DOI：10.12287/j.issn.2096-8965.20260110

MRI“跳跃斑点征”可用于预测囊性距骨骨软骨损伤微骨折手术的长期预后

程相允#，蔡炳耀#，江东*

（北京大学第三医院运动医学科，北京 100191）

【摘要】目的 旨在比较术前磁共振成像（MRI）是否存在“跳跃斑点征”（JD征）的囊性距骨骨软骨损伤（COLTs）患者接受微骨折手术后的长期影像学结局、踝关节功能和并发症，以提出一种新的可预测长期疗效的影像学预测指标。**方法** 回顾性纳入2010年1月—2015年6月接受关节镜下微骨折手术的COLTs患者，在最终随访时，使用视觉模拟评分法（VAS），美国骨科足踝协会踝—后足评分（AOFAS），足与踝预后量表（FAOS）和Tegner评分评估患者的症状、踝关节功能，同时记录患者的术后并发症。对患者踝关节进行MRI扫描，评估术后骨髓水肿和骨囊肿的尺寸。根据术前MRI将患者分为有/无JD征两组，根据上述指标比较两组患者的预后。**结果** 共60例COLTs患者被纳入研究，JD征组和非JD征组分别有27例和33例。两组间的性别（22例男性/5例女性 vs. 29例男性/4例女性，P=0.744）、年龄[（36.1±9.5）岁 vs.（33.3±7.5）岁，P=0.211]、身体质量指数[（26.0±2.6）kg/m² vs.（26.4±4.3）kg/m²，P=0.681]、随访时间[（11.2±1.8）年vs.（11.4±2.1）年，P=0.712]等基线数据，以及损伤位置和尺寸[（81.2±38.2）mm² vs.（76.0±38.4）mm²，P=0.605]差异无统计学意义。在踝关节功能方面，非JD征组患者的AOFAS、FAOS和Tegner评分更高，且VAS疼痛水平更低，差异均具有统计学意义（P<0.05），术后关节跖屈/背屈活动受限发生率更低（30.30% vs. 62.96%，P=0.023）。在术后影像学结局方面，非JD征组患者的骨髓水肿体积、骨囊肿复发率和骨囊肿面积小于JD征组患者。**结论** 术前MRI的JD征或可作为COLTs患者行微骨折术后长期预后的影像学预测指标。具有JD征的患者要谨慎选择微骨折手术。

【关键词】距骨骨软骨损伤；骨髓刺激术；磁共振成像；踝关节镜；囊性损伤

中图分类号：R687.4　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-8965（2026）01-0088-06

MRI "Jumping Dot Sign" for predicting long-term prognosis after microfracture surgery in patients with cystic osteochondral lesions of talus

Cheng Xiangyun#, Cai Bingyao#, Jiang Dong*

(Department of Sports Medicine, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China)

【Abstract】Objective This study aims to compare the long-term radiographic outcomes, ankle function, and complications after microfracture surgery in patients with cystic osteochondral lesions of the talus (COLTs) with or without the preoperative MRI "Jumping Dot Sign" (JD sign), and to propose a novel imaging predictor for long-term prognosis. **Methods** Patients with COLTs who underwent arthroscopic microfracture surgery between

收稿日期：2026-02-24；**修回日期：**2026-03-05

基金项目：国家自然科学基金重大疾病智慧诊疗专项项目（82441025）

通信作者：江　东（1980-），男，四川南充人，主任医师，教授，博士研究生导师，主要从事运动创伤研究，E-mail：dong_jiang@bjmu.edu.cn

#为共同第一作者

January 2010 and June 2015 were retrospectively enrolled. At the final follow-up, symptoms and ankle function were assessed using the Visual Analogue Scale (VAS), American Orthopaedic Foot & Ankle Society Ankle-Hindfoot Score (AOFAS), Foot and Ankle Outcome Score (FAOS), and Tegner score, and postoperative complications were recorded. Postoperative ankle MRI was performed to evaluate bone marrow edema (BME) and bone cyst dimensions. Patients were divided into the JD sign group and the non-JD sign group based on preoperative MRI, and outcomes were compared using these metrics. **Results** Sixty patients with COLTs were included (JD sign group: n=27, non-JD sign group: n=33). Baseline characteristics including gender (22M/5F vs. 29M/4F, P=0.744), age[(36.1±9.5) years vs. (33.3±7.5) years, P=0.211)], BMI[(26.0±2.6) kg/m²vs. (26.4±4.3) kg/m², P=0.681)], follow-up duration[(11.2±1.8) years vs. (11.4±2.1) years, P=0.712), lesion location, and lesion location and size[(81.2±38.2) mm² vs. (76.0±38.4) mm², P=0.605)] showed no significant differences. Regarding ankle function, the non-JD sign group showed significantly higher AOFAS, FAOS, and Tegner scores (P<0.05) and lower VAS pain levels (P<0.05). The incidence of postoperative limitation of plantarflexion and dorsiflexion was lower in the non-JD sign group (30.30% vs. 62.96%, P=0.023). Regarding postoperative radiographic outcomes, the non-JD sign group had significantly smaller postoperative BME volume, lower bone cyst recurrence rate, and smaller recurrent cyst areacompared to the JD sign group. **Conclusion** The preoperative MRI "Jumping Dot Sign" may serve as a radiographic predictor of long-term prognosis in patients with COLTs after microfracture surgery. Microfracture surgery should be used with caution in patients exhibiting the JD sign.

【**Keywords**】Osteochondral lesion of the talus; Bone marrow stimulation; Magnetic resonance imaging; Ankle arthroscopy; Cystic lesion

0 引言

踝关节扭伤是发病率最高的运动损伤之一。据统计，在欧美国家的发生率为2~7/千人次[1]。其中约50%的患者合并距骨骨软骨损伤，可导致持续踝关节疼痛和功能障碍，严重降低患者生活质量[2-3]。距骨骨软骨损伤常累及距骨穹窿的关节软骨和软骨下骨板，其中29%~46%可伴随骨囊肿形成[4]。囊性距骨骨软骨损伤（Cystic Osteochondral Lesions of Talus，COLTs）的手术方案选择是足踝外科领域的难点之一[5]。针对面积小于100 mm²的COLTs，包括微骨折手术在内的骨髓刺激术是临床的一线手术治疗方案[6]。

然而，它的临床疗效一直存在争议。研究[7]显示，在至少2年的随访时间里，接受骨髓刺激术的COLTs的患者约35%出现囊肿复发，且症状改善有限。本团队前期基于术前磁共振成像（Magnetic Resonance Imaging，MRI）、质子密度加权图像提出了“跳跃斑点征”（Jumping Dot Sign，JD征），即骨软骨损伤中周围骨髓水肿背景内出现的斑点状异常高信号区，作为预测骨髓刺激术后短期预后的影像学指标（见图1），但JD征能否作为微骨折术后长期疗效的预测指标尚不明确[8]。

因此，本研究回顾性纳入了2010年1月—2015年6月在北京大学第三医院接受骨髓刺激术的COLTs患者并随访，包括MRI扫描、患者报告结局指标与并发症评估。根据术前MRI图像中是否存在JD征将患者分为两组，比较两组患者功能评分和影像学结局的差异，旨在提出一种新的可预测长期疗效的影像学预测指标，为这类患者手术方案的选择提供参考。

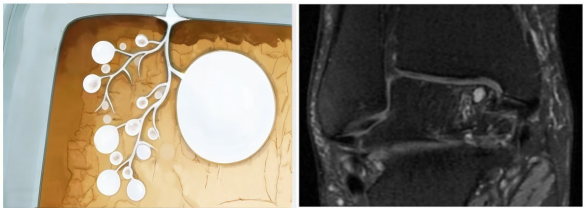


图1 “跳跃斑点征”示意图
Figure 1 Schematic of "Jumping Dot Sign"

1 材料与方法

1.1 研究对象

患者在术前和随访中接受MRI扫描和踝关节功能评估。纳入过程中设计相应入排标准，纳入标准：（1）年龄18~60岁；（2）MRI图像上距骨骨软骨损伤的直径小于15 mm。排除标准包括：（1）Kellgren-Lawrence分级3~4级的踝关节炎；（2）既往有下肢手术史；（3）患活动性风湿性疾病或其他下肢神经肌肉疾病；（4）失访或术前MRI资料缺失。研究方案经北京大学第三医院医学伦理委员会批准（批号：IRB00006761-M2021178），所

有纳入研究患者均签署知情同意书。

1.2 手术技术

患者采取仰卧位，接受腰麻。大腿应用止血带，压力设为300 mmHg（1mmHg≈0.133 kPa），以软垫将同侧髋关节抬高约30°。首先，经前内侧及前外侧入路，使用2.9 mm、30°关节镜（施乐辉公司，美国）行诊断性关节镜检查。镜下确认并评估关节内病变，包括骨软骨损伤、滑膜增生及骨赘。采用关节镜测尺测量骨软骨损伤的矢状径（mm）与冠状径（mm），并通过椭圆面积公式（面积=冠状径×矢状径×π/4）计算损伤面积（mm^2）。随后对囊性骨软骨损伤行关节镜下病灶清理及微骨折术，微骨折深度与间距均设置为3~4 mm。合并踝关节不稳者，同时行改良Brostström手术，采用带线锚钉修复外侧副韧带，并加强伸肌下支持带。术后3天在指导下开始持续被动功能锻炼。行改良Brostström手术的患者，术后2周开始持续被动功能锻炼，术后第4周开始部分负重，在踝关节行走支具保护下，于术后4~6周逐步过渡至完全负重[9]。

1.3 影像学评估

本研究采用GE Signa HDxt 3.0-T MRI系统，并配备8通道表面线圈；使用冠状面和矢状面的质子密度加权序列评估骨囊肿和骨髓水肿的损伤范围和复发情况。骨囊肿定义为边界清晰的类圆形异常信号灶，呈均匀高信号；而骨髓水肿表现为弥漫性片状高信号灶。基于术前图像记录JD征是否存在，将患者分为有/无JD征两组。本研究将JD征定义为：质子密度加权像上囊肿周围可见的骨组织异常区域，表现为≥1个斑点状高信号区，且信号强度高于周围骨髓水肿。本研究基于距骨穹窿的九宫格分区记录损伤位置。

囊肿和骨髓水肿范围的测量方法参照文献[10]的方法，基于MRI测量其最大冠状径（mm）、最大矢状径（mm）和深度（mm）。深度定义为损伤顶部至底部的最大距离；最大冠状径和矢状径分别定义为损伤的内-外侧径和前-后侧径[11]。损伤的面积（mm^2）和体积（mm^3）使用椭圆公式计算：面积=冠状径×矢状径×π/4；体积=冠状径×矢状径×深度×π/6。影像学评估和测量由影像科两位主治医师分别独立完成。为确保测量结果的信度，使用组内相关系数（Intraclass Correlation Coefficient，ICC）进行一致性分析，ICC=0.61~0.80为信度良好[12]。

1.4 患者报告结局指标与并发症

患者在术前和随访中接受量表评定和并发症记录。本研究使用视觉模拟评分法（Visual Analogue Scale，VAS）评价患者的疼痛水平，使用美国骨科足踝协会踝—后足评分（American Orthopaedic Foot & Ankle Society Ankle-Hindfoot Score，AOFAS）、足与踝预后量表（Foot and Ankle Outcome Score，FAOS）和Tegner运动水平评分评估患者的踝关节功能。术后并发症包括手术部位的感染、感觉异常、关节活动度异常（内翻/外翻、跖屈/背屈）和反复扭伤。评估者对患者术前和随访时的MRI资料不知情。

1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0软件进行统计学分析。计量资料先进行Shapiro-Wilk正态性检验；正态分布数据以平均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，组间比较采用独立样本t检验；非正态分布数据以中位数（Q1~Q3）表示，组间比较采用Wilcoxon秩和检验。计数资料以例数及其占比[n(%)]表示，组间比较采用χ^2检验。检验水准为0.05（双侧）。

2 结果

在本研究纳入的70例患者中，10例患者因失访而被排除。在最终纳入的60例患者中，27例患者术前MRI出现JD征。患者的平均随访时间为（11.3±2.0）年，最短的随访时间为7.5年。在两组患者间，接受改良Brostström手术的病例数差异无统计学意义，此外，性别、年龄、身体质量指数、随访时间以及损伤的位置和尺寸两组差异无统计学意义（P>0.05，见表1）。

2.1 影像学结局

MRI测量的ICC如表2所示，可以观察到观察者之间和观察者内部的良好可靠性。在两组患者中，随访MRI出现骨髓水肿的比例分别为70.4%和51.5%，差异无统计学意义（P>0.05）。但有JD征患者的骨髓水肿面积和体积均大于无JD征患者（P<0.05）。在软骨下骨囊肿方面，有JD征的患者的囊肿复发率更高（70.4% vs. 39.4%，P=0.033），且囊肿的面积和深度显著更大（P<0.05，见表3、图2）。

2.2 患者报告结局指标与并发症

在术前的疼痛水平和踝关节功能评分方面，两组患者的VAS、AOFAS、Tegner和FAOS评分均差异无统计学意义（P>0.05）。而在随访重新评估患者报告结局指标时，有JD征患者的VAS疼痛评分显著大于无JD征患者，且AOFAS、FAOS和Tegner踝关节功能评分显著更低（P<0.05，见表4）。

表1 两组患者术前基线数据的比较

Table 1 Comparison of preoperative baseline characteristics between two groups

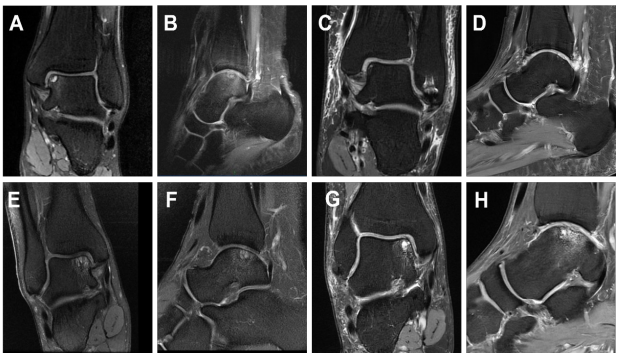
指标	有JD征（27例）	无JD征（33例）	*P*值
性别（男/女，[*n*(%)]）	22(81.5)/5(18.5)	29(87.9)/4(12.1)	0.744
年龄（岁）	36.1±9.5	33.3 ±7.5	0.211
体重指数（kg/m²）	26.0±2.6	26.4 ±4.3	0.681
损伤侧别（左/右）[*n*(%)]	10(37.04)/17(62.96)	10(30.30)/23(69.70)	0.783
损伤位置（内/外）[*n*(%)]	23(85.19)/4(14.81)	25(75.76)/8(24.24)	0.599
随访时间（年）	11.2±1.8	11.4 ±2.1	0.712
损伤面积（mm²）	81.2±38.2	76.0 ±38.4	0.605
Brostström手术（有/无）[*n*(%)]	13(48.15)/14(51.85)	14(42.42)/19(57.58)	0.855
骨赘形成（有/无）[*n*(%)]	10(37.04)/17(62.96)	17(51.52)/16(48.48)	0.389

表2 MRI测量指标的评估者内及评估者间一致性（ICC值）

Table 2 Intra- and interobserver reliability for magnetic resonance imaging measurements (ICC values)

指标	观察者1	观察者2	观察者间
OLT术前面积（mm²）	0.821	0.846	0.832
术后水肿面积（mm²）	0.846	0.879	0.856
术后水肿体积（mm³）	0.816	0.852	0.837
术后囊肿面积（mm²）	0.836	0.874	0.846
术后囊肿深度（mm）	0.878	0.896	0.883

OLT：距骨骨软骨损伤，Osteochondral Lesion of the Talus；ICC：组内相关系数，Intraclass Correlation Coefficient。



A~B，患者1，术前MRI无JD征的横截面和矢状面图像；C~D，患者1，术后MRI的横截面与矢状面图像，无骨髓水肿、无骨囊肿形成；E~F，患者2，术前MRI有JD征的横截面和矢状面图像；G~H，患者2，术后MRI出现骨髓水肿和骨囊肿。

图2 骨囊肿尺寸的测量与“跳跃斑点征”的判断

Figure 2 Measurement of bone cyst dimensions and assessment of "Jumping Dot Sign"

在术后并发症方面，两组患者均未出现手术部位的感染和感觉异常。有JD征患者组的再次扭伤比例是22.22%，无JD征患者组的再次扭伤比例是24.24%，两组无显著性差异（*P*>0.05）。两组均有患者出现踝关节活动受限的症状，内翻/外翻受限的比例分别为37.03%和24.24%（*P*=0.428），跖屈和背屈的比例为62.96%和30.30%（*P*=0.023，见表5）。

表3 两组患者随访MRI的影像学结局的比较

Table 3 Comparison of radiological outcomes on follow-up MRI between two groups

指标	有JD征（27例）	无JD征（33例）	*P*值
术后骨髓水肿[*n*(%)]	19（70.4）	17（51.5）	0.233
术后水肿面积（mm²）	77.2（0~158.4）	2（0~87.9）	0.035
术后水肿体积（mm³）	1 628（0~4339）	5（0~703）	0.014
术后复发囊肿[*n*(%)]	19（70.4）	13（39.4）	0.033
术后囊肿面积（mm²）	19.7（0~41.6）	0（0~22.2）	0.021
术后囊肿深度（mm）	4.6（0~6.53）	0（0~4.21）	0.004

3 讨论

本研究发现，有JD征的COLTs患者在接受骨髓刺激术后的长期随访中出现更大范围的骨髓水肿，更高的囊肿复发率，且骨囊肿尺寸更大。此外，有JD征的患者长期的踝关节疼痛水平更高，踝关节功能评分更低；且患者更容易出现关节活动度异常。

囊肿周围的JD征指的是一个高于周围骨髓水肿信号的斑点状区域。本研究中观察到JD征常见于BME区域，是囊肿周围骨质质量低下的一个重要指标。膝骨关节炎中软骨下骨的微损伤曾以影像学中一系列亚微米级裂缝的形式被报道[13]过，这通常表明骨质量低下且矿化的软骨下骨结构更脆弱。此外，研究[14]指出持续的骨髓水肿可逐渐发展成囊肿。本研究中观察到的JD征或与软骨下骨的结构出现微损伤有关。据研究[15]报道，距骨软骨损伤患者接受骨髓刺激术后，中等水平以上的骨髓水肿和骨囊肿的发生率约为19%和30.6%。本研究中，有JD征的患者术后更易出现大范围骨髓水肿，且骨囊肿复发率显著升高（70.37%）。JD征表现为MRI图像上损伤周围的斑点状高信号灶，提示组织内水含量的异常升高，这通常与炎症、骨微裂与骨重塑

表4 两组患者术前和随访时患者报告结局指标的比较

Table 4 Comparison of patient-reported outcome measures preoperatively and at follow-up between two groups

指标	有JD征（27例）	无JD征（33例）	*P*值
VAS评分/分			
术前	5.6±1.7	5.7±1.1	0.719
术后	4.2±1.6	1.6±1.5	<0.001
AOFAS评分/分			
术前	73.7±16.0	73.9±13.6	0.952
术后	74.4±6.5	83.2±8.9	<0.001
TEG评分/分			
术前	2.4±0.9	2.5±0.9	0.765
术后	3.1±1.4	4.8±1.6	<0.001
FAOS症状/分			
术前	59.9±11.6	58.8±9.6	0.681
术后	69.4±7.9	86.5±8.6	<0.001
FAOS运动/分			
术前	23.0±14.8	25.8±14.6	0.466
术后	66.5±9.2	87.7±11.8	<0.001
FAOS活动能力/分			
术前	41.4±14.1	45.0±17.2	0.374
术后	81.1±9.5	93.8±10.9	<0.001
FAOS疼痛/分			
术前	43.2±12.7	49.0±16.9	0.137
术后	77.1±6.5	90.4±13.7	<0.001
FAOS生活质量/分			
术前	27.5±9.5	33.1±14.7	0.081
术后	63.9±9.6	79.5±18.5	<0.001

VAS：视觉模拟评分法，Visual Analogue Scale；AOFAS：美国骨科足踝协会踝–后足评分，American Orthopaedic Foot & Ankle Society Ankle-Hindfoot Score；TEG：Tegner活动水平量表，Tegner Activity Score；FAOS：足与踝预后量表，Foot and Ankle Outcome Score。

表5 两组患者随访时术后并发症的发生率的比较

Table 5 Comparison of incidence of postoperative complications at follow-up between two groups

指标	有JD征（27例）	无JD征（33例）	*P*值
感染（有/无）	0	0	NA
感觉丧失（有/无）	0	0	NA
再次扭伤（有/无）［*n*(%)］	6（22.22%）	8（24.24%）	1.000
关节活动受限			
内翻/外翻（有/无）［*n*(%)］	10（37.03%）	8（24.24%）	0.428
跖屈/背屈（有/无）［*n*(%)］	17（62.96%）	10（30.30%）	0.023

异常有关[16]。囊性距骨软骨损伤在进行清理以及相关骨髓刺激术时，骨囊肿周围的病变组织通常无法彻底清除。残余的慢性炎性物质或可持续诱导炎症，同时病变内脆弱的骨小梁在机械应力作用下易反复受损，进而导致大范围的骨髓水肿。持续的骨髓水肿是骨囊肿形成的高危因素；且局部炎症和应力不均易导致骨髓刺激术释放的血凝块与骨缺损结合不良，进而被吸收溶解，从而导致骨囊肿形成[17]。研究[18]表明，术后骨髓水肿范围增大和骨囊肿形成与患者术后踝关节疼痛和功能下降密切相关，这与本研究的发现也是一致的。

存在JD征的患者在长期随访中表现出更高的踝关节疼痛程度、更低的功能评分，且更易出现关节活动受限等并发症。软骨下骨富含神经末梢，对关节软骨具有重要的营养供给与机械支撑作用，其结构与代谢状态直接影响踝关节功能与症状转归[19]。JD征提示局部软骨下骨存在异常骨重塑与骨代谢活跃，这种异常微环境不利于术后关节软骨的有效重建；同时，伴随的炎症反应可刺激神经末梢，进一步加重疼痛并影响关节运动功能。既往基于SPECT/CT的影像学研究[20]已证实，损伤区域骨示踪剂摄取水平与术后疼痛程度密切相关；而骨囊肿的组织学观察也显示病灶内存在纤维组织增生及不同程度的骨代谢改变[21]。这为本研究中JD征与预后不良相关的发现提供了合理的生物学解释。研究[22]表明，面积大或者深度高的距骨骨软骨损伤通常与骨髓刺激手术（Bone Marrow Stimulation，BMS）术后较差的患者报告结局指标（Patient-Reported Outcome Measures，PROMs）相关。一项国际共识[22]表明，适合BMS的OLT理想深度应<5 mm。此外，为了获得良好至优异的PROMs，曾有报道[23]基于MRI扫描，提出一般OLT的潜在临界深度为9.68 mm，囊性OLT为7.56 mm。然而，由于囊肿形态和性质的异质性，这些数值无法成为所有患者的统一标准。此外，既往研究很少使用术后MRI等客观指标进行评估。本课题组曾经纳入了PROMs和术后MRI，结果表明，在>2年的中短期随访中，JD征和囊肿最大垂直径>5.4 mm的组合对囊肿复发具有极佳的预测价值[8]。本研究依然发现有JD征的患者容易出现预后的相对不佳。这提示我们，当患者囊肿垂直深度接近临界值时，若同时出现JD征，需谨慎使用骨髓刺激术。

本课题组前期研究仅初步证实JD征对COLTs骨髓刺激术后囊肿复发的短期预后具有提示价值，本研究通过平均超10年的长期随访，进一步明确该征象可有效预测患者远期影像学退变程度、踝关节疼痛及功能恢复情况，证实JD征是一种基于常规MRI、评估简便、客观性强且兼具短期与长期预测价值的可靠预后指标，可在临床中快速普及应用。基于本研究的长期随访结果，对于术前MRI提示JD征阳性且骨囊肿尺寸较大的COLTs患者，

单纯病灶清理联合骨髓刺激术难以获得理想的远期修复效果，优先考虑自体骨软骨移植等更激进、修复效果更确切的手术治疗方式，以此改善软骨下骨重建质量，最大化提升患者远期踝关节功能。

本研究仍存在一定的局限性。首先，本研究的样本量有限，且缺少不同时间点的多次随访，无法充分展示患者术后踝关节功能和软骨下骨结构的变化。其次，本研究为单中心、回顾性研究，仍存在一定的选择偏倚。未来，应设计前瞻性的大样本随访队列，进一步验证JD征的预后价值。

4 结论

存在JD征的患者术后软骨下骨囊肿复发率更高，骨髓水肿及骨囊肿的范围、体积显著更大，且远期踝关节疼痛程度更重、踝关节功能评分更低，关节活动受限的并发症发生率更高。术前MRI的JD征或可作为COLTs患者行微骨折术后长期预后的影像学预测指标。具有JD征的患者要谨慎选择微骨折手术。

参考文献

[1] HERIOG M M, KERR Z Y, MARSHALL S W, et al. Epidemiology of ankle sprains and chronic ankle instability[J]. Journal of Athletic Training, 2019, 54(6): 603-610.

[2] MANGWANI J, BROCKETT C, PEGG E. Osteochondral lesions of talus[J]. Bone & Joint Research, 2024, 13(12): 790-792.

[3] DOHERTY C, BLEAKLEY C, DELAHUNT E, et al. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: An overview of systematic reviews with meta-analysis[J]. British Journal of Sports Medicine, 2017, 51 (2): 113-125.

[4] REILINGH M L, BLANKEVOORT L, VAN EEKEREN I C M, et al. Morphological analysis of subchondral talar cysts on microCT[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2013, 21(6): 1409-1417.

[5] MURAWSKI C D, KENNEDY J G. Operative treatment of osteochondral lesions of the talus[J]. Journal of Bone and Joint Sugery, 2013, 95(11): 1045-1054.

[6] ANGTHONG C, YOSHIMURA I, KANAZAWA K, et al. Critical three-dimensional factors affecting outcome in osteochondral lesion of the talus[J]. Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy, 2013, 21(6): 1418-1426.

[7] STEELE J R, DEKKER T J, FEDERER A E, et al. Republication of "Osteochondral Lesions of the Talus: Current concepts in diagnosis and treatment"[J]. Foot & Ankle Orthopaedics, 2023, 8(3): 24730114231192961.

[8] CHENG X, ZHAO Y, XU H, et al. Jumping dot sign: A new radiological sign predicting inferior clinical outcome and higher cyst recurrence following bone marrow stimulation for cystic osteochondral lesions of the talus [J]. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2025, 13(8): 23259671251358377.

[9] CHENG X, LI J, PEI M, et al. Medial cystic osteochondral lesions of the talus exhibited lower sports levels, higher cyst presence rate, and inferior radiological outcomes compared with lateral lesions following arthroscopic bone marrow stimulation[J]. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 2025, 41(1): 110-118.e3.

[10] DENG E, GAO L, SHI W, et al. Both magnetic resonance imaging and computed tomography are reliable and valid in evaluating cystic osteochondral lesions of the talus[J]. Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 2020, 8(9): 2325967120946697.

[11] MURAWSKI C D, JAMAL M S, HURLEY E T, et al. Terminology for osteochondral lesions of the ankle: Proceedings of the International Consensus Meeting on Cartilage Repair of the Ankle[J]. Journal of isakos, 2022, 7(2): 62-66.

[12] VAN DER PLUIJM M, CASSIDY C, ZANDSTRA M, et al. Reliability and reproducibility of Neuromelanin-sensitive imaging of the substantia Nigra: A comparison of three different sequences[J]. Journal of Magnetic Resonance Imaging 2021, 53(3): 712-721.

[13] LI G, YIN J, GAO J, et al. Subchondral bone in osteoarthritis: Insight into risk factors and microstructural changes[J]. Arthritis Research & Therapy, 2013, 15(6): 223.

[14] LI Y B, FAN X Z, ZHOU G J, et al. The severity of preoperative bone marrow oedema negatively influences short-term clinical outcomes following arthroscopic bone marrow stimulation for osteochondral lesions of the talus[J]. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 2024, 32(9): 2440-2451.

[15] SHIMOZONO Y, COALE M, YASUI Y, et al. Subchondral bone degradation after microfracture for osteochondral lesions of the talus: An MRI analysis[J]. The American Journal of Sports Medicine, 2018, 46(3): 642-648.

[16] KASPIRIS A, HADJIMICHAEL A C, LIANOU I, et al. Subchondral bone cyst development in osteoarthritis: From pathophysiology to bone microarchitecture changes and clinical implementations[J]. Journal of Clinical Medicine 2023, 12(3): 815.

[17] VILLARI E, DIGENNARO V, PANCIERA A, et al. Bone marrow edema of the knee: A narrative review[J]. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2024, 144(5): 2305-

（下转第108页）