

Diagnostic Efficiency of MRI STIR Sequence for Knee Cartilage Injury*

论 著

MRI STIR序列诊断膝关节软骨损伤的效能*

朱志敏¹ 李华¹ 陈轶¹
毛卫霞² 谢晶美^{1,*}1.榆林市第二医院磁共振室
(陕西 榆林 719000)

2.榆林市第二医院CT室 (陕西 榆林 719000)

【摘要】目的 探讨低场强核磁共振短时间反转恢复序列(MRI STIR)序列在膝关节软骨损伤诊断中的应用效果。**方法** 选取2020年2月~2022年2月本院收治的82例疑似膝关节外伤性骨软骨骨折患者,均行低场强核磁共振及手术病理检查。分析患者的诊断结果和低场强核磁共振影像特征,以手术病理结果为“金标准”,分析低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折的kappa一致性,分析STIR序列与手术病理诊断骨折损伤程度的kappa一致性。**结果** 经手术病理检查确诊为膝关节外伤性骨软骨骨折69例,其中损伤程度I级16例、II级17例、III级21例和IV级11例;以病理诊断手术病理诊断为“金标准”,低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折的敏感度、特异度为94.20%、53.85%(Kappa=0.512);低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的准确度为75.38%(Kappa=0.664)。**结论** 低场强核磁共振STIR序列对膝关节外伤性骨软骨骨折及骨折损伤程度具有较高的诊断价值,为临床筛查和诊断提供了可靠的影像学依据。

【关键词】 低场强核磁共振; 短时间反转恢复序列; 膝关节; 外伤性骨软骨骨折; 诊断价值; 诊断准确性

【中图分类号】 R684.7

【文献标识码】 A

【基金项目】 陕西省卫生计生科研基金项目
(2016D098)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.045

ZHU Zhi-min¹, LI Hua¹, CHEN Yi¹, MAO Wei-xia², XIE Jing-mei^{1,*}.

1.Magnetic Resonance Room of Yulin Second Hospital, Yulin 719000, Shaanxi Province, China

2.CT Room of Yulin Second Hospital, Yulin 719000, Shaanxi Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the diagnostic efficiency of low-field magnetic resonance imaging short-tau inversion recovery (MRI STIR) sequence for knee cartilage injury. **Methods** A total of 82 patients with suspected traumatic osteochondral fracture of knee joint admitted to the hospital were enrolled between February 2020 and February 2022. All underwent low-field MRI and pathological examinations. The diagnostic results and imaging characteristics of low-field MRI were analyzed. Taking results of surgical pathology as the golden standard, kappa consistency of low-field MRI STIR sequence in the diagnosis of traumatic osteochondral fracture of knee joint, and the kappa consistency between STIR sequence and surgical pathology in the diagnosis of fracture severity were analyzed. **Results** In the 82 patients, surgical pathology showed that there were 69 cases with traumatic osteochondral fracture of knee joint, including 16 cases with fracture severity at grade I, 17 cases at grade II, 21 cases at grade III and 11 cases at grade IV. Taking pathological diagnosis results as the golden standard, sensitivity and specificity of low-field MRI STIR sequence in the diagnosis of traumatic osteochondral fracture of knee joint were 84.20% and 53.85% (Kappa=0.512). The accuracy of STIR sequence in the diagnosis of fracture severity was 75.38% (Kappa=0.664). **Conclusion** The low-field MRI STIR sequence has high diagnostic value for traumatic osteochondral fracture of knee joint and fracture severity, which provides reliable imaging basis for clinical screening and diagnosis.

Keywords: Low-field Magnetic Resonance Imaging; Short-tau Inversion Recovery Sequence; Knee Joint; Traumatic Osteochondral Fracture; Diagnostic Value; Diagnostic Accuracy

膝关节外伤性骨软骨骨折是外伤导致的软骨下骨松质骨折,伴髌骨内外侧支持韧带、前后交叉韧带和半月板损伤,对患者病情康复和生活质量造成严重威胁,需采用简便有效的方法对其进行早期诊断评估^[1-2]。核磁共振检查是目前临床筛查诊断骨软骨骨折的主要的影像学方法,具有较高的组织分辨率,可通过在骨扫描中多方位成像系统清晰显示膝关节软骨骨折情况^[3]。有研究发现,膝关节外伤性骨软骨骨折患者关节肿胀程度严重,常规的核磁共振检查易受软骨结构周围的皮下脂肪覆盖影响,导致误诊漏诊^[4]。

短时间反转恢复序列(short-tau inversion recovery, STIR)是利用不同组织回零的时间差异来实现其脂肪抑制的序列,可抑制脂肪的高信号,图像信噪比较低,以呈现低信号的方式减少脂肪对其他组织信号的干扰,对软骨骨折的诊断更有优势^[5-6]。既往有研究报道了核磁共振STIR序列技术诊断非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移的价值^[7],但关于该技术在软骨骨折诊断价值的报道较为少见。本研究主要探讨分析低场强核磁共振STIR序列在膝关节外伤性骨软骨骨折诊断中的应用价值,旨在为关节外伤性骨软骨骨折的临床诊断提供可靠的影像学依据。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取2020年2月至2022年2月本院收治的82例疑似膝关节外伤性骨软骨骨折患者,其中男54例,女28例,年龄22~65岁,平均(37.26±5.94)岁,受伤至就诊时间3h~4d,平均就诊时间(1.6±0.5)d,左膝关节损伤47例,右膝关节损伤35例。

纳入标准: 具有明确的膝关节外伤史,疑似发生膝关节外伤性骨软骨骨折;均为单侧外伤;均接受手术病理检查并于术前接受磁共振检查;临床资料完整。排除标准:合并严重脏器功能不全及免疫性相关性疾病;存在手术禁忌症;合并其他膝关节疾病或存在其他位置骨折;合并恶性肿瘤。本研究符合《赫尔辛基宣言》的伦理要求。

1.2 检查方法 所有患者均在行手术前使用美国GE Signa 0.35T核磁共振设备进行低场强核磁共振检查,取放松的仰卧位,选择膝关节表面线圈进行STIR序列扫描,调节探头并运行数据程序测试仪,将序列参数设置为TR=2500ms,TE=60ms,T₁WI参数,TR=500ms,TE=15ms。调节矩阵做矢状位和轴位扫描,先进行STIR、T₂WI、T₁WI的矢状位扫描,之后进行冠状位扫描。扫描结束后由2名经验丰富的影像科医师对图像作出详细分析,勾选并计算感兴趣区内软骨、股骨、骨髓以及股四头肌等观测指标的扫描信号,对膝关节外伤性骨软骨骨折及骨折损伤程度进行判断,意见不一致时由科主任主持讨论,直至诊断意见统一。

1.3 膝关节外伤性骨软骨骨折及骨折损伤程度的低场强核磁共振诊断标准 磁共振诊断膝关节外伤性骨软骨骨折标准^[8]: 可见骨皮质、骨髓腔T₁WI斑片状低信号影,T₂WI线状低信号周围呈高信号影,或出现明显的高信号表现。膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度评估标准^[9]: I级为信号正常,膝关节软骨形态正常,抑脂序列呈现点状低信号; II级提示膝关节软骨点状低信号,伴范围低于50%的局部缺损; III级提示膝关节软骨异常

【第一作者】 朱志敏,女,主治医师,主要研究方向:骨肌系统。E-mail: zzm20221207@163.com

【通讯作者】 谢晶美,女,主治医师,主要研究方向:新生儿胆红素脑病波谱研究。E-mail: 76180787@qq.com

信号,形态局部残缺范围超过50%;IV级提示膝关节软骨异常高信号,缺损范围达100%,软骨下骨质及骨髓出现明显病变,抑脂序列出现明显的高信号。

1.4 统计学处理 数据分析采用SPSS 22.0统计学软件,以手术病理结果为“金标准”,分析低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折与手术病理诊断结果的一致性,分析STIR序列与手术病理诊断骨折损伤程度的kappa一致性;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 膝关节外伤性骨软骨骨折及其损伤程度的诊断结果 82例疑似膝关节外伤性骨软骨骨折患者,经手术病理检查确诊为膝关节外伤性骨软骨骨折69例,其中I级16例、II级17例、III级21例和IV级11例。经低场强核磁共振STIR序列诊断为膝关节外伤性骨软骨骨折65例,包括髌骨软骨骨折患者12例,其中5例发现骨折片游离到关节内,1例骨折片出现轻度分离,2例骨折片未出现游离;股骨外踝骨软骨骨折患者53例,其中合并关节外侧半月板损伤和节前后交叉韧带损伤分别为10例和7例,可见大小1.5cm左

右且外形不规则的游离骨折片。

2.2 膝关节外伤性骨软骨骨折的低场强核磁共振影像特征 膝关节外伤性骨软骨骨折患者的低场强核磁共振影像特征表现为关节软骨T1(纵向持续时间)等信号表达,T2(横向持续时间)则呈略高信号表达。关节软骨表面光滑、形态规则、厚度均匀,且软骨、髌骨关节面紧附。骨折剥脱处可见软骨下骨、髌骨、股骨髁出现关节软骨缺如,出现关节软骨不连续,而局限性凹陷部位表现为片状或斑片状高信号表达。STIR序列显示骨髓局部范围内片状长T2信号,部分病例清晰显示关节内肿胀、积液。膝关节外伤性骨软骨骨折的典型低场强核磁共振影像表现见图1-5。

2.3 低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折与手术病理诊断结果的一致性分析 以病理诊断手术病理诊断为“金标准”,低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折的敏感度、特异度为94.20%、53.85%(Kappa=0.512)。见表1。

2.4 低场强核磁共振STIR序列与手术病理诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的Kappa一致性分析 以手术病理结果为“金标准”,低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的准确度为75.38%(Kappa=0.664)。见表2。

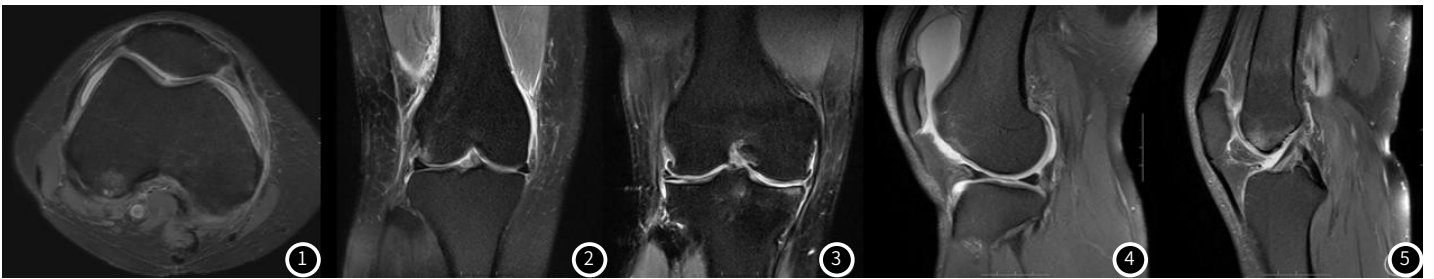


图1-图3 男,35岁,右膝关节外伤性骨软骨骨折。图1 STIR序列 右股骨外侧髌骨局部关节软骨损伤 图2 外侧髌骨关节面下片状高信号 图3 内侧髌骨关节面下见斑片状高信号。

图4-图5 女,41岁,右股骨外侧髌骨骨折伴膝关节腔积液。图4 外侧髌骨关节面下见斑片状高信号,髌上囊见片状长T2信号 图5 股骨髁窝关节软骨损伤,髌间窝关节面下见斑片状高信号。

表1 低场强核磁共振STIR序列诊断结果与手术病理诊断的一致性

低场强核磁共振STIR序列	手术病理		敏感度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值	Kappa值
	阳性	阴性						
阳性	65	6	94.20%	53.85%	87.80%	91.55%	63.63%	0.512
阴性	4	7						

表2 低场强核磁共振STIR序列与手术病理诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的Kappa一致性分析

低场强核磁共振STIR序列	手术病理				Kappa值
	I级	II级	III级	IV级	
损伤程度分级					
I级	13	0	0	0	0.664
II级	2	14	5	1	
III级	1	3	15	3	
IV级	0	0	1	7	

3 讨论

膝关节外伤性骨软骨骨折是暴力外伤导致的开窗式或凹陷式软骨损伤,多发生于股骨、胫骨和髌骨部位,临床表现为局部严重疼痛和活动障碍^[10]。早期诊断手术方案的制定和开展提供可靠的参考依据,为患者手术治疗提供更多影像学的参考,有利于改善预后。低场强核磁共振为1T以下核磁场强,具有场强稳定、成本低、图像分辨力和清晰度满足成像对比度需求等优势,可通过脂肪分布、脂肪沉积成像反映软骨骨折^[11-12],本研究主要探讨分析低场强核磁共振STIR序列在膝关节外伤性骨软骨骨折诊断中的应用情况。

本研究中,82例疑似膝关节外伤性骨软骨骨折患者经手术病理检查确诊为膝关节外伤性骨软骨骨折69例,其中I级16例、II级17例、III级21例和IV级11例。经低场强核磁共振STIR序列诊断为膝关节外伤性骨软骨骨折65例,其中以53例股骨外踝骨软骨骨折为主,包括关节外侧半月板、节前后交叉韧带损伤,均可见外形不规则的小型游离骨折片,而12例髌骨软骨骨折患者中部分可见骨折片仅出现轻度分离或未游离。膝关节骨软骨骨折常伴关节周围韧带、半月板等损伤,伴随症状明显轻于骨损伤,临床诊断较为复杂。本研究发现,膝关节外伤性骨软骨骨折患者的低场强核磁共振影像特征表现为关节软骨的T1和T2分别呈现等信号和略高信号表达,骨折剥脱处可见软骨下骨、髌骨、股骨髌关节软骨缺如,表现为关节软骨不连续,而局限性凹陷部位表现为片状或斑片状高信号表达。STIR序列显示骨髓局部范围内片状长T2信号,部分病例清晰显示关节内肿胀、积液,这与既往研究报道类似^[13-14],提示低场强核磁共振影像特征具有一定的特异性。

本研究结果显示,低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折的敏感度和准确度分别为94.20%和87.80%,Kappa值为0.512,说明低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折与手术病理诊断结果具有较好的一致性。STIR是一种常用于脂肪抑制的快速翻转恢复序列,对磁场的场强和均匀性无依赖性,具有较好的大范围抑脂效果,对膝关节软骨骨折诊断中具有多方面的优势^[15-17]。STIR序列通过反转脉冲和纵向磁化矢量脉冲的释放对脂肪组织信号产生较强的抑制作用,对水信号的强化作用增加了软骨损伤的检出效果,提高了膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的评估能力^[18-20]。本研究以手术病理结果为“金标准”,低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度的准确度为75.38%,Kappa值为0.664,说明低场强核磁共振STIR序列诊断膝关节外伤性骨软骨骨折损伤程度具有较高的诊断准确性,与病理检查的一致性较高,提示临床可将低场强核磁共振STIR序列作为诊断膝关节外伤性骨软骨骨折及评估损伤程度的可靠的影像学检查方法。

综上所述,低场强核磁共振STIR序列对膝关节外伤性骨软骨骨折具有较高的诊断价值,可准确评估患者骨折损伤程度,为临床筛查和诊断提供了可靠的影像学依据。本研究的不足之处在于未将低场强核磁共振STIR序列与增强扫描对膝关节外伤性骨软骨骨折的诊断效能进行对比分析,后续仍需加大样本量深入研究验证。

参考文献

- [1] Martijn HA, Lambers KTA, Dahmen J, et al. High incidence of (osteo) chondral lesions in ankle fractures [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2021, 29 (5): 1523-1534.
- [2] Weber CD, Migliorini F, Hildebrand F. Reconstruction of large osteochondral lesions in the knee: focus on fixation techniques [J]. *Life (Basel)*, 2021, 11 (6): 543-544.
- [3] Saragaglia D, Banihachemi JJ, Refaie R. Acute instability of the patella: is magnetic resonance imaging mandatory [J]. *Int Orthop*, 2020, 44 (11): 2299-2303.
- [4] 吴朋, 孙光源, 王成瑶, 等. 高山滑雪运动膝关节急性损伤机制和MRI表现 [J]. *实用放射学杂志*, 2021, 37 (2): 283-287, 331.
- [5] Tonegawa-Kuji R, Oyama-Manabe N, Aoki R, et al. T2-weighted short-tau-inversion-recovery imaging reflects disease activity of cardiac sarcoidosis [J]. *Open Heart*, 2021, 8 (2): 1728-1729.
- [6] Kristoffersen PM, Vetti N, Storheim K, et al. Short tau inversion recovery MRI of Modic changes: a reliability study [J]. *Acta Radiol Open*, 2020, 9 (1): 2058-2059.
- [7] 刘颖新, 黄向阳, 潘琪. 核磁共振短时间反转恢复序列技术诊断非小细胞肺癌纵隔淋巴结转移的相关性 [J]. *现代肿瘤医学*, 2019, 27 (9): 1563-1566.
- [8] 赵万芳. 1.5 T核磁共振成像优化序列组合在膝关节软骨损伤诊断中的应用价值 [J]. *重庆医学*, 2020, 49 (2): 170-172.
- [9] 董进, 韩瑞, 宋少辉, 等. 膝关节骨性关节炎软骨损伤的MRI形态评分及T2值变化与临床表现的相关性 [J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29 (4): 69-72.
- [10] Ogura T, Sakai H, Asai S, et al. Clinical and radiographic outcomes after fixation of chondral fragments of the knee in 6 adolescents using autologous bone pegs [J]. *Orthop J Sports Med*, 2020, 8 (11): 232-233.
- [11] Braten LCH, Schistad EL, Espeland A, et al. Association of modic change types and their short tau inversion recovery signals with clinical characteristics- a cross sectional study of chronic low back pain patients in the AIM-study [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 368-369.
- [12] Greese J, Diekhoff T, Sieper J, et al. Detection of sacroiliitis by short-tau inversion recovery and t2-weighted turbo spin echo sequences: results from the simact study [J]. *J Rheumatol*, 2019, 46 (4): 376-383.
- [13] 吴发财, 杨东辉, 陈琦, 等. 不同影像学方法诊断踝关节隐匿性骨折的准确率比较 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2019, 17 (2): 140-142.
- [14] 覃滢, 肖运平, 黄民顺, 等. MRI在膝关节软骨下骨不全骨折诊断中的价值 [J]. *实用骨科杂志*, 2020, 26 (7): 662-665, 672.
- [15] Bergamino C, Hoey SE, de Swarte M, et al. Improved visualization of the lumbar spine nerve roots in dogs using water excitation (ProSet) as opposed to short tau inversion recovery: a retrospective study of two fat suppression MRI sequences [J]. *Vet Radiol Ultrasound*, 2019, 60 (3): 323-329.
- [16] Chang CA, Chong AL, Chandra RV, et al. Detection of multiple sclerosis lesions in the cervical cord: which of the MAGNIMS 'mandatory' non-gadolinium enhanced sagittal sequences is optimal at 3T [J]. *Neuroradiol J*, 2021, 34 (6): 600-606.
- [17] Cellina M, Gibelli D, Soresina M, et al. Non-contrast MR Lymphography of lipedema of the lower extremities [J]. *Magn Reson Imaging*, 2020, 7 (1): 115-124.
- [18] 杨月萍, 周忠洁, 徐雷, 等. 3D STIR SPACE序列CE-MRI腰骶神经根成像是椎间盘突出中的应用价值 [J]. *医学影像学杂志*, 2019, 29 (11): 1956-1958.
- [19] 肖中勇, 舒仁义, 陈金委, 等. 磁共振成像技术在胫骨平台骨折伴膝关节损伤诊治中的价值研究 [J]. *重庆医学*, 2022, 51 (S01): 260-261.
- [20] 曲冰, 姜晔, 赵旭, 等. 磁共振成像、多层螺旋CT检查对成人外伤性膝关节损伤的诊断价值分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19 (5): 151-153.

(收稿日期: 2023-02-17)

(校对编辑: 孙晓晴)