

◁肌肉骨骼影像学▷

膝关节内外侧半月板前后角、前交叉韧带的 MRI 图像及其诊断价值

王佳伟,李 硕,牛军杰,姚家琪,余文利,林立鹏

(深圳平乐骨伤科医院(深圳市坪山区中医院)医学影像科,广东 深圳 518118)

[摘要] 目的:分析膝关节内外侧半月板前后角及前交叉韧带的 MRI 图像及其诊断价值,为临床提供参考。方法:对我院 2022 年 1—12 月收治的 240 例急性膝关节外伤患者的病例资料进行回顾性分析,首先对患者行 MRI,然后行关节镜。对 MRI 图像的诊断价值进行分析。结果:MRI 诊断半月板撕裂的敏感性为 98.47%,特异性为 89.47%,准确率为 97.86%,MRI 和关节镜诊断半月板撕裂的结果有较高的一致性(Kappa 值=0.838);MRI 诊断前交叉韧带撕裂的敏感性为 98.47%,特异性为 88.89%,准确率为 97.86%,MRI 和关节镜诊断前交叉韧带撕裂的结果有较高的一致性(Kappa 值=0.831);半月板撕裂组内外侧前后角、体部各部位的高度和宽度均显著高于未撕裂组($P<0.05$);前交叉韧带撕裂组的前交叉韧带角度(PCL)和 PCL 弯曲指数显著低于未撕裂组($P<0.05$)。结论:MRI 对前交叉韧带及半月板撕裂有重要诊断价值,可以为后续治疗提供准确影像学依据,内外侧半月板前后角位置的改变以及 PCL 和 PCL 弯曲指数的变化,可作为半月板和前交叉韧带撕裂诊断的重要参考。

[关键词] 半月板;撕裂伤;磁共振成像**[中图分类号]** R684;R445.2**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1008-1062(2024)08-0581-04

DOI:10.12117/jccmi.2024.08.012

MRI of anterior and posterior horns of medial and lateral meniscus and anterior cruciate ligament of knee joint and their diagnostic value

WANG Jia-wei, LI Shuo, NIU Jun-jie, YAO Jia-qi, SHE Wen-li, LIN Li-peng

(Medical Imaging Department, Shenzhen Pingle Orthopaedic Hospital(Shenzhen Pingshan District Hospital of Traditional Chinese Medicine), Shenzhen Guangdong 518118, China)

Abstract: Objective: To analyze the images and diagnostic value of MRI of anterior and posterior horns of medial and lateral meniscus and anterior cruciate ligament of knee joint so as to provide clinical reference. **Methods:** The data of 240 patients with acute knee joint trauma admitted to our hospital from January 2022 to December 2022 were retrospectively analyzed. The patients underwent MRI and arthroscopy, and then analyzed the diagnostic value of MRI images. **Results:** The sensitivity, specificity and accuracy rate of MRI were 98.47%, 89.47% and 97.86% in the diagnosis of meniscus tear. Kappa test showed high consistency between MRI and arthroscopy in the diagnosis of meniscus tear (Kappa=0.838). The sensitivity, specificity and accuracy rate of MRI in diagnosing anterior cruciate ligament (ACL) tear were 98.47%, 88.89% and 97.86%. MRI was highly consistent with arthroscopy in ACL tear diagnosis(Kappa=0.831). The medial and lateral anterior and posterior horns and height and width of each body part in meniscus tear group were significantly higher than those in non-tear group ($P<0.05$). The posterior cruciate ligament (PCL) and PCL flexure index in ACL tear group were significantly lower than those in non-tear group($P<0.05$). **Conclusion:** MRI has important diagnostic value on ACL and meniscus tear, which can provide accurate images for subsequent treatment. The changes of positions of anterior and posterior horns of medial and lateral meniscus as well as the changes of PCL and PCL flexure index can be used as important reference for the diagnosis of meniscus and anterior cruciate ligament tear.

Key words: Meniscus; Lacerations; Magnetic Resonance Imaging

膝关节特点在于其关节囊内含有半月板和交叉韧带,是屈戌关节,其主要功能是屈曲和伸展,作为一个承重关节,膝关节在日常的站立和行走中发挥着重要作用。由于既需要活动又承受重量的特性,膝关节常常会遭受撕裂,这种撕裂通常是由外伤或不适当的运动引起的,例如超负荷锻炼、短期内过度运动和机械性运动等,导致患者活动受限^[1-2]。若无法

准确、及时地诊治膝关节外伤引起的撕裂,将影响患者正常生活及工作。作为检查撕裂的主要方法之一,MRI 具备高对比度、高分辨率,并且能够同时评估术前膝关节的其他病变^[3]。本研究回顾性分析因急性膝关节外伤而住院的患者的 MRI 图像和关节镜手术病例资料,并将关节镜结果作为金标准进行比较,旨在评估 MRI 在膝关节内外侧半月板前后角、

[收稿日期] 2023-12-12;**[修回日期]** 2024-02-26**[作者简介]** 王佳伟(1983-),女,黑龙江人,医师。E-mail:plgskyy2023@163.com**[通信作者]** 李硕,深圳平乐骨伤科医院(深圳市坪山区中医院)医学影像科,518118。E-mail:aq12345987600@163.com

前交叉韧带诊断中的价值,并探讨如何提高诊断率。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2022 年 1—12 月 240 例因急性膝关节外伤为主诉的住院患者资料。纳入标准:①此前未进行过任何关节手术治疗;②具有明显的膝关节撕裂症状;③先行 MRI,后行关节镜检查;④资料完整。排除标准:①关节合并肿瘤者;②因骨折、风湿性关节炎等导致关节撕裂者;③存在关节镜检查禁忌。240 例患者中女 104 例,男 136 例;平均年龄(52.84±4.38)岁。所有患者均明确知晓并同意用于科学研究,并得到医院伦理委员会审批。

1.2 方法

1.2.1 MRI 检查

本研究采用荷兰飞利浦公司生产的 MR Systems Ingenia Elition S 3.0T 核磁共振扫描仪进行检查。患者仰卧,双下肢自然展开,安置于专用的膝关节表面线圈内。在进行扫描时,从患者足部开始,膝关节自然伸展,扫描范围覆盖整个膝关节,从股骨远端至胫腓骨近端。STIR 横轴位扫描:TE 85 ms,TR 3 000 ms;FSPD 矢状位扫描:TE 28 ms,TR 2 600 ms;FSE 矢状位扫描:TE 15 ms,TR 570 ms;FSPD 矢状位:TE 35 ms,TR 2 600 ms,层厚 4 mm,矩阵 512×512,间距 1 mm,测量交叉韧带角度(PCL)和 PCL 弯曲指数。

1.2.2 关节镜检查

采用美国施乐辉和林弗泰克的关节镜系统进行关节镜检查,确保检查的准确性和可靠性。取仰卧位,实施全身麻醉后,铺巾消毒,随后将止血带系于患膝处,膝关节探查采用膝关节前外和内侧关节镜入路进行。对半月板、交叉韧带及关节表面软骨等膝关节内部结构撕裂情况做诊断,特别需要关注 MRI 检查结果受损部位。

1.2.3 评价标准

①半月板撕裂:采用 Stoller 四级法^[3]。正常半月板被归类为 0 级,退变程度可划分为 I 级和 II 级,在 I 级阶段,呈现出点状或斑状的高信号,而在 II 级阶段,则表现为水平的线状高信号,并且这些高信号可以扩展至半月板周围的关节囊边缘。在第 I 和 II 级,半月板内的高信号呈现出无法到达关节表面的状态。半月板的撕裂等级达到 III 级,其特征在于从半月板内部向关节面边缘扩散,并最终进入半月板内部,呈现出高信号的状态。

②韧带撕裂:可依据 Ruiz 三级法^[4]进行诊断,其中, I 级指的是对韧带周围膜有轻微损害, II 级指的

是对韧带的局部撕裂,而 III 级指韧带全部撕裂。当膝关节韧带发生 I 级撕裂时,其韧带呈现出高度连续性,形态与正常韧带相似,信号基本一致,呈现均匀的低信号;当膝关节韧带撕裂至 II 级时,其形态可能会发生变化,可能出现局部肿胀,部分韧带增厚且边缘模糊,尽管韧带呈现出变细的趋势,但并未发现任何明显的断裂迹象,韧带走向可能呈现出波浪状或纤维弯曲的形态,韧带仍然具有连续性。在韧带内,异常信号呈现出细长的条状,形成高信号的影像,当出现低信号强度影后,则提示发生了严重损伤。当膝关节韧带撕裂至 III 级时,其韧带已经彻底断裂,呈现出不连续的状态,并且断裂的韧带两端出现了明显的位移。

③分别统计膝关节半月板和前交叉韧带撕裂分级情况。关节镜结果作为金标准,对半月板撕裂和前交叉韧带断裂的 MRI 诊断敏感度、特异度和准确度进行分析。比较撕裂及未撕裂的半月板前角、后角、体部高度和宽度。比较撕裂及未撕裂的前后 PCL 和 PCL 弯曲指数。

1.3 统计学方法

所得数据经 SPSS 24.0 处理分析,对于计量数据若其分布符合正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用两样本均数 t 检验;计数数据以例数和百分率表示,采用 χ^2 检验,Kappa 检验用于判断一致性,以 $P<0.05$ 为具有统计学意义。

2 结果

2.1 半月板 MRI 和关节镜检查结果对比

240 例患者共计 280 个半月板,MRI 诊断半月板撕裂 III 级、II 级、I 级和 0 级个数分别为 69、77、113 和 21 个,经关节镜证实有 257 个撕裂,21 个未撕裂中经关节镜证实有 4 个撕裂,以关节镜检查结果为诊断标准,MRI 诊断敏感性为 98.47%,特异性为 89.47%,准确率为 97.86%,经 Kappa 检验,MRI 与关节镜对半月板撕裂诊断结果一致性较高(Kappa 值=0.838)(图 1,2)。

2.2 前交叉韧带 MRI 和关节镜检查结果对比

120 例患者共计 140 个前交叉韧带,MRI 诊断撕裂 III 级 39 个,II 级 53 个,I 级 38 个,0 级 10 个,经关节镜证实有 129 个撕裂,而未撕裂经关节镜证实有 2 个撕裂。以关节镜检查结果为诊断标准,MRI 诊断敏感性为 98.47%,特异性为 88.89%,准确率为 97.86%,经 Kappa 检验,MRI 与关节镜对前交叉韧带撕裂诊断结果一致性较高(Kappa 值=0.831)(图 3,4)。

2.3 半月板内、外侧前后角、体部各部位的高度和宽度比较

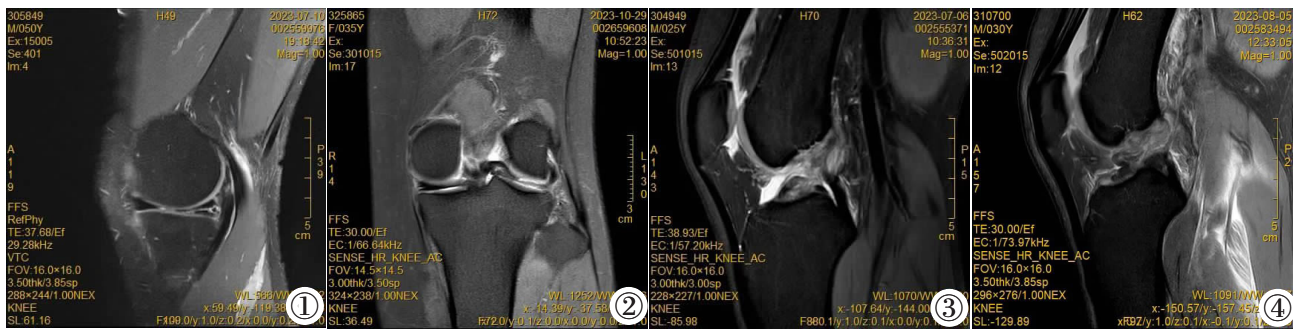


图 1,2 T₂WI 序列示半月板断裂,累及相邻关节面。图 3,4 T₂WI 序列示前交叉韧带断裂,挛缩,走行不连续,见混杂高信号。

Figure 1, 2. The meniscus fracture involved adjacent articular surfaces on T₂WI. Figure 3, 4. Rupture of the anterior cruciate ligament, contracture, discontinuities of shape, and mixed high signal intensity on T₂WI.

半月板撕裂组内侧宽度前后角、体部分别为 (6.14±1.08) mm、(10.47±2.47) mm、(6.39±1.48) mm, 高度前后角、体部分别为 (4.10±1.02) mm、(5.67±1.36) mm 和 (4.78±1.08) mm;半月板未撕裂组内侧宽度前后角、体部分别为 (5.62±1.24) mm、(9.23±

2.77) mm、(5.61±1.63) mm, 高度前后角、体部分别为 (3.52±0.84) mm、(5.02±1.29) mm 和 (4.24±1.02) mm, 两组间具有显著性差异 ($P<0.05$)。半月板撕裂组外侧前后角、体部各部位的高度和宽度也均显著高于未撕裂组 ($P<0.05$), 见表 1, 2。

表 1 半月板内侧前后角、体部各部位的高度和宽度比较(mm, $\bar{x}\pm s$)

	N	宽度			高度		
		前角	后角	体部	前角	后角	体部
半月板未撕裂组	19	5.62±1.24	9.23±2.77	5.61±1.63	3.52±0.84	5.02±1.29	4.24±1.02
半月板撕裂组	261	6.14±1.08	10.47±2.47	6.39±1.48	4.10±1.02	5.67±1.36	4.78±1.08
<i>t</i>		2.006	2.095	2.203	2.418	2.018	2.112
<i>P</i>		0.046	0.037	0.028	0.016	0.045	0.036

表 2 半月板外侧前后角、体部各部位的高度和宽度比较(mm, $\bar{x}\pm s$)

	N	宽度			高度		
		前角	后角	体部	前角	后角	体部
半月板未撕裂组	19	6.87±1.68	6.67±1.42	6.52±1.78	3.84±0.87	5.64±1.14	5.12±1.04
半月板撕裂组	261	7.54±1.12	7.28±1.24	7.24±1.13	4.32±0.92	6.37±1.48	5.72±1.10
<i>t</i>		2.420	2.050	2.561	2.203	2.104	2.303
<i>P</i>		0.016	0.041	0.011	0.028	0.036	0.022

2.4 前交叉韧带 PCL 和 PCL 弯曲指数比较

前交叉韧带撕裂组的 PCL (100.69°±4.93°) 显著低于未撕裂组 (120.12°±8.87°) ($t=10.761, P<0.05$);前交叉韧带撕裂组的 PCL 弯曲指数 (2.62±0.28) 显著低于未撕裂组 (3.14±0.32) ($t=5.342, P<0.05$)。

3 讨论

膝关节是人体最复杂的结构之一,由胫骨上部、股骨下部关节和髌骨关节面构成,需承受较大重力,易受损伤^[5]。膝关节的稳定性会受到前交叉韧带和半月板撕裂这两个重要组成部分的影响,受损机制受多种因素影响^[6-7]。若患者在前交叉韧带或半月板撕裂后未经有效诊治,膝关节损伤将进一步加剧,对后续治疗效果产生不良影响。及时治疗前交叉韧带与半月板撕裂对患者的预后至关重要。根据前交叉韧带和半月板撕裂的不同程度,治疗方法也有所区别,对于撕裂程度低于 40% 的患者,可以采用保守

治疗;撕裂程度大于 40% 以上者则可采取外科治疗,故对膝关节撕裂程度进行分类将有助于合理治疗方案制定^[8-9]。关节镜是一种常用的微创内镜技术,广泛应用于临床,不仅能够显示关节结构撕裂,还能有效治疗膝关节损伤,治疗效果良好^[10]。然而,由于费用较高并且具有创伤性,关节镜在早期诊断患者膝部撕裂时受到一定限制^[11]。如:关节镜属于创伤性检测,对患者有一定撕裂;如果关节间隙较小,则难以通过关节镜观察到脚跟部位;可能出现漏诊^[12-14]。X 线和 CT 扫描检查无法对前交叉韧带和半月板撕裂进行明确地显示,因此只能通过相关检测间接征象来对膝关节撕裂进行判断,造成诊断结果特异性较低^[15]。而 MRI 通过进行多方位和参数扫描,以达到高组织分辨率,并具备诊断操作简单、无创等特点。本研究结果显示 MRI 诊断半月板和前交叉韧带撕裂与关节镜一致性较高,表明经 MRI 诊断半月板撕裂和前交叉韧带撕裂价值较高。

内外侧半月板前后角后移、PCL 和 PCL 弯曲指数等间接征象可以辅助作为诊断的依据^[16]。本研究结果显示半月板撕裂组内外侧前后角、体部各部位的高度和宽度均显著高于未撕裂组；前交叉韧带撕裂组的 PCL 和 PCL 弯曲指数显著低于未撕裂组，提示内外侧半月板前后角位置的改变，以及 PCL 和 PCL 弯曲指数的变化，可作为半月板和前交叉韧带撕裂诊断的重要参考。由于本研究的病例数量有限，对于阳性和阴性的确定仍需进行进一步的对照研究。

如何准确有效的判断前交叉韧带和半月板撕裂及提高实际临床中 MRI 诊断精度，减少漏诊和误诊的风险对于临床治疗具有十分重大的意义，需要注意如下：①需要对 MRI 扫描技术进行优化，特别是在成像序列参数设置方面要注意降低不确定伪影和体积效应的影响；②在进行 MRI 诊断阅片时，必须紧密结合患者的病史和专科检查结果，仔细观察 MRI 的不同序列，并将冠状面、矢状面和横断面综合分析，以得出准确的诊断结论。尽管 MRI 检查无需进行创伤性操作，但关节镜检查仍是最终诊断膝关节撕裂的有效手段。因此，只有两者相辅相成才能实现更为精准的诊疗效果。本研究也存在一些不足之处：半月板突出的结果可能与真实的负重状态有所差异，因为研究使用平卧位进行膝关节 MRI 检查；病例数相对较少，后续需扩大样本量进一步验证；同时本研究仅单纯研究半月板撕裂、交叉韧带损伤与关节镜检查之间关系，未来可进行更深层次研究，如 MRI 检测半月板前或后角根部的损伤，内或外侧半月板后角复合体损伤。

综上所述，MRI 对前交叉韧带及半月板撕裂有重要诊断价值，可以为后续治疗提供准确影像学依据，内外侧半月板前后角位置的改变以及 PCL 和 PCL 弯曲指数的变化，可作为半月板和前交叉韧带撕裂诊断的重要参考。

[参考文献]

[1]于海霞,沈怡颖,张晏境,等. 定量 MRI 技术在跑步人群膝关节软

- 骨中的应用进展[J]. 国际医学放射学杂志,2022,45(5):588-593.
- [2]任海娟,魏剑波,刘颖,等. MSCT 联合 MRI 在马拉松运动员膝关节损伤诊断中的应用 [J]. 影像科学与光化学,2022,40 (4):971-975.
- [3]Stoller DW, Martin C, Crues JV 3rd, et al. Meniscal tears: pathologic correlation with MR imaging [J]. Radiology, 1987, 163 (3): 731-735.
- [4]Ruiz ME, Erickson SJ. Medial and lateral supporting structures of the knee. Normal MR imaging anatomy and pathologic findings[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 1994, 2(3): 381-399.
- [5]Stensby JD, Pringle LC, Crim J. MRI of the meniscus [J]. Clin Sports Med, 2021, 40(4): 641-655.
- [6]Trunz LM, Morrison WB. MRI of the knee meniscus [J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2022, 30(2): 307-324.
- [7]Li Z, Ren S, Zhang X, et al. Deep learning-based image feature with arthroscopy-aided early diagnosis and treatment of meniscus injury of knee joint[J]. J Healthc Eng, 2021, 2021(17): 2254594.
- [8]Asai K, Nakase J, Oshima T, et al. Lateral meniscus posterior root tear in anterior cruciate ligament injury can be detected using MRI-specific signs in combination but not individually[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(10): 3094-3100.
- [9]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 (1):260-261.
- [10]王海燕,夏振元,余小平,等. 弥散峰度成像评估前交叉韧带轻度损伤的价值[J]. 中国医学计算机成像杂志,2022,28(5):527-530.
- [11]王忠,文明,刘成渝,等. 高分辨率 CT 诊断膝关节半月板及交叉韧带损伤的价值观察 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志,2022,20(12): 153-155.
- [12]Esdaille CJ, Marrero D, Laurencin CT. Selective unique signs of meniscus tears as visualized by magnetic resonance imaging[J]. Clin J Sport Med, 2022, 32(6): 648-654.
- [13]梁建乐,冯飞,刘汉桥. 30°屈曲体位膝关节 MRI 对显示前交叉韧带和评价韧带断裂的应用价值 [J]. 生物医学工程与临床, 2022,26(1):55-59.
- [14]Kurzweil PR. Editorial commentary: false -positive meniscus pseudotear on magnetic resonance imaging: a false sign that rings true[J]. Arthroscopy, 2021, 37(2): 598-599.
- [15]孙小煜,宋璐,张雪峰,等. 应用 MRI/MSCT 检查在外伤性膝关节交叉韧带损伤诊治中临床价值研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021,19(9):180-182.
- [16]向以四,陆志前,张敏. 急性前交叉韧带损伤 MRI 多征象与关节镜对照研究[J]. 蚌埠医学院学报,2019,44(4):516-519;522.