



외측 발목 불안정성을 치료하지 않으면 어떻게 되는가

우승훈, 정형진*

부산대학교 의과대학 양산부산대학교병원 정형외과학교실, *인제대학교 의과대학 상계백병원 정형외과학교실

What Happens without Treating Chronic Lateral Ankle Instability

Seung Hun Woo, Hyung-Jin Chung*

Department of Orthopedic Surgery, Pusan National University Yangsan Hospital, Pusan National University School of Medicine, Yangsan, *Department of Orthopedic Surgery, Sanggye Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Seoul, Korea

The term chronic lateral ankle instability (CLAI) embraces a spectrum of conditions that involve functional and mechanical instability, both in athletes and lower-demand patients. The hallmarks of CLAI are recurrent sprains, persistent pain, and repeated episodes of the ankle giving way. CLAI is the main complication of acute ankle sprains, which can cause discomfort in daily and sports activity. Approximately 10% to 30% of patients with acute ligament ruptures will develop chronic instability over the course of a year from the index injury. An accurate diagnostic approach and successful treatment plan should be established based on a comprehensive understanding of the concept of functional and mechanical instability. Unfortunately, the optimal modality for the management of CLAI is unclear. Even after conservative treatment or surgical intervention, it could result in degenerative changes to the ankle joint in the long term. Thus far, the incidence of ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis was reported to be 13% to 78%. The mean latency time between injury and osteoarthritis was at least 10 to 34.3 years. CLAI is an important pathological condition that can cause discomfort or dysfunction in daily activity in the short term, resulting in joint destruction in the long term. Therefore, it is important to understand the various complications that can occur when CLAI is not treated properly.

Key Words: Ankle, Joint instability, Chronic, Complications

서 론

발목 염좌는 가장 흔한 근골격계 스포츠 손상으로 미국에서는 하루에 약 25,000~30,000명의 유병률을 보이며 전체 스포츠 손상의 약 15%~25% 정도를 차지하는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 전체 스포츠 손상 중 약 40%가 발목 부위를 침범하며²⁾ 이는 응급실 전체 환자의 약 7%~10% 정도에 해당한다.¹⁾ 대한민국의 발목 염좌에 대한 정확한 통계는 발표되지 않았지만 다른 나라와 크게 다르지 않을 것

로 추측할 수 있다. 급성 외측 발목 염좌의 경우 보존적 치료를 통해 70%~80%에서 좋은 결과를 얻을 수 있지만 10%~30%에서는 재손상이나 이로 인한 지속적인 증상을 일컫는 만성 외측 발목 불안정성(chronic lateral ankle instability)으로 이행되는 것으로 알려져 있다.³⁾ 또한 염좌 시 동반될 수 있는 비골건 손상, 족관절 골연골 골절 또는 활액막 손상, 내측 인대 손상, 경비골 인대결합부 손상, 발목 주위 신경 건인 손상 등으로 인한 만성 통증이 발생할 수도 있어 주의해야 한다.^{4,5)} 이처럼 급성 발목 염좌는 아주 흔한 손상이며 반수 이상에서 보존적 치료로 좋은 결과를 얻을 수 있으나 약 20%~30%에서는 보존적 치료 이후에도 동반 손상이나 재손상으로 인한 만성 불안정성 등의 후유증이 남을 수 있으며 일부에서는 잠재적 불안정성 발생률을 약 70%까지 보고한 바 있어⁶⁾ 급성 손상에 대한 적절한 초기 치료와 재활의 예방은 만성 불안정성을 방지하기 위해 매우 중요하다. 그러나 아직까지도 급성 족관절 염좌는 대수롭지 않은 질환으로 간주되는 경향이 있으며 제대로 된 치료를 받지 못하여 만성 불안

Received December 19, 2020 Revised January 19, 2021

Accepted January 19, 2021

Corresponding Author: Hyung-Jin Chung

Department of Orthopedic Surgery, Inje University Sanggye Paik Hospital, 1342

Dongil-ro, Nowon-gu, Seoul 01757, Korea

Tel: 82-2-950-1399, Fax: 82-2-950-1398, E-mail: orthoman@paik.ac.kr

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7745-7194>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2021 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.

정성으로 이행되는 경우가 많다.

초기 염좌의 심한 정도나 발생 이후 적극적 재활치료 유무가 만성 불안정성의 잔존 여부에 영향을 줄 수는 있을 것으로 생각되나 오히려 급성 염좌의 예후와 관련된 체계적 고찰에서 염좌 당시의 등급은 예후와는 관련이 없는 것으로 나타났으며 염좌 수상 전 스포츠 활동 수준이 낮을수록 예후가 나쁜 것으로 나타났다.⁷⁾ 또한 전신적 인대 이완, 염좌 후 강도 높은 훈련 프로그램, 비골근 근력 및 해부학적 이상, 고유 감각의 이상, 후족부 외반 변형, 요측과 같은 역학적 불균형 등이 밝혀져 있는 급성 염좌의 비교적 명확한 위험인자이다. 만성 외측 불안정성 환자의 60% 정도는 근무에 상당한 지장이 있거나 추가적인 기능 저하의 위험성이 존재하는 것으로 알려져 있으며 지속적인 불안정성으로 인한 만성 통증이나 근력 쇠약 등의 기능적 부진 및 장기적으로는 족관절 관절염까지 초래할 수 있다. 만성 외측 불안정성의 진행으로 인한 족관절 관절염 발생률은 13%에서 78%까지 매우 다양하게 보고되고 있는데 이는 관절의 정적 안정화 구조물의 기능 부진으로 인한 반복적 손상에 의해 발생하는 것으로 생각되며 장기적으로 예측할 수 있는 중요한 후유증 중 하나이다.^{8,9)} 따라서 만성 불안정성의 경우 급성 염좌와 달리 일정 기간의 보존적 치료에도 효과가 없는 경우 수술적 치료를 고려해야 한다.¹⁾

족관절의 만성 외측 불안정성은 단기적으로는 일상생활의 불편감이나 기능부전을 야기하고 장기적으로는 관절의 파괴를 초래할 수 있는 중요한 병적 상태이므로 이를 적절히 치료하지 않았을 때 발생할 수 있는 여러 가지 합병증에 대해서 이해하는 것이 중요할 것으로 생각된다. 본문에서는 현재까지 보고된 문헌들을 토대로 외측 발목 불안정성을 치료하지 않으면 발생할 수 있는 합병증에 대해 기술하고자 한다.

본 론

만성 외측 족관절 불안정성은 기계적 불안정성(mechanical instability)과 기능적 불안정성(functional instability)으로 분류된다.^{10,11)} 만성 외측 족관절 불안정성은 운동선수 및 일반 환자 모두에서 기계적 및 기능적 불안정성을 수반하는 다양한 조건을 포함하는 것을 통칭하며¹²⁾ 재발성 염좌(recurrent sprains), 지속적인 통증(persistent pain) 및 반복적인 족관절의 주관적인 불안감 호소 삽화(repeated episodes of ankle giving way)가 만성 외측 족관절 불안정성의 특징이다.¹³⁾

기계적 불안정성은 관절의 정적 안정화 구조물인 인대의 손상 이후 발생한 인대 이완에 의한 불안정성으로 구조적인 결함을 뜻한다. 기능적 불안정성은 Freeman¹⁴⁾에 의해 처음 언급된 바 있으며 급성 염좌 시 손상된 고유수용감각(proprioception)의 불완전한 회복에 의해 관절의 불안정성을 느끼며 반복적인 족관절 염좌가 발생하는 현상을 의미한다.¹⁵⁾ 이 두 가지 분류는 상호 배타적이지 않고 만성 외측 족관절 불안정성의 원인으로 공존이 가능하다.

기계적 불안정성은 족관절의 정적 안정화 구조물인 외측 인대의 구조적 결함에 의한 것으로 신체 검사 또는 스트레스 방사선 사진을 이용하여 객관적으로 확인이 가능하다.¹⁶⁾ 반면 기능적 불안정성은 환자의 주관적인 불안정성과 관련된 느낌을 반영하는 것으로 병력 청취에서 환자가 주관적인 발목의 불안정한 느낌(giving-way sensation)을 호소하게 되는데 이와 관련된 요인으로는 근력 약화, 고유수용감각의 회복 부진 등이 있으며 기계적 불안정성은 동반되거나 혹은 동반되지 않을 수도 있다.¹⁾ 검사 방법에는 논란이 있으나 눈을 감고 손을 모은 후 한 발로 서서 균형 유지가 가능한지 확인하는 modified Romberg test나 각종 기계를 이용한 체간 균형 검사(postural stability test) 등이 있다.

환자가 내원하였을 때 외측 염좌의 직접적인 원인이 될 수 있는 내재적 요인들(중족부 요측, 후족부 내반 변형 및 전신 이완[generalized laxity])에 대한 확인이 필요하며 이 요인들이 기계적 결함(병적 전신 이완, 퇴행성 또는 활액막 변화)과 기능적 결핍(신경근육성 장애, 고유감각 이상)과 함께 존재하는 경우 만성 족관절 불안정성의 큰 위험 요인이 될 수 있다.¹⁷⁾

이러한 만성 족관절 외측 불안정성에 대한 최적화된 치료 방법은 아직까지 불분명하며 다양한 보존적, 수술적 치료 방법이 공존하는 상태로¹³⁾ 여러 연구에서 언급되었듯이 보존적 치료가 실패하였을 때 수술적 치료를 고려하는 것이 원칙이나 만성 족관절 외측 불안정성에 대한 기능적 재활의 결과를 보고한 연구는 많지 않다. 보존적 치료에는 약물 치료, 물리 치료, 비골건 강화 운동, 고유수용감각 훈련, 뒤꿈치 외측 썩기(lateral heel wedge) 또는 테이핑 및 보조기 착용 등이 있으며 기계적 불안정성이 동반되지 않은 기능적 불안정성의 경우 이러한 방법을 시행하는 것이 적절한 치료법으로 판단된다.^{18,19)} 보존적 치료는 관절가동운동(range of motion exercise), 근력강화, 균형감각 및 기능적 운동의 4단계로 정립된 상태로 수술적 치료를 선택하기 전 최소 6주~3개월간 실시하는 것이 원칙이다.²⁰⁾

수술적 치료는 최소한 기계적인 불안정성이 존재하는 경우 적응이 되며 충분한 기간의 비골건 강화 운동 및 고유수용감각 훈련 등의 보존적 치료에도 불구하고 지속적인 불안정성 및 관절 주변의 통증이 존재하는 경우 시행해볼 수 있다.²¹⁾ 수술적 치료 방법에는 비해부학적 재건술, 해부학적 봉합술, 관절경적 수술 및 해부학적 재건술의 다양한 방법이 존재하며 현재까지는 해부학적 봉합술이 비해부학적 재건술에 비해 비복신경 관련 합병증이나 상처관련 합병증에서 뛰어난 것으로 알려져 있다.¹³⁾ 최근에는 관절경을 통한 외측 인대 봉합술이 대두되고 있으며 장기 추시에서도 좋은 결과가 보고되고 있으나²²⁾ 아직까지 외측 인대 수술이 족관절 관절염의 예방에 효과가 있는지는 확실하지 않다. 또한 적절한 수술 방법의 선택 등에 대한 논란이 있어 향후 적절한 대상 환자 수를 가진 무작위 대조 시험(randomized controlled trial) 등이 추가적으로 필요하겠다.¹³⁾ 하지만 만성 족관절 외측 불안정성의 치료는 궁극적으로 적절히 치료

하지 않았을 때 발생할 수 있는 가장 심각한 합병증인 족관절 연골의 손상 즉, 외상성 족관절 관절염의 예방을 주 목적으로 한다는 데에는 이견이 없을 것으로 생각된다.

족관절 관절염의 원인은 원발성 골관절증(primary osteoarthritis) 및 류마티스 관절염 등의 전신성 관절염 등 여러 가지 원인이 있으나 외상 후 골관절염(posttraumatic osteoarthritis)이 70% 이상을 차지하는 주요 원인인 것으로 밝혀져 있다.^{23,24)} 이러한 외상의 원인으로서는 족관절 주위 골절, 거골의 단독 골연골 손상(isolated osteochondral damage of the talar dome) 및 족관절 인대 병변이 있는데 이 중 족관절 인대 병변이 높은 비율을 차지하며,²⁵⁾ 그중에서도 기능적, 생역학적인 여러 인자들로 인해 족관절 내반으로 인한 외측 인대의 손상이 가장 흔하게 발생한다.²⁶⁻²⁸⁾ 족관절 외측 인대의 손상은 적절한 보존적 치료 및 재활에도 불구하고 약 10%~30% 정도는 만성 족관절 불안정성으로 진행하므로²⁹⁾ 만성 족관절 불안정성은 족관절 골관절염의 원인 중 하나로 거론된다.

또한 만성 족관절 불안정성의 원인인 염좌 손상 당시의 외상 및 불안정성으로 인한 반복 손상으로 발생할 수 있는 거골 연골의 손상도 보고된 바 있다. Taga 등³⁰⁾은 관절경을 이용한 연구에서 급성 족관절 염좌 환자의 89%, 만성 족관절 불안정성 환자의 95%에서 연골 손상이 확인된다고 보고하였고 Hintermann 등³¹⁾은 만성 족관절 외측 불안정성 환자의 66%에서 관절경 확인 시 거골 연골 손상이 확인된다고 보고한 바 있다. 만성 불안정성으로 인해 거골의 병적 전위(translation) 및 회전(rotation)이 발생하는데,³²⁾ 불안정성이 심해질수록 거골 연골에 더 심한 손상을 야기할 수 있으며 이러한 불안정성은 관절염 발생 예방에 중요한 역할을 하는 거골 표면 연골층(superficial layer of talar cartilage)을 천천히 망가뜨리는 것으로 알려져 있다.³³⁾ 추가적으로 자기공명영상(magnetic resonance imaging)을 이용한 2014년도 연구에서 기능적 불안정성 또한 족관절 부하의 불균형을 야기하여 연골 손상을 발생시킬 수 있음이 발견되었으며 거골 내측 연골에 주로 손상이 발생하였음을 보고하였다.³⁴⁾

만성 족관절 외측 불안정성은 염좌 전 존재하는 내반성 족관절 변형과도 밀접한 관계가 있을 뿐 아니라 외측 불안정성 자체로 인해 내반성 부정 정렬 족관절 골관절염(varus-malaligned ankle osteoarthritis)이 발생한다. 외측 불안정성으로 인해 족관절 내측부의 스트레스가 증가하여 장기적으로 내반성 족관절 골관절염이 발생할 수 있는데⁹⁾ Hashimoto와 Inokuchi³⁵⁾는 외측 인대 손상 이후 발목의 회내전 및 회외전 변형이 보행 시 발생함을 증명하였고 Noguchi³⁶⁾는 인체 족관절의 3차원 모델에서 외측 인대를 이완시켰을 때 족관절 내측의 스트레스가 증가함을 확인하였다.

만성 족관절 외측 불안정성이 족관절 골관절염의 원인 중 하나인 점에는 대부분 동의함에도 불구하고 그와 관련된 장기 연구는 그리 많이 발표되지는 않은 실정이다. 1979년 Harrington⁸⁾은 36명의 만성 족관절 불안정성 환자를 10년 이상 경과 관찰한 연구에서 대부분

내반성을 보이는 78%의 족관절 골관절염을 발견하였다고 보고한 바 있으며 1994년 Löfvenberg 등⁹⁾은 보존적 치료를 시행한 37명의 만성 족관절 환자를 20년간 경과 관찰하였을 때 13%의 골관절염을 방사선학적으로 확인하였으며 대부분의 손상 인대는 외측이었던 것으로 보고하였다. 하지만 이러한 초기 연구들은 대상자 선정에 있어서 외상의 원인이 일치하지 않고 족관절의 내측, 외측 혹은 내외측 모두 등의 정확한 해부학적 분석이 포함되지 않았다는 취약점이 존재하였다. 2006년 Valderrabano 등³⁷⁾은 인대 손상으로 인한 족관절 골관절염 환자를 대상으로 분석한 결과를 발표하였는데 전체 골관절염 247명의 환자 중 33명(13%)이 인대 손상으로 인한 골관절염으로 나타났다. 원인은 스포츠 활동(55%), 일상생활(36%), 직장 활동(9%)의 순서로 확인되었다. 스포츠 활동 중에서는 축구가 33%로 가장 높은 원인이었으며 28명(85%)의 환자에서 만성 족관절 외측 불안정성이 확인되었다. 만성 족관절 외측 불안정성은 내반성 족관절 골관절염과 연관성을 보였고 인대 손상 이후 관절염과 관련된 증상이 발생하기까지의 잠복기(latency)는 평균적으로 34.3년(6~57년)이 소요되었다. 재발성 염좌 환자에 비해 단일 염좌(single sprain) 환자에서, 보존적 치료를 시행하였던 환자에 비해 인대 재건술을 시행한 환자에서 골관절염 발생까지의 잠복기가 짧았으며 이는 통계적으로 유의하였다($p < 0.05$).³⁷⁾ 발표된 연구의 수가 적어 정확하게 단정할 수는 없지만 만성 족관절 외측 염좌에 대한 보존적 혹은 수술적 치료 이후에도 약 13%~78%에서 관절염이 발생하였으며 외측 인대 손상 이후 주로 족관절 내측 골관절염이 발생하는 경향을 보였다. 골관절염 발생 기간도 다양하게 보고되어 최소 10년 이상부터 34년까지의 보고가 존재하였다.^{8,9,37)}

결론

만성 족관절 불안정성과 족관절 골관절염의 발생과는 밀접한 관련이 있으며 관절염과 관련된 증상이 나타나는 잠복기가 길어 향후 다기관, 전향적인 장기 추시 결과 분석이 필수적이다. 그리고 만성 족관절 외측 불안정성을 진단받은 환자에서 보존적 치료에도 기계적 불안정성과 함께 관절 주위 증상이 호전되지 않는 경우 향후 발생할 수 있는 골관절염을 예방하기 위해 수술적 치료를 고려할 필요가 있을 것으로 생각된다.

ORCID

Seung Hun Woo, <https://orcid.org/0000-0002-9765-8057>

REFERENCES

1. DiGiovanni CW, Brodsky A. Current concepts: lateral ankle instability.

- Foot Ankle Int. 2006;27:854-66. doi: 10.1177/107110070602701019.
2. Colville MR. Surgical treatment of the unstable ankle. *J Am Acad Orthop Surg.* 1998;6:368-77. doi: 10.5435/00124635-199811000-00005.
 3. Hubbard TJ. Ligament laxity following inversion injury with and without chronic ankle instability. *Foot Ankle Int.* 2008;29:305-11. doi: 10.3113/FAL.2008.0305.
 4. O'Neill PJ, Parks BG, Walsh R, Simmons LM, Miller SD. Excursion and strain of the superficial peroneal nerve during inversion ankle sprain. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:979-86. doi: 10.2106/JBJS.F.00440.
 5. Park YH, Kim HJ. Conservative management and postoperative rehabilitation of chronic lateral ankle instability. *J Korean Foot Ankle Soc.* 2019;23:6-11. doi: 10.14193/jkfas.2019.23.1.6.
 6. Yeung MS, Chan KM, So CH, Yuan WY. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* 1994;28:112-6. doi: 10.1136/bjism.28.2.112.
 7. van Rijn RM, van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review. *Am J Med.* 2008;121:324-31.e6.
 8. Harrington KD. Degenerative arthritis of the ankle secondary to long-standing lateral ligament instability. *J Bone Joint Surg Am.* 1979;61:354-61.
 9. Löfvenberg R, Kärrholm J, Lund B. The outcome of nonoperated patients with chronic lateral instability of the ankle: a 20-year follow-up study. *Foot Ankle Int.* 1994;15:165-9. doi: 10.1177/107110079401500401.
 10. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional and mechanical instability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1985;6:180-2. doi: 10.1055/s-2008-1025836.
 11. Bernier JN, Perrin DH, Rijke A. Effect of unilateral functional instability of the ankle on postural sway and inversion and eversion strength. *J Athl Train.* 1997;32:226-32.
 12. Ferran NA, Oliva F, Maffulli N. Ankle instability. *Sports Med Arthrosc Rev.* 2009;17:139-45. doi: 10.1097/JSA.0b013e3181a3d790.
 13. Aicale R, Maffulli N. Chronic lateral ankle instability: topical review. *Foot Ankle Int.* 2020;41:1571-81. doi: 10.1177/1071100720962803.
 14. Freeman MA. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br.* 1965;47:669-77. doi: 10.1302/0301-620X.47B4.669.
 15. Richie DH Jr. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. *J Foot Ankle Surg.* 2001;40:240-51. doi: 10.1016/s1067-2516(01)80025-9.
 16. Karlsson J, Eriksson BI, Swärd L. Early functional treatment for acute ligament injuries of the ankle joint. *Scand J Med Sci Sports.* 1996;6:341-5. doi: 10.1111/j.1600-0838.1996.tb00104.x.
 17. Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train.* 2002;37:364-75.
 18. Maffulli N, Ferran NA. Management of acute and chronic ankle instability. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16:608-15. doi: 10.5435/00124635-200810000-00006.
 19. Ajis A, Maffulli N. Conservative management of chronic ankle instability. *Foot Ankle Clin.* 2006;11:531-7. doi: 10.1016/j.fcl.2006.07.004.
 20. Donovan L, Hertel J. A new paradigm for rehabilitation of patients with chronic ankle instability. *Phys Sportsmed.* 2012;40:41-51. doi: 10.3810/psm.2012.11.1987.
 21. Karlsson J, Lansinger O. [Lateral instability of the ankle joint (I). Non-surgical treatment is the first choice--20 per cent may need ligament surgery]. *Lakartidningen.* 1991;88:1399-402. Swedish.
 22. Allegra F, Boustany SE, Cerza F, Spiezia F, Maffulli N. Arthroscopic anterior talofibular ligament reconstruction in chronic ankle instability: two years results. *Injury.* 2020;51 Suppl 3:S56-62. doi: 10.1016/j.injury.2020.03.054.
 23. Hintermann B, Valderrabano V, Dereymaeker G, Dick W. The HINTEGRA ankle: rationale and short-term results of 122 consecutive ankles. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(424):57-68. doi: 10.1097/01.blo.0000132462.72843.e8.
 24. Valderrabano V, Hintermann B, Dick W. Scandinavian total ankle replacement: a 3.7-year average followup of 65 patients. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(424):47-56. doi: 10.1097/01.blo.0000132245.18548.09.
 25. Mack RP. Ankle injuries in athletics. *Clin Sports Med.* 1982;1:71-84. doi: 10.1016/S0278-5919(20)31509-X.
 26. Garrick JG. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. *Am J Sports Med.* 1977;5:241-2. doi: 10.1177/036354657700500606.
 27. Garrick JG, Requa RK. The epidemiology of foot and ankle injuries in sports. *Clin Podiatr Med Surg.* 1989;6:629-37.
 28. Hølmer P, Søndergaard L, Konradsen L, Nielsen PT, Jørgensen LN. Epidemiology of sprains in the lateral ankle and foot. *Foot Ankle Int.* 1994;15:72-4. doi: 10.1177/107110079401500204.
 29. Karlsson J, Lansinger O. Chronic lateral instability of the ankle in athletes. *Sports Med.* 1993;16:355-65. doi: 10.2165/00007256-199316050-00006.
 30. Taga I, Shino K, Inoue M, Nakata K, Maeda A. Articular cartilage lesions in ankles with lateral ligament injury. An arthroscopic study. *Am J Sports Med.* 1993;21:120-6; discussion 126-7. doi: 10.1177/036354659302100120.
 31. Hintermann B, Boss A, Schäfer D. Arthroscopic findings in patients with chronic ankle instability. *Am J Sports Med.* 2002;30:402-9. doi: 10.1177/03635465020300031601.
 32. Okuda R, Kinoshita M, Morikawa J, Yasuda T, Abe M. Arthroscopic findings in chronic lateral ankle instability: do focal chondral lesions influence the results of ligament reconstruction? *Am J Sports Med.* 2005;33:35-42. doi: 10.1177/0363546504271058.
 33. Treppo S, Koepf H, Quan EC, Cole AA, Kuettner KE, Grodzinsky AJ. Comparison of biomechanical and biochemical properties of cartilage from human knee and ankle pairs. *J Orthop Res.* 2000;18:739-48. doi: 10.1002/jor.1100180510.
 34. Golditz T, Steib S, Pfeifer K, Uder M, Gelse K, Janka R, et al. Functional ankle instability as a risk factor for osteoarthritis: using T2-mapping to analyze early cartilage degeneration in the ankle joint of young athletes. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014;22:1377-85. doi: 10.1016/j.joca.2014.04.029.
 35. Hashimoto T, Inokuchi S. A kinematic study of ankle joint instability due to rupture of the lateral ligaments. *Foot Ankle Int.* 1997;18:729-34. doi: 10.1177/107110079701801109.
 36. Noguchi K. Biomechanical analysis for osteoarthritis of the ankle. *Nihon Seikeigeka Gakkai Zasshi.* 1985;59:215-22.
 37. Valderrabano V, Hintermann B, Horisberger M, Fung TS. Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2006;34:612-20. doi: 10.1177/0363546505281813.