

## Update: Arthroscopy Techniques in Ankle Joint

## 거골의 골연골 병변의 관절경적 치료

정비오·정 혁<sup>✉</sup>

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

## Arthroscopic Treatment for an Osteochondral Lesion of the Talus

Bi O Jeong, M.D., Ph.D. and Hyuk Jung, M.D.<sup>✉</sup>

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University, Seoul, Korea

Ankle injury is one of the most common injuries, and osteochondral lesions of the talus occur in up to 70% of acute ankle sprains or fractures. The number of sports injuries have increased due to the increase in leisure activities, and the development of diagnostic techniques to evaluate the cartilage status leads to a higher prevalence of osteochondral lesions of the talus. Although osteochondral lesions of the talus with no symptoms can be treated conservatively, adult patients are usually treated by surgery because they are more likely to fail after non-surgical management. Recovery to normal cartilage is important, but there has been no surgical treatment established for effective cartilage regeneration. Bone marrow stimulation, such as arthroscopic microfracture, is a commonly used surgical procedure and an effective treatment for lesions that are small or failed after non-operative treatment. In addition, there are treatments, such as osteochondral autograft transplantation, osteochondral allograft transplantation and autologous chondrocyte implantation. The selection of the methods depends on the size and location of the lesion, the presence of subchondral cysts, and the results of previous surgery. Many surgical procedures have shown good results in short and mid-term follow-up studies but the results of long-term follow-up have been unclear. Various treatment methods, such as hyaluronan, platelet-rich plasma, mesenchymal stem cells, and bone marrow aspirate concentrate, have been available recently due to the development of various biological agents.

**Key words:** talus, osteochondral lesion of the talus, microfracture, autologous osteochondral transplantation

## 서 론

거골의 골연골 병변(osteochondral lesion of the talus)은 연골하 골(subchondral bone)의 손상을 동반한 관절 연골의 국소적인 결손을 의미한다.<sup>1)</sup> 과거 거골의 골연골 병변은 정확한 병인이 밝혀지지 않아 박리성 연골염(osteochondritis dissecans), 골연골 골절(osteochondral fracture), 경연골 골절(transchondral fracture), 골 괴사(osteonecrosis), 골연골증(osteochondrosis) 등 여러 용어들이 사용되어 왔으나 외상뿐만 아니라 여러 원인으로 발생했을 가능성

이 있어 최근 거골의 골연골 병변이 가장 많이 쓰이는 병명이다.

관절 연골은 무혈성 유리질 연골(avascular hyaline cartilage)로 구성되어 있어 혈액 공급이 부족하고 관절 연골 자체의 재생 능력이 불충분하여 재생 가능성이 낮다.<sup>2)</sup> 또한 거골의 체부(talar body)와 원개(talar dome)의 골내 혈액 공급이 손상받기 쉬우며 회복도 제한적이다.<sup>3)</sup> 따라서 적절한 치료를 하지 않을 경우 골관절염 등으로 진행하여 심각한 장애를 일으킬 수 있다.<sup>4,5)</sup>

자기공명영상검사(magnetic resonance imaging, MRI) 같은 연골 병변을 확인할 수 있는 진단 기술의 발달로 인해 거골의 골연골 병변의 진단이 증가하고 있다. 과거 거골의 골연골 병변은 거골 연골 자체의 회복 가능성이 낮아 치료의 어려움이 많았으나 여러 가지 병인이 밝혀지고 관절경 기술의 발달로 인해 다양한 치료법이 소개되고 있다.

Received January 2, 2018 Accepted February 7, 2018

<sup>✉</sup>Correspondence to: Hyuk Jung, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, College of Medicine, Kyung Hee University, 26 Kyungheedaero-ro, Dongdaemun-gu, Seoul 02447, Korea

TEL: +82-2-958-8346 FAX: +82-2-964-3865 E-mail: hyuk1845@hanmail.net

## 본 론

### 1. 병인

거골의 골연골 병변은 Berndt과 Harty<sup>6)</sup>에 의해 처음 보고되었다. 당시에는 발생 원인이 명확하지 않아 경연골 골절로 지칭하였으며 연골하 골의 국소적 병변으로 인한 골관절염의 전구 증상으로 이해되었다. 이후 연골하 골의 허혈성 변화로 인한 연골의 국소적 결손이 주요 병인으로 알려졌다.<sup>7,8)</sup> 연골하 판에 반복적인 미세 외상으로 인해 연골하 판에 국소적인 골괴사가 발생하거나 골단 연골과 골 사이의 문합 혈관의 손상으로 인해 거골의 골연골염이 발생할 수 있다.<sup>9)</sup>

거골의 골연골 병변의 발생 원인은 여러 가지가 있으나 크게 발목 염좌나 골절 같은 외상성과 비외상성으로 나눌 수 있다.<sup>10)</sup> 외상은 거골의 골연골 병변의 가장 흔한 원인으로 알려져 있고, Tol 등<sup>11)</sup>은 거골의 골연골 병변의 76%가 외상과 관련이 있으며 내측 병변보다 외측 병변이 외상과 관련이 있다고 하였다. 발목 염좌나 골절 같은 외상으로 거골이 경골 천장(tibia plafond)에 압박되어 거골 원개의 연골이 손상되거나 골절되어 발생할 수 있으며,<sup>12)</sup> 급성 발목 손상의 50%–73%에서 거골의 골연골 병변이 동반된다는 보고가 있다.<sup>13,14)</sup> 드물지만 무혈성 괴사, 말초 혈관증, 내분비 질환이나 대사질환 등이 거골의 골연골 병변과 관련이 있다는 보고도 있다.<sup>15)</sup> 가장 흔한 병변의 위치는 거골의 전외측(anterolateral)이나 후내측 posteromedial)으로 알려져 있었으나 최근 MRI를 이용한 연구에서 내측(medial)과 중앙(central)에 잘 발생한다고 보고하였다.<sup>16)</sup>

### 2. 증상

대부분의 환자들은 증상 발생 전에 저명한 발목의 외상력 이후 발목 통증을 호소하지만 만성적인 통증을 호소하는 경우도 있다. 여성보다 남성에서 많이 발생하며 젊은 층에서 흔하다.<sup>17)</sup> 비특이적이고 모호한 발목 통증을 호소하며 때때로 부종, 강직이나 불

안정증이 나타나기도 한다. 기계적인 증상으로는 연발음(click)이나 잠김(locking) 증상을 보이기도 한다. 신체 검사로 진단하기는 힘들지만 족저 굴곡 시 발목 관절면 거골 원개의 내측이나 외측에 압통 소견이 있을 수 있다. 골연골 골절이 동반되면 발목 운동의 제한이 나타나기도 한다.<sup>18)</sup> 전형적으로는 체중 부하가 지속되거나 스포츠 활동 이후 통증이 증가되는 양상을 보인다. 감별 진단으로는 미세 골절, 족근골 결합, 경비 인대 손상, 발목 관절염, 거골하 관절염, 비골 건염, 충돌 증후군, 만성 발목 관절 불안정증이 있다. 병력 청취나 신체 검사가 필수적이거나 모호한 경우가 많아 정확한 진단을 위해 추가적인 검사가 필요하다.

### 3. 영상검사

진단을 위한 첫 번째 검사로는 발목의 체중 부하 단순 방사선 검사(전후상, 측면상, 모티스상)가 필요하다. 발목의 단순 방사선 검사에서 방사선 투과성(radiolucent) 음영을 관찰할 수 있고 골절 유무를 확인한다(Fig. 1A). Canale view가 연골하 골 표면을 평가하는 데 유용할 수 있다.<sup>19)</sup> 하지만 단순 방사선 검사는 연골의 상태를 평가하는 데 제한적이고 약 50%까지 골연골 병변을 놓칠 수 있기 때문에 추가적인 영상 검사가 필요하다.<sup>20)</sup> 컴퓨터 단층촬영 검사(computed tomography, CT)는 연골 병변을 평가하기는 힘들지만 동반된 연골하 골절이나 연골하 낭종의 관찰이 가능하고 골 병변의 크기나 모양, 범위를 잘 반영하여 골 이식이나 연골 대체 요법의 필요성을 판단하는 등 수술 전 치료 계획을 세우는 데 도움이 된다.<sup>21)</sup> MRI는 진단을 위한 가장 유용한 검사로서 단순 방사선 검사나 CT에서 관찰되지 않는 거골의 골연골 병변의 진단이 가능하며,<sup>22)</sup> 골수 부종, 연골 손상, 연부조직 상태를 잘 반영하고 관절경 소견과 가장 일치한다고 알려져 있다.<sup>23)</sup>

### 4. 분류

거골의 골연골 병변의 분류 방법에는 여러 가지가 있다(Table 1). Berndt과 Harty<sup>6)</sup>는 단순 방사선 소견에서 거골의 경연골 골절을

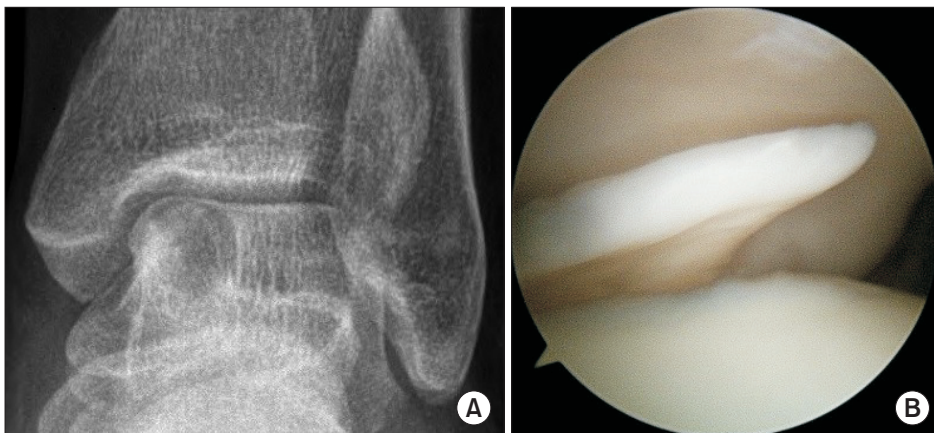


Figure 1. Simple radiograph and arthroscopic view of the osteochondral lesion of the talus. (A) Simple radiograph shows radiolucent lesion at medial talus. (B) Arthroscopic view.

Table 1. Various Classification of the OLT

Radiography	CT	MRI	Arthroscopy
I. Subchondral compression	I. Cystic lesion in talar dome with intact roof	1. Articular cartilage damage only	A. Smooth and intact but soft
II. Partial detachment of osteochondral fragment	IIA. Cystic lesion with communication to talar dome surface IIB. Open articular surface lesion with overlying nondisplaced fragment	2a. Cartilage injury with underlying fracture and edema 2b. Stage 2a without bony edema	B. Rough surface C. Fibrillation/fissures
III. Completely detached fragment without displacement	III. Nondisplaced lesion with radiolucency	3. Detached but undisplaced fragment	D. Flap present or bone exposed
IV. Detached and displaced fragment	IV. Displaced fragment V. OLT with subchondral cyst	4. Detached and displaced fragment 5. Subchondral cyst formation	E. Loose, nondisplaced fragment F. Displaced fragment

OLT, osteochondral lesion of the talus; CT, computed tomography; MRI, magnetic resonance imaging.

기준으로 4단계 분류법을 제시하였다. 하지만 거골의 골연골 병변이 단순 방사선 소견에서 나타나지 않는 경우가 많고 병변의 단계를 정확히 구분하기 어려우며 영상 검사의 발달로 인해 그 유용성은 감소되었다. 따라서 최근에는 CT, MRI, 관절경 소견에 따른 분류법이 제시되었다. Mintz 등<sup>24)</sup>은 MRI 소견에 따라 분류하여 MRI와 관절경적 소견의 연관성을 제시했고, Pritsch 등<sup>25)</sup>은 관절경적 소견에 따라 연골의 상태를 평가하여 3단계로 분류하였다. 하지만 MRI는 거골의 골연골 병변을 과대 평가할 가능성이 있고,<sup>26)</sup> 관절경적 분류는 연골의 상태만 평가하여 연골하 골의 상태를 평가하기 힘들다는 단점이 있다(Fig. 1B).

## 5. 거골의 골연골 병변의 통증의 원인 및 자연 경과

연골의 손상으로 인해 연골하 골이 노출되면 체중 부하 시 간헐적으로 국소적인 골내 압력의 증가로 인해 연골하 골에 고도로 분포하는 신경이 자극되어 통증이 발생할 수 있다.<sup>10)</sup> 연골의 손상으로 인해 연골하 골이 노출되면 높은 압력이 국소 병변에 지속적으로 발생하고 골용해(osteolysis)가 발생하여 병변이 더 커질 수 있으나,<sup>10)</sup> 거골의 골연골 병변의 자연 경과에 대해 밝혀진 바는 없고 자연 치유는 드물다고 알려져 있다.<sup>27)</sup> 병변이 치료되지 않으면 연골이 연화(softening)되고 헐거워질(loosening) 가능성이 있어 조기 관절염으로 진행할 수 있다.<sup>28)</sup> 하지만 국소적인 골연골 병변이 반드시 골관절염으로 진행되는 것은 아니며, Bauer 등<sup>29)</sup>은 거골의 골연골 병변 환자의 장기 추사에서 30명 중 2명만이 골관절염이 발생했다고 보고하였다.

## 6. 비수술적 치료

증상이 없거나 우연히 발견된 병변, 비전위 병변에는 비수술적 치료를 시행한다. 또한 증상이 심하지 않고 연골이 손상되지 않은 Berndt and Harty stage I, II와 내측의 III 병변에서도 비수술적 치료를 시행할 수 있다. 비수술적 치료 방법으로는 고정 및 보조기

착용하 보행, 재활, 활동 수정(activity modification), 비스테로이드성 항염제 등을 사용할 수 있다.<sup>30)</sup> Klammer 등<sup>31)</sup>은 증상이 없거나 심하지 않은 거골의 골연골 병변 환자 48명을 대상으로 비수술적 치료를 시행하여 2년 추사에서 병변의 크기나 진행은 없고 86%에서 통증의 호전을 보고하였다. Zengerink 등<sup>32)</sup>이 분석한 체계적 논문 고찰(systemic review)에서는 수술적 치료를 시행하지 않은 169명이 비수술적 치료를 시행한 결과 49.1%에서 성공적인 치료 결과를 보고하였는데, 휴식을 시행한 86명 중 39명이, 석고 고정을 시행한 83명 중 44명이 호전되었다. 소아의 저 등급 병변은 휴식이나 석고 고정 등 비수술적 치료 후 완치 가능성이 있으나 성인에서 비수술적 치료만으로 성공적인 치료를 기대하기는 어렵다. 만성적이고 낭종을 동반한 환자에서 비수술적 치료 후 54%에서 좋은 결과를 보고하기도 하였으나,<sup>33)</sup> 비수술적 치료 후 실패 가능성이 상대적으로 높다는 보고가 있다.<sup>27,33)</sup> 최근 생물학적 치료법으로 히알루론산(hyaluronan), 혈소판 풍부 혈장(platelet-rich plasma, PRP) 주사 요법이 사용되기도 한다. Mei-Dan 등<sup>34)</sup>은 거골의 골연골 병변 환자 32명을 대상으로 히알루론산과 PRP를 이용한 무작위 대조 시험(randomized controlled trial)에서 히알루론산을 주사한 군에서는 시각통증지수(visual analogue scale, VAS) 점수는 5.6점에서 3.1점으로, ankle hindfoot scale (AHFS)은 66점에서 78점으로, PRP를 주사한 군에서는 VAS 점수가 4.1점에서 0.9점으로, AHFS는 68점에서 92점으로 임상 증상의 호전을 보고하였다. 보존적 치료가 단기간에는 증상의 호전을 기대할 수 있으나 장기 예후에 대해서는 정립된 바 없어 추가적인 연구가 필요하다.

## 7. 수술적 치료

수술적 치료는 전위된 급성기 병변이나 비수술적 치료에 실패한 만성 병변에서 시행할 수 있다. 수술적 치료법은 크게 골수 자극술(bone marrow stimulation), 연골 이식술(cartilage transplan-

tion), 연골 재생술(cartilage regeneration)이 있으며 최근에는 생물학적 제제(biologic augmentation)를 이용한 연골 재생술이 시도되고 있다.

작은 병변의 경우 다발성 천공술(multiple drilling)이나 미세 천공술(microfracture) 같은 골수 자극술이 잘 알려진 치료법이다. 유리질 연골은 무혈성이고 재형성 능력이 낮기 때문에 골 병변의 연골하 판(subchondral plate)까지 재혈관화시킴으로서 염증 반응을 일으켜 치유를 촉진시킨다는 개념이다.<sup>35,36)</sup> 골수 자극술이 실패했거나 병변이 큰 경우 골연골 이식술(osteochondral transplantation)이나 연골 재생술을 시도해 볼 수 있다. 골연골 이식술은 손상되지 않은 골연골을 병변부에 이식해 주는 것으로서 자가 골연골 이식술, 동종 골연골 이식술이 있다. 연골 재생술은 연골 세포를 배양하여 병변부에 이식하는 자가 연골 세포 이식술(autologous chondrocyte implantation)이 있으며, 그 외 다양한 생물학적 제제를 여러 치료법과 더불어 부가적으로 시도해 볼 수 있다.

다양한 수술적 치료법이 소개되고 있지만 아직까지 거골의 골 연골 병변에 대한 수술적 치료법이 정립되지 않았다. Loveday 등<sup>37)</sup>이 시행한 Cochrane review에서 거골의 골연골 병변의 효과적인 수술적 치료법을 결정하는 데 있어 무작위 시험(randomized trials)이 시행되지 않아 증거가 부족하다는 보고가 있었다.

## 관절경적 연골 고정술 (Arthroscopic cartilage fixation)

전위되지 않은 외상성 골연골 골편의 치료로 관절경적 연골 고정술은 적합한 술식이다. 퇴행성 변화나 통증을 유발할 수 있는 불안정하고 기저 골(underlying bone)에 고정이 가능할 만큼 큰 골 연골 병변은 가능하다면 고정술로 치료할 수 있다.<sup>38,39)</sup> 이전의 고정술은 K-강선이나 압박 나사로 고정하여 이후에 고정물의 제거가 필요하였으나 최근엔 압박하거나 고정 가능한 생체 흡수성 고정물인 폴리글리콜산(polyglycolic acid)이나 폴리락틱산(polylactic acid)이 개발되어 이를 사용하면 고정물을 제거하지 않아도 되는 이점이 있다. Larsen 등<sup>40)</sup>은 불안정한 박리성 골연골염을 2.5 mm LactoSorb copolymer로 만든 ReUnite (Biomet Inc., Warsaw, IN, USA)로 나사 고정하였다. 골연골 병변의 크기는 1.5×3.0 cm-2.4×4.0 cm였으며 고정 후 평균 2.6년 추시한 7예 중 6예에서 치유되었다는 보고가 있다.

## 골수 자극술(Bone marrow stimulation)

### 1. 관절경적 역행성 천공술(arthroscopic retrograde drilling)

관절경적 역행성 천공술은 연골의 손상이 없는 연골하 골 병변의 치료에 적합하다.<sup>41)</sup> 역행성 천공술이 처음 보고되었을 때는 관혈적으로 시행되었으나 근래에는 관절경을 이용하여 많이 시행하

고 있다.

Kono 등<sup>42)</sup>은 연골하 낭종이 있고 연골의 손상이 없는 거골의 골연골 병변 환자 11명을 대상으로 역행성 천공술을 시행하여 1년 후 이차 관절경 검사에서도 병변의 악화가 없었다고 보고하였다. Ferkel 등<sup>43)</sup>은 거골의 골연골 병변 환자 50명을 대상으로 관절경적 천공술을 시행한 후 71개월 추시한 결과 임상적으로 우수한 결과를 보고하였다. 역행성 천공술 시행 시 병변의 감압도 중요하지만 관절면의 붕괴를 예방하기 위해 연골하 낭종이나 결손 부위에 골 이식 등 구조적인 지지도 필요하다. 따라서 연골하 낭종 부나 괴사된 골 조직을 제거하고 자가 해면골 이식을 시행하기도 한다. Anders 등<sup>44)</sup>은 역행성 천공술과 자가골 이식술을 시행한 41명을 평균 29개월 추시한 결과 VAS 점수는 7.5점에서 3.7점으로, American Orthopaedic Foot & Ankle Society (AOFAS) 점수는 47.3점에서 80.8점으로 호전을 보고하였다.

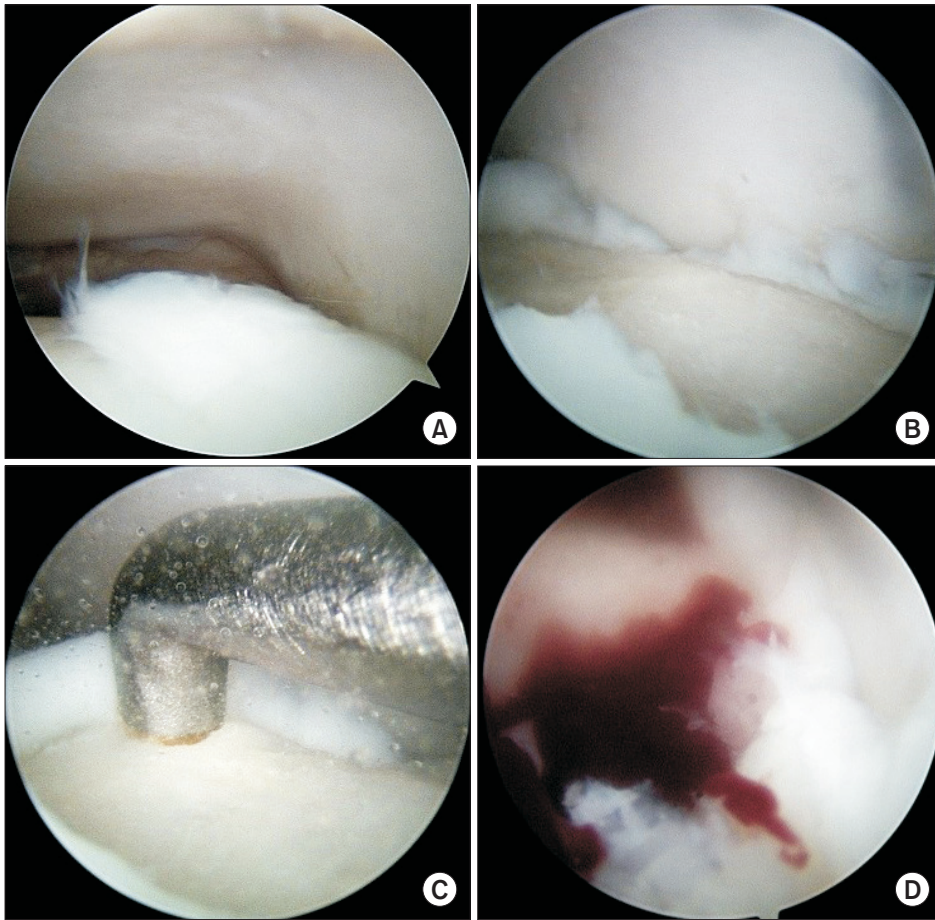
### 2. 관절경적 미세 천공술(arthroscopic microfracture)

골수 자극 요법인 미세 천공술은 비수술적 치료에 실패한 환자에서 첫 번째로 시행할 수 있다고 알려져 있다.<sup>8)</sup> 거골의 골 연골 병변의 연골을 제거하여 연골하 골을 노출시키고 연골하 골을 송곳(awl)으로 천공하여 출혈을 유도한다. 병변부 연골하 판의 재혈관화를 통해 중간엽 줄기 세포(mesenchymal stem cell)의 침윤으로 섬유 연골의 분화를 촉진시켜 치유를 도모하는 술식이다(Fig. 2). 미세 천공술은 연골 손상의 크기가 크면 실패 확률이 높아 연골 손상의 크기가 작고(< 15 mm) 연골하 골의 병변이 작을 때 가장 적합한 치료이다.<sup>39)</sup>

재생된 연골은 원래 관절 연골보다 구조적으로 떨어지지만,<sup>45)</sup> 많은 연구에서 통증 감소와 기능의 회복 등 임상적 호전이 보고되었다.<sup>36,46)</sup> 장기 예후에 대한 정확한 예측은 불가능하지만 Polat 등<sup>47)</sup>이 시행한 평균 10년 추시 연구에서 4기 관절염으로 진행은 없었고 32.9%에서 한 단계 관절염의 진행을 관찰하여 거골의 골 연골 병변의 치료법으로 제시하였다.

관절경적 미세 천공술의 예후를 결정하는 인자는 여러 가지가 있다. Chuckpaiwong 등<sup>48)</sup>은 미세 천공술을 시행한 거골의 골연골 병변 환자 105예 중 병변의 크기가 15 mm 이하인 76예에서는 모두 결과가 좋았으나 병변의 크기가 15 mm 이상인 32예에서는 1예에서만 결과가 좋았고 병변의 크기가 20 mm 이상인 경우 24예 모두에서 결과가 좋지 못했다고 하였다. 또한 Choi 등<sup>49)</sup>은 병변의 크기가 미세 천공술의 예후에 중요한 인자로서 150 mm<sup>2</sup> 이하에서 시행되어야 한다고 보고하였다. 따라서 병변의 크기는 미세 천공술의 예후를 결정하는 중요한 인자로 볼 수 있다. 또한 연골하 낭종의 유무가 예후에 영향을 미친다는 보고가 있으나,<sup>30,51)</sup> 최근 Lee 등<sup>52)</sup>에 따르면 연골하 낭종의 유무에 상관없이 미세 천공술 시행 후 AOFAS 점수, VAS 점수, ankle activity scores 점수의 유의한 호전을 보였고 두 군 간의 차이는 없어 연골하 낭종의





**Figure 2.** Arthroscopic microfracture. (A) Arthroscopic view of the osteochondral lesion of the talus. (B) Debridement and curettage was performed at the osteochondral lesion. (C) Microfracture was performed. (D) Bleeding after microfracture.

유무는 미세 천공술의 예후에 미치는 영향이 없다고 보고하였다. 반면 환자의 나이나 병변의 위치와 등급은 예후와 관련이 없고 연골의 두께가 얇아진 퇴행성(degenerative) 병변은 불량한 예후와 관련된 인자이다.<sup>46)</sup>

Van Dijk 등<sup>10)</sup>에 따르면 연골하 골에 작은 구멍이 생기면 재혈 관화가 촉진되어 골과 섬유성 조직의 형성이 유도되고, 연골하 낭에 구멍이 뚫려 개방되면 압력이 감소되어 낭 형성의 진행이 멈춘다고 하여 연골하 낭의 제거의 중요성을 설명하였다. 또한 거골의 골 연골 병변의 통증을 일으키는 원인으로 체중 부하가 되면 골내 용액의 압력이 일시적으로 증가하여 연골하 골에 많이 분포하는 신경이 자극을 받아 발생한다고 알려져 있기 때문에,<sup>10)</sup> 미세 천공술 시 손상된 연골하 골의 제거가 통증 호전에 중요하다.

Saxena와 Eakin<sup>14)</sup>은 거골의 골연골 병변 환자에서 미세 천공술과 함께 시행한 자가 골 이식술에 대해 보고하였다. 20명의 Hepple stage 5<sup>53)</sup> 환자에 대해서는 미세 천공술과 자가 골 이식술을, 26명의 stage 2-4 환자에 대해서는 미세 천공술을 시행하였다. 평균 32개월 추시하였으며 두 군 모두에서 수술 후 AOFAS 점수가 호전되었고 두 군 간 차이는 없었으며 골 이식술을 시행한 군에서 단순 방사선 검사상 골 융합(incorporation)을 확인하였다. 또

한 Hu 등<sup>54)</sup>은 연골하 낭의 크기가 10 mm 이상인 거골의 골연골 병변 환자 17명을 대상으로 자가 장골 이식술을 시행하였다. 평균 32개월 추시한 결과 VAS 점수와 AOFAS 점수의 호전을 보였으며 단순 방사선 검사상 방사선 투과성 낭이 관찰되지 않아 큰 연골하 낭종이 있는 거골의 골연골 병변에서 효과적이 치료법이라고 보고하였다.

최근 미세 천공술을 시행함에 있어 연골하 골과 연골하 판의 중요성이 대두되고 있다. 연골하 골과 연골하 판이 연골의 재생과 항상성(homeostasis)에 중요한 역할을 하고 기능 장애 시 연골 조직의 질과 수명을 감소시킬 수 있다.<sup>55)</sup> Shimozono 등<sup>56)</sup>은 거골의 골연골 병변 환자 42명에 관절경적 미세 천공술을 시행한 후 MRI를 이용하여 추시하였다. 미세 천공술 후 중기 추시 결과 연골하 판의 상태는 회복되지 않았고 시간이 지남에 따라 연골하 골과 연골하 낭의 상태는 악화되었다. 또한 연골하 골의 상태는 foot and ankle outcome score와 상관관계를 보여 연골하 골과 연골하 판의 상태가 임상적 결과에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였다. Reilingh 등<sup>57)</sup>은 58명의 거골의 골연골 병변 환자에서 관절경적 미세 천공술을 시행하여 술 후 2주, 1년째에 CT를 시행하여 연골하 골의 상태를 평가하였다. 술 후 2주째 병변의 크기는 증가

하였으나 1년째 크기는 감소하였으며 수술 전과 비교하면 연골 하 골 병변의 깊이에서만 감소를 보고하였다. 하지만 연골하 골 병변의 크기와 임상적 결과의 연관성은 없었다.

미세 천공술 시행 후 생물학적 제제의 사용이 시도되고 있다. 그 중 하나인 골수 흡인 농축물(bone marrow aspirate concentrate, BMAC)은 골수에서 손상된 연골의 재생을 증진시킬 수 있는 중간엽 줄기 세포를 추출하여 이용한다. BMAC에는 성장 인자(growth factor)와 사이토카인(cytokines)도 있어 연골 세포의 분화를 유도하는 능력이 있으며 장골 능(ilial crest)이나 근위나 원위 경골, 종골에서 골수를 흡인 후 원심 분리하여 추출한다.<sup>58)</sup> 미세 천공술 단독군과 미세 천공술과 BMAC를 동시 시행한 군을 비교한 동물 시험에서 BMAC를 시행한 군이 조직학적, 방사선적으로 연골의 치유가 향상되었다는 보고가 있다.<sup>59)</sup> Fortier 등<sup>59)</sup>은 미세 천공술 단독군과 미세 천공술 후 BMAC군의 비교 연구에서 BMAC군이 미세 천공술 단독군보다 전층(full thickness) 연골 결손의 치유가 우수하다고 보고하였고, Hannon 등<sup>60)</sup>은 미세 천공술 단독군과 미세 천공술과 BMAC를 동시에 시행한 군을 비교한 임상 시험에서 임상적 결과의 차이가 없지만 미세 천공술과 BMAC를 동시에 시행한 군에서 MRI상 유의한 호전을 보고하였다.

미세 천공술 후 실패한 경우에도 다시 변연 절제술과 미세 천공술 시행이 효과적일 수도 있다. 미세 천공술이 실패한 경우에 미세 천공술을 재시행하여 임상적 호전 및 AOFAS 점수의 호전이 여러 연구에서 보고되었다.<sup>51,61)</sup> 하지만 이전 관절경 수술에 실패한 경우 미세천공술을 재시행하는 것보다 자가 골연골 이식술을 시행하는 것이 더 나은 결과를 보인다는 보고가 있어,<sup>62)</sup> 미세 천공술을 재시행함에 있어 신중을 기해야 한다. 관절경적 미세 천공술의 합병증은 드물지만 감염, 심부 정맥 혈전증, 강직, 복합 부위 통증 증후군, 신경 손상 등이 있을 수 있다.<sup>63)</sup>

## 골연골 이식술 (Osteochondral transplantation)

### 1. 자가 골연골 이식술(osteochondral autograft transplantation)

자가 골연골 이식술은 무릎의 비체중 부하면의 정상 골연골을 채취하여 거골의 골연골 병변에 이식해 주는 술식이다. 정상 유리질 관절 연골의 구조적, 생화학적 특성의 회복을 기대할 수 있다. 먼저 거골의 골연골 병변의 크기를 측정하고 이식 부위를 준비한다. 이후 무릎의 대퇴골 과(femoral condyle)나 과간절 흔(intercondylar notch) 등 비체중 부하 부위에서 정상 골연골을 마개(plug)로 채취하여 거골의 골연골 병변에 이식해준다(Fig. 3). 자가 골연골 이식술 시에는 공여부의 윤곽(contour)과 거골의 골연골 병변의 윤곽을 정확히 일치시켜 표면의 불일치(incongruity)를 없애는 것이 중요하다. 따라서 병변의 정확한 위치를 노출시키

기 위해 다양한 접근법이 있다. 거골의 골연골 병변이 내측에 위치할 때는 내과 절골술, 후내측에 위치할 때는 경과 접근법(trans-malleolar approach), 외측에 위치할 때는 족저 굴곡한 상태에서 관절 절개술이 사용된다.<sup>64)</sup> 또한 경우에 따라서 경골 천장성형술(plafondplasty), 비골 절골술 등 다양한 절골술 등이 필요할 수도 있다.<sup>65)</sup> 자가 골연골 이식술은 미세 천공술이 실패한 경우나 거골 하 낭종이 큰 경우 시행되었으나 최근엔 병변의 크기가 큰 경우(>1.5 cm<sup>2</sup>)에도 시행되고 있다.<sup>32,66)</sup>

Valderrabano 등<sup>67)</sup>은 Berndt and Harty II-V등급, 평균 병변의 크기는 135 mm<sup>2</sup> (50-360 mm<sup>2</sup>)인 환자 21명에 대해 자가 골연골 이식술을 시행한 후 평균 72개월 추시한 결과 통증의 호전 및 AOFAS 점수의 호전을 보고하였다. Kim 등<sup>68)</sup>은 자가 골연골 이식술을 시행한 52명을 대상으로 한 연구에서 유의한 임상적 호전을 보고하였다. 임상적 결과가 결손부의 크기나 위치, 골하 낭종의 유무와는 관련이 없다고 하였으며 내과 절골술의 관절면을 일치시키고 연부조직 충돌의 제거가 임상적 예후와 관련이 있다고 하였다. Woelfle 등<sup>69)</sup>도 임상적 결과가 결손부 크기나 위치와의 관련성은 없다고 보고하였다. Emre 등<sup>70)</sup>은 동측 무릎에서 골연골을 채취하여 자가 골연골 이식술을 시행한 결과 AOFAS 점수의 호전을 보고하여 자가 골연골 이식술이 크고 진행된 거골의 골연골 병변에서 치료법이 될 수 있다고 하였다.<sup>71)</sup>

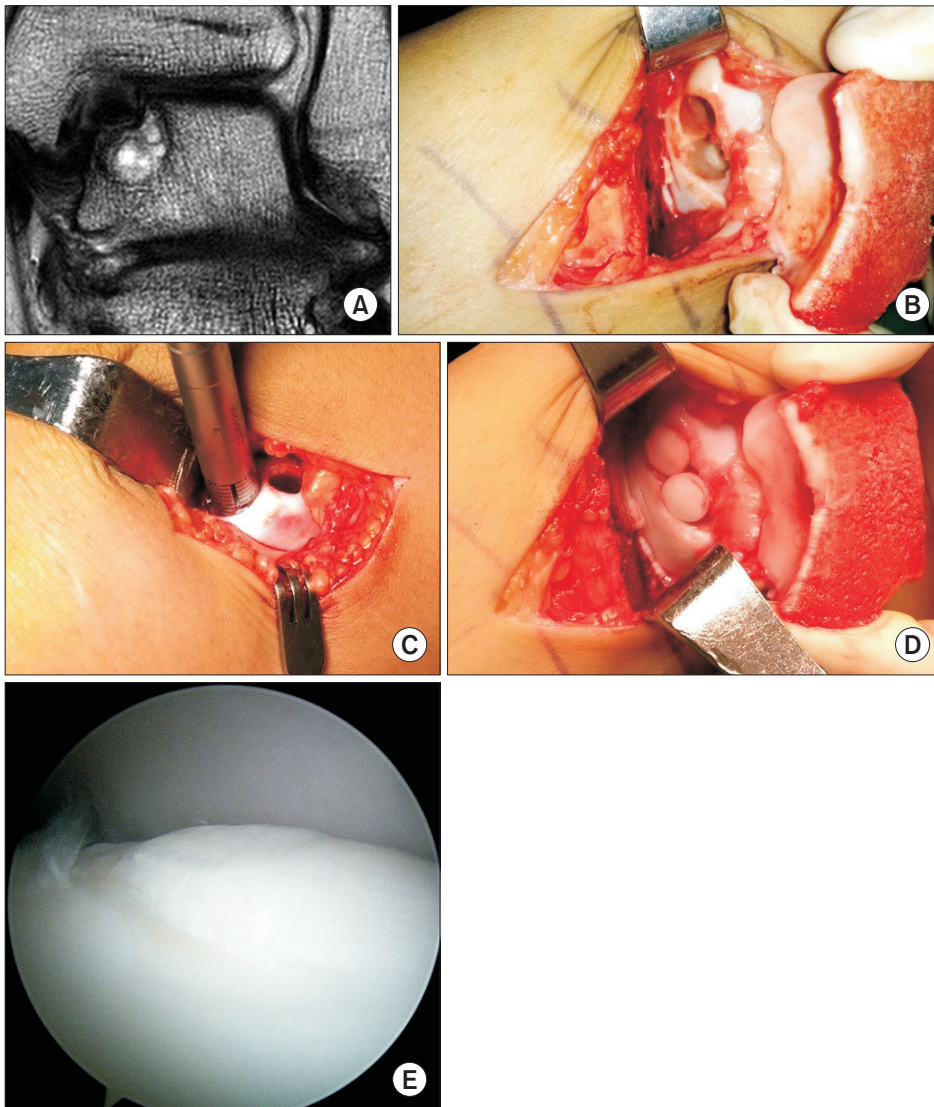
자가 골연골 이식술은 병변을 유리질 연골로 대체할 수 있고 한 번만 수술하면 되는 장점이 있다. 하지만 정상 무릎에서 이식편을 채취해야 하고 절골술이 필요할 수도 있으며 관절경으로만 시행하기 힘들다는 단점이 있다.<sup>72)</sup> 또한 무릎과 거골의 연골이 구조적, 생화학적으로 동일하지 않아 병변의 윤곽을 정확히 일치시키기 힘들다. 흔한 합병증으로는 통증의 지속, 공여부 통증, 절골술 부위의 불유합, 슬개골 불안정증, 무릎 불안정증 등이 있다.<sup>63)</sup>

### 2. 동종 골연골 이식술(osteochondral allograft transplantation)

동종 골연골 이식술은 사체에서 생존 가능한(viable) 골연골을 채취하여 거골의 골연골 병변에 이식한다. 거골의 골연골 병변의 크기, 깊이, 위치, 윤곽이 동일한 동종골에서 정확히 맞추어 채취할 수 있어 이식부 관절 연골면과 3차원적으로 일치시키기 용이하다. 또한 자가 골연골 이식술에서 사용하는 슬관절 연골의 구조적, 생화학적 특성은 거골과 다르지만 동종 골연골을 사용하면 이를 극복할 수 있다. 신선 동종골(fresh allograft)과 신선 동결 동종골(fresh frozen allograft)을 사용할 수 있으며 신선 동종골이 연골 세포의 생존 가능성이 높아 추천된다.<sup>73)</sup> 자가 골연골 이식술과 비슷하게 관절경적 미세 천공술에 실패한 경우, 어깨 병변(shoulder region)에 위치한 경우, 큰 낭종이 동반된 경우, 1.5 cm<sup>2</sup> 이상의 큰 병변에서 사용할 수 있다.<sup>74)</sup>

El-Rashidy 등<sup>75)</sup>에 따르면 동종 골연골 이식술을 시행한 38명





**Figure 3.** Osteochondral autologous transplantation. (A) Preoperative magnetic resonance imaging. (B) Preparation of the talus through medial malleolar osteotomy. (C) Autologous osteochondral harvest from lateral femoral condyle. (D) Osteochondral autologous transplantation was performed. (E) Secondary arthroscopic view after 2 years.

의 환자에서 AOFAS 점수의 유의한 호전이 관찰되었고 어깨 병변에 대한 치료에서 임상적으로 유의한 호전을 보고하였다.<sup>76)</sup> 하지만 이식물 준비 과정이 기술적으로 어렵고 비용이 많이 든다. 또한 동종골의 사용이 제한적이며 골면의 불유합, 잠재적인 질병 전파의 위험성이 있다.<sup>72)</sup>

## 연골 재생술(Cartilage regeneration)

### 1. 자가 연골 세포 이식술(autologous chondrocyte implantation)

자가 연골 세포 이식술은 무릎 연골 손상의 치료법으로 소개되었으며, 이후 거골의 골연골 병변에도 사용되었다. 두 단계의 수술이 필요하며, 첫 번째 수술로 유리 연골을 거골의 전방면이나 무릎의 비체중 부하면에서 채취하여 약 2-6주 정도 배양한다.<sup>77)</sup> 이후 배양된 세포를 거골의 골연골 병변에 이식하고 골막 피판으로

덮어 주는 술식이다. 비수술적 치료나 관절경적 미세 천공술이 실패한 경우, 연골 전층(full-thickness) 결손인 경우, 큰 병변(>1 cm<sup>2</sup>), 주변 연골에 잘 둘러싸여 있는 병변(contained lesion)인 경우 시도해 볼 수 있다.<sup>78-80)</sup>

자가 연골 세포 이식술 후 재생된 유리 관절 연골은 정상 연골과 생체 역학적으로 비슷하다고 알려졌다.<sup>81)</sup> 여러 연구에서 1차 수술 실패 후 시행한 자가 연골 세포 이식술 후 결과를 보고하였다. Nam 등<sup>82)</sup>은 이전 수술에서 실패한 환자 11명을 대상으로 자가 연골 세포 이식술 후 단기 추시에서 임상적, 기능적 호전을 보고하였으며, Battaglia 등<sup>83)</sup>이 관절경적 자가 연골 세포 이식술을 시행한 20명을 환자를 대상으로 한 5년 추시 연구에서 AOFAS 점수가 수술 전 59점에서 수술 후 84점으로 증가하였고 T2 MRI상 결손 부위의 69%에서 재생된 연골이 정상 연골과 비슷하다는 보고를 하였다. Kwak 등<sup>84)</sup>은 이전 골수 자극술에 실패한 환자 32명을 대상으로 자가 연골 세포 이식술을 시행하여 평균 70개월 추

시한 결과 AOFAS 점수 호전과 Tegner activity score의 호전을 보고하였다.

## 2. 자가 기질 유도 연골 세포 이식술(autologous matrix-induced chondrocyte implantation)

자가 기질 유도 연골 세포 이식술은 2세대 자가 연골 세포 이식술이라고도 하며 자가 연골 세포 이식술의 단점을 보완한 술식이다. 골막 피판 대신 미세 천공술을 시행한 부위에 세포 분화와 새로운 연골이 형성될 수 있는 환경을 제공해 주는 콜라겐 기질을 이식해준다. 관절경으로 시행할 수 있으며 2차 수술이 필요 없는 단일 술식이고 골막 채취를 할 필요가 없어 수술시간이 줄어들며 기술적 오류의 감소, 세포의 손실 방지, 불균등한 세포 분배를 막을 수 있다는 장점이 있다.<sup>85)</sup>

Giza 등<sup>86)</sup>이 거골의 골연골 병변에서 자가 기질 유도 연골 세포 이식술을 시행한 10명의 환자를 대상으로 한 연구에서 2년 추시 결과 AOFAS 점수와 short form health survey (SF-36)가 유의하게 호전되었고, 이차 관절경 검사에서도 관절 연골이 치유되었다는 보고가 있다.<sup>86)</sup> Valderrabano 등<sup>87)</sup>은 이전 수술에서 실패한 거골의 골연골 병변 환자 26명을 대상으로 한 2년 추시 연구에서 MRI상 35%에서 결손부의 완전한 회복, 84%에서 유리질 관절 연골의 구조적 연골이 정상 혹은 거의 정상 소견을 보였고 AOFAS 점수와 VAS 점수의 호전을 보였으며 MRI 결과에서도 우수하다고 보고하였다. 자가 기질 유도 연골 세포 이식술의 장기 추시에 대한 보고는 부족하지만 Kreulen 등<sup>88)</sup>이 이전 수술에 실패한 환자를 대상으로 자가 기질 유도 연골 세포 이식술을 시행한 10명을 대상으로 7년 추시한 결과 SF-36과 AOFAS 점수의 유의한 호전을 보고하였다.

## 결론

거골의 골연골 병변의 수술적 치료 방법은 다양하지만 손상된 연골을 효과적으로 재생시키는 수술적 치료는 정립되지 않았다. 여러 수술적 치료를 비교하는 연구가 부족하여 치료법을 결정하는데 있어 어려움이 있지만 비수술적 치료에 반응하지 않은 1.5 cm<sup>2</sup> 이하의 작은 거골의 골연골 병변은 관절경적 미세 천공술로도 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다. 관절경적 미세 천공술의 예후를 결정하는 대표적인 인자로는 병변의 크기가 있으며 연골하 낭종의 유무는 예후와 관련성이 적다. 관절경적 미세 천공술에 실패한 경우나, 병변이 1.5 cm<sup>2</sup> 이상으로 큰 거골의 골연골 병변은 자가 골연골 이식술을 시행할 수 있다. 장기 추시 결과는 아직 부족하지만 동종 골연골 이식술, 자가 연골 세포 이식술이나 여러 생물학적 제제를 이용한 술식도 대체 술식으로 사용할 수 있으며 앞으로 장기 예후나 비교 연구 등 여러 임상적 연구가 필요한 부분이다.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have nothing to disclose.

## REFERENCES

1. Canale ST, Belding RH. Osteochondral lesions of the talus. J Bone Joint Surg Am. 1980;62:97-102.
2. Ulrich-Vinther M, Maloney MD, Schwarz EM, Rosier R, O'Keefe RJ. Articular cartilage biology. J Am Acad Orthop Surg. 2003;11:421-30.
3. Mulfinger GL, Trueta J. The blood supply of the talus. J Bone Joint Surg Br. 1970;52:160-7.
4. Verhagen RA, Struijs PA, Bossuyt PM, van Dijk CN. Systematic review of treatment strategies for osteochondral defects of the talar dome. Foot Ankle Clin. 2003;8:233-42, viii-ix.
5. Mankin HJ. The response of articular cartilage to mechanical injury. J Bone Joint Surg Am. 1982;64:460-6.
6. Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. J Bone Joint Surg Am. 1959;41:988-1020.
7. Schachter AK, Chen AL, Reddy PD, Tejawani NC. Osteochondral lesions of the talus. J Am Acad Orthop Surg. 2005;13:152-8.
8. Dekker TJ, Dekker PK, Tainter DM, Easley ME, Adams SB. Treatment of osteochondral lesions of the talus: a critical analysis review. JBJS Rev [Internet]. 2017 [cited 2017 Mar 28];5. doi: 10.2106/JBJS.RVW.16.00065.
9. McCoy AM, Toth F, Dolvik NI, et al. Articular osteochondrosis: a comparison of naturally-occurring human and animal disease. Osteoarthritis Cartilage. 2013;21:1638-47.
10. van Dijk CN, Reilingh ML, Zengerink M, van Bergen CJ. Osteochondral defects in the ankle: why painful? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2010;18:570-80.
11. Tol JL, Struijs PA, Bossuyt PM, Verhagen RA, van Dijk CN. Treatment strategies in osteochondral defects of the talar dome: a systematic review. Foot Ankle Int. 2000;21:119-26.
12. Alexander AH, Lichtman DM. Surgical treatment of transchondral talar-dome fractures (osteochondritis dissecans). Long-term follow-up. J Bone Joint Surg Am. 1980;62:646-52.
13. 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.
14. Saxena A, Eakin C. Articular talar injuries in athletes: results



- of microfracture and autogenous bone graft. *Am J Sports Med.* 2007;35:1680-7.
15. O'Loughlin PF, Heyworth BE, Kennedy JG. Current concepts in the diagnosis and treatment of osteochondral lesions of the ankle. *Am J Sports Med.* 2010;38:392-404.
  16. Hembree WC, Wittstein JR, Vinson EN, et al. Magnetic resonance imaging features of osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Int.* 2012;33:591-7.
  17. Chew KT, Tay E, Wong YS. Osteochondral lesions of the talus. *Ann Acad Med Singapore.* 2008;37:63-8.
  18. Verhagen RA, Maas M, Dijkgraaf MG, Tol JL, Krips R, van Dijk CN. Prospective study on diagnostic strategies in osteochondral lesions of the talus. Is MRI superior to helical CT? *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87:41-6.
  19. Canale ST, Kelly FB Jr. Fractures of the neck of the talus. Long-term evaluation of seventy-one cases. *J Bone Joint Surg Am.* 1978;60:143-56.
  20. Loomer R, Fisher C, Lloyd-Smith R, Sisler J, Cooney T. Osteochondral lesions of the talus. *Am J Sports Med.* 1993;21:13-9.
  21. Adams SB, Parekh SG, de Solminihaç DHZ, Krynetskiy EE, Schon LC, Easley ME. Cartilage repair, replacement, and regenerative strategies for osteochondral lesions of the talus. London: Springer; 2014. 269-93.
  22. Anderson IF, Crichton KJ, Grattan-Smith T, Cooper RA, Brazier D. Osteochondral fractures of the dome of the talus. *J Bone Joint Surg Am.* 1989;71:1143-52.
  23. Ferkel RD, Flannigan BD, Elkins BS. Magnetic resonance imaging of the foot and ankle: correlation of normal anatomy with pathologic conditions. *Foot Ankle.* 1991;11:289-305.
  24. Mintz DN, Tashjian GS, Connell DA, Deland JT, O'Malley M, Potter HG. Osteochondral lesions of the talus: a new magnetic resonance grading system with arthroscopic correlation. *Arthroscopy.* 2003;19:353-9.
  25. Pritsch M, Horoshovski H, Farine I. Arthroscopic treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am.* 1986;68:862-5.
  26. Elias I, Jung JW, Raikin SM, Schweitzer MW, Carrino JA, Morrison WB. Osteochondral lesions of the talus: change in MRI findings over time in talar lesions without operative intervention and implications for staging systems. *Foot Ankle Int.* 2006;27:157-66.
  27. Easley ME, Scranton PE Jr. Osteochondral autologous transfer system. *Foot Ankle Clin.* 2003;8:275-90.
  28. Edmonds EW, Shea KG. Osteochondritis dissecans: editorial comment. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471:1105-6.
  29. Bauer M, Jonsson K, Lindén B. Osteochondritis dissecans of the ankle. A 20-year follow-up study. *J Bone Joint Surg Br.* 1987;69:93-6.
  30. Hannon CP, Smyth NA, Murawski CD, et al. Osteochondral lesions of the talus: aspects of current management. *Bone Joint J.* 2014;96:164-71.
  31. Klammer G, Maquieira GJ, Spahn S, Vigfusson V, Zanetti M, Espinosa N. Natural history of nonoperatively treated osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Int.* 2015;36:24-31.
  32. Zengerink M, Struijs PA, Tol JL, van Dijk CN. Treatment of osteochondral lesions of the talus: a systematic review. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18:238-46.
  33. Shearer C, Loomer R, Clement D. Nonoperatively managed stage 5 osteochondral talar lesions. *Foot Ankle Int.* 2002;23:651-4.
  34. Mei-Dan O, Carmont MR, Laver L, Mann G, Maffulli N, Nyska M. Platelet-rich plasma or hyaluronate in the management of osteochondral lesions of the talus. *Am J Sports Med.* 2012;40:534-41.
  35. Giannini S, Buda R, Faldini C, et al. Surgical treatment of osteochondral lesions of the talus in young active patients. *J Bone Joint Surg Am.* 2005;87 Suppl 2:28-41.
  36. Gobbi A, Francisco RA, Lubowitz JH, Allegra F, Canata G. Osteochondral lesions of the talus: randomized controlled trial comparing chondroplasty, microfracture, and osteochondral autograft transplantation. *Arthroscopy.* 2006;22:1085-92.
  37. Loveday D, Clifton R, Robinson A. Interventions for treating osteochondral defects of the talus in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2010;8:CD008104.
  38. Anderson AF, Pagnani MJ. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. Long-term results of excision of the fragment. *Am J Sports Med.* 1997;25:830-4.
  39. O'Driscoll SW. The healing and regeneration of articular cartilage. *J Bone Joint Surg Am.* 1998;80:1795-812.
  40. Larsen MW, Pietrzak WS, DeLee JC. Fixation of osteochondritis dissecans lesions using poly(l-lactic acid)/ poly(glycolic acid) copolymer bioabsorbable screws. *Am J Sports Med.* 2005;33:68-76.
  41. Taranow WS, Bisignani GA, Towers JD, Conti SF. Retrograde drilling of osteochondral lesions of the medial talar dome. *Foot Ankle Int.* 1999;20:474-80.
  42. Kono M, Takao M, Naito K, Uchio Y, Ochi M. Retrograde

- drilling for osteochondral lesions of the talar dome. *Am J Sports Med.* 2006;34:1450-6.
43. Ferkel RD, Zanotti RM, Komenda GA, et al. Arthroscopic treatment of chronic osteochondral lesions of the talus: long-term results. *Am J Sports Med.* 2008;36:1750-62.
  44. Anders S, Lechler P, Rackl W, Grifka J, Schaumburger J. Fluoroscopy-guided retrograde core drilling and cancellous bone grafting in osteochondral defects of the talus. *Int Orthop.* 2012;36:1635-40.
  45. Nehrer S, Spector M, Minas T. Histologic analysis of tissue after failed cartilage repair procedures. *Clin Orthop Relat Res.* 1999;365:149-62.
  46. Becher C, Thermann H. Results of microfracture in the treatment of articular cartilage defects of the talus. *Foot Ankle Int.* 2005;26:583-9.
  47. Polat G, Erşen A, Erdil ME, Kızılkurt T, Kılıçoğlu Ö, Aşık M. Long-term results of microfracture in the treatment of talus osteochondral lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:1299-303.
  48. Chuckpaiwong B, Berkson EM, Theodore GH. Microfracture for osteochondral lesions of the ankle: outcome analysis and outcome predictors of 105 cases. *Arthroscopy.* 2008;24:106-12.
  49. Choi WJ, Park KK, Kim BS, Lee JW. Osteochondral lesion of the talus: is there a critical defect size for poor outcome? *Am J Sports Med.* 2009;37:1974-80.
  50. Ogilvie-Harris DJ, Sarrosa EA. Arthroscopic treatment of post-traumatic cysts of the talus. *Arthroscopy.* 2000;16:197-201.
  51. Savva N, Jabur M, Davies M, Saxby T. Osteochondral lesions of the talus: results of repeat arthroscopic debridement. *Foot Ankle Int.* 2007;28:669-73.
  52. Lee KB, Park HW, Cho HJ, Seon JK. Comparison of arthroscopic microfracture for osteochondral lesions of the talus with and without subchondral cyst. *Am J Sports Med.* 2015;43:1951-6.
  53. Hepple S, Winson IG, Glew D. Osteochondral lesions of the talus: a revised classification. *Foot Ankle Int.* 1999;20:789-93.
  54. Hu Y, Guo Q, Jiao C, et al. Treatment of large cystic medial osteochondral lesions of the talus with autologous osteoperiosteal cylinder grafts. *Arthroscopy.* 2013;29:1372-9.
  55. Radin EL, Rose RM. Role of subchondral bone in the initiation and progression of cartilage damage. *Clin Orthop Relat Res.* 1986;213:34-40.
  56. Shimozone Y, Coale M, Yasui Y, O'Halloran A, Deyer TW, Kennedy JG. Subchondral bone degradation after microfracture for osteochondral lesions of the talus: an MRI analysis. *Am J Sports Med.* 2018;46:642-8.
  57. Reilingh ML, van Bergen CJ, Blankevoort L, et al. Computed tomography analysis of osteochondral defects of the talus after arthroscopic debridement and microfracture. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2016;24:1286-92.
  58. Murawski CD, Duke GL, Deyer TW, Kennedy JG. Bone Marrow Aspirate Concentrate (BMAC) as a biological adjunct to the surgical treatment of osteochondral lesions of the talus. *Tech Foot Ankle Surg.* 2011;10:18-27.
  59. Fortier LA, Potter HG, Rickey EJ, et al. Concentrated bone marrow aspirate improves full-thickness cartilage repair compared with microfracture in the equine model. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:1927-37.
  60. Hannon CP, Ross KA, Murawski CD, et al. Arthroscopic bone marrow stimulation and concentrated bone marrow aspirate for osteochondral lesions of the talus: a case-control study of functional and magnetic resonance observation of cartilage repair tissue outcomes. *Arthroscopy.* 2016;32:339-47.
  61. Ogilvie-Harris DJ, Sarrosa EA. Arthroscopic treatment after previous failed open surgery for osteochondritis dissecans of the talus. *Arthroscopy.* 1999;15:809-12.
  62. Yoon HS, Park YJ, Lee M, Choi WJ, Lee JW. Osteochondral autologous transplantation is superior to repeat arthroscopy for the treatment of osteochondral lesions of the talus after failed primary arthroscopic treatment. *Am J Sports Med.* 2014;42:1896-903.
  63. McGahan PJ, Pinney SJ. Current concept review: osteochondral lesions of the talus. *Foot Ankle Int.* 2010;31:90-101.
  64. Sasaki K, Ishibashi Y, Sato H, Toh S. Arthroscopically assisted osteochondral autogenous transplantation for osteochondral lesion of the talus using a transmalleolar approach. *Arthroscopy.* 2003;19:922-7.
  65. Tochigi Y, Amendola A, Muir D, Saltzman C. Surgical approach for centrolateral talar osteochondral lesions with an anterolateral osteotomy. *Foot Ankle Int.* 2002;23:1038-9.
  66. Imhoff AB, Paul J, Ottinger B, et al. Osteochondral transplantation of the talus: long-term clinical and magnetic resonance imaging evaluation. *Am J Sports Med.* 2011;39:1487-93.
  67. Valderrabano V, Leumann A, Rasch H, Egelhof T, Hintermann B, Pagenstert G. Knee-to-ankle mosaicplasty for the

- treatment of osteochondral lesions of the ankle joint. *Am J Sports Med.* 2009;37:105S-11S.
68. Kim YS, Park EH, Kim YC, Koh YG, Lee JW. Factors associated with the clinical outcomes of the osteochondral autograft transfer system in osteochondral lesions of the talus: second-look arthroscopic evaluation. *Am J Sports Med.* 2012;40:2709-19.
  69. Woelfle JV, Reichel H, Nelitz M. Indications and limitations of osteochondral autologous transplantation in osteochondritis dissecans of the talus. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013;21:1925-30.
  70. Emre TY, Ege T, Cift HT, Demircioğlu DT, Seyhan B, Uzun M. Open mosaicplasty in osteochondral lesions of the talus: a prospective study. *J Foot Ankle Surg.* 2012;51:556-60.
  71. Scranton PE Jr, Frey CC, Feder KS. Outcome of osteochondral autograft transplantation for type-V cystic osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Br.* 2006;88:614-9.
  72. Murawski CD, Kennedy JG. Operative treatment of osteochondral lesions of the talus. *J Bone Joint Surg Am.* 2013;95:1045-54.
  73. Williams SK, Amiel D, Ball ST, et al. Prolonged storage effects on the articular cartilage of fresh human osteochondral allografts. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:2111-20.
  74. Gross CE, Adams SB, Easley ME, Nunley JA 2nd. Role of fresh osteochondral allografts for large talar osteochondral lesions. *J Am Acad Orthop Surg.* 2016;24:e9-17.
  75. El-Rashidy H, Villacis D, Omar I, Kelikian AS. Fresh osteochondral allograft for the treatment of cartilage defects of the talus: a retrospective review. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:1634-40.
  76. Adams SB Jr, Viens NA, Easley ME, Stinnett SS, Nunley JA 2nd. Midterm results of osteochondral lesions of the talar shoulder treated with fresh osteochondral allograft transplantation. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:648-54.
  77. Mandelbaum BR, Gerhardt MB, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation of the talus. *Arthroscopy.* 2003;19 Suppl 1:129-37.
  78. Giannini S, Buda R, Vannini F, Di Caprio F, Grigolo B. Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in osteochondral lesions of the talus: surgical technique and results. *Am J Sports Med.* 2008;36:873-80.
  79. Niemeyer P, Salzmänn G, Schmal H, Mayr H, Südkamp NP. Autologous chondrocyte implantation for the treatment of chondral and osteochondral defects of the talus: a meta-analysis of available evidence. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012;20:1696-703.
  80. Baums MH, Heidrich G, Schultz W, Steckel H, Kahl E, Klinger HM. Autologous chondrocyte transplantation for treating cartilage defects of the talus. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88:303-8.
  81. Buda R, Vannini F, Castagnini F, Cavallo M, Ruffilli A, Rampini L, et al. Regenerative treatment in osteochondral lesions of the talus: autologous chondrocyte implantation versus one-step bone marrow derived cells transplantation. *Int Orthop.* 2015;39:893-900.
  82. Nam EK, Ferkel RD, Applegate GR. Autologous chondrocyte implantation of the ankle: a 2- to 5-year follow-up. *Am J Sports Med.* 2009;37:274-84.
  83. Battaglia M, Vannini F, Buda R, et al. Arthroscopic autologous chondrocyte implantation in osteochondral lesions of the talus: mid-term T2-mapping MRI evaluation. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19:1376-84.
  84. Kwak SK, Kern BS, Ferkel RD, Chan KW, Kasraeian S, Applegate GR. Autologous chondrocyte implantation of the ankle: 2- to 10-year results. *Am J Sports Med.* 2014;42:2156-64.
  85. Brittberg M, Peterson L, Sjögren-Jansson E, Tallheden T, Lindahl A. Articular cartilage engineering with autologous chondrocyte transplantation. A review of recent developments. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85 Suppl 3:109-15.
  86. Giza E, Sullivan M, Ocel D, et al. Matrix-induced autologous chondrocyte implantation of talus articular defects. *Foot Ankle Int.* 2010;31:747-53.
  87. Valderrabano V, Miska M, Leumann A, Wiewiorski M. Reconstruction of osteochondral lesions of the talus with autologous spongiosa grafts and autologous matrix-induced chondrogenesis. *Am J Sports Med.* 2013;41:519-27.
  88. Kreulen C, Giza E, Walton J, Sullivan M. Seven-year follow-up of matrix-induced autologous implantation in talus articular defects. *Foot Ankle Spec.* 2018;11:133-7.



## 족관절에서 관절경 술식의 최신 지견

## 거골의 골연골 병변의 관절경적 치료

정비오·정 혁<sup>✉</sup>

경희대학교 의과대학 정형외과학교실

발목 손상은 가장 흔한 손상 중 하나로서 발목 염좌나 골절의 70%까지 거골의 골연골 병변(osteochondral lesion of the talus)이 발생한다고 알려져 있다. 여가 활동의 증가로 인해 스포츠 손상도 많아지고 연골의 상태를 확인할 수 있는 진단 기법이 발달하여 거골의 골연골 병변의 유병률도 높아지고 있다. 증상이 없는 거골의 골연골 병변은 비수술적 치료로도 좋은 결과가 보고되고 있지만 성인의 경우 비수술적 치료에 실패할 가능성이 높아 수술적 치료가 많이 시행된다. 우수한 결과를 위해서는 정상 연골로의 회복이 중요하지만 연골의 특성상 효과적으로 재생시키는 치료법은 현재까지 정립되지 않고 있다. 관절경적 미세 천공술(arthroscopic microfracture)과 같은 골수 자극 요법(bone marrow stimulation)이 많이 사용되는 수술 방법이며, 비수술적 치료에 반응하지 않고 크기가 너무 크지 않은 경우에 효과적인 치료법으로 알려져 있다. 또한 병변의 크기나 위치, 연골하 낭종의 유무, 이전 수술의 결과 등에 따라 자가 골연골 이식술이나 동종 골연골 이식술, 자가 연골 세포 이식술 등의 치료 방법이 있다. 여러 수술적 방법에서 단기·중기 추이에 양호한 결과들이 보고되고 있으나 장기 추시 결과는 명확히 밝혀진 바 없다. 최근 여러 생물학적 제제의 개발로 인해 히알루론산(hyaluronan), 혈소판 풍부 혈장(platelet-rich plasma), 중간엽 줄기세포(mesenchymal stem cell), 골수 흡인 농축물(bone marrow aspirate concentrate)과 같은 다양한 치료 방법이 소개되고 있다.

**색인단어:** 거골, 거골의 골연골 병변, 미세 천공술, 자가 골연골 이식술

접수일 2018년 1월 2일 게재확정일 2018년 2월 7일

<sup>✉</sup>책임저자 정 혁

02447, 서울시 동대문구 경희대로 26, 경희대학교 의과대학 정형외과학교실

TEL 02-958-8346, FAX 02-964-3865, E-mail [hyuk1845@hanmail.net](mailto:hyuk1845@hanmail.net)