JKFAS Journal of Korean Foot and Ankle Society
Review Article
pISSN 1738-3757 eISSN 2288-8551
J Korean Foot Ankle Soc 2016;20(3):100-105
http://dx.doi.org/10.14193/jkfas.2016.20.3.100

원위 경비 인대 결합의 단독 손상

김용태, 김형년, 박용욱

한림대학교 의과대학 강남성심병원 정형외과학교실

Isolated Syndesmotic Injury

Yong Tae Kim, Hyong Nyun Kim, Yong Wook Park

Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, Seoul, Korea

Syndesmotic injury can either be isolated or associated with bony or ligamentous ankle injury. When it is not associated with an ankle fracture, it may not be easy to diagnose, especially when there is no franck diastasis on a plain radiograph. Without proper treatment, syndesmotic injury can lead to chronic pain due to impingement of scar tissues and instability. It may further lead to ankle arthritis. Early diagnosis with appropriate management is a prerequisite to avoid these problems. Herein, we review and discuss the mechanism of injury, classification, diagnosis, and treatment of isolated syndesmotic injury.

Key Words: Ankle, Sports, Syndesmotic injury

서 론

경비 인대 결합 손상은 단독으로 발생하기보다는 족관절 골절이나 다른 인대 손상과 동반하여 발생하는 경우가 많다.[1,2] 모든 족관절 골절의 약 80% 정도에서 경비 인대 손상을 발견할 수 있으며 회내-외회전, 회외-외회전 또는 회내-외전형 골절에서 관찰할 수 있는 것으로 알려져 있다.[3,4] 족관절 골절과 동반된 경비 인대 결합 손상에 대하여는 진단과 치료에 대한 많은 논의가 있어 왔으며 정확히 정복되지 않을 경우 불안정성이 증가하여 외상성 관절염으로 진행할 수 있으므로 족관절 골절의 치료 시에 주의를 요한다.[5] 한편, 경비 인대 결합 단독 손상은 족관절 골절을 동반하지 않는 경비 인대의 손상을 말하며 족관절 주위 인대 손상이나 경비 인대 건열 골절이 동반되는 경우는 포함한다.[1,2,6-8] 족관절 염좌로 내원하는 환자의 1%~18%에서 발생하는 것으로 알려져 있고, 족관절 염좌보다 스포츠 복귀까지 두 배 이상의 기간이 필요하며 더 많은 재활 치료를 필요로 한다.[9-11] 그러나 족관절 골절을 동반하지 않은 경비 인대 결합 단독 손상에 대하여는 많이 알려져 있지 않다. 단순 방사선 검사에서 경비 인대의 이개(diastasis)가 나타나지 않는 경도의 손상의 경우 진단하기 어려운 경우가 많고 만약 조기에 진단하여 치료하지 못하는 경우 연부조직 충돌로 인한 지속적인 통증과 족관절 불안정성을 초래할 수 있다.[6,12] 이소성 골화형성(heterotopic ossification)과 족관절 변형까지 초래하는 경우도 있어 족관절 염좌를 수상한 환자를 진료할 때 반드시 경비 인대 결합 손상을 의심하는 것이 필요하다.[1,2,6] 경비 인대 결합 단독 손상의 진단과 분류, 치료에 대해 알아보고자 한다.

손상 기전

경비 인대 결합 단독 손상은 족관절의 배굴 상태에서 갑작스러운 외회전(external rotation) 시에 발생하는 경우가 가장 흔하다. 경비 인대는 전하 경비 인대(anterior inferior tibiofibular ligament, AITFL), 후하 경비 인대(posterior inferior tibiofibular ligament, PITFL), 횡 경비 인대(transverse tibiofibular ligament, TTL), 골간인대(interosseous ligament, IOL), 골간막(interosseous membrane)으로 구성되어 있는데, 이 중 전하 경비 인대가 표재 삼각인대(super-

Received July 13, 2016 **Revised** August 11, 2016 **Accepted** August 11, 2016
Corresponding Author: Hyong Nyun Kim
Department of Orthopaedic Surgery, Kangnam Sacred Heart Hospital, Hallym University College of Medicine, 1 Singil-ro, Yeongdeungpo-gu, Seoul 07441, Korea
Tel: 82-2-829-5165, Fax: 82-2-2634-1908, E-mail: hyongnyun@naver.com

Financial support: None.
Conflict of interest: None.

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.

ficial deltoid ligament)와 함께 가장 먼저 손상을 입는다.[13] 이후 골간인대가 파열되고 골간막이 파열되는데, 후하 경비 인대까지 파열되는 경우는 드물다. 아이스하키나 스키와 같이 부츠에 발이 고정되어 있는 경우 하퇴부가 발목에 대하여 내회전(internal rotation)하면서 발목이 손상을 입는 경우가 많다(Fig. 1A).[6] 또한 미식축구나 유도, 레슬링 등의 접촉 스포츠(contact sports)의 경우 운동선수가 넘어진 상태에서 발이 밟히며 족관절이 외회전되는 경우에도 발생할 수 있다(Fig. 1B).[10,14-16]

분 류

경비 인대 결합 손상의 분류는 먼저 손상 후 경과한 시간에 따라 급성, 아급성, 만성 손상으로 분류할 수 있다. van den Bekerom 등[17]은 6주 이내의 손상을 급성, 6주에서 6개월 이내의 손상을 아급성, 6개월 이상이 경과한 경우를 만성 손상으로 분류하였다. 한편 Espinosa 등[18]은 3주 이내의 손상을 급성, 3주에서 3개월 이내를 아급성, 3개월 이상 경과한 경우를 만성 손상으로 분류하였다. 임상적 소견과 방사선적 소견으로 경비 인대 결합 손상을 분류할 수 있는데 Gerber 등[10]은 임상 소견에 따라 경비 인대 결합 손상을 세 가지 단계로 분류하였다. 1단계는 족관절의 불안정성이 없는 안정성 손상, 2단계는 외회전 검사에서 경도의 불안정성이 있으며 하퇴부 압박검사(squeeze test)에서 양성 소견을 보이지만 단순 방사선 검사에서는 정상인 손상이다. 3단계는 족관절의 뚜렷한 불안정성을 보이는 손상이다. Edwards와 DeLee[7]는 단순 방사선 검사에서 경골-비골 간격의 이개가 없는 안정성 손상을 1단계, 단순 방사선 검사에서는 이개가 보이지 않으나 부하 방사선 검사에서는 이개(잠재성 이개)를 보이는 불안정성 손상을 2단계, 단순 방사선 검사에서 뚜렷한 이개를 보이는 불안정성 손상을 3단계로 분류하였다. 최근에 Sikka 등[16]은 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI) 검사 소견을 토대로 한 분류 방법을 제시하였다. 1단계는 전하 경비 인대의 단독 손상, 2단계는 전하 경비 인대 및 골간인대 손상, 3단계는 전하 경비 인대, 골간인대 및 후하 경비 인대 손상, 4단계는 전하 경비 인대, 골간인대, 후하 경비 인대 및 삼각인대 손상으로 분류하였다.

진 단

1. 신체 검사

경비 인대 결합 손상의 진단을 위하여는 주의 깊은 신체 검사와 영상의학적 검사를 필요로 한다.[19-21] 먼저 경비 인대 결합 손상 시에는 족관절 전외측 근위부 인대 주변에 통증을 호소하고 압통이 저명하다. 2, 3단계의 중등도, 고도의 손상 시에는 내측의 삼각인대 부위와 전하 경비 인대 전방 모두에서 압통이 있을 수 있다. 부종이 있는지를 유심히 관찰해야 하며 특히 내측 삼각인대 부위에 부종이 있을 경우 삼각인대 손상을 의심할 수 있고 이는 경비 인대 결합 손상이 동반되었을 가능성이 높다.[22] 다음으로 경비 인대 결합 손상을 진단하는 몇 가지 신체 검사 방법이 있는데 항상 정상측과 비교하는 것이 필요하다. 외회전 부하 검사법은 하퇴부를 한 손으로 고정한 상태에서 발목을 외회전하여 경비 인대 결합 부위에 통증이 발생하는지를 관찰하는 검사 방법이다. 하퇴부 압박검사법은 하퇴부의 중앙부에서 경골과 비골의 간격이 좁아지도록 압박하여 경비 인대 결합부에 통증이 발생하는지를 관찰하는 검사법

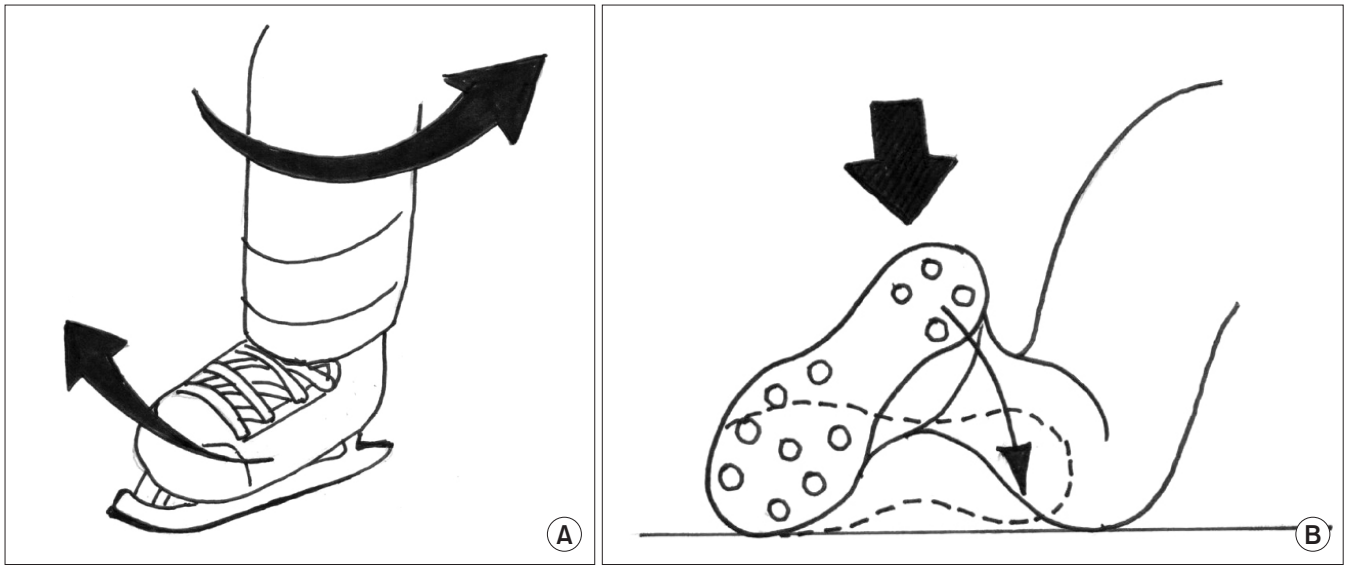


Figure 1. The mechanism of syndesmotic injury is described. (A) A direct blow down to the leg of a football player external rotates the ankle to give syndesmotic injury. (B) External rotating force is applied to the ankle of an ice hockey player when the player's foot is planted and the knee internal rotated.

이다. 외회전 부하 검사법이 하퇴부 압박검사법보다 신뢰도가 높은 검사법으로 알려져 있고 하퇴부 압박검사법은 예후를 예측하는데 좀 더 유용한 것으로 알려져 있다.[23] 그러나 Han 등[23]은 경비 인대 결합 손상을 진단할 수 있는 8가지의 신체검사법을 분석하였는데, 정확하게 경비 인대 결합 손상을 진단할 수 있는 한 가지 방법은 없었다고 발표하였다. 또한 만성 손상의 경우 신체검사를 통한 진단이 어려워 영상의학적 검사 방법의 도움이 필요하다.[21,23]

2. 영상의학적 검사

경비 인대 결합 손상의 영상의학적 검사는 양측의 체중부하(가능한 정도) 상태에서의 족관절 전후방 및 측면 방사선 사진, 격자상(mortise) 사진 및 경비골 전장 전후방 및 측면 사진이 필요하다.[19,20,24] Harper와 Keller[20]는 원위 경비 관절의 이개를 평가하기 위한 방사선상 지표를 제시하였는데 경골-비골 간격(tibiofibular clear space), 경골-비골 중복(tibiofibular overlap), 내측 경골-거골 관절 간격(medial tibiotalar clear space)이 이용된다. 경골-비골 간격은 전후방 방사선 사진에서 관절면의 1 cm 상방에서 측정하는데 후방과의 외측면과 비골의 내측면 사이의 간격을 말한다. 정상적으로 경비 인대 결합 손상이 없다면 6 mm 이내이며 이 지표가 가장 신뢰할 만한 것으로 알려져 있다. 경골-비골 중복은 전후방 방사선 검사에서 경골의 전외측 부분과 비골의 내측면 사이의 겹치게 되는 부분을 관절면의 1 cm 상방에서 측정하며 6 mm 이상일 때를 정상으로 판정한다(Fig. 2). 내측 경골-거골 관절 간격은 격자상에서 내측과의 외측면과 거골의 내측면 사이의 간격을 의미하며 정상에서는 상방 관절 간격과 같거나 약간 적어야 하며, 간격이 4 mm 이상일 때는 거골의 비정상적인 외측 전위를 의미하며 삼각인대 손상을 의심할 수 있다.[19,20]

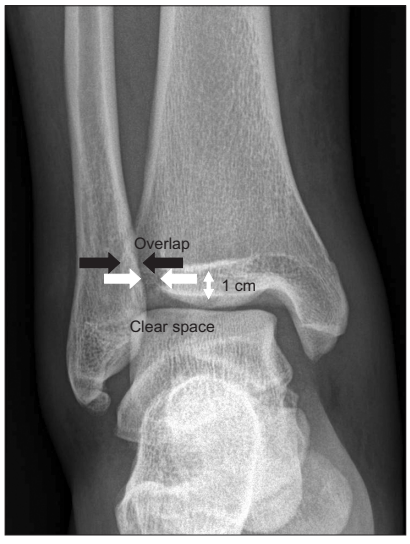


Figure 2. Tibiofibular overlap (black arrows) and tibiofibular clear space (white arrows) is measured 1 cm proximal to the tibial planfond. Normal distal tibiofibular joint relationship includes overlap of more than 6 mm and tibiofibular clear space of less than 6 mm.

경비 인대 결합 손상이 임상적으로 의심되지만 단순 방사선 사진에서 발견되지 않는 경우 관절 내 국소 마취제 주사 후 외회전 부하 방사선 검사를 실시하여 경골-비골 간격이나 내측 경골-거골 관절 간격이 증가하는지 관찰할 수 있다.[7] 또한 컴퓨터 단층촬영(computed tomography, CT) 검사를 통해 단순 방사선 검사에서 보이지 않는 2~3 mm의 이개를 발견할 수 있고, MRI 검사는 높은 민감도와 특이도를 보이는 검사 방법이다.[19-24] 한편 족관절 조영술 검사를 이용해 경골과 비골 사이에 조영제가 유출되어 1 cm 이상 올라가면 경비 인대 결합 손상을 진단할 수 있으나 비교적 침습적인 방법이어서 점차 사용이 줄어들고 있다.[9] 한편 Lee 등[21]은 초음파를 이용하여 전하 경비 인대의 손상 여부를 직접 관찰할 수 있고 경골과 비골 사이의 거리를 측정하여 경비 인대 결합 손상을 진단할 수 있음을 발표하였다.

치 료

van Dijk 등[2]은 문헌고찰을 통해 경비 인대 결합 손상 중 골간인대 손상의 여부에 상관 없이 삼각인대 손상이 없다면 비수술적 치료가 가능함을 설명하였다. 반면 삼각인대 손상과 동반된 전하 경비 인대 손상은 수술적 치료가 필요하다고 발표하였다. 일반적으로 안정성(stability)을 기준으로, 불안정한 경비 인대 결합 손상은 수술적 치료를 하고 안정적인 손상은 비수술적인 치료를 하는 것이 원칙이며 확실하지 않은 경우 반복적인 체중부하 방사선 검사나 부하 방사선 검사를 통해 확인하는 것이 필요하다.[25,26]

1. 비수술적 치료

삼각인대 손상이 없는 1단계(안정성) 손상의 치료는 먼저 1~3주간 환자의 증상의 정도에 따라 단하지 깁스 등으로 고정한다. 환자의 통증 경감을 위해 목발을 이 기간 동안 사용할 것을 권한다. 3주 후에는 단하지 깁스를 풀고 발목 고정 보조기 착용하에 일반 신발 착용을 허용한다.[6] 이 시기에 물리치료를 시작한다. 물리치료는 3~6주간 처음에는 수동적 관절 운동부터 시작하여 능동적 관절 운동과 근력 강화 운동을 하고 염증을 줄이고 빠른 회복을 위해 초음파, 전기자극 치료 등을 병행한다.[6,23] 환측의 족저 굴곡력, 족배 굴곡력, 내번력, 외번력이 정상측과 비교하여 80% 이상 도달했다면 점차적으로 고유 수용 감각 운동과 플라이오메트릭 운동(plyometric exercise)과 같은 각각의 스포츠에 맞는 운동을 시작한다. 운동 선수의 경우 1단계(안정성) 손상의 경우 운동 복귀는 4~8주 후에 가능할 것이다.[6]

일반 방사선 검사에서 이개가 발견되지 않으나 부하 방사선 검사나 MRI 검사 등에서 이개가 발견되며 삼각인대 손상을 동반한 2단계 손상의 경우 치료에 논란이 있다. 4~6주간 비체중부하 단하지 깁스 치료를 하는 비수술적 치료 방법이 있지만, 이때 비골이

경골의 비골 구에 정확하게 정복되지 않은 상태에서 깁스를 적용하면 후에 관절 강직이나 불안정성의 원인이 될 수 있다. 깁스 적용 시 족관절을 중립위에서 약간 내회전하여 적용하는데 이는 거골 체부의 전방 부위가 비골을 외측으로 밀어내어 경비 관절의 이개를 증가시키는 것을 방지하기 위함이다.[2,3,6,18]

2. 수술적 치료

경골-비골 간격의 이개를 보이고 내측 관절 간격의 증가를 보이는 3단계 손상의 경우 수술적 치료가 필요하다. 한편 잠재성 이개를 보이는 2단계 경비 인대 결합 손상의 경우 논란이 있으나 보다 적극적으로 수술하여 추후 불안정성이나 만성 통증을 방지해야 한다는 주장이 있다.[9] 수술적 방법으로는 금속 나사를 이용하여 경골과 비골을 고정하는 방법과 TightRope (Arthrex Inc., Naples, FL, USA)를 이용한 고정 방법이 있다.[27-29] 또한 K-강선(Kirschner wire), staple, 환 강선(cerclage wire)을 이용한 방법들도 소개되었다.[6]

1) 나사 고정술

나사 고정술은 가장 많이 사용되고 있는 방법으로 나사 고정을 통해 일시적으로 경골-비골 사이의 해부학적 위치를 유지하여 손상된 인대들이 치유될 수 있도록 한다. 하지만 경골-비골 사이의 골결합(synostosis)이나 골형성(ossification) 등의 합병증이 발생할 수 있고 족관절 배굴 운동을 제한할 수 있으며 경골-거골 사이의 운동 제한으로 체중의 정상적인 전달(load distribution)을 저해할 수 있다.[27,30] 나사 고정술에 관하여 몇 가지 논란이 되는 것은 나사의 크기와 종류, 고정하는 피질골의 수, 고정하는 위치, 체중부하 시기 및 제거 시기 등이다.[4,9] 문헌에는 3.5 mm와 4.5 mm 나사못 고정 방법들이 소개되었고 사체실험(cadaveric study)을 통해서 두 나사못을 비교하였는데, 큰 직경의 나사가 전단력(shear stress)에 대해 더 잘 견디는 것으로 나타났으나 임상적으로 더 유리한지는 밝혀지지 않았다.[31] 4개의 피질골을 고정하는 경우 더 강하고 안정적이지만 나사못 파손의 가능성이 높고 나사못 머리가 돌출되는 경우가 많다. 3개의 피질골을 고정하는 경우 좀 더 생리적인 운동이 허용되고 나사못 파손은 적지만 나사못 주변의 골용해가 일어날 수 있다. Heim 등[27]은 3개의 피질골을 고정한 경우 91%에서 나사못 주변 골용해가 일어났음을 보고하였다. 한편 나사못이 파손된 경우 4개 피질골을 고정한 경우 반대측 피질골 부위에서 파손된 나사못을 제거하기가 용이하다. 사체 연구 및 임상 연구에서 3개 혹은 4개의 피질골을 고정하는 것 사이에 큰 차이는 없는 것으로 발표되었다.[32] 경비 결합 인대가 회복된 경우에는 나사못을 제거해야 정상 운동을 회복할 수 있는데, 따라서 제거가 필요 없는 생체흡수성 나사가 소개되어 사용되고 있다.[33,34] 그러나 금속 나사에 비해 강도가 떨어지고 염증 반응, 나사못 파손이 나타날 수 있는 단점이 있다. 생체 흡수성 나사를 사용해 우수한 결과들이 보고되었으나 금속 나사와 비교하여서는 차이가 없었다는 발표도 있다.[28,34] 나사를 고정할 때의 족관절 위치에 관하여는 거골의 전방이 후방보다 넓으므로 족저 굴곡한 상태에서 고정하는 경우 운동 제한의 원인이 되므로 최대한 족배 굴곡한 상태에서 고정해야 한다는 주장이 있었다. 그러나 족배 굴곡한 상태에서는 오히려 경비 인대 결합의 정복을 방해할 수 있다는 보고도 있고, 족저 굴곡한 상태에서는 너무 많이 조여질 가능성이 있으므로 족관절의 중립위에서 고정하는 방법이 추천되고 있다.[34] 나사를 고정하는 방법에 대하여는 비골이 경골의 후외방에 위치하게 때문에 경골의 관절면과 평행하게 30도 전방을 향하여 고정한다.[4,9,35] 삽입 위치는 관절면에서 2~3.5 cm 근위부에서 삽입하는 것이 추천되며 너무 근위부에서 고정하는 경우 비골이 변형되면서 관절 내 격자상(mortise)이 더 벌어질 수 있다. 나사의 제거에 관하여는 van den Bekerom 등[17]은 4개의 피질골을 고정한 경우 6~8주에 제거할 것을 추천하였지만 3개의 피질골을 고정한 경우에는 나사로 인한 불편함이나 증상이 생긴 경우에만 선택적으로 제거할 것을 추천하였다. 4개의 피질골을 고정한 경우 나사못을 제거하기 전에 미리 체중부하를 허용할 경우 나사못 파손의 가능성이 높고 너무 일찍 제거하는 경우 경비 인대 결합 이개가 다시 발생할 수 있다.[22] 따라서 고정 후 12주에 제거하고 체중부하를 허용해야 한다는 주장이 있다. 반면 3개의 피질골을 고정한 경우 나사 제거 전에 체중부하를 허용하면 나사의 파손보다는 나사 주변 골용해가 발생하고 나사가 뒤로 나와 피부를 자극할 수 있다. 3개의 피질골을 고정하고 좀 더 일찍 체중부하를 허용하며 혹시 나사의 피부 자극이나 나사로 인한 불편함이 있는 경우에만 제거하면 된다는 주장이 있다.

2) Suture button 고정술

TightRope 등을 이용한 suture button 고정술은 2차적인 제거술이 필요 없다는 장점과 조기 보행이 가능하고 경골-비골 관절 사이에 미세 운동이 가능하여 보다 생역학적이라는 장점이 있다. 그러나 고정력이 나사 고정술보다 약할 수 있다. 최근까지의 발표된 논문을 고찰해보면 경비 인대 결합 단독 손상에서 suture button 고정술이 나사 고정술보다 열등하다는 논문은 없다. Naqvi 등[29]은 46명의 경비 인대 결합 손상 환자에서 23명은 나사 고정술을, 23명은 suture button 고정술을 시행한 후 CT 검사를 시행하였을 때, 나사 고정술의 경우 5명의 환자에 비골이 거골의 비골구에 정확히 정복되어 있지 않았지만 suture button 고정술의 경우 모든 예에서 정복되어 있었음을 보고하였다. Suture button 고정술이 경비 인대 결합 손상의 가장 좋은 치료 방법인지에 대하여는 좀 더 장기적인 연구 결과들이 있어야 할 것으로 생각된다.

3. 만성 경비 인대 결합 손상의 치료

6개월 이상 경과된 만성 경비 인대 결합 손상의 경우 증상이 지속된다면 관절경을 이용한 충돌 조직 제거술, 나사 고정술, 해부학

적 경비 인대 재건술, 경비관절 유합술 등의 수술적 치료가 필요하다. Parlamas 등[36]은 문헌고찰에서 만성 경비 인대 결합 손상에 대한 여러 수술 방법들 중에 어느 한 가지가 다른 것보다 더 우수하다는 증거는 없다고 밝혔다. 환자의 손상의 정도와 증상에 맞게 수술 방법을 선택해야 하고, 한 가지 혹은 여러 가지의 수술 방법을 함께 사용해야 하는 경우도 있다. 경비 결합 나사 고정술은 가장 많이 사용되는 방법으로 관절경술이나 해부학적 경비 인대 재건술과 함께 시행되는 경우가 많다. Yasui 등[37]은 자가 박근건(gracilis tendon)을 이용한 전하 경비 인대 재건술 및 나사 고정술로 우수한 결과를 보고하였다. 한편 Zamzami와 Zamzam[38]은 관절경을 이용한 충돌 조직 제거술과 자가 반건양근건(semi-tendinosus tendon)을 이용한 재건술로 우수한 결과를 보고하였다. 한편, Han 등[23]은 만성 경비 인대 결합 손상에서 족관절 내측 불안정성이나 거골의 외측 전위가 없다면 재건술이나 나사 고정술 없이 관절경을 이용하여 통증을 일으키는 과증식 및 충돌 조직을 제거하는 방법이 효과적이라고 발표하였다. 한편, Olson 등[39]은 족관절에 관절염이 시작된 만성 경비 인대 결합 손상의 경우 비골을 경골에 대하여 지연 정복한 후에 경비 관절을 유합하는 방법으로 10명의 환자를 치료하였고 평균 41개월 추시에서 모든 환자들이 만족하였고 관절염의 진행은 없었으며 족관절 유합술을 시행한 경우는 없었음을 보고하였다.

결 론

족관절 골절을 동반하지 않은 경비 인대 결합 단독 손상은 단순 방사선 검사에서 경비 인대의 이개가 나타나지 않는 경우 진단하기 어려운 경우가 많다. 만약 조기에 진단하여 치료하지 못하는 경우 연부조직 충돌로 인한 지속적인 통증과 족관절 불안정성을 초래할 수 있으며 관절 격자의 유지에 이상을 일으켜 족관절 관절염으로 진행할 수 있다. 따라서, 족관절 염좌를 수상한 환자를 진료할 때 반드시 경비 인대 결합 손상을 의심하는 것이 필요하며 적절한 진단과 치료가 필요하다.

REFERENCES

1. van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, Florio P, Maltese L, Ciuffreda M, et al. *Classification and diagnosis of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24:1200-16.*
2. van Dijk CN, Longo UG, Loppini M, Florio P, Maltese L, Ciuffreda M, et al. *Conservative and surgical management of acute isolated syndesmotic injuries: ESSKA-AFAS consensus and guidelines. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24:1217-27.*
3. Hopkinson WJ, St Pierre P, Ryan JB, Wheeler JH. *Syndesmosis sprains of the ankle. Foot Ankle. 1990;10:325-30.*
4. Gwak HC, Kwon YW. *Ankle syndesmotic injury. J Korean Foot Ankle Soc. 2011;15:187-94.*
5. Zalavras C, Thordarson D. *Ankle syndesmotic injury. J Am Acad Orthop Surg. 2007;15:330-9.*
6. Miller TL, Skalak T. *Evaluation and treatment recommendations for acute injuries to the ankle syndesmosis without associated fracture. Sports Med. 2014;44:179-88.*
7. Edwards GS Jr, DeLee JC. *Ankle diastasis without fracture. Foot Ankle. 1984;4:305-12.*
8. Frick H. *Diagnosis, therapy and results of acute instability of the syndesmosis of the upper ankle joint (isolated anterior rupture of the syndesmosis). Orthopade. 1986;15:423-6.*
9. Lee KB. *Ankle syndesmotic injury. J Korean Fract Soc. 2007;20:282-90.*
10. Gerber JP, Williams GN, Scoville CR, Arciero RA, Taylor DC. *Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective examination of an athletic population. Foot Ankle Int. 1998;19:653-60.*
11. Ogilvie-Harris DJ, Gilbart MK, Chorney K. *Chronic pain following ankle sprains in athletes: the role of arthroscopic surgery. Arthroscopy. 1997;13:564-74.*
12. Van Heest TJ, Lafferty PM. *Injuries to the ankle syndesmosis. J Bone Joint Surg Am. 2014;96:603-13.*
13. Ostrum RF, De Meo P, Subramanian R. *A critical analysis of the anterior-posterior radiographic anatomy of the ankle syndesmosis. Foot Ankle Int. 1995;16:128-31.*
14. Rammelt S, Zwipp H, Grass R. *Injuries to the distal tibiofibular syndesmosis: an evidence-based approach to acute and chronic lesions. Foot Ankle Clin. 2008;13:611-33.*
15. Degroot H, Al-Omari AA, El Ghazaly SA. *Outcomes of suture button repair of the distal tibiofibular syndesmosis. Foot Ankle Int. 2011;32:250-6.*
16. Sikka RS, Fetzer GB, Sugarman E, Wright RW, Fritts H, Boyd JL, et al. *Correlating MRI findings with disability in syndesmotic sprains of NFL players. Foot Ankle Int. 2012;33:371-8.*
17. van den Bekerom MP, de Leeuw PA, van Dijk CN. *Delayed operative treatment of syndesmotic instability. Current concepts review. Injury. 2009;40:1137-42.*
18. Espinosa N, Smerek JP, Myerson MS. *Acute and chronic syndesmosis injuries: pathomechanisms, diagnosis and management. Foot Ankle Clin. 2006;11:639-57.*
19. Ebraheim NA, Lu J, Yang H, Mekhail AO, Yeasting RA. *Radiographic and CT evaluation of tibiofibular syndesmotic diastasis: a cadaver study. Foot Ankle Int. 1997;18:693-8.*
20. Harper MC, Keller TS. *A radiographic evaluation of the tibiofibular syndesmosis. Foot Ankle. 1989;10:156-60.*
21. Lee HS, Park SS, Kim JW, Shin MJ, Kim SM, Lee SH, et al. *Diagnostic value of ultrasonography for acute tear of tibiofibular syndesmosis in ankle. J Korean Foot Ankle Soc. 2004;8:1-6.*
22. Reckling FW, McNamara GR, DeSmet AA. *Problems in the diagnosis and treatment of ankle injuries. J Trauma. 1981;21:943-50.*
23. 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.*
24. Vogl TJ, Hochmuth K, Diebold T, Lubrich J, Hofmann R,

Stöckle U, et al. *Magnetic resonance imaging in the diagnosis of acute injured distal tibiofibular syndesmosis. Invest Radiol. 1997;32:401-9.*
25. Magan A, Golano P, Maffulli N, Khanduja V. *Evaluation and management of injuries of the tibiofibular syndesmosis. Br Med Bull. 2014;111:101-15.*
26. Ogilvie-Harris DJ, Reed SC. *Disruption of the ankle syndesmosis: diagnosis and treatment by arthroscopic surgery. Arthroscopy. 1994;10:561-8.*
27. Heim D, Schmidlin V, Ziviello O. *Do type B malleolar fractures need a positioning screw? Injury. 2002;33:729-34.*
28. Kaukonen JP, Lamberg T, Korkala O, Pajarinen J. *Fixation of syndesmotic ruptures in 38 patients with a malleolar fracture: a randomized study comparing a metallic and a bioabsorbable screw. J Orthop Trauma. 2005;19:392-5.*
29. Naqvi GA, Cunningham P, Lynch B, Galvin R, Awan N. *Fixation of ankle syndesmotic injuries: comparison of tightrope fixation and syndesmotic screw fixation for accuracy of syndesmotic reduction. Am J Sports Med. 2012;40:2828-35.*
30. Needleman RL, Skrade DA, Stiehl JB. *Effect of the syndesmotic screw on ankle motion. Foot Ankle. 1989;10:17-24.*
31. Thompson MC, Gesink D, Hamson K. *Biomechanical evaluation of syndesmosis fixation with 3.5- and 4.5-millimeter stainless steel screws. J Orthop Trauma. 2000;14:144.*
32. Kukreti S, Faraj A, Miles JN. *Does position of syndesmotic screw affect functional and radiological outcome in ankle fractures? Injury. 2005;36:1121-4.*
33. Sinisaari IP, Lüthje PM, Mikkonen RH. *Ruptured tibio-fibular syndesmosis: comparison study of metallic to bioabsorbable fixation. Foot Ankle Int. 2002;23:744-8.*
34. Thordarson DB, Hedman TP, Gross D, Magre G. *Biomechanical evaluation of polylactide absorbable screws used for syndesmosis injury repair. Foot Ankle Int. 1997;18:622-7.*
35. van den Bekerom MP, Hogervorst M, Bolhuis HW, van Dijk CN. *Operative aspects of the syndesmotic screw: review of current concepts. Injury. 2008;39:491-8.*
36. Parlamas G, Hannon CP, Murawski CD, Smyth NA, Ma Y, Kerkhoffs GM, et al. *Treatment of chronic syndesmotic injury: a systematic review and meta-analysis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2013;21:1931-9.*
37. Yasui Y, Takao M, Miyamoto W, Innami K, Matsushita T. *Anatomical reconstruction of the anterior inferior tibiofibular ligament for chronic disruption of the distal tibiofibular syndesmosis. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011;19:691-5.*
38. Zamzami MM, Zamzam MM. *Chronic isolated distal tibiofibular syndesmotic disruption: diagnosis and management. Foot Ankle Surg. 2009;15:14-9.*
39. Olson KM, Dairyko GH Jr, Toolan BC. *Salvage of chronic instability of the syndesmosis with distal tibiofibular arthrodesis: functional and radiographic results. J Bone Joint Surg Am. 2011;93:66-72.*