

膝关节前交叉韧带损伤患者MRI影像特点及对膝关节稳定性的评估价值

张鸿 李京蔚 王新春

[摘要] **目的** 探究膝关节前交叉韧带(ACL)损伤患者磁共振成像(MRI)影像特点及对膝关节稳定性的评估价值。**方法** 选择98例膝关节ACL损伤患者作为研究对象。所有患者均接受MRI检查,比较不同膝关节ACL损伤程度患者MRI影像学特点与膝关节稳定性,采用Pearson相关性分析MRI影像学指标与膝关节稳定性的关系。**结果** ACL损伤程度:1级57例、2级41例。ACL损伤1级的后交叉韧带近端与远端形成的夹角(PCL角)、ACL与胫骨内侧平台在矢状面的夹角(ACL角)和Lysholm、国际膝关节文献委员会评分(IKDC)、伯格平衡量表(BBS)评分明显高于ACL损伤2级患者(t 分别=5.82、8.48、6.52、8.51、4.02, P 均 <0.05),Blumensaat角、ACL前内侧长度、ACL厚度明显低于ACL损伤2级患者(t 分别=5.88、3.29、2.43, P 均 <0.05)。Pearson相关性分析结果显示,PCL角、ACL角均与Lysholm评分、IKDC评分、BBS评分呈正相关(r 分别=0.64、0.73、0.50;0.65、0.84、0.58, P 均 <0.05);Blumensaat角、ACL前内侧长度、ACL厚度均与Lysholm评分、IKDC评分、BBS评分呈负相关(r 分别=-0.70、-0.82、-0.63;-0.46、-0.51、-0.40;-0.43、-0.48、-0.36, P 均 <0.05)。**结论** ACL损伤患者MRI影像学指标与膝关节稳定性具有一定相关性,可用于损伤诊断和损伤程度评估。

[关键词] 前交叉韧带; 膝关节; 磁共振成像

Imaging characteristics of MRI and their evaluation value for knee stability in patients with knee anterior cruciate ligament injury ZHANG Hong, LI Jingwei, WANG Xinchun. Department of Radiology, Lishui Hospital of Traditional Chinese Medicine, Lishui 323000, China.

[Abstract] **Objective** To explore imaging characteristics of magnetic resonance imaging (MRI) and their evaluation value for knee stability in patients with knee anterior cruciate ligament (ACL) injury. **Methods** A total of 98 patients with knee ACL injury were enrolled as the research objects, and all underwent MRI examination. The imaging characteristics of MRI and knee stability in patients with different severity of ACL injury were compared. The relationship between MRI imaging indexes and knee stability was analyzed by Pearson correlation analysis. **Results** There were 57 cases with ACL injury of degree 1 and 41 cases of degree 2. The proximal and distal intersection angle of posterior cruciate ligament (PCL angle), sagittal intersection angle between ACL and medial tibial platform (ACL angle), scores of Lysholm, the international knee documentation committee knee evaluation form (IKDC) and Berg balance scale (BBS) in patients with ACL injury of degree 1 were significantly higher than those of degree 2 ($t=5.82, 8.48, 6.52, 8.51, 4.02, P<0.05$), while Blumensaat angle, length of anterior medial ACL and ACL thickness were significantly lower than those of degree 2 ($t=5.88, 3.29, 2.42, P<0.05$). The Pearson correlation analysis showed that PCL angle and ACL angle were positively correlated with scores of Lysholm, IKDC and BBS ($r=0.64, 0.73, 0.50, 0.65, 0.84, 0.58, P<0.05$). The Blumensaat angle, length of anterior medial ACL, and ACL thickness were negatively correlated with them ($r=-0.70, -0.82, -0.63, -0.46, -0.51, -0.40, -0.43, -0.48, -0.36, P<0.05$). **Conclusion** MRI imaging indexes have certain correlation with knee stability in patients with ACL injury, which can be applied in diagnosis and severity evaluation of the injury.

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2025.006.009

作者单位: 323000 浙江丽水, 丽水市中医医院放射科(张鸿、王新春); 宣威市中医医院放射科(李京蔚)

通讯作者: 王新春, Email: uyre0304@163.com

[Key words] anterior cruciate ligament; knee joint; magnetic resonance imaging

膝关节损伤为运动和康复医学领域常见损伤,

以前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)损伤最为多发,通常由非接触性运动损伤导致,临床表现为运动时膝关节的不稳感或有错动感,关节反复扭伤后可能引起关节软骨、半月板等重要结构的损伤,导致关节过早老化和骨关节病的发生^[1,2]。因此,早期对 ACL 损伤进行诊断和干预对患者生活质量和预后有着重要作用。目前临床多通过磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)对膝关节损伤进行检查。MRI 为无创检查技术,能够清晰完整显示膝关节各组织结构,具有较高的软组织分辨率^[3,4]。本研究将 MRI 应用于膝关节 ACL 损伤患者中,探究其与膝关节稳定性的关系,为 ACL 损伤的临床诊断和治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2021年12月至2023年12月期间丽水市中医院收治的98例膝关节 ACL 损伤患者作为研究对象。其中男性56例、女性42例;年龄20~70岁;平均(47.36±4.42)岁;致伤原因:车祸伤42例、扭伤25例、打击伤9例、高处坠落伤22例;左膝损伤41例、右膝损伤57例。纳入标准为:①年龄≥18岁;②符合膝关节 ACL 损伤诊断标准^[5];③拉赫曼试验和轴移试验检查为阳性;④于本院进行 MRI 检查;⑤患者及其家属均签署知情同意书。排除标准为:①既往有膝关节手术史;②合并其他膝关节病变;③合并严重精神障碍。

1.2 方法 采用联影 uMR 570 扫描仪进行检查。检查时,患者取仰卧位。扫描序列:①矢状位 T1 加权像(T1-weighted imaging, T1WI)序列(TR 500 ms, TE 10 ms,层厚 3 mm);②冠状位 T2 加权快速自旋回波脂肪抑制(fast spin echo fat suppression T2 weighted, T2WI-FSE-FS)序列(TR 2700 ms, TE 45 ms,层厚 3 mm,层间隔 0.4 mm);③横轴位 T2WI 序列(TR 3740 ms, TE 60 ms,层厚 4 mm,层间隔

0.4 mm)。影像结果由两名具有10年以上诊断经验的医师采用双盲法阅片,评估 ACL 损伤程度,意见不一致时协商达成一致。

1.3 MRI 检查 ACL 损伤程度分级 1级:韧带连续性欠佳,但仍能显示部分连续纤维,伴或不伴轻度增粗肿胀,可见小片状或条带状异常信号;2级:韧带连续性中断,断端移位,可见起点、止点挛缩,呈团块状,或重度弥漫性增粗、边界不清,无法显示正常韧带^[6]。

1.4 观察指标

1.4.1 影像学指标 记录患者矢状位图像的后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL)近端与远端形成的夹角(PCL角)、ACL与胫骨内侧平台在矢状面的夹角(ACL角)、Blumensaat角、ACL前内侧长度和厚度。

1.4.2 膝关节稳定性 评估患者的膝关节 Lysholm 评分^[7]、膝关节主观评价量表(the international knee documentation committee knee evaluation form, IKDC)^[8]、伯格平衡量表(Berg balance scale, BBS)评分。Lysholm 评分包括跛行、支撑、交锁、不稳定性、疼痛、肿胀、爬楼梯和下蹲 8 个评估指标,总分为 100 分,分数越高代表膝关节功能越强;IKDC 量表评分范围为 18~87 分;BBS 共包括 14 个条目,每条目得分为 0~4 分,总分越高代表平衡能力越好。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 22.0 软件对所得数据进行分析,满足正态分布的计量资料均以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两样本独立 *t* 检验比较;计数资料均以例(%)表示,采用 χ^2 检验进行组间差异比较;采用 *Pearson* 相关性分析 MRI 影像学指标与膝关节稳定性的关系。设 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 影像学分析 MRI 诊断结果为:ACL 损伤 1 级 57 例,ACL 损伤 2 级 41 例。见图 1。

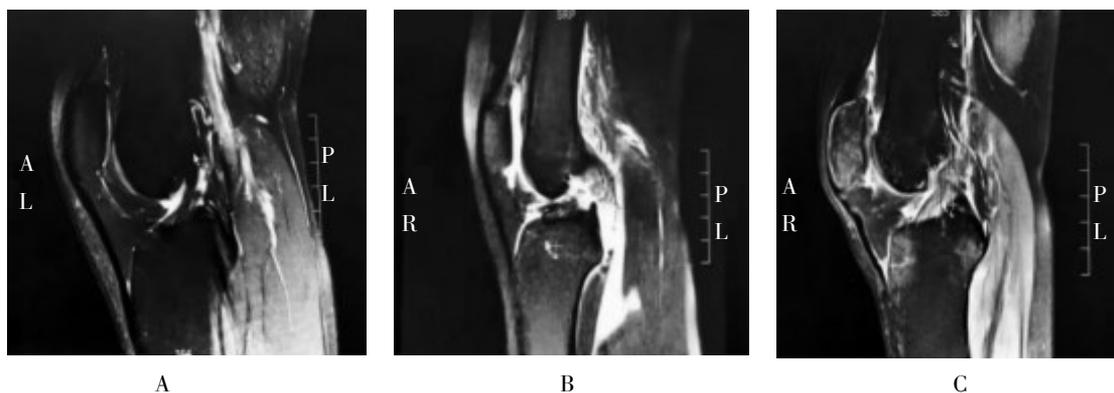


图1 膝关节 ACL 损伤患者 MRI 影像

由图 1A 可见, ACL 呈连续、清晰直线, 中间部分较薄, 两端逐渐增厚, 边界清晰, 呈低信号, 无明显积液; 由图 1B 可见, ACL 有多个点处中断, 边界不

清, 呈高信号, 伴有少量积液; 由图 1C 可见, ACL 有部分中断, 边界欠清, 呈高信号, 伴有少量积液。

2.2 两组 MRI 影像学指标比较见表 1

表 1 两组 MRI 影像学指标比较

组别	PCL 角/ $^{\circ}$	ACL 角/ $^{\circ}$	Blumensaat 角/ $^{\circ}$	ACL 前内侧长度/cm	ACL 厚度/mm
ACL 损伤 1 级	107.68 \pm 4.75	46.98 \pm 2.93	14.26 \pm 2.36	4.01 \pm 0.22	5.09 \pm 0.51
ACL 损伤 2 级	102.21 \pm 4.35*	42.12 \pm 2.60*	17.13 \pm 2.41*	4.17 \pm 0.26*	5.35 \pm 0.54*

注: * 与 ACL 损伤 1 级比较, $P < 0.05$ 。

由表 1 可见, ACL 损伤 1 级的患者 PCL 角、ACL 角明显高于 ACL 损伤 2 级患者, 差异有统计学意义 (t 分别=5.82、8.48, P 均 <0.05); ACL 损伤 1 级患者 Blumensaat 角、ACL 前内侧长度、ACL 厚度明显低于 ACL 损伤 2 级患者, 差异均有统计学意义 (t 分别=5.88、3.29、2.42, P 均 <0.05)。

2.3 MRI 分度各组 Lysholm、IKDC、BBS 评分比较见表 2

由表 2 可见, ACL 损伤 1 级的患者 Lysholm、

IKDC、BBS 评分明显高于 ACL 损伤 2 级患者, 差异有统计学意义 (t 分别=6.52、8.51、4.02, P 均 <0.05)。

表 2 MRI 分度各组 Lysholm、IKDC、BBS 评分比较/分

组别	Lysholm 评分	IKDC 评分	BBS 评分
ACL 损伤 1 级	68.41 \pm 8.34	65.34 \pm 5.09	41.16 \pm 4.35
ACL 损伤 2 级	57.43 \pm 8.03*	56.44 \pm 5.12*	37.52 \pm 4.52*

注: * 与 ACL 损伤 1 级比较, $P < 0.05$ 。

2.4 MRI 影像学指标与膝关节稳定性的关系见表 3

表 3 MRI 影像学指标与 Lysholm、IKDC、BBS 评分相关性

MRI 影像学指标	PCL 角		ACL 角		Blumensaat 角		ACL 前内侧长度		ACL 厚度	
	r	P	r	P	r	P	r	P	r	P
Lysholm 评分	0.64	<0.05	0.65	<0.05	-0.70	<0.05	-0.46	<0.05	-0.43	<0.05
IKDC 评分	0.73	<0.05	0.84	<0.05	-0.82	<0.05	-0.51	<0.05	-0.48	<0.05
BBS 评分	0.50	<0.05	0.58	<0.05	-0.63	<0.05	-0.40	<0.05	-0.36	<0.05

由表 3 可见, PCL 角、ACL 角均与 Lysholm 评分、IKDC 评分、BBS 评分呈正相关 (P 均 <0.05); Blumensaat 角、ACL 前内侧长度、ACL 厚度均与 Lysholm 评分、IKDC 评分、BBS 评分呈负相关 (P 均 <0.05)。

3 讨论

ACL 起自胫骨髁间隆起, 斜向后、外、上方, 附着于股骨外侧髁内侧面的后半部分, 可阻止膝关节过度伸展、维持膝关节稳定性^[10]。ACL 损伤常发生在滑雪、足球、篮球等运动中, 过度伸直、旋转、减速、跳跃落地、运动中突然转向等均会导致不同程度的 ACL 损伤^[11]。目前, 膝关节损伤诊断的金标准为关节镜检查结果, 关节镜可准确观察关节内具体损伤部位以及周围组织结构, 评估其损伤程度, 但关节镜检查操作复杂、耗时长且为有创检测手段, 适用于明确诊断和行关节镜手术患者, 并不适用于膝关节损伤初诊患者^[12]。MRI 作为一种无创检测手段, 具有成像参数多、扫描速度快、可多方位成像、无放射性等优点, 无需造影剂即能分辨半月板、关节软骨、周围韧带损伤情况, 但由于检测费用较高, 基层

医院普及率较低^[13]。

本研究结果显示, ACL 损伤 1 级的患者 PCL 角、ACL 角明显高于 ACL 损伤 2 级患者, Blumensaat 角、ACL 前内侧长度、ACL 厚度明显低于 ACL 损伤 2 级患者, 说明 MRI 对 ACL 损伤诊断和损伤程度评估均有一定价值。ACL 损伤的 MRI 表现分为直接征象 (形态、信号) 和间接征象 (Blumensaat 角、PCL 角等)^[14]。正常 ACL 在 MRI 各序列上均呈边缘光滑的均匀低信号影, ACL 中后部分通常因脂肪组织和疏松结缔组织的存在而呈现线状或条纹状的中等或高信号影分隔, 当 ACL 受损时 MRI 表现为韧带内异常高信号^[15]。结合本研究结果可以发现, 间接征象的影像学检查结果对于 ACL 损伤的发生和程度也具有一定评估价值。本研究结果也发现, 经 MRI 检测判定为 ACL 损伤 1 级 ACL 损伤患者的 Lysholm 评分、IKDC 评分、BBS 评分均明显高于 ACL 损伤 2 级患者, 并且 Lysholm 评分、IKDC 评分、BBS 评分与 PCL 角、ACL 角均呈正相关关系, 与 Blumensaat 角、ACL 前内侧长度、ACL 厚度呈负相关关系。膝关节

不稳是ACL损伤的典型症状,ACL的前内侧束韧带在维持膝关节旋转时的稳定性中发挥作用,后外侧束韧带则在维持膝关节向前运动时的稳定性中发挥作用^[6]。此外,ACL的损伤还会引起传入神经阻滞介导的脊柱和脊髓的运动控制失调,直接影响膝关节的神经肌肉控制^[7]。因此,通过快捷有效的方法对ACL损伤患者膝关节稳定性情况进行评估,有利于制定早期干预方案。

综上所述,ACL损伤患者MRI影像学特征与膝关节稳定性之间存在一定的相关性,可通过MRI评估患者ACL损伤程度和预后恢复情况,对ACL损伤系统性康复治疗有一定指导作用。但本研究样本量较小,结果可能存在一定偏倚,后续仍需更多大样本量研究进行佐证。

参考文献

- 1 Domnck C, Raschke MJ, Herbort M, et al. Bome chanics of the anterior cruciate ligament: Physiology, rupture and reconstruction techniques[J]. World J Orthop, 2016, 7(2): 82-93.
- 2 逸弘, 高红, 朱新辉, 等. 前交叉韧带断裂合并不同部位半月板桶柄样损伤的临床研究[J]. 实用骨科杂志, 2019, 21(9): 795-798.
- 3 陆莉霞, 邹俊忠, 郭玉成, 等. 多模态融合的膝关节损伤预测[J]. 计算机工程与应用, 2021, 57(9): 225-232.
- 4 Zhang L, Qi J, Zeng Y, et al. Proprioceptive changes in bilateral knee joints following unilateral anterior cruciate ligament injury in cynomolgus monkeys[J]. Med Sci Monit, 2018, 24(5): 105-113.
- 5 翟桂华, 高波, 刘德泉, 等. 膝关节前交叉韧带损伤的诊断[J]. 中华外科杂志, 1992, 30(1): 10-13.
- 6 曾莎莎. 3D-MRI在膝关节前交叉韧带损伤与半月板撕裂诊断中的应用评价[D]. 山东: 山东大学, 2017: 10, 21.
- 7 范立北, 金宪政, 贾斌, 等. 胫骨端在膝关节镜下ACL重建术中应用不同固定方式的临床疗效分析[J]. 中国医师杂志, 2017, 19(12): 1862-1863.
- 8 钱利海, 梁清宇, 张辉, 等. 关节镜辅助一期手术治疗前交叉韧带断裂合并胫骨平台后外侧骨折[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(3): 265-269.
- 9 朱源, 李岩, 范红卫. 膝关节镜下保留残端单束重建治疗前交叉韧带损伤疗效分析[J]. 中国烧伤创疡杂志, 2022, 34(4): 267-271.
- 10 侯永新, 李斌. 关节镜下治疗前交叉韧带合并半月板损伤的疗效分析[J]. 实用骨科杂志, 2019, 25(9): 858-859, 864.
- 11 马圣楠, 柯竟悦, 董洪铭, 等. 前交叉韧带重建后静态站立及步行时的平衡和步态特征[J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(36): 5784-5789.
- 12 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.
- 13 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.
- 14 张洪志, 黄硕, 潘晓华. 膝关节前交叉韧带部分损伤的MRI量化分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 20(11): 993-998.
- 15 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.
- 16 罗毅, 马壮, 董溢海, 等. 前交叉韧带功能性双束重建与传统单束重建的临床疗效对比[J]. 医学研究生学报, 2023, 36(3): 286-289.
- 17 宋关阳, 张辉, 冯华. 前十字韧带损伤后胫骨过度前移对重建术后膝关节稳定性的影响[J]. 中华骨科杂志, 2019, 39(7): 392-397.

(收稿日期 2024-12-13)

(本文编辑 葛芳君)