

MRI 直接征象对前交叉韧带损伤的诊断价值

张育娟, 姜雨燕, 刘昌华 (通信作者)

陆军第七十三集团军医院 (福建厦门 361001)

〔摘要〕目的 探究 MRI 直接征象对前交叉韧带 (ACL) 损伤的诊断价值。**方法** 回顾性分析 2022 年 2 月至 2023 年 10 月医院收治的 90 例单侧膝关节损伤患者的临床资料。患者均先后进行 MRI、关节镜检查。以关节镜检查结果为金标准, 分析 MRI 诊断 ACL 损伤的灵敏度、特异度和准确度及与关节镜检查结果的一致性, 并分析 MRI 的 5 个直接征象 (ACL 水肿增粗、消失、萎缩变细、走行异常及不连续) 诊断 ACL 损伤的灵敏度、特异度和准确度。**结果** 90 例单侧膝关节损伤患者中, 关节镜确诊 63 例为 ACL 损伤, 27 例 ACL 正常。以关节镜检查结果为金标准, MRI 诊断 ACL 损伤的灵敏度为 95.24%, 特异度为 81.48%, 准确度为 91.11%。MRI 对 ACL 损伤的诊断结果与关节镜检查结果的一致性极好 ($Kappa=0.784$)。MRI 直接征象中, ACL 水肿增粗诊断 ACL 损伤的灵敏度最高 (93.65%), 其次为 ACL 不连续 (90.48%)、走行异常 (88.89%); ACL 水肿增粗、不连续、走行异常诊断 ACL 损伤的准确度均较高 (均 >90%); MRI 5 个直接征象诊断 ACL 损伤的特异度均较高 (均 >90%)。**结论** MRI 直接征象对 ACL 损伤具有较高的诊断价值, 其中 ACL 水肿增粗、不连续、走行异常的诊断价值较高。

〔关键词〕 MRI; 直接征象; 前交叉韧带损伤; 诊断

〔中图分类号〕 R445.2 **〔文献标识码〕** B **〔文章编号〕** 1002-2376 (2024) 21-0-0

〔DOI〕 10.3969/j.issn.1002-2376.2024.21.0

The Diagnostic Value of MRI Direct Signs for Anterior Cruciate Ligament Injury

Zhang Yujuan, Jiang Yuyan, Liu Changhua (Corresponding Author). 73rd Group Military Hospital of the Chinese People's Liberation Army, Xiamen Fujian 361001, China

〔Abstract〕 Objective To investigate the diagnostic value of MRI direct signs for anterior cruciate ligament (ACL) injuries. **Methods** With the retrospective analysis of clinical data of 90 patients with unilateral knee joint injury admitted to the hospital from February 2022 to October 2023, MRI and arthroscopy examinations were performed sequentially for all patients. With arthroscopic examination results as the gold standard, the sensitivity, specificity, accuracy, and consistency of MRI diagnosis of ACL injuries with arthroscopic examination results were analyzed. In addition, the sensitivity, specificity and accuracy of five MRI direct signs (ACL edema thickening, disappearance, atrophy thinning, abnormal walking and discontinuity) in diagnosing ACL injury were analyzed. **Results** Among the 90 patients with unilateral knee injury, 63 patients were diagnosed as ACL injury by arthroscopy, and 27 patients with normal ACL. With the use of arthroscopic examination results as the gold standard, the sensitivity, specificity, and accuracy of MRI in diagnosing ACL injuries were 95.24%, 81.48%, and 91.11%, respectively. The consistency between MRI diagnosis of ACL injury and arthroscopic examination results was excellent ($Kappa=0.784$). Among the direct signs of MRI, ACL edema thickening have the highest sensitivity in diagnosing ACL injury (93.65%), followed by ACL discontinuity (90.48%) and abnormal walking (88.89%); The accuracy of diagnosing ACL injuries through ACL edema thickening, discontinuity, and abnormal walking was relatively high (all greater than 90%); The

收稿日期: 2024-06-25

specificity of the five MRI direct signs in the diagnosis of ACL injury was high (all greater than 90%). **Conclusion** MRI direct signs have high diagnostic value for ACL injuries, among which ACL edema thickening, discontinuity, and abnormal walking have higher diagnostic value.

【 Key words 】 MRI; Direct signs; Anterior cruciate ligament injury; Diagnosis

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 是稳定膝关节的重要组织, 其损伤可导致膝关节功能障碍, 影响患者的正常活动, 如不尽早予以有效诊断与治疗, 可能诱发骨性关节炎, 严重损伤膝关节功能^[1]。临床常通过体格检查、影像学检查等方式诊断 ACL 损伤, 进而为患者的早期治疗提供可靠依据^[2]。关节镜检查是临床诊断 ACL 损伤的金标准, 但该检查具有创伤性, 需寻求更加安全、无创的检查方式^[3]。MRI 为临床常用无创影像学检查, 可直接显示 ACL 损伤部位, 且具有多参数、多平面成像及安全性高的特点^[4]。目前, MRI 检查已被广泛应用于骨科疾病的诊断中, 效果显著^[5]。MRI 征象分为直接征象和间接征象。其中, 直接征象为病变部位直接病理改变, 包括 ACL 水肿增粗、消失、萎缩变细、走行异常及不连续; 间接征象则为病变引发的继发性改变, 无法直接明确病变的性质。有研究指出, MRI 直接征象对 ACL 损伤具有一定的诊断价值^[6]。基于此, 本研究旨在进一步探究 MRI 直接征象对 ACL 损伤的诊断价值, 现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2022 年 2 月至 2023 年 10 月我院收治的 90 例单侧膝关节损伤患者的临床资料。其中, 男 63 例, 女 27 例; 年龄 32~75 岁, 平均 (45.66 ± 4.25) 岁; 侧别: 左膝 43 例, 右膝 47 例; 受伤原因: 车祸 45 例, 运动拉伤 25 例, 摔伤 20 例。本研究经医院医学伦理委员会批准。患者均签署知情同意书。

纳入标准: 存在单侧膝关节损伤; 先后接受 MRI、关节镜检查; 临床资料完整。排除标准: 有膝关节手术史; 患有慢性关节炎; 患有精神疾病; 患有心、肝、肾功能障碍。

1.2 方法

所有患者入院时均行常规体格检查、MRI 检查, 关于 MRI 检查后 5 d 内行关节镜检查。

1.2.1 MRI 检查

MRI 检查仪器为超导磁共振扫描仪 (美国 GE 公司, 型号: Discovery MR750 3.0T), 所用线圈为膝关节专用线圈。检查时, 患者取仰卧位, 伸直膝

关节、足先入, 行冠状位 T₁ 加权成像 (T₁ weighted imaging, T₁WI)、快速自旋回波序列 (fast spin echo, FSE)、脂肪抑制序列 (fat suppress, FS) - 质子密度加权成像 (proton density-weight imaging, PDWI) 扫描及矢状位 FSE T₁WI、FSE T₂WI 扫描。各序列的扫描参数见表 1。

表 1 膝关节 MRI 扫描序列参数

扫描序列	重复时间 (ms)	回波时间 (ms)	视野 (cm × cm)	翻转角 (°)	层间距 (mm)	激励次数 (次)	扫描时间 (min)
T ₁ WI	500	10	17 × 17	90	1.0	2	2.15
FSE	2 800	25	17 × 17	90	1.0	2	2.17
FS-PDWI	2 820	16	17 × 17	90	1.0	2	2.17
FSE T ₁ WI	880	18	17 × 17	90	1.0	2	2.15
FSE T ₂ WI	5 400	85	17 × 17	90	1.0	2	1.33

注: T₁WI 为 T₁ 加权成像; FSE 为快速自旋回波; FS-PDWI 为脂肪抑制 - 质子密度加权成像; FSE T₁WI 为快速自旋回波序列 T₁ 加权成像; FSE T₂WI 为快速自旋回波序列 T₂ 加权成像

1.2.2 MRI 征象分析

所有 MRI 图像均由 2 名影像科医师共同查阅, 观察患者 ACL 的走行、形态、信号等, 如结论不一致可进行商讨, 意见不一致可由第 3 名影像科医师进行判断。

MRI 直接征象对 ACL 损伤的诊断标准如下。

(1) ACL 水肿增粗: ACL 信号增高, 局限性或弥漫性增宽。(2) ACL 消失: ACL 消失、不显示。(3) ACL 萎缩变细: ACL 较正常人变细、萎缩。(4) ACL 走行异常: 矢状面上, ACL 纤维与股骨髁间窝皮质线不平行。(5) ACL 不连续: ACL 断裂, 可见前后两断端。若 MRI 任一直接征象诊断 ACL 损伤阳性, 则 MRI 诊断阳性。若 MRI 直接征象诊断 ACL 损伤阴性, 则结合以下间接征象进行诊断。符合以下 10 个 MRI 间接征象中的任一标准则为阳性: (1) 胫骨前移; (2) 骨挫伤; (3) 外侧半月板后角外露; (4) 股骨外侧髁凹陷征; (5) 后交叉韧带 (posterior cruciate ligament, PCL) < 108°; (6) PCL 弯曲指数 > 0.3; (7) 阳性 PCL 线不与股骨相交, 或在股骨远端 5 cm 外与髓腔相交; (8) 三角区积液; (9) 内侧副韧带损伤; (10) ACL 韧带附着点骨折。

1.2.3 关节镜检查

关节镜 [康美林弗泰克 (北京) 医疗器械有限

公司, 型号: HD4300] 检查由同一组医师完成: 经硬膜外麻醉或局部浸润麻醉后, 以标准膝关节前内侧、前外侧入路检查患者的膝关节结构。

关节镜检查对 ACL 损伤的诊断标准如下: 韧带纤维束完全断裂, 前内侧束或后外侧束断裂。

1.3 观察指标

以关节镜检查结果为金标准, 分析 MRI 诊断 ACL 损伤的灵敏度、特异度和准确度, 以及与关节镜检查结果的一致性; 分析 MRI 的 5 个直接征象 (ACL 水肿增粗、消失、萎缩变细、走行异常及不连续) 诊断 ACL 损伤的灵敏度、特异度和准确度。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计数资料以率表示, 采用 χ^2 检验。一致性采用 Kappa 检验, $Kappa > 0.75$ 表明一致性极好, $0.40 \sim 0.75$ 表明一致性较为理想, < 0.40 表明一致性差。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 MRI 诊断 ACL 损伤的价值及与关节镜检查的一致性

90 例单侧膝关节损伤患者中, 关节镜确诊 63 例为 ACL 损伤, 27 例 ACL 正常。以关节镜检查结果为金标准, MRI 诊断 ACL 损伤的灵敏度为 95.24% (60/63), 特异度为 81.48% (22/27), 准确度为 91.11% (82/90)。MRI 对 ACL 损伤的诊断结果与关节镜检查结果的一致性极好 ($Kappa=0.784$)。见表 2。

表 2 MRI 诊断 ACL 损伤的结果 (例)

MRI	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	60	5	65
阴性	3	22	25
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

2.2 MRI 直接征象诊断 ACL 损伤的价值

MRI 的 5 个直接征象中, ACL 水肿增粗诊断 ACL 损伤的灵敏度最高 (93.65%), 其次为 ACL 不连续 (90.48%)、走行异常 (88.89%); ACL 水肿增粗、不连续、走行异常诊断 ACL 损伤的准确度均较高 (均 $> 90\%$); MRI 5 个直接征象诊断 ACL 损伤的特异度均较高 (均 $> 90\%$)。见表 3~8。

3 讨论

ACL 损伤的发生与外力创伤、膝关节强力内旋伸展、外翻外旋等有关^[7]。ACL 损伤会影响患者膝

表 3 ACL 水肿增粗诊断 ACL 损伤的结果 (例)

ACL 水肿增粗	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	59	2	61
阴性	4	25	29
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

表 4 ACL 消失诊断 ACL 损伤的结果 (例)

ACL 消失	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	3	0	3
阴性	60	27	87
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

表 5 ACL 萎缩变细诊断 ACL 损伤的结果 (例)

ACL 萎缩变细	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	7	1	8
阴性	56	26	82
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

表 6 ACL 走行异常诊断 ACL 损伤的结果 (例)

ACL 走行异常	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	56	1	57
阴性	7	26	33
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

表 7 ACL 不连续诊断 ACL 损伤的结果 (例)

ACL 不连续	关节镜		合计
	阳性	阴性	
阳性	57	0	57
阴性	6	27	33
合计	63	27	90

注: ACL 为前交叉韧带

表 8 MRI 直接征象诊断 ACL 损伤的价值 (%)

MRI 直接征象	灵敏度	特异度	准确度
ACL 水肿增粗	93.65 (59/63)	92.59 (25/27)	93.33 (84/90)
ACL 消失	4.76 (3/63)	100.00 (27/27)	33.33 (30/90)
ACL 萎缩变细	11.11 (7/63)	96.30 (26/27)	36.67 (33/90)
ACL 走行异常	88.89 (56/63)	96.30 (26/27)	91.11 (82/90)
ACL 不连续	90.48 (57/63)	100.00 (27/27)	93.33 (84/90)

注: ACL 为前交叉韧带

关节的稳定性, 进而影响其正常生活, 需尽早予以诊断与治疗^[8]。以往临床多通过关节镜检查诊断 ACL 损伤, 但该检查操作较复杂且具有创伤性, 患者接受度不高, 需寻求更加安全、便捷的诊断方式^[9]。MRI 检查因其高效、安全、无创、操作简单等优势被广泛用于多种疾病的诊断中, 效果显著^[10-11]。

本研究结果显示, 以关节镜检查结果为金标

准, MRI 诊断 ACL 损伤的灵敏度为 95.24%, 特异度为 81.48%, 准确度为 91.11%。MRI 对 ACL 损伤的诊断结果与关节镜检查结果的一致性极好 ($Kappa=0.784$)。说明 MRI 对 ACL 损伤具有较高的诊断价值。MRI 具有无创、高组织分辨率、无辐射的优势, 且可通过多方位、多切面成像详细显示患者的膝关节结构^[12]。正常情况下, ACL 中氢原子固定于多肽致密网架, MRI 影像显示为低信号带状影。但当 ACL 损伤时, 氢原子和液体聚集, 导致韧带内出现高信号^[13]。本研究进一步对 MRI 直接征象的诊断价值进行分析, 结果显示, ACL 水肿增粗诊断 ACL 损伤的灵敏度最高 (93.65%), 其次为 ACL 不连续 (90.48%)、走行异常 (88.89%); ACL 水肿增粗、不连续、走行异常诊断 ACL 损伤的准确度均较高 (均 >90%); MRI 5 个直接征象诊断 ACL 损伤的特异度均较高 (均 >90%, 高于 MRI 诊断)。说明 MRI 直接征象对 ACL 交叉损伤有较高的诊断价值, 其中以 ACL 水肿增粗、不连续、走行异常的诊断价值较高。ACL 损伤的 MRI 影像直接表现为信号、韧带形态上的异常。FSE T₁WI 可清晰观察患者 ACL 的形态变化; FSE T₂WI 可显示 ACL 的信号变化; 而冠状位成像可较好显示患者的侧副韧带, 矢状位成像可有效显示半月板和 ACL 的状况, 为 ACL 损伤的诊断提供了可靠依据^[14]。ACL 损伤包括完全撕裂、部分撕裂。完全撕裂时 ACL 连续性中断, 局部韧带信号消失或不规则水肿增粗, 因此 ACL 水肿增粗的灵敏度较高; 而部分撕裂时, 韧带有时仅表现为不规则波浪状改变, 或临床症状不明显, 或不同程度的增粗, 此时需结合多方位、多序列成像综合分析以提高诊断准确度。至少一个层面部分或全部 ACL 断裂、走行异常为 ACL 损伤的主要诊断标志, 临床可据此直接征象诊断 ACL 损伤。但临床在对该类患者进行 MRI 检查时需注意容积效应、扫描方向不与韧带平行等均可能导致假阳性。因时间及精力限制, 本研究未对 MRI 间接征象诊断 ACL 的价值进行分析, 未来可对此展开进一步探究, 以明确 MRI 间接征象的相关诊断价值。

综上所述, MRI 直接征象对 ACL 损伤有较高的诊断价值, 其中以 ACL 水肿增粗、不连续、走行异常的诊断价值较高。

[参考文献]

- [1] 宋春娟, 张怡. MRI CS-3D-MATRIX 序列在膝关节前交叉韧带损伤诊断中的应用研究 [J]. 医疗卫生装备, 2020, 41(6): 73-76.
- [2] 常丽鹏, 赵敏, 龚国龄, 等. MRI 在膝关节半月板损伤, 前交叉韧带损伤诊断中的应用价值研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2020, 18(8): 164-167.
- [3] 裴杰, 杨晓峰, 瞿玉兴, 等. 关节镜下前交叉韧带重建术中股骨侧应用固定祥与可调节钛板的效果比较 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38(4): 408-411.
- [4] 宋君涛, 狄贯龙. 前交叉韧带损伤的 MRI 与超声诊断效能比较的临床研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2019, 17(2): 136-139.
- [5] 刘俊, 贾丛丛. 磁共振成像对骨质疏松症或恶性肿瘤转移所致的脊柱骨折的鉴别价值 Meta 分析 [J]. 中国卫生检验杂志, 2023, 33(16): 2027-2030.
- [6] 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.
- [7] 王海杰, 高明勇, 涂滨. 超声与 MRI 检查对前交叉韧带损伤诊断的对比研究 [J]. 中国超声医学杂志, 2020, 36(7): 651-653.
- [8] 韦军, 许峰, 宁东方. 膝关节过伸测定诊断前交叉韧带损伤的临床意义 [J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(1): 80-83.
- [9] 孙浩源, 杨国夫, 肖琼润. 前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折关节镜下骨与周围组织损伤分级及其意义 [J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2021, 36(2): 131-134.
- [10] 陈娟, 黄春香. MRI 评估运动致胫骨平台骨折形态的影像学特点及与半月板撕裂关联性 [J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(6): 1555-1559.
- [11] 李亮, 姜威, 张梦雨. 多层螺旋 CT 与 MRI 在诊断腰椎压缩性骨折中的临床价值分析 [J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(9): 1635-1638.
- [12] 刘超, 于爱红, 王玲, 等. 负重位与平卧位磁共振成像对前交叉韧带损伤患者胫骨前移程度的对比研究 [J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9(12): 927-930.
- [13] 鲁璿. 磁共振检查在膝关节前交叉韧带撕裂诊断中的应用价值分析 [J]. 基层医学论坛, 2020, 24(28): 4098-4099.
- [14] 张辉, 杨远, 陈斐, 等. MRI 检查在前交叉韧带损伤诊断中的应用 [J]. 国际骨科学杂志, 2020, 41(5): 280-284.