



## 족부 족관절 골좌상에서 자기공명영상 분류에 따른 통증의 호전

김형직<sup>\*,†</sup>, 이광복<sup>\*,†</sup><sup>\*</sup>전북대학교 의과대학 정형외과학교실, <sup>†</sup>전북대학교병원 정형외과, 의생명연구원

## Improvement of Pain according to Magnetic Resonance Imaging Classification in Bone Contusion around Foot and Ankle

Hyeong-Jik Kim<sup>\*,†</sup>, Kwang-Bok Lee<sup>\*,†</sup><sup>\*</sup>Department of Orthopedic Surgery, Chonbuk National University Medical School,<sup>†</sup>Department of Orthopedic Surgery, Research Institute of Clinical Medicine of Chonbuk National University-Biomedical Research Institute, Chonbuk National University Hospital, Jeonju, Korea

**Purpose:** Bone contusion is usually treated with conservative therapy for 3 months. Bone contusion around knee and hip joints has been extensively reported on, but there are scant reports on this condition in foot and ankle joints. This study evaluated the nature, characteristics and location of bone contusion around foot and ankle joints to enlighten clinicians on how to better treat this disease entity.

**Materials and Methods:** We classified bone contusion of the 76 patients into three types (102 sites; 47 ankle sprains, 18 traffic accidents, 11 falls) according to the Costa-Paz system with employing magnetic resonance imaging (MRI), and the study then analyzed the common sites and areas of occurrence according to the mechanism of injury and duration of pain after first conducting conservative therapy.

**Results:** Of the 76 patients (102 sites) on the MRI, 43 case (42.2%) for talus, 19 cases for distal tibia, and 12 cases for calcaneus were involved. The classification, according to the Costa-Paz system, was Type I, 51 cases; Type II, 32 cases; and Type III, 19 cases. The duration of pain after conservative treatment was  $12.15 \pm 2.17$  weeks for Type I,  $14.5 \pm 2.15$  weeks for Type II, and  $21.0 \pm 3.8$  weeks for Type III.

**Conclusion:** The most common location of post-traumatic bone contusion around both the foot and ankle is the talus, distal tibia, and calcaneus. The most common type of injury noted on MRI is a diffuse signal with change of the medullary component (Type I). In cases of bone contusion extending to a subjacent articular surface or disruption or depression of the normal contour of the cortical surface (Types II, III), the patients' pain appears to last longer. Thus, it is necessary to consider a longer period of conservative treatment in cases of Types II and III bone contusion because the patients' pain may last longer than 3 months.

**Key Words:** Bone contusion, Magnetic resonance imaging, Foot and Ankle

## 서론

골좌상(bone contusion)은 골수에 간질액의 증가 및 통증을 특징

으로 하는 질환을 나타내는 용어로 사용되고 있다. 또한 영상의학적  
으로 T1증강 자기공명영상(magnetic resonance imaging, MRI)  
에서 신호 감소 및 T2증강 MRI에서 신호증가 영상을 보여준다.<sup>1)</sup>

골좌상의 병태생리는 출혈, 부종, 미세골주 골절의 병합으로 나타  
나므로 임상적으로 통증을 야기하며 정도에 따라 미세골주 골절 주  
변의 연골손상이 동반되어 외상성 관절염의 원인이 되기도 한다.<sup>2)</sup>  
일반적으로 보존적 치료에 잘 반응하여 대개 3개월내에 증상이 호전  
되는 것으로 알려져 있으나 드물지 않게 3개월 이상의 지속적인 통  
증을 호소하는 경우도 있어 임상가에게 치료지침 설정에 혼선을 주  
기도 해 그 임상적 의미에 대한 평가가 필요하다.

Received August 19, 2019 Revised November 27, 2019 Accepted December 2, 2019

Corresponding Author: Kwang-Bok Lee

Department of Orthopedic Surgery, Research Institute of Clinical Medicine of  
Chonbuk National University-Biomedical Research Institute, Chonbuk National  
University Hospital, 20 Geonji-ro, Deokjin-gu, Jeonju 54907, Korea

Tel: 82-63-250-2586, Fax: 82-63-271-6538, E-mail: osdr2815@naver.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5102-4705>

Financial support: None.

Conflict of interest: None.

Copyright © 2019 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.

골좌상의 발생은 고관절에서 가장 흔하며 그 외에 슬관절 및 족관절에서도 나타날 수 있다.<sup>2)</sup> 현재까지 고관절 및 슬관절에 발생하는 골좌상에 대해서는 기전, 위치, 통증, 주변 손상 등에 대한 연구가 많이 보고되고 있으나 상대적으로 발과 족관절에 발생하는 골좌상에 대한 연구는 거의 없다.<sup>3,4)</sup>

이 연구의 목적은 발과 족관절에 발생한 외상에 따른 골좌상의 호발 부위 및 손상 형태, 외상 시 통증의 정도와 임상 경과의 연관성에 대해 조사해 치료방침에 도움이 되고자 한다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

2010년 5월부터 2018년 3월까지 발과 족관절 주변의 외상으로 MRI를 촬영한 76명의 환자를 대상으로 하였다. 본 연구는 전북대학교병원 연구윤리위원회(Institutional review board; IRB-2018-72)의 승인을 받아 진행하였다. 발목과 발을 촬영한 MRI는 본 기관

및 외부기관에서 시행하여 저장된 영상을 분석하였으며 촬영 당시 최근 6주 이내에 발목과 발의 손상을 입은 95명의 환자들의 영상이 분석되었다. 이 중 이전에 발목과 발의 감염, 골절, 수술, 종양의 과거력이 있는 경우와 인공 심장 판막, 심박 조율 장치의 삽입, 대동맥 스텐트 삽입, 인공 와우 장치, 타 정형외과적 금속을 이용한 고정술, 인공관절 치환술을 받은 19명의 환자들을 제외한 76명의 환자들을 대상으로 하였다. MRI를 촬영한 환자의 수상기전은 발목염좌 47명, 교통사고 18명, 낙상 11명이었다(Table 1).

**Table 1.** Demographic Data

Variable	Ankle sprain (n=47)	Traffic accident (n=18)	Fall down (n=11)	p-value
Age (yr)	41.0±19.4	43.0±20.4	33±17.0	0.874
Sex, male:female (n)	26:21	11:7	8:3	0.562
Immobilization (wk)	5.5±1.2	5.7±0.9	6.1±1.1	0.786



**Figure 1.** [A, B] A 63-year-old female that slipped from the mountain tracking presented pain on right foot dorsum medial side. We confirmed bone contusion in the form of diffuse signal change of medullary component of navicular bone on magnetic resonance imaging (MRI). The visual analogue scale (VAS) score at the time of first visit was 6 points. Her pain was tolerable after 9 weeks [VAS score 2]. At 16 weeks, she had little pain [VAS score 1]. [C, D] A 41-year-old female that falls from a height 1 m presented lateral side pain of foot dorsum. We confirmed bone contusion in form of extending subjacent articular surface of cuboid bone on MRI. The VAS score at the time of first visit was 8 points. She complained of pain even at 12 weeks [VAS score 3]. She had tolerable pain at 15 weeks [VAS score 2]. [E, F] A 53-year-old male that falls from a height 1 m presented medial malleolar area pain. We confirm no fracture around foot and ankle on plain radiographs and computed tomography. But we found bone contusion of medial malleolus, we can see normal plain radiography and bone contusion with cortical disruption in medial malleolus on MRI. The VAS score at the time of first visit was 7 points, and VAS score at 12 weeks was 2 points.

## 2. 방법

골좌상은 MRI를 기반으로 하는 Costa-Paz system을 이용하여 세 가지 형태로 분류하였다.<sup>5)</sup> Type I은 분산 형태로 종종 망상 형태로도 표현되며 echo time (TE) spin-echo 영상에서 골간단부와 골단부의 신호 강도의 저하를 나타내며 T2-weighted image상에서는 신호 강도의 증강을 나타내는 양상을 나타낸다(Fig. 1A, B). Type II는 short TE 영상에서 볼 수 있는 형태로 피질하부의 신호 강도의 감소된 형태를 나타내며(Fig. 1C, D), Type III는 첫번째 형태와 비슷하나, 피질골이 연골과 연결되는 피질골선의 손상이 나타낸 형태이다(Fig. 1E, F). MRI는 주로 3.0 T magnet (Simens skyra, Philips achieve, Erlangen, Germany)가 사용되었고 axial T1 torso spin echo sequence (repetition time [TR]: 568, TE: 14, field-of-view [FOV]: 150×150, thickness: 3 mm), coronal proton density space (TR: 1,000, TE: 28, FOV: 160×160, thickness: 0.6 mm), sagittal proton density space (TR: 1,000, TE: 28, FOV: 160×160, thickness: 0.6 mm), axial T2-weighted Dixon sequence (TR: 4,600, TE: 59, FOV: 150×150, thickness: 3 mm), coronal T2-weighted Dixon sequence (TR: 3,780, TE: 83, FOV: 150×150, thickness: 3 mm), sagittal T2-weighted sequence (TR: 5,500, TE: 57, FOV: 160×160, thickness: 3 mm)의 영상을 얻었다.

통증 기간과 손상 정도의 연관성에서 통증 정도는 수상 시 6주, 9주, 12주 및 마지막 내원 시 시각통증척도(visual analogue scale, VAS)를 이용하였고 통증 기간은 VAS가 2점 이하로 떨어질 때까지로 판단하였다. 보존적 치료는 골좌상의 종류에 따라 분류하여 시행하지는 않았으며 공통적으로 RICE 요법 및 비스테로이드성 소염진통제(nonsteroidal anti-inflammatory drugs)와 부목고정 2주, 그 후 통증이 지속될 시 발목 보조기를 4주 유지하였다. 그 이후에도 통증이 지속될 시 발목 보조기를 4주 더 유지하면서 족관절 운동을 시행하였다. 각 환자의 통증 평가를 위해 외래 추시가 되지 않는 경우에는 전화 인터뷰로 통증의 정도를 평가하였다.

MRI를 통해 발과 족관절에 발생한 외상에 따른 골좌상을 확인하고 수상기전 및 MRI의 분류에 따른 호발 부위 및 손상 형태, 통증의 정도와 통증 기간에 대해 조사하였다.

본 연구의 실증분석은 모두 유의수준  $p < 0.05$ 에서 검증하였으며 통계처리는 IBM SPSS ver. 22.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분석하였다. 분석방법은 인구학적 정보 중 나이와 고정 기간에 대해서는 one-way ANOVA 및 post hoc analysis로 Turkey를 이용하여 분석하고 성별은 Pearson's chi-squared test를 이용하여 검정을 통하여 분석하였다. 통증의 정도와 통증 기간에 대한 평가변수에 대하여 one-way ANOVA 및 post hoc analysis로 Turkey를 이용하여 분석하였다.

## 결 과

### 1. 발생부위의 분포

골좌상은 단일 골좌상의 경우에는 거골 25예, 경골원위부 10예, 주상골 5예 순으로 발생하였고 두 부위 이상의 골좌상의 경우 거골 16예, 경골원위부 9예, 종골 7예 순으로 발생하였다(Table 2).

### 2. MRI 형태에 따른 분류

거골에 발생한 골좌상은 Type I은 16예, Type II는 17예, Type III는 10예였고 경골원위부에 발생한 골좌상은 Type I이 8예, Type II가 8예, Type III가 3예, 종골에 발생한 골좌상은 Type I이 9예, Type II가 1예, Type III가 2예였다. 주상골에 발생한 골좌상은 Type I은 7예, Type II는 3예, Type III는 0예였고 입방골은 Type I이 5예, Type II가 0예였고 설상골은 Type I이 3예, Type III가 2예였다. 중족골은 Type I이 3예, Type II가 3예, Type III 2예였다. 전체적으로 Type I이 51예, Type II가 32예, Type III가 19예였다(Table 2).

### 3. 수상기전에 따른 분류

발목염좌에 의한 골좌상은 47명의 환자에서 59예(57.8%) 발생하였다. 가장 흔한 곳은 거골 26예였으며 경골원위부 11예, 중족골 6예, 종골 5예, 주상골 5예, 설상골 4예, 입방골 2예의 순서로 발생하였다. 교통사고의 경우 18명의 환자에서 28예(26.5%)의 골좌상이 발생하였고 가장 흔한 곳은 거골 8예였으며, 경골원위부 5예, 종골 5예, 주상골 4예, 입방골 3예, 중족골 2예, 설상골 1예의 순서로 발생하였다. 낙상의 경우 11명의 환자에서 15예의 골좌상이 발생하였고 가장 흔한 곳은 거골 8예였으며, 경골원위부 4예, 종골 2예, 주상골 1예의 순서로 발생하였다(Fig. 2).

### 4. MRI 분류와 골좌상의 위치에 따른 통증 기간과의 관계

보존적 치료 후 통증 정도는 수상 시 평균 VAS는  $7.3 \pm 1.2$ 점, 시

**Table 2.** Distribution of Bone Contusion according to Site Number and Costa-Paz System

Variable	Talus	Calcaneus	Distal tibia	Distal fibula	Navicular	Cuboid	Cuneiform	Metatarsal	Total
Site									
1 site	25	3	10	0	5	2	1	5	51
2 site	16	7	9	0	3	3	4	3	45
3 site	2	2	0	0	2	0	0	0	6
Total	43	12	19	0	10	5	5	8	102
Type									
Type I	16	9	8	0	7	5	3	3	51
Type II	17	1	8	0	3	0	0	3	32
Type III	10	2	3	0	0	0	2	2	19

Values are presented as number.

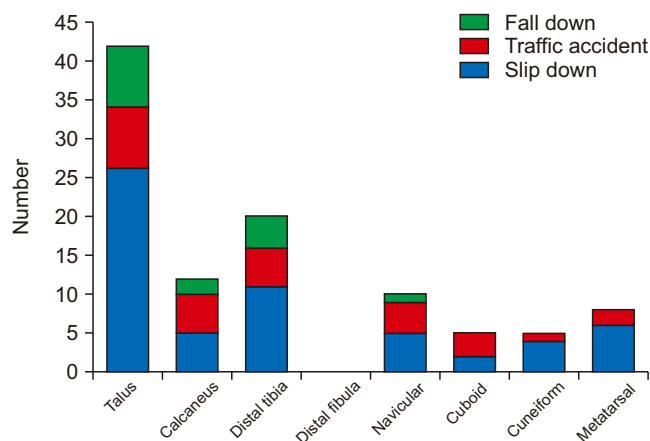
간의 경과에 따라 점차 감소하였고 최종 추시 시  $1.8 \pm 0.8$ 점이었다. Type I의 경우 수상 시 평균 VAS는  $7.0 \pm 1.2$ 점, 시간의 경과에 따라 점차 감소하였고 최종 추시 시  $1.8 \pm 0.8$ 점이었다. Type II의 경우 수상 시 평균 VAS는  $7.4 \pm 1.1$ 점, 시간의 경과에 따라 점차 감소하였고 최종 추시 시  $1.7 \pm 0.8$ 점이었다. Type III의 경우 수상 시 평균 VAS는  $8.1 \pm 1.0$ 점, 시간의 경과에 따라 점차 감소하였고 최종 추시 시  $2.3 \pm 0.6$ 점이었다(Fig. 3). 손상형태에 따른 처음 수상 시 ( $p=0.015$ ), 6주( $p=0.004$ ), 9주( $p<0.001$ ), 12주( $p<0.001$ ), 마지막 추시( $p=0.036$ )에 대한 VAS는 유의한 차이가 있었다. 통증 기간은 Type I은 평균  $12.15 \pm 2.17$ 주, Type II는  $14.5 \pm 2.15$ 주, Type III는  $21.0 \pm 3.8$ 주 동안 지속되었고 총 평균  $14.3 \pm 4$ 주였으며 손상 형태에 따라 유의한 차이가 있었다( $p<0.001$ ). 보존적 치료 시 호전까지 평균  $14.3 \pm 4.0$ 주 소요되었다(Fig. 3). 골에 따른 통증 기간은 거골은  $15.6 \pm 4.5$ 주, 종골은  $13.4 \pm 2.6$ 주, 경골원위부는  $13.65 \pm 4.2$ 주, 주상골은  $13.55 \pm 2.7$ 주, 입방골은  $12 \pm 2.9$ 주, 설상골은  $14.5 \pm 3.6$ 주, 중족골은  $13.83 \pm 3.4$ 주였다. 골에 따른 통증 기간의 차이에 대한 통계적 유의성은 없었다(Table 3).

## 고 찰

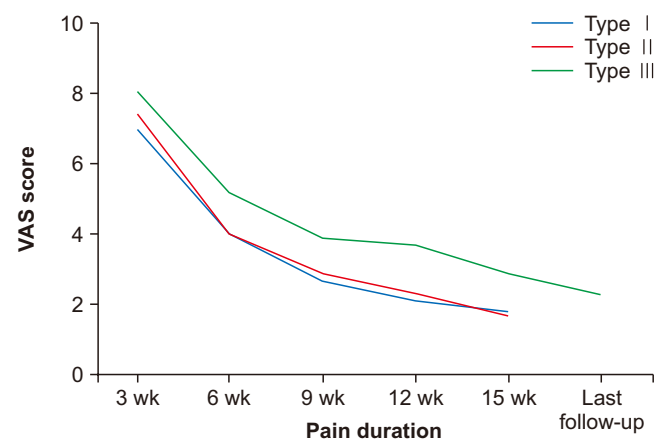
외상으로 인해 발생한 골좌상은 특별한 후유증 및 합병증 없이 약 3~12개월 정도 유지되는 양성 질환으로 보고되고 있다.<sup>6)</sup> 골좌상에

서 통증의 원인은 다양하나 일반적으로 골수 내 존재하는 감각신경의 손상 또는 자극으로 인해 발생하는 것으로 알려져 있다. 감각신경의 자극이 골수강내 체액의 축적으로 인한 골수강내 압력이 50~90 mmHg (정상 20~30 mmHg)으로 증가하여 감각신경의 손상이 발생할 수 있다. 또 다른 가능성으로는 근위부 신경의 허혈 가능성이 있다.<sup>7,8)</sup>

발목과 발에 나타난 골좌상은 대개 15%~25% 정도의 발생률을 보이고 있고 손상의 원인은 급성발목염좌에 한해서만 연구가 되어 있는 실정이다.<sup>9,10)</sup> 발목과 발에 발생하는 골좌상의 원인 손상에 대한 연구는 거의 없다. 본 연구에서는 골좌상의 원인으로 발목염좌가 가장 많이 발생하였으나 교통사고나 낙상과 같은 손상에 의해서도 발생하는 것으로 조사되었다. 교통사고 및 낙상에 의한 골좌상의 빈도는 염좌에 의해 발생한 골좌상의 빈도에 비하여 현저히 적었으며 그 이유는 교통사고 및 낙상의 경우 고에너지 손상으로 인해 골절이 발생하는 경우가 저에너지 손상인 염좌에 의한 경우보다 많은 것으로 인해 연구대상에서 배제되는 경우가 많아 환자군의 수가 적었던 것으로 판단된다. 또한 골좌상이 주로 거골이나 경골원위부에서 발생하는 것으로 보고되고 있고<sup>11,12)</sup> 본 연구에서도 거골, 경골원위부, 종골의 순으로 발생률이 기존의 보고와 비슷하게 발생하였다. 발목과 발에 골좌상이 일어날 때 거골과 경골원위부에 주로 발생하는 이유는 발목관절이 발과 발목 부위에서 가장 큰 관절이며 가동 범위가 넓기 때문에 충격이 가해질 때 주로 이 부위에 외력이 집중되기 때문



**Figure 2.** The incidence of bone contusion according to injury mechanism. Slip down injury is a leading cause of injury mechanism.



**Figure 3.** Visual analogue scale (VAS) score change and pain duration by bone contusion classification.

**Table 3.** Pain Duration by Bone Contusion Location

Type (wk)	Talus	Calcaneus	Distal tibia	Distal fibula	Navicular	Cuboid	Cuneiform	Metatarsal	p-value
Type I	12.7±2.5	12.8±2.2	11.8±2.2	0	12.1±2.0	12±2.9	11.5±2.1	10.6±1.4	0.884
Type II	14.2±1.9	10	13.3±1.9	0	16.3±1.5	0	0	17±1.4	0.063
Type III	22.1±3.3	18±2.1	24±5.6	0	0	0	17.5±0.7	17±1.9	0.271
Average	15.6±4.5	13.4±2.6	13.65±4.2	0	13.55±2.7	12±2.9	14.5±3.6	13.83±3.4	0.601

Values are presented as mean or mean±standard deviation.



인 것으로 생각한다. 특히 발목염좌 시 발목관절에서 회내 및 회외가 일어나기 때문에 경골과 거골의 충돌이 발생할 수 있고 그로 인해 골좌상이 발생하는 것으로 생각한다. 또한 이와 같은 수상 시 거골하관절이 내전, 외전 또는 충돌이 발생하여 종골에도 골좌상이 잘 발생하는 것으로 판단된다.

일반적으로 골좌상에 있어 부목, 발목관절 보조기, 비스테로이드성 소염진통제를 통한 보존적 치료가 기본적인 치료 방법이며 추가적으로 비스포스포네이트(bisphosphonates)나 비타민 D를 고려해볼 수 있고<sup>13)</sup> 보존적 치료 시 통증의 호전 기간은 Singh 등<sup>13)</sup>에 따르면 외상으로 인한 골좌상이 발생한 경우 평균 15주였고 Hagga 등<sup>14)</sup>에 따르면 약 8주 정도 지속된다고 하였다. 그러나 부위는 다르지만 Boks 등<sup>15)</sup>은 슬관절에서 발생한 골좌상이 완전히 회복되는데 걸리는 평균 회복 기간을 42.1주로 보고하고 Dienst와 Blauth<sup>16)</sup>는 종골의 골좌상에 있어 6개월 정도 지나야 골좌상이 완전히 회복된다고 하는 등 통증으로부터 회복기간이 부위와 연구자에 따라 8주에서 10개월 정도로 차이가 많이 나는 것으로 보아 임상양상의 호전에 대한 평가 방식의 차이가 임상경과를 예측하기 어려운 요소로 작용하고 있다고 생각한다.<sup>14-17)</sup> 본 연구는 보존적 치료로 통증이 호전될 때까지 평균 14.3주가 걸렸으며, 특히 Type III에서 평균 21.0주가 걸려 피질하 손상을 동반 시 통증 호전 기간이 더 오래 걸리는 것으로 조사되었다. 이는 관절의 경계부에 가까운 손상일수록 골연골의 손상 가능성이 높기 때문이며 연골하골은 신경섬유가 풍부하고 수상 후 호전되지 않을 시 지속적인 통증을 발생시킬 수 있기 때문으로 생각한다.<sup>18-20)</sup> 또한 Type I에 비해 Type III가 통증 회복 기간이 긴 이유는 Type I과 Type II 병변에서 골좌상이 발생한 연골막(overlying cartilage)의 약 28%에서 변성을 보인다고 하였으며 Type III 병변에서는 약 75%에서 변성이 보이므로 Type III 병변이 Type I, II에 비해 연골막 변성 등을 더 많이 초래하여 통증이 발생하는 기간이 길어지는 것으로 판단된다.<sup>21,22)</sup>

일반적으로 골좌상이 인대 손상의 간접적인 표시로 인식되기도 하나<sup>23)</sup> 인대나 건의 손상이 없어도 골좌상이 MRI상 Type II, III에 해당할 시에 연골막의 손상의 가능성이 높다. 또한 발목관절을 제외한 발의 MRI에서 나타나는 골좌상 시 주변의 인대 손상 및 연골 손상의 평가를 하는 것은 어렵다. 따라서 발과 족관절에서 외상으로 지속되는 통증이 있으면서 Type II, III의 골좌상 시 주변 구조물의 손상 가능성을 염두에 두어야 하며 통증이 지속될 가능성이 높으므로 MRI 평가 후 경과에 따라 재활치료와 체중부하 시기를 조절할 필요가 있다고 생각한다.

이 연구의 제한점은 후향적 연구이며 손상 기전에 대한 분류가 세부적으로 나누어져 있지 않고 같은 손상 기전이라도 골좌상 이외에 수상 시에 발생한 손상 강도 차이에 대해서는 평가하지 않았다는 것이다. 또한 골좌상의 분류가 단순히 MRI를 통해서 구분되었기에 손상의 정도를 밀접하게 반영하지 못해 손상과 분류 사이에 정확한 평

가가 어려웠으며 골좌상의 호전 정도를 MRI 추적 검사를 하지 않고 임상 증상에 의해서만 판단하였다. 또한 통증의 기원 부위가 해부학적 구조물의 근접성에 의해 골좌상에 의한 통증인지 인대 손상에 의한 통증인지를 정확히 구분할 수 없다는 제한점이 있다.

## 결론

외상 후 발생하는 발과 족관절의 골좌상은 거골, 경골원위부, 종골에서 호발한다. 손상 형태는 주변 연골까지는 연장되지 않고 해면골 내에만 미세골절이 일어나는 형태가 가장 많이 발생하며(Type I), 주변 연골까지 연장되는 골좌상의 경우(Type II, III) 통증이 더 오래 지속되는 임상양상을 보인다. 그러므로 MRI상 Type II, III의 경우 3개월 이상 통증이 지속되므로 이를 고려하여 치료할 필요가 있다.

## REFERENCES

1. Kessler R, Campbell S, Wong D, Bui-Mansfield L. Magnetic resonance imaging of bone marrow: a review-part II. *J Am Osteopath Coll Radiol.* 2012;1:13-24.
2. Kaplan PA, Gehl RH, Dussault RG, Anderson MW, Diduch DR. Bone contusions of the posterior lip of the medial tibial plateau (contrecoup injury) and associated internal derangements of the knee at MR imaging. *Radiology.* 1999;211:747-53. doi: 10.1148/radiology.211.3.r99jn30747.
3. Bloem JL. Transient osteoporosis of the hip: MR imaging. *Radiology.* 1988;167:753-5. doi: 10.1148/radiology.167.3.3363135.
4. Vande Berg BC, Malghem JJ, Lecouvet FE, Jamart J, Maldague BE. Idiopathic bone marrow edema lesions of the femoral head: predictive value of MR imaging findings. *Radiology.* 1999;212:527-35. doi: 10.1148/radiology.212.2.r99au03527.
5. Costa-Paz M, Muscolo DL, Ayerza M, Makino A, Aponte-Tinco L. Magnetic resonance imaging follow-up study of bone bruises associated with anterior cruciate ligament ruptures. *Arthroscopy.* 2001;17:445-9. doi: 10.1053/jars.2001.23581.
6. Fernandez-Canton G, Casado O, Capelastegui A, Astigarraga E, Larena JA, Merino A. Bone marrow edema syndrome of the foot: one year follow-up with MR imaging. *Skeletal Radiol.* 2003;32:273-8. doi: 10.1007/s00256-003-0622-4.
7. Hofmann S. The painful bone marrow edema syndrome of the hip joint. *Wien Klin Wochenschr.* 2005;117:111-20. doi: 10.1007/s00508-005-0322-2.
8. Korompilias AV, Karantanas AH, Lykissas MG, Beris AE. Bone marrow edema syndrome. *Skeletal Radiol.* 2009;38:425-36. doi: 10.1007/s00256-008-0529-1.
9. Terzidis IP, Christodoulou AG, Ploumis AL, Metsovitis SR, Koimtzis M, Givissis P. The appearance of kissing contusion in the acutely injured knee in the athletes. *Br J Sports Med.* 2004;38:592-6. doi: 10.1136/bjsm.2003.006718.
10. Sahoo K, Garg A, Saha P, Dodia JV, Raj VR, Bhairagond SJ. Study of imaging pattern in bone marrow oedema in MRI in recent knee injuries and its correlation with type of knee injury. *J Clin Diagn Res.*

- 2016;10:TC06-11. doi: 10.7860/JCDR/2016/18843.7704.
11. Pinar H, Akseki D, Kovanlikaya I, Araç S, Bozkurt M. Bone bruises detected by magnetic resonance imaging following lateral ankle sprains. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 1997;5:113-7. doi: 10.1007/s001670050036.
  12. Alanen V, Taimela S, Kinnunen J, Koskinen SK, Karaharju E. Incidence and clinical significance of bone bruises after supination injury of the ankle. A double-blind, prospective study. *J Bone Joint Surg Br* 1998;80:513-5. doi: 10.1302/0301-620x.80b3.8404.
  13. Singh D, Ferrero A, Rose B, Goldberg A, Cullen N. Bone marrow edema syndrome of the foot and ankle: mid- to long-term follow-up in 18 patients. *Foot Ankle Spec.* 2016;9:218-26. doi: 10.1177/1938640015609986.
  14. Hagga JR, Gilkeson RC, Lanzieri CF. *CT and MR imaging of the whole body.* 5th ed. St. Louis (MO): Mosby; 2009. p. 2152.
  15. Boks SS, Vroegindewij D, Koes BW, Bernsen RM, Hunink MG, Bierma-Zeinstra SM. MRI follow-up of posttraumatic bone bruises of the knee in general practice. *AJR Am J Roentgenol.* 2007;189:556-62. doi: 10.2214/AJR.07.2276.
  16. Dienst M, Blauth M. Bone bruise of the calcaneus. A case report. *Clin Orthop Relat Res.* 2000;(378):202-5. doi: 10.1097/00003086-200009000-00030.
  17. Wright RW, Phaneuf MA, Limbird TJ, Spindler KP. Clinical outcome of isolated subcortical trabecular fractures (bone bruise) detected on magnetic resonance imaging in knees. *Am J Sports Med.* 2000;28:663-7. doi: 10.1177/03635465000280050701.
  18. Mandalia V, Henson JH. Traumatic bone bruising--a review article. *Eur J Radiol.* 2008;67:54-61. doi: 10.1016/j.ejrad.2008.01.060.
  19. Nishimura G, Yamato M, Togawa M. Trabecular trauma of the talus and medial malleolus concurrent with lateral collateral ligamentous injuries of the ankle: evaluation with MR imaging. *Skeletal Radiol.* 1996;25:49-54. doi: 10.1007/s002560050031.
  20. 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.
  21. Lynch TC, Crues JV 3rd, Morgan FW, Sheehan WE, Harter LP, Ryu R. Bone abnormalities of the knee: prevalence and significance at MR imaging. *Radiology.* 1989;171:761-6. doi: 10.1148/radiology.171.3.2717748.
  22. Graf BK, Cook DA, De Smet AA, Keene JS. "Bone bruises" on magnetic resonance imaging evaluation of anterior cruciate ligament injuries. *Am J Sports Med.* 1993;21:220-3. doi: 10.1177/036354659302100210.
  23. Bartl C, Imhoff A, Bartl R. Treatment of bone marrow edema syndrome with intravenous ibandronate. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:1781-8. doi: 10.1007/s00402-012-1617-1.