

# MRI

宋 微

(佳木斯市中心医院 CT 室,黑龙江 佳木斯 154002)

**摘要:**目的 研究不同磁共振成像(MRI)序列对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断价值。方法 选取 2019 年 3 月-2021 年 9 月经我院确诊的 40 例膝关节前后交叉韧带损伤患者作为研究对象,依次给予 MRI 二维序列(2D-MRI)及三维序列(3D-MRI)检查,比较 2D-MRI 与 3D-MRI 的图像质量、诊断效能,同时分析其与关节镜诊断结果的一致性。结果 3D-MRI 的信噪比、图像质量评分均高于 2D-MRI,显示完整度评分小于 2D-MRI( $P<0.05$ )。以关节镜检查结果为金标准,3D-MRI 对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断准确性为 92.50%、敏感度为 96.67%、特异性为 80.00%,高于 2D-MRI 的 77.50%、92.31%、50.00%( $P<0.05$ )。经 Kappa 检验,2D-MRI 与关节镜诊断结果具有中等一致性(Kappa 值=0.587),3D-MRI 与关节镜诊断结果具有较好一致性(Kappa 值=0.829)。结论 3D-MRI 序列对膝关节前后交叉韧带损伤的图像检查质量优于 2D-MRI 序列,其诊断效能更为理想,与关节镜诊断具有较高一致性。

**关键词:**磁共振成像;3D-MRI;前交叉韧带;后交叉韧带

**中图分类号:**R686

**文献标识码:**A

**DOI:**10.3969/j.issn.1006-1959.2022.20.016

**文章编号:**1006-1959(2022)20-0067-04

## The Diagnostic Value of Different MRI Sequences on Anterior and Posterior Cruciate Ligament Injury of Knee Joint

SONG Wei

(CT Room of Jiamusi Central Hospital,Jiamusi 154002,Heilongjiang,China)

**Abstract:****Objective** To study the diagnostic Value of different magnetic resonance imaging (MRI) sequences on anterior and posterior cruciate ligament injury of knee joint.**Methods** From March 2019 to September 2021, 40 patients with anterior and posterior cruciate ligament injury of knee joint diagnosed in our hospital were selected as the research objects. Two-dimensional MRI (2D-MRI) and three-dimensional MRI (3D-MRI) were given in turn. The image quality and diagnostic efficacy of 2D-MRI and 3D-MRI were compared, and the consistency with arthroscopic diagnosis was analyzed.**Results** The signal-to-noise ratio and image quality score of 3D-MRI were higher than those of 2D-MRI, and the display integrity score was lower than that of 2D-MRI ( $P<0.05$ ). Taking the results of arthroscopy as the gold standard, the diagnostic accuracy, sensitivity and specificity of 3D-MRI for anterior and posterior cruciate ligament injury of knee joint were 92.50%, 96.67% and 80.00%, respectively, which were higher than 77.50%, 92.31% and 50.00% of 2D-MRI ( $P<0.05$ ). By Kappa test, 2D-MRI and arthroscopic diagnosis results have moderate consistency (Kappa value=0.587), 3D-MRI and arthroscopic diagnosis results have good consistency (Kappa value=0.829).**Conclusion** The image quality of 3D-MRI sequence for anterior and posterior cruciate ligament injury of knee joint is better than that of 2D-MRI sequence, its diagnostic efficiency is more ideal, and has high consistency with arthroscopic diagnosis.

**Key words:** Magnetic resonance imaging;3D-MRI;Anterior cruciate ligament;Posterior cruciate ligament

膝关节交叉韧带(cruciate ligaments)是维持膝关节稳定性的重要结构,包括前交叉韧带(anterior cruciate ligament, ACL)与后交叉韧带(posterior cruciate ligament, PCL),二者可限制膝关节过度运动,具有重要保护作用<sup>[1]</sup>。但其自愈能力低下,受损后若未及时干预,可造成关节内其他结构的继发性损伤,导致创伤性骨关节病等不良后果<sup>[2]</sup>,因此其早期诊断尤为关键。目前,临床多以磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)作为膝关节交叉韧带损伤的术前诊断方式,该技术具有较高的软组织分辨率及空间分辨率<sup>[3]</sup>,其常规二维 MRI(2D-MRI)序列已广泛应用于临床检查中,但其扫描层厚较厚,易导致部分容积效应,进而影响微病变的检出<sup>[4]</sup>。三维 MRI(3D-MRI)序列具有较高的空间分辨率,可实现薄层、无间隔扫描,在关节解剖结构的检查中具有更高

诊断价值<sup>[5]</sup>。基于此,本研究结合 2019 年 3 月-2021 年 9 月经佳木斯市中心医院确诊的 40 例膝关节前后交叉韧带损伤患者临床资料,以 2D-MRI 与 3D-MRI 为例,观察不同 MRI 序列对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断价值,现报道如下。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2019 年 3 月-2021 年 9 月经佳木斯市中心医院确诊的 40 例膝关节前后交叉韧带损伤患者作为研究对象,其中男 28 例,女 12 例;年龄 25~48 岁,平均年龄(31.75±5.60)岁;患侧:左膝 21 例,右膝 19 例;损伤原因:交通事故 17 例、重物砸伤 11 例、高处跌落 8 例、其他 4 例;受损程度:完全撕裂 23 例,部分撕裂 17 例。本研究经医院伦理委员会批准,所有受检者均知情且签署知情同意书。

### 1.2 纳入和排除标准

**1.2.1 纳入标准** ①经关节镜检查确诊为膝关节前后交叉韧带损伤;②单膝损伤;③病例资料完整;④抽屉试验结果阳性。

**1.2.2 排除标准** ①存在膝关节手术史者;②伴有结

作者简介:宋微(1981.9-),女,黑龙江鹤岗人,本科,副主任医师,主要从事医学影像诊断工作

核性、风湿性、痛风性关节炎疾病者;③关节畸形者;④配合度不佳者;⑤妊娠及哺乳期患者;⑥MRI禁忌证者。

### 1.3 方法

**1.3.1 MRI 检查** 所有病例均采用 3.0T 磁共振成像系统(西门子 MAGNETOM SKYRA)进行检查,应用 8 通道膝关节专用线圈,患者取仰卧位,脚先进,伸膝位,检查中保持膝关节外旋 15°,依次给予 2D-MRI 与 3D-MRI 扫描。2D-MRI 扫描:①横轴面:采用 T<sub>2</sub>WI 序列,TR:2798 ms,TE:85 ms,翻转角:90°,FOV:160×160,像素大小:0.45×0.57,矩阵大小:356×279,层厚:4 mm,激励次数 2 次,扫描时间:1 min 56 s;②矢状面:采用 T<sub>2</sub> SPAIR 序列,TR:2230 ms,TE:72 ms,翻转角:90°,FOV:160×160,像素大小:0.55×0.75,矩阵大小:292×214,层厚:3 mm,激励次数 2 次,扫描时间:2 min 12 s;③冠状面:采用 FFE 序列,TR:438 ms,TE:18 ms,翻转角:20°,FOV:230×184,像素大小:0.60×0.74,矩阵大小:384×248,层厚:3 mm,辐射角 10°,激励次数 1 次,扫描时间:2 min 6 s。3D-MRI 扫描:采用 PDWI-SPAIR 序列进行矢状位扫描,TR:1400 ms,TE:36 ms,翻转角:90°,FOV:180×180×135,像素大小:0.60×0.60×0.60,矩阵大小:360×299,激励次数 2 次,扫描时间:6 min 22 s。

**1.3.2 MRI 图像处理** 将以上原始图像传至后处理工作站,随后进行斜冠状面与横断面多平面重组,层厚 0.6 mm,并对三维重建后的膝关节交叉韧带及其周围组织进行观察,分析后获得相应诊断意见。所有观察及诊断过程均由 2 位经验丰富的影像学医师共同参与。

**1.4 观察指标** ①比较 2D-MRI 与 3D-MRI 的图像

质量,包括信噪比、图像质量评分<sup>[6]</sup>(0~5 分,由影像学医师依据图像综合质量进行评分,分数越高表明图像质量越好)、膝关节前后交叉韧带显示完整度<sup>[7]</sup>(1 分:1 幅图像即可显示韧带全长;2 分:连续 2~3 幅图像可显示韧带全长;3 分:仅可显示部分韧带,无法满足诊断需求);②以关节镜检查结果为金标准,比较 2D-MRI 与 3D-MRI 对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断效能,包括准确性[准确性=(真阳性+真阴性)/总例数×100%]、敏感度[敏感度=真阳性/(真阳性+假阴性)×100%]、特异性[特异性=真阴性/(真阴性+假阳性)×100%];③比较 2D-MRI、3D-MRI 与关节镜诊断的一致性,关节镜下前后交叉韧带损伤分级<sup>[8]</sup>:0 级(韧带完好、包膜完整、形态正常、无松弛感),1 级(形态及走行基本正常,韧带轻度增粗、损伤,损伤区域<1/2),2 级(形态不完整,韧带增粗、松弛,损伤区域≥1/2,可见部分韧带相连),3 级(形态呈团状或扭曲状,走行低平或呈波浪状,韧带松弛、基本无张力,股骨端、胫骨端或主体完全断裂)。

**1.5 统计学方法** 采用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据处理,计量资料以( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间行 *t* 检验;计数资料以[n(%)]表示,组间行  $\chi^2$  检验;应用 Kappa 检验分析 2D-MRI、3D-MRI 与关节镜诊断的一致性,Kappa 值≤0.4 表明一致性较差,0.4<Kappa 值<0.75 说明一致性中等,Kappa 值≥0.75 认为一致性较好,*P*<0.05 表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 2D-MRI 与 3D-MRI 的图像质量比较** 3D-MRI 的信噪比、图像质量评分均高于 2D-MRI,显示完整度评分小于 2D-MRI,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 1。

表 1 2D-MRI 与 3D-MRI 的图像质量比较(*n*=40, $\bar{x} \pm s$ )

MRI 序列	信噪比(dB)	图像质量评分(分)	显示完整度(分)
2D-MRI	36.96±18.50	3.31±0.58	2.05±0.46
3D-MRI	49.17±15.30	3.76±0.64	1.24±0.32
<i>t</i>	3.217	3.295	9.142
<i>P</i>	0.002	0.002	0.000

**2.2 2D-MRI 与 3D-MRI 的诊断效能比较** 以关节镜检查结果为金标准,2D-MRI 对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断准确性为 77.50%,敏感度为 92.31%,特异性为 50.00%,见表 2;3D-MRI 对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断准确性为 92.50%,敏感度为 96.67%,特异性为 80.00%,见表 3;经统计学分析,3D-MRI 的诊断准确性、敏感度、特异性均高于 2D-MRI,差异有统计学意义(*P*<0.05),见表 4。

表 2 2D-MRI 诊断效能分析(*n*)

2D-MRI	关节镜		合计
	损伤	完好	
损伤	24	2	26
完好	7	7	14
合计	31	9	40

表 3 3D-MRI 诊断效能分析 (n)

2D-MRI	关节镜		合计
	损伤	完好	
损伤	29	1	30
完好	2	8	10
合计	31	9	40

表 4 2D-MRI 与 3D-MRI 诊断效能比较 (%)

MRI 诊断	敏感性	特异性	准确性
2D-MRI	92.31	50.00	77.50
3D-MRI	96.67	80.00	92.50
$\chi^2$	2.154	5.673	4.680
P	0.031	0.000	0.001

2.3 2D-MRI、3D-MRI 与关节镜诊断的一致性分析  
经 Kappa 检验,2D-MRI 与关节镜诊断结果具有中等一致性(Kappa 值=0.587),见表 5;3D-MRI 与关

节镜诊断结果具有较好一致性 (Kappa 值=0.829),见表 6。

表 5 2D-MRI 与关节镜诊断的一致性分析 (n)

组别	关节镜				合计
	0 级	1 级	2 级	3 级	
0 级	7	4	2	1	14
1 级	1	5	3	0	9
2 级	1	1	3	2	7
3 级	0	0	1	9	10
合计	9	10	9	12	40

表 6 3D-MRI 与关节镜诊断的一致性分析 (n)

组别	关节镜				合计
	0 级	1 级	2 级	3 级	
0 级	8	2	0	0	10
1 级	1	6	3	0	10
2 级	0	1	5	2	8
3 级	0	1	2	9	12
合计	9	10	10	11	40

### 3 讨论

膝关节交叉韧带损伤的准确诊断有助于后续治疗方案的选择与应用,MRI 作为临床常用的无创影像学检查技术,具有多参数、多序列、多方位成像等应用特点,现已成为膝关节交叉韧带损伤的首选检测方式<sup>[9,10]</sup>。既往多采用 2D-MRI 序列进行诊断,据研究证实<sup>[11,12]</sup>,2D-MRI 诊断膝关节交叉韧带损伤的敏感性、准确性均较高,但对于受损严重程度的鉴别却存在一定误差。研究认为<sup>[13,14]</sup>,2D-MRI 的横断面、矢状面及冠状面图像难以在同一层面显示出完整的交叉韧带结构,且 2D-MRI 序列多为厚层扫描,由此引起的容积效应可影响诊断结果,导致假阳性及假阴性的出现。3D-MRI 序列是近年来广泛推行的新型检测方案,该序列为薄层扫描,可消除容积效应对 MRI 扫描的影响,实现无间隔容积成像<sup>[15-17]</sup>。同时,其后处理图像可行任意角度旋转,大大提升了韧带的显示完整度,可于同一层面显示膝关节交叉韧带的完整形态与损伤情况,有助于细微病变的发现与诊断,在显示关节软骨与关节内结构方面具有较

强优势<sup>[18,19]</sup>。

本研究结果显示,3D-MRI 的信噪比、图像质量评分均高于 2D-MRI,且显示完整度评分小于 2D-MRI( $P<0.05$ ),提示 3D-MRI 的图像显示质量明显优于 2D-MRI,其背景噪声更低、图像主观评分更佳、显示完整度更高。分析认为,2D-MRI 序列通常无法在同一层面完整显示前后交叉韧带,且扫描层厚较厚,其容积效应可影响其影像质量<sup>[20]</sup>。而 3D-MRI 检查可实现各向同性三维数据采集,结合脂肪抑制、薄层扫描等特点,一次激发即可采集多个回放,完成无间隔容积成像的同时,可保证较高的影像分辨率,且可利用优化改变翻转角,获得高信噪比,对细微解剖结构及损伤程度的显示更为清晰,图像质量更佳<sup>[21-23]</sup>。此外,以关节镜检查结果为金标准,3D-MRI 对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断准确性、敏感度、特异性均高于 2D-MRI( $P<0.05$ ),可见 3D-MRI 序列对膝关节前后交叉韧带损伤的诊断效能高于 2D-MRI 序列,与王梅<sup>[24]</sup>研究结果一致。研究认为<sup>[25,26]</sup>,3D-MRI 序列可构建三维立体结构影像,

其检查可多方位开展,不仅可获取交叉韧带的相关信息,还可对其半月板、软骨及关节囊等结构进行探查,具有较高的多平面成像优势,可提供更为全面的关节损伤信息。同时,3D-MRI序列的影像分辨率高,其运动伪影少、韧带边缘锐利度高,在膝关节前后交叉韧带损伤的检查中更具优势<sup>[27]</sup>。经Kappa检验,2D-MRI与关节镜诊断结果具有中等一致性(Kappa值=0.587),3D-MRI与关节镜诊断结果具有较好一致性(Kappa值=0.829),表明3D-MRI序列的诊断结果与关节镜诊断更为相近,相较于2D-MRI,其金标准符合率明显更高。

综上所述,3D-MRI序列对膝关节前后交叉韧带损伤的图像检查质量优于2D-MRI序列,其诊断效能更为理想,与关节镜诊断具有较高一致性。

#### 参考文献:

- [1]李文敏.应用MRI脂肪抑制技术对膝关节隐匿性骨折诊断价值探讨[J].中国CT和MRI杂志,2020,18(12):167-169.
- [2]赵建英,睢争妍,杜站卫,等.磁共振成像对膝关节运动性损伤诊断的价值评估[J].深圳中西医结合杂志,2021,31(16):93-95.
- [3]欧阳中敏,朱光斌,彭艳,等.MRI在膝关节外伤后前后交叉韧带损伤诊断中的价值分析[J].中国设备工程,2021(15):209-210.
- [4]张馨文.MRI 3D-SPACE序列检查诊断膝关节交叉韧带损伤的价值[J].临床医学,2021,41(6):85-87.
- [5]Ducouret E, Loriaut P, Boyer P, et al. Tunnel positioning assessment after anterior cruciate ligament reconstruction at 12 months: Comparison between 3D CT and 3D MRI. A pilot study [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103(6): 937-942.
- [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].济南:山东大学,2017.
- [7]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.
- [8]Abdulaal OM, Rainford LA, Macmahon PJ, et al. Evaluation of optimised 3D turbo spin echo and gradient echo MR pulse sequences of the knee at 3T and 1.5T [J]. Radiography, 2020, 72(2): 389-397.
- [9]Shakoor D, Guermazi A, Kijowski R, et al. Cruciate ligament injuries of the knee: A meta-analysis of the diagnostic performance of 3D MRI [J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 50(5): 1545-1560.
- [10]林成才,李丽娟,陈吉波,等.三维快速自旋回波与常规序列诊断膝关节交叉韧带损伤的对比研究[J].中国医学装备,2020,17(2):71-74.
- [11]黄梦全,李裕标,廖春来,等.膝关节前交叉韧带合并后外侧角损伤的MRI分析[J].医学研究杂志,2020,49(2):163-166.
- [12]虞慧灵,金轶,李锡生,等.MR对膝关节交叉韧带损伤的临床诊断价值[J].浙江创伤外科,2019,24(6):1255-1257.
- [13]王晓韩,滕陈迪,陈淑超.磁共振不同序列对膝关节损伤诊断分析[J].浙江创伤外科,2019,24(5):1044-1046.
- [14]Swami VG, Cheng-Baron J, Hui C, et al. Reliability of 3D localisation of ACL attachments on MRI: comparison using multi-planar 2D versus high-resolution 3D base sequences [J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015, 23(4): 1206-1214.
- [15]Racette M, Al Saleh H, Waller KR 3rd, et al. 3D FSE Cube and VIPR-aTR 3.0 Tesla magnetic resonance imaging predicts canine cranial cruciate ligament structural properties [J]. Vet J, 2016, 209: 150-155.
- [16]戴灼南,袁建华,司建荣,等.膝关节交叉韧带及软骨损伤:3D-SPACE与常规序列MRI的对比研究[J].放射学实践,2018,33(12):1312-1316.
- [17]刘宗彬,李正亮.MRI在膝关节损伤诊断中的应用价值分析[J].医疗卫生装备,2018,39(08):57-59,89.
- [18]谭延召,田克.MRI对膝关节外伤后前后交叉韧带损伤的诊断价值[J].组织工程与重建外科杂志,2017,13(3):157-159.
- [19]Mai B, Nor F, Singh P, et al. Comparison of visibility of ulnar sided triangular fibrocartilage complex (TFCC) ligaments between isotropic three-dimensional and two-dimensional high-resolution FSE MR images [J]. European Journal of Radiology, 2021, 134(5): 109418.
- [20]赵晓梅,黄耀渠,伍琼慧,等.2D与3D MR快速自旋回波序列对膝关节交叉韧带及半月板损伤的诊断价值比较[J].放射学实践,2017,32(1):73-78.
- [21]Muramatsu K, Saithna A, Watanabe H, et al. Three-dimensional Magnetic Resonance Imaging of the Anterolateral Ligament of the Knee: An Evaluation of Intact and Anterior Cruciate Ligament-Deficient Knees From the Scientific Anterior Cruciate Ligament Network International (SANTI) Study Group [J]. Arthroscopy, 2018, 34(7): 2207-2217.
- [22]于晓坤,刘圣源,马春忠,等.3D-快速梯度回波水激发序列探讨后交叉韧带损伤后膝关节软骨形态学改变[J].影像诊断与介入放射学,2016,25(5):410-414.
- [23]Li G, Wu D, Xu Z, et al. Evaluation of an accelerated 3D modulated flip-angle technique in refocused imaging with an extended echo-train sequence with compressed sensing for imaging of the knee: comparison with routine 2D MRI sequences [J]. Clin Radiol, 2021, 76(2): 158.e13-158.e18.
- [24]王梅.膝关节前后交叉韧带损伤MRI不同序列诊断分析[J].影像技术,2021,33(6):17-22.
- [25]Hossein J, Fariborz F, Mehrnaz R, et al. Evaluation of diagnostic value and T2-weighted three-dimensional isotropic turbo spin-echo (3D-SPACE) image quality in comparison with T2-weighted two-dimensional turbo spin-echo (2D-TSE) sequences in lumbar spine MR imaging [J]. Eur J Radiol Open, 2018, 6: 36-41.
- [26]聂洋平,陈维亮.3D-FSE-CUBE序列与常规2D序列诊断膝关节半月板损伤的对比研究[J].现代医学,2017,45(10):1405-1408.
- [27]Wadhwa V, Malhotra V, Xi Y, et al. Bone and Joint Modeling from 3D Knee MRI: Feasibility and Comparison with Radiographs and 2D MRI [J]. Clinical Imaging, 2016, 40(4): 765-768.

收稿日期:2021-12-27;修回日期:2022-01-14

编辑/杜帆