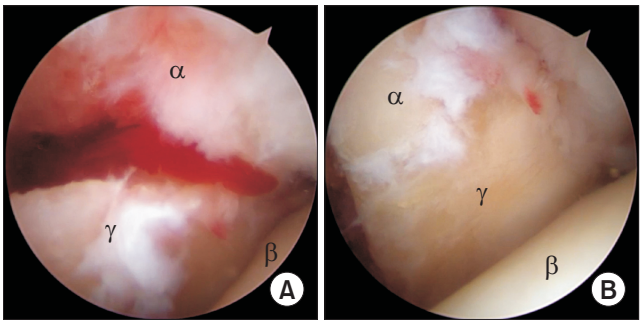

Figure 6. The arthroscopic findings show the medial malleolar fracture before (A) and after (B) arthroscopic reduction. αTibia, βTalus, γfractured medial malleolus.

4. 골절 정복(Fracture reduction)

골절 정복 시 관절경을 이용할 경우, 관절 절개 없이 관절 내 손상을 평가할 수 있고, 관절 내부의 세척 및 변연 절제술을 통해 수술 후 관절 가동범위를 더 빠르게 회복할 수 있다는 점 외에도 관절 내부의 정복을 직접적으로 확인할 수 있다는 장점이 있다.[8,42-46] 발목 골절에서 해부학적 정복이 기능적 결과에 미치는 영향은 여러 연구에서 보고되었으며, 특히 관절면의 계단 변형(step-off)이 장기적 예후에 부정적인 영향을 줄 수 있음이 밝혀졌다. 따라서, 관절경을 이용하여 보다 정확한 정복을 유도하는 것은 기능적 결과 향상과도 연관될 가능성이 있다. 그러나, 현재까지 관절경이 실제 기능적 예후를 개선하는지에 대한 직접적인 연구는 부족하므로, 향후 연구가 필요하다. 또한, 급성 골절 정복에 관절경을 이용할 경우, 관절 내로 주입된 관류액의 관절 외 유출(extravasation)로 인해 연부조직 부종이 증가할 가능성이 있으며, 심한 경우 상처 치유 지연이나 기타 합병증을 유발할 가능성이 있다.[43-48] 따라서, 수술 중 관류압을 증력을 이용한 낮은 관류압으로도 유지가 좋으며, 관절경에 대한 경험이 충분하지 않은 술자라면, 시야 확보 후 관류액 없이(dry scope) 술기를 시행하는 것이 부종 및 연부조직 합병증을 줄이는 데 도움이 될 수 있다.

1) 내과 골절(Medial malleolar fracture)

내과 골절의 수술적 치료는 일반적으로 외부에서 피질골을 정복하여 올바른 정렬을 회복시킴으로써 이루어진다. 관절을 침범하지 않는 골절의 경우 이러한 방법으로도 적절한 정복을 얻을 수 있으나, 내과 골절과 같은 관절 내 골절의 경우에는 피질골의 정복보다 관절면의 정복이 더 중요하다. 이는 피질골의 층형성(step-off)보다 관절면의 층형성이 외상 후 관절염의 위험과 더 관련이 있기 때문이다(Fig. 6).

Swart와 Vosseller[47]는 12명의 내과 골절을 포함한 양과 또는 삼과 골절 환자를 대상으로 관절경을 시행한 결과, 피질골 쪽에서는 12명 중 10명에서 해부학적 정복을 보인 반면, 관절경을 통한 관절 내부에서는 7명만이 해부학적 정복을 보였다고 보고하였다. 관절경에서 해부학적 정복을 보이지 않았던 환자들은 대부분 골절면의 앞쪽 가장자리에서 1 mm 가량의 간격을 보이고 있었다. 또한 Liu 등[48]은 77명의 내과 단독 골절 환자를 대상으로 두 군으로 나누어 관절경적 정복 및 경피적 고정과 관혈적 정복 및 내고정을 시행한 결과, 관절경적 정복 및 경피적 고정을 시행한 군에서 6개월 및 1년째 임상적 결과와 관절 가동범위가 더 우수하다고 보고하였다.

2) 후과 골절(Posterior malleolar fracture)

후과 골절은 불안정 발목 골절에서 흔히 동반되지만, 골절의 크기와 동반 손상 등과 관련하여 수술적 치료 적응증에 대해서는 여전히 논란이 있다. 수술적 접근법과 고정 방법 또한 술자의 선호도에 따라 크게 달라진다. 후과 골절 또한 다른 골절과 마찬가지로 해부학적 정복과 적절한 연부조직의 관리가 수술 결과에 중요하다.

후과 골절의 수술적 치료 시 가장 일반적으로 사용되는 후외측 접근법은 긴 절개와 넓은 연부조직 박리가 필요한 반면 깊게 존재하는 관절면을 직접 보는 데는 한계가 있다. Holt[49]가 4명의 환자를 대상으로 관혈적 정복술을 시행한 후 관절경으로 관절면의 정복 여부를 확인하여 후과 골절의 정복에서 관절경 사용의 유용성을 제시하였다. 이후 Martin[50]은 27명의 후과 골절 또는 경골 천정의 후방을 포함한 골절 환자에서 후방 관절경을 이용한 수술적 치료법을 제시하였고, 연부조직 상태가 좋지 않거나, 전방 접근법으로 제거되지 않는 후방 관절 내 유리체가 있는 경우, 해면골이 함몰된 die-punch 골절 형태 등에서 유용하게 사용될 수 있다고 하였다(Fig. 7).

5. 그 외의 골절(Specific cases)

1) 소아 성장판 골절(Pediatric physeal fracture)

소아 발목 골절은 소아에서 가장 흔한 손상 중 하나이며, 외상 후 관절염뿐만 아니라 활동 수준의 변화로 인해 발달 심리에도 영향을 미칠 수 있다. 이로 인해 장기적인 환자 예후에 영향을 주기 때문에 성인에서 보다 더 주의 깊은 치료가 필요하다고 할 수 있다.[51,52] 최근 소

아 발목 골절에 있어서도 관절경의 사용이 점차 늘고 있으며,[53-57] 개방적 술식 전에 골연골 병변, 인대 파열, 경비인대결합 파열과 같은 관절 내 손상 여부를 확인하기 위한 진단적 목적과, 관혈적 정복 및 내고정술을 하면서 관절면의 정복을 직접 확인하는 보조적인 목적으로 사용될 수 있다.[58-60] 또한, Tillaux 골절 등과 같은 관절 내 한정된 골절의 경우 관절경을 이용한 최소 침습 수술도 가능하다(Fig. 8). 한 체계적 문헌 고찰에서 총 30명의 소아를 대상으로 분석한 결과, 관절경을 이용한 발목 골절 수술 이후 94%의 환자에서 정상 관절 가

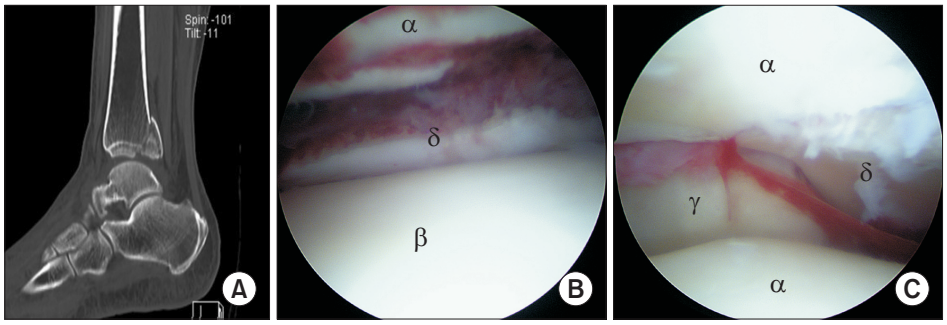

Figure 7. (A) The sagittal CT image shows a displaced posterior malleolar fracture. (B, C) The arthroscopic findings show the posterior malleolar fracture before (B) and after (C) arthroscopic reduction. [α]Tibia, [β]Talus, [γ]Fibula, [δ]fractured posterior malleolus.

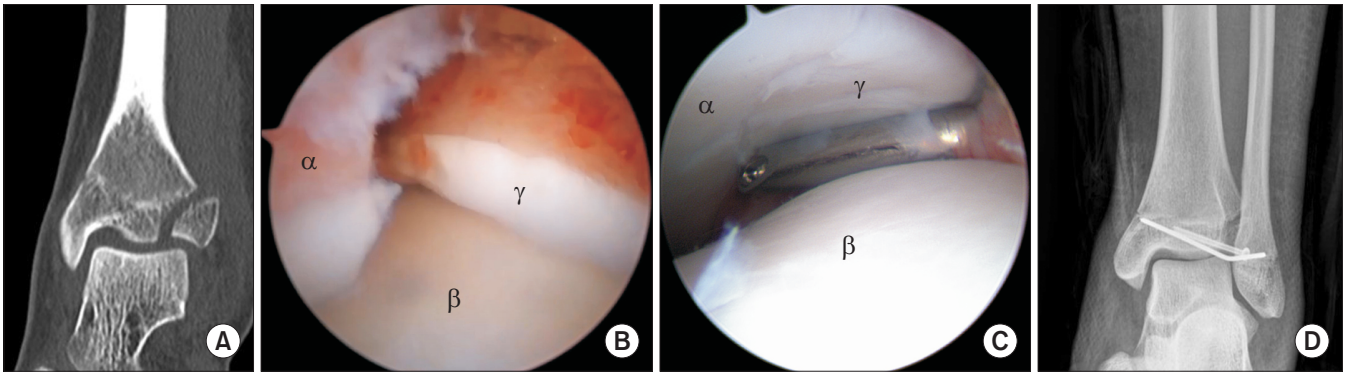

Figure 8. (A) The CT scan shows a pediatric Tillaux fracture. The arthroscopic findings show the pediatric Tillaux fracture before (B) and after (C) arthroscopic reduction. (D) After arthroscopic reduction, percutaneous fixation with screw and Kirschner wire was performed. [α]Tibia, [β]Talus, [γ]Tillaux fracture fragment.

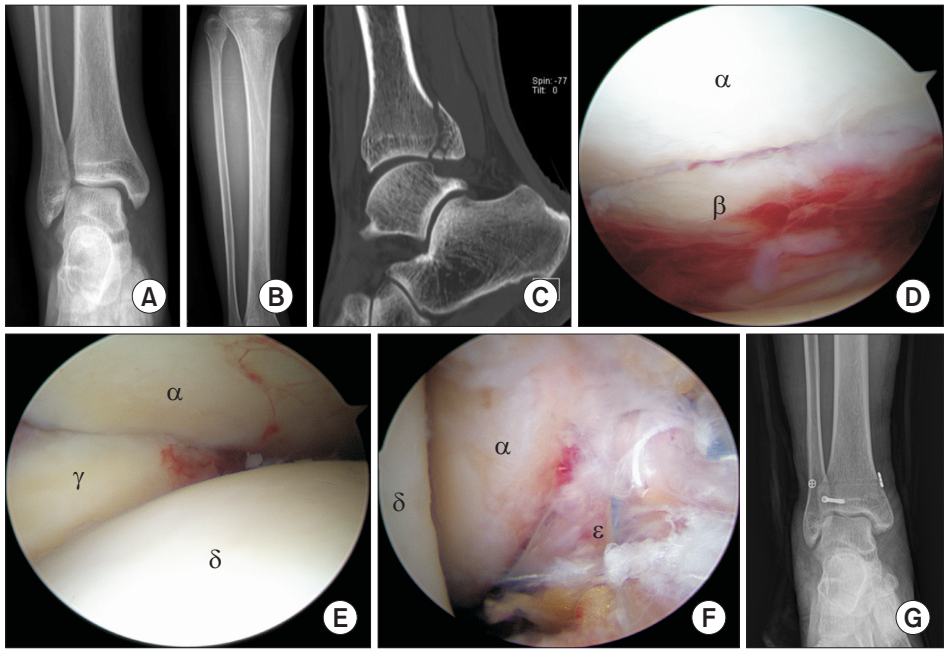

Figure 9. Plain radiographs (A, B) and CT scan (C) show widening of the medial clear space, proximal fibular fracture, and posterior malleolar fracture, indicating a Maisonneuve fracture. The arthroscopic findings show reduced posterior malleolar fracture (D), syndesmosis injury (E) and repaired deltoid ligament (F). (G) Plain radiograph shows percutaneous fixation of posterior malleolar fracture with screw and syndesmosis fixation with TightRope. [α]Tibia, [β]Posterior malleolar fracture, [γ]Fibula, [δ]Talus, [ε]Repaired deltoid ligament.

동범위 및 양호에서 우수한(good-to-excellent) 임상 결과를 보인다고 하였다.[61] 따라서 소아 성장판 골절에서 관절경을 이용하여 관절면의 정확한 정복을 얻을 수 있고, 개방적 술식에 비해 덜 침습적이기 때문에 연부조직을 보존하고 성장판의 의인성 손상을 방지하는데 있어서도 장점이 있어 유용한 도구로서 사용될 수 있다.

2) Maisonneuve 골절

Maisonneuve 골절은 강한 외회전 손상에 의해 삼각인대 또는 내과의 골절이 일어나고 경비인대결합의 파열이 동반되며 최종적으로 근위 비골 골절이 일어나는 드문 골절이다. 각각의 손상에 대한 수술적 치료의 적응증과 수술법에 대해서는 여러 이견이 있으나, 외상 후 관절염의 발생을 줄이기 위해서는 뼈, 관절낭-인대 구조의 해부학적 정복이 필요하다.[62,63] 그러나 수술실 내에서 전후면, Mortise면 방사선 촬영만으로는 비골의 시상면에서의 변위나 경골 절흔(incisura) 안에서의 회전 여부를 정확하게 평가하기 어렵다.[64] 해부학적 정복을 평가하기 위해 컴퓨터 단층촬영(computed tomography)을 촬영해볼 수 있으나 수술 중 촬영하기에는 쉽지 않다. 반면, 관절경을 이용하면 비골과 경골의 관계를 실시간으로 확인하여 정복 및 내고정을 시행할 수 있으며, 최소 침습 수술도 가능하다(Fig. 9). Yoshimura 등[65]은 관절경 검사를 시행한 모든 Maisonneuve 골절 환자에서 거골 내측에 연골 손상이 있었다는 연구 결과를 보고하였으며, 이는 Maisonneuve 골절에서 진단적 관절경의 보조적 사용의 근거가 될 수 있다.

결 론

발목 골절에서 관절경은 아직 필수적인 술기는 아니지만, 골절과 동반된 골연골 병변, 인대, 경비인대결합 등 관절 내 구조물의 손상을 진단하거나, 관절 내 골절의 정확한 정복에 도움을 줄 수 있는 유용한 방법이다. 또한, 소아의 성장판 골절이나 Maisonneuve 골절 등 다양한 상황에서 진단적 관절경 및 이를 통한 최소 침습 수술에 도움을 줄 수 있다. 발목 골절에서 관절경의 적응증은 점차 확대될 것으로 보이며, 관절경의 역할 및 적응증에 대한 이해는 회전형 발목 골절을 치료 후 좋은 예후에 도움을 줄 것으로 기대된다. 관절경이 발목 골절 치료에서 정확한 정복과 추가 병변 평가에 중요한 역할을 할 수 있음은 명확하지만, 실제 임상 적용에는 의료 시스템의 영향도 고려해야 한다. 일부 국가에서는 보험 체계에 따라 관절경 시술이 제한될 가능성이 있으며, 이는 관절경 활용의 보편화에 영향을 미칠 수 있다. 향후 연구 및 정책적 논의를 통해 관절경이 보다 효과적으로 활용될 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

ORCID

Gab-Lae Kim, https://orcid.org/0000-0002-0282-1721
Seung Hwan Han, https://orcid.org/0000-0002-7975-6067
Kwang Hwan Park, https://orcid.org/0000-0002-2110-0559
Dae-Yoo Kim, https://orcid.org/0000-0002-6273-7337
Gyeong Hoon Lim, https://orcid.org/0000-0002-3728-2342
Sung Hyun Lee, https://orcid.org/0000-0001-6468-1456

REFERENCES

1. **Ceccarini P, Rinonapoli G, Antinolfi P, Caraffa A.** *Effectiveness of ankle arthroscopic debridement in acute, subacute ankle- bimalleolar, and trimalleolar fractures. Int Orthop. 2021;45:721-9. doi: 10.1007/s00264-020-04882-6.*
2. **Tas DB, Smeeing DPJ, Emmink BL, Govaert GAM, Hietbrink F, Leenen LPH, et al.** *Intramedullary fixation versus plate fixation of distal fibular fractures: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. J Foot Ankle Surg. 2019;58:119-26. doi: 10.1053/j.jfas.2018.08.028.*
3. **Stufkens SA, Knupp M, Horisberger M, Lampert C, Hintermann B.** *Cartilage lesions and the development of osteoarthritis after internal fixation of ankle fractures: a prospective study. J Bone Joint Surg Am. 2010;92:279-86. doi: 10.2106/JBJS.H.01635.*
4. **Lee KM, Ahmed S, Park MS, Sung KH, Lee SY, Koo S.** *Effectiveness of arthroscopically assisted surgery for ankle fractures: a meta-analysis. Injury. 2017;48:2318-22. doi: 10.1016/j.injury.2017.07.011.*
5. **Da Cunha RJ, Karnovsky SC, Schairer W, Drakos MC.** *Ankle arthroscopy for diagnosis of full-thickness talar cartilage lesions in the setting of acute ankle fractures. Arthroscopy. 2018;34:1950-7. doi: 10.1016/j.arthro.2017.12.003.*
6. **Braunstein M, Baumbach SF, Urresti-Gundlach M, Borgmann L, Böcker W, Polzer H.** *Arthroscopically assisted treatment of complex ankle fractures: intra-articular findings and 1-year follow-up. J Foot Ankle Surg. 2020;59:9-15. doi: 10.1053/j.jfas.2019.05.003.*
7. **SooHoo NF, Krenek L, Eagan MJ, Gurbani B, Ko CY, Zingmond DS.** *Complication rates following open reduction and internal fixation of ankle fractures. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:1042-9. doi: 10.2106/JBJS.H.00653.*
8. **Thordarson DB, Bains R, Shepherd LE.** *The role of ankle arthroscopy on the surgical management of ankle fractures. Foot Ankle Int. 2001;22:123-5. doi: 10.1177/107110070102200207.*
9. **Thomas B, Yeo JM, Slater GL.** *Chronic pain after ankle fracture: an arthroscopic assessment case series. Foot Ankle Int. 2005;26:1012-6. doi: 10.1177/107110070502601202.*
10. **Loren GJ, Ferkel RD.** *Arthroscopic assessment of occult intra-articular injury in acute ankle fractures. Arthroscopy. 2002;18:412-21. doi: 10.1053/jars.2002.32317.*
11. **Hintermann B, Regazzoni P, Lampert C, Stutz G, Gächter A.** *Ar-*

throscopic findings in acute fractures of the ankle. J Bone Joint Surg Br. 2000;82:345-51. doi: 10.1302/0301-620x.82b3.10064.

12. **Nosewicz TL, Beerekamp MS, De Muinck Keizer RJ, Schepers T, Maas M, Niek van Dijk C, et al.** *Prospective computed tomographic analysis of osteochondral lesions of the ankle joint associated with ankle fractures. Foot Ankle Int. 2016;37:829-34. doi: 10.1177/1071100716644470.*
13. **Martijn HA, Lambers KTA, Dahmen J, Stufkens SAS, Kerkhoffs GMMJ.** *High incidence of (osteo)chondral lesions in ankle fractures. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2021;29:1523-34. doi: 10.1007/s00167-020-06187-y.*
14. **Darwich A, Adam J, Dally FJ, Hetjens S, Jawhar A.** *Incidence of concomitant chondral/osteochondral lesions in acute ankle fractures and their effect on clinical outcome: a systematic review and meta-analysis. Arch Orthop Trauma Surg. 2021;141:63-74. doi: 10.1007/s00402-020-03647-5. Erratum in: Arch Orthop Trauma Surg. 2021;141:1437-8. doi: 10.1007/s00402-021-03985-y.*
15. **Gumann G, Hamilton GA.** *Arthroscopically assisted treatment of ankle injuries. Clin Podiatr Med Surg. 2011;28:523-38. doi: 10.1016/j.cpm.2011.04.002.*
16. **Bonasia DE, Rossi R, Saltzman CL, Amendola A.** *The role of arthroscopy in the management of fractures about the ankle. J Am Acad Orthop Surg. 2011;19:226-35. doi: 10.5435/00124635-201104000-00007.*
17. **Utsugi K, Sakai H, Hiraoka H, Yashiki M, Mogi H.** *Intra-articular fibrous tissue formation following ankle fracture: the significance of arthroscopic debridement of fibrous tissue. Arthroscopy. 2007;23:89-93. doi: 10.1016/j.arthro.2006.07.055.*
18. **Dell'accio F, Vincent TL.** *Joint surface defects: clinical course and cellular response in spontaneous and experimental lesions. Eur Cell Mater. 2010;20:210-7. doi: 10.22203/ecm.v020a17.*
19. **Jackson DW, Lalor PA, Aberman HM, Simon TM.** *Spontaneous repair of full-thickness defects of articular cartilage in a goat model. A preliminary study. J Bone Joint Surg Am. 2001;83:53-64. doi: 10.2106/00004623-200101000-00008.*
20. **Takao M, Uchio Y, Naito K, Fukazawa I, Kakimaru T, Ochi M.** *Diagnosis and treatment of combined intra-articular disorders in acute distal fibular fractures. J Trauma. 2004;57:1303-7. doi: 10.1097/01.ta.0000114062.42369.88.*
21. **Chen XZ, Chen Y, Liu CG, Yang H, Xu XD, Lin P.** *Arthroscopy-assisted surgery for acute ankle fractures: a systematic review. Arthroscopy. 2015;31:2224-31. doi: 10.1016/j.arthro.2015.03.043.*
22. **Wood DA, Christensen JC, Schuberth JM.** *The use of arthroscopy in acute foot and ankle trauma: a review. Foot Ankle Spec. 2014;7:495-506. doi: 10.1177/1938640014546863.*
23. **Kennedy JG, Soffe KE, Dalla Vedova P, Stephens MM, O'Brien T, Walsh MG, et al.** *Evaluation of the syndesmotic screw in low Weber C ankle fractures. J Orthop Trauma. 2000;14:359-66. doi: 10.1097/00005131-200006000-00010.*
24. **Xie L, Xie H, Wang J, Chen C, Zhang C, Chen H, et al.** *Comparison of suture button fixation and syndesmotic screw fixation in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury: a systematic review and meta-analysis. Int J Surg. 2018;60:120-31. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.11.007.*
25. **Kim JH, Gwak HC, Lee CR, Choo HJ, Kim JG, Kim DY.** *A comparison of screw fixation and suture-button fixation in a syndesmosis injury in an ankle fracture. J Foot Ankle Surg. 2016;55:985-90. doi: 10.1053/j.jfas.2016.05.002.*
26. **Schepers T.** *Acute distal tibiofibular syndesmosis injury: a systematic review of suture-button versus syndesmotic screw repair. Int Orthop. 2012;36:1199-206. doi: 10.1007/s00264-012-1500-2.*
27. **Takao M, Ochi M, Naito K, Iwata A, Kawasaki K, Tobita M, et al.** *Arthroscopic diagnosis of tibiofibular syndesmosis disruption. Arthroscopy. 2001;17:836-43. doi: 10.1016/s0749-8063(01)90007-6.*
28. **Lui TH, Ip K, Chow HT.** *Comparison of radiologic and arthroscopic diagnoses of distal tibiofibular syndesmosis disruption in acute ankle fracture. Arthroscopy. 2005;21:1370. doi: 10.1016/j.arthro.2005.08.016.*
29. **Han SH, Lee JW, Kim S, Suh JS, Choi YR.** *Chronic tibiofibular syndesmosis injury: the diagnostic efficiency of magnetic resonance imaging and comparative analysis of operative treatment. Foot Ankle Int. 2007;28:336-42. doi: 10.3113/FAI.2007.0336.*
30. **Ryan LP, Hills MC, Chang J, Wilson CD.** *The lambda sign: a new radiographic indicator of latent syndesmosis instability. Foot Ankle Int. 2014;35:903-8. doi: 10.1177/1071100714543646.*
31. **Van Heest TJ, Lafferty PM.** *Injuries to the ankle syndesmosis. J Bone Joint Surg Am. 2014;96:603-13. doi: 10.2106/JBJS.M.00094.*
32. **Franke J, von Recum J, Suda AJ, Grützner PA, Wendl K.** *Intraoperative three-dimensional imaging in the treatment of acute unstable syndesmotic injuries. J Bone Joint Surg Am. 2012;94:1386-90. doi: 10.2106/JBJS.K.01122.*
33. **Sin YH, Lui TH.** *Arthroscopically assisted reduction of sagittal-plane disruption of distal tibiofibular syndesmosis. Arthrosc Tech. 2019;8:e521-5. doi: 10.1016/j.eats.2019.01.014.*
34. **van den Bekerom MP.** *Diagnosing syndesmotic instability in ankle fractures. World J Orthop. 2011;2:51-6. doi: 10.5312/wjo.v2.i7.51.*
35. **Stufkens SA, van den Bekerom MP, Knupp M, Hintermann B, van Dijk CN.** *The diagnosis and treatment of deltoid ligament lesions in supination-external rotation ankle fractures: a review. Strategies Trauma Limb Reconstr. 2012;7:73-85. doi: 10.1007/s11751-012-0140-9.*
36. **van den Bekerom MP, Mutsaerts EL, van Dijk CN.** *Evaluation of the integrity of the deltoid ligament in supination external rotation ankle fractures: a systematic review of the literature. Arch Orthop Trauma Surg. 2009;129:227-35. doi: 10.1007/s00402-008-0768-6.*
37. **DeAngelis NA, Eskander MS, French BG.** *Does medial tenderness predict deep deltoid ligament incompetence in supination-external rotation type ankle fractures? J Orthop Trauma. 2007;21:244-7. doi: 10.1097/BOT.0b013e3180413835.*
38. **Schuberth JM, Collman DR, Rush SM, Ford LA.** *Deltoid ligament integrity in lateral malleolar fractures: a comparative analysis of arthroscopic and radiographic assessments. J Foot Ankle Surg. 2004;43:20-9. doi: 10.1053/j.jfas.2003.11.005.*
39. **Luckino FA 3rd, Hardy MA.** *Use of a flexible implant and bioabsorbable anchor for deltoid rupture repair in bimalleolar equivalent Weber B ankle fractures. J Foot Ankle Surg. 2015;54:513-6. doi: 10.1053/j.jfas.2014.06.025.*
40. **Bluman EM.** *Deltoid ligament injuries in ankle fractures: should I leave it or fix it? Foot Ankle Int. 2012;33:236-8. doi: 10.3113/FAI.2012.0236.*
41. **Li CCH, Lui TH.** *Arthroscopic deltoid ligament reconstruction in rotational ankle instability. Arthrosc Tech. 2023;12:e1179-84. doi:*

10.1016/j.eats.2023.03.007.

42. **Leontaritis N, Hinojosa L, Panchbhavi VK.** *Arthroscopically detected intra-articular lesions associated with acute ankle fractures. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:333-9. doi: 10.2106/JBJS.H.00584.*
43. **Dawe EJ, Jukes CP, Ganesan K, Wee A, Gougoulias N.** *Ankle arthroscopy to manage sequelae after ankle fractures. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2015;23:3393-7. doi: 10.1007/s00167-014-3140-0.*
44. **Ono A, Nishikawa S, Nagao A, Irie T, Sasaki M, Kouno T.** *Arthroscopically assisted treatment of ankle fractures: arthroscopic findings and surgical outcomes. Arthroscopy. 2004;20:627-31. doi: 10.1016/j.arthro.2004.04.070.*
45. **Salvi AE, Metelli GP, Bettinsoli R, Hacking SA.** *Arthroscopic-assisted fibular synthesis and syndesmotic stabilization of a complex unstable ankle injury. Arch Orthop Trauma Surg. 2009;129:393-6. doi: 10.1007/s00402-008-0610-1.*
46. **Kong C, Kolla L, Wing K, Younger AS.** *Arthroscopy-assisted closed reduction and percutaneous nail fixation of unstable ankle fractures: description of a minimally invasive procedure. Arthrosc Tech. 2014;3:e181-4. doi: 10.1016/j.eats.2013.09.018.*
47. **Swart EF, Vosseller JT.** *Arthroscopic assessment of medial malleolar reduction. Arch Orthop Trauma Surg. 2014;134:1287-92. doi: 10.1007/s00402-014-2031-7.*
48. **Liu C, You JX, Yang J, Zhu HF, Yu HJ, Fan SW, et al.** *Arthroscopy-assisted reduction in the management of isolated medial malleolar fracture. Arthroscopy. 2020;36:1714-21. doi: 10.1016/j.arthro.2020.01.053.*
49. **Holt ES.** *Arthroscopic visualization of the tibial plafond during posterior malleolar fracture fixation. Foot Ankle Int. 1994;15:206-8. doi: 10.1177/107110079401500409.*
50. **Martin KD.** *Posterior arthroscopic reduction and internal fixation for treatment of posterior malleolus fractures. Foot Ankle Int. 2020;41:115-20. doi: 10.1177/1071100719891978.*
51. **Olgun ZD, Maestre S.** *Management of pediatric ankle fractures. Curr Rev Musculoskelet Med. 2018;11:475-84. doi: 10.1007/s12178-018-9510-3.*
52. **Su AW, Larson AN.** *Pediatric ankle fractures: concepts and treatment principles. Foot Ankle Clin. 2015;20:705-19. doi: 10.1016/j.fcl.2015.07.004.*
53. **Al-Aubaidi Z.** *Arthroscopically assisted reduction of type 1A ankle fractures in children: case report. J Orthop Case Rep. 2013;3:12-5. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.094.*
54. **Accadbled F, N'Dele D.** *Arthroscopic treatment of pediatric fractures. J Pediatr Orthop. 2018;38 Suppl 1:S29-32. doi: 10.1097/BPO.0000000000001163.*
55. **Shamrock AG, Khazi ZM, Carender CN, Amendola A, Glass N, Duchman KR.** *Utilization of arthroscopy during ankle fracture fixation among early career surgeons: an evaluation of the American Board of Orthopaedic Surgery part II oral examination database. Iowa Orthop J. 2022;42:103-8.*
56. **Jennings MM, Lagaay P, Schuberth JM.** *Arthroscopic assisted fixation of juvenile intra-articular epiphyseal ankle fractures. J Foot Ankle Surg. 2007;46:376-86. doi: 10.1053/j.jfas.2007.07.001.*
57. **Ogawa T, Shimizu S.** *Arthroscopically assisted surgical fixation of a juvenile Tillaux fracture and implant removal: a case report. J Clin Orthop Trauma. 2017;8(Suppl 1):S32-7. doi: 10.1016/j.jcot.2017.04.002.*
58. **Gonzalez TA, Macaulay AA, Ehrlichman LK, Drummond R, Mittal V, DiGiovanni CW.** *Arthroscopically assisted versus standard open reduction and internal fixation techniques for the acute ankle fracture. Foot Ankle Int. 2016;37:554-62. doi: 10.1177/1071100715620455.*
59. **Williams CE, Joo P, Oh I, Miller C, Kwon JY.** *Arthroscopically assisted internal fixation of foot and ankle fractures: a systematic review. Foot Ankle Orthop. 2021;6:2473011420950214. doi: 10.1177/2473011420950214.*
60. **Smith KS, Drexelius K, Challa S, Moon DK, Metzl JA, Hunt KJ.** *Outcomes following ankle fracture fixation with or without ankle arthroscopy. Foot Ankle Orthop. 2020;5:2473011420904046. doi: 10.1177/2473011420904046.*
61. **Walley KC, Baumann AN, Curtis DP, Mamdouhi T, Anastasio AT, Adams SB.** *Arthroscopic management of pediatric ankle fractures: a systematic review. Ann Jt. 2024;9:17. doi: 10.21037/aoj-23-51.*
62. **Sagi HC, Shah AR, Sanders RW.** *The functional consequence of syndesmotic joint malreduction at a minimum 2-year follow-up. J Orthop Trauma. 2012;26:439-43. doi: 10.1097/BOT.0b013e31822a526a.*
63. **Cornu O, Manon J, Tribak K, Putineanu D.** *Traumatic injuries of the distal tibiofibular syndesmosis. Orthop Traumatol Surg Res. 2021;107(1S):102778. doi: 10.1016/j.otsr.2020.102778.*
64. **Nielson JH, Sallis JG, Potter HG, Helfet DL, Lorich DG.** *Correlation of interosseous membrane tears to the level of the fibular fracture. J Orthop Trauma. 2004;18:68-74. doi: 10.1097/00005131-200402000-00002.*
65. **Yoshimura I, Naito M, Kanazawa K, Takeyama A, Ida T.** *Arthroscopic findings in Maisonneuve fractures. J Orthop Sci. 2008;13:3-6. doi: 10.1007/s00776-007-1192-4.*