

论 著

3.0T MRI和关节镜检查对膝关节软骨病变的评估*

鄢含坤 陈文革* 夏正东

杨朝晖

湖北民族大学附属民大医院关节外科

(湖北恩施 445000)

【摘要】目的 探讨3.0 T磁共振成像(Magnetic Resonance Imaging, MRI)和关节镜检查对膝关节软骨病变的效果。**方法** 选取2019年10月至2021年10月80名于本院接受半月板部分切除术的患者,所有均行膝关节1.5T MRI、3.0-T MRI和关节镜Outerbridge和ICRS分级检查。以关节镜的诊断作为标准,评估1.5T MRI、3.0-T MRI诊断的灵敏度、特异度和准确度。**结果** 根据关节镜分级评估结果显示,在288次关节面评估中,113次(39%)关节面评估被归类为疾病阳性(II至IV级)。与关节镜Outerbridge分级相比,1.5 T MRI分级诊断膝关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率分别为73.83%、81.22%、69.91%、84.00%和78.47%,Kappa值为0.544,与关节镜Outerbridge分级具有一定一致性;与关节镜Outerbridge分级相比,1.5 T MRI分级诊断膝关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率分别为65.32%、80.49%、71.68%、75.43%和73.96%,Kappa值为0.463,与关节镜Outerbridge分级具有一定一致性。与关节镜Outerbridge分类相比,3.0 T MRI分级诊断膝关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确性分别为81.42%、81.14%、73.60%、87.12%和81.25%,Kappa值为0.614,与关节镜Outerbridge分类具有较好的一致性;与关节镜ICRS分级相比,3.0 T MRI分级诊断膝关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确性分别为76.99%、78.29%、69.60%、84.05%和77.78%,Kappa值为0.543,与关节镜Outerbridge分类具有较好的一致性。**结论** 相比于1.5 T MRI,3.0 T MRI和关节镜检查是一种非侵入性工具,在评估膝关节软骨病变方面具有更好的诊断价值。

【关键词】 3.0 T磁共振成像; 关节镜检查; 膝关节; 软骨病变

【中图分类号】 R684.7

【文献标识码】 A

【基金项目】 湖北省卫生健康委员会项目(WJ2019F140)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.055

Evaluation of Knee Cartilage Lesions by 3.0T Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopy*

YAN Han-kun, CHEN Wen-ge*, XIA Zheng-dong, YANG Zhao-hui.

Department of Joint Surgery, Affiliated Hospital of Hubei University for Nationalities, Enshi 445000, Hubei Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the evaluation effect of 3.0T magnetic resonance imaging (MRI) and arthroscopy for knee cartilage lesions. **Methods** A total of 80 patients undergoing partial meniscectomy in the hospital were enrolled between October 2019 and October 2021. All underwent examinations of knee 1.5T MRI, 3.0T MRI, arthroscopic Outerbridge and ICRS grading. Taking arthroscopic diagnosis as the standard, diagnostic sensitivity, specificity and accuracy of 1.5T MRI and 3.0T MRI were evaluated. **Results** According to evaluation results of arthroscopic grading, in the 288 times of articular surface evaluation, there were 113 (39%) times with positive lesions (grades II-IV). Compared with arthroscopic Outerbridge grading, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy and Kappa value of 1.5T MRI grading in the diagnosis of articular cartilage lesions were 73.83%, 81.22%, 69.91%, 84.00% and 0.544, with certain consistency with arthroscopic Outerbridge grading. Compared with arthroscopic ICRS grading, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy and Kappa value of 3.0T MRI grading in the diagnosis of articular cartilage lesions were 81.42%, 81.14%, 73.60%, 87.12%, 81.25% and 0.614, with good consistency with arthroscopic Outerbridge grading. Compared with arthroscopic ICRS grading, sensitivity, specificity, positive predictive value, negative predictive value, accuracy and Kappa value of 3.0T MRI grading in the diagnosis of articular cartilage lesions were 76.99%, 78.29%, 69.60%, 84.05%, 77.78% and 0.543, with good consistency with arthroscopic Outerbridge grading. **Conclusion** Compared with 1.5T MRI, 3.0T MRI and arthroscopy are non-invasive tools, which have better diagnostic value in evaluating knee cartilage lesions.

Keywords: 3.0 T MRI; Arthroscopy; Knee Joint; Cartilage Lesion

关节软骨在维持关节正常活动中起到关键作用,其发生病变可能导致骨关节炎等多种影响关节功能的疾病,长期关节病变不仅带来疼痛,严重甚至可能导致终生残疾^[1]。因此,早期发现关节软骨病变对控制疾病发展具有重要意义。关节镜在膝关节病变诊断具有重要作用,但因有创检查存在视野盲区。因此,在诊断膝关节病变中存在局限性。随着科学技术不断发展,磁共振成像(MRI)检查因具有无辐射、无创伤,可以多层面多方位扫描,软组织分辨率高,对病变治疗前诊断及治疗后定期观察的优势^[2-3],刚好可以弥补关节镜检查的缺陷。因此,MRI逐渐成为公认的最理想的检查膝关节病变的方法之一。目前,MRI评估软骨的标准是1.5 T成像,大多数建立MRI评估关节软骨的研究都是在该场强下进行的。然而,3.0 T MRI在临床实践中越来越普遍。与1.5 T系统相比,3.0 T系统质子能量大约增加9倍,可以产生具有更高空间分辨率和更薄切片的关节软骨图像,而不会牺牲信噪比或延长图像采集时间^[4]。研究表明,与1.5 T相比,3.0 T具有更高的检出率和更准确评估软骨病变的潜力^[5-6]。最新的研究比较了1.5 T与3.0 T MRI的诊断性能,评估膝关节软骨发现3.0 T MRI的准确度明显更高。然而,3.0 T MRI是否可以使用金标准准确评估人体关节缺损的研究仍然较少。本研究的目的是评估和验证3.0 T MRI与关节镜评估相比在识别和评估膝关节软骨的能力。

1 材料和方法

1.1 研究对象 选取2019年10月至2021年10月80名于本院接受半月板部分切除术的患者,年龄20~58岁,基本资料如表1所示。

纳入标准: 膝关节疼痛史大于3个月,临床怀疑膝关节内病变,且患者自愿签署知情同意书。有同侧膝关节手术史或有韧带损伤患者被排除在外。所有患者均接受1.5 T MRI、3.0 T MRI和关节镜检查。本研究获得了机构审查委员会的批准。为了获得完整的关节成像,拍摄的图像在各个切片之间没有间隙。

1.2 方法

1.2.1 1.5 T与3.0 T MRI检查 采用美国GE公司1.5 T和3.0 T MRI磁共振成像系统,使用1.5 T和3.0 T技术相控阵线圈获得以下感兴趣的膝关节序列:(1)轴向质子密度饱和:重复时间,2000ms;回声时间,35ms;回波序列长度,8ms;带宽,42Hz;视野,16cm;384×384和3mm连续;(2)冠状质子密度饱和:重复次数,2000;回声时间,35ms;

【第一作者】 鄢含坤,男,主治医师,主要研究方向:关节外科。E-mail: yyisheng2002@126.com

【通讯作者】 陈文革,男,主任医师,主要研究方向:骨关节疾病。E-mail: xzdsys@sina.com

回波序列长度, 8ms; 带宽, 42Hz; 视野, 16cm; 384×384和2mm连续; (3) 矢状质子密度饱和时: 重复时间, 2000; 回波时间, 35ms; 回波序列长度, 8ms; 带宽, 42Hz; 视野, 16cm; 384×384和2mm连续。

1.2.2 关节镜检查 美国施乐辉560P型关节镜, Sony彩色显示器和视频采集系统。常规前内外侧入路, 连续硬膜外麻醉或局麻下行关节镜检查治疗。

图像由3名经验丰富的运动医学整形外科医生盲审。膝关节面分为6个区域: 髌骨、滑车、股骨内侧髁、股骨外侧髁、内侧胫骨平台和外侧胫骨平台。为了使用MRI对每个表面进行评分, 观察了所有3个成像平面(矢状、冠状和轴向)。

1.3 关节软骨病变评价标准 MRI评估关节软骨的评分^[7]定义为0级(正常软骨)、1级(关节软骨局部信号增强但软骨无缺陷)、2级(颤动或侵蚀占软骨厚度的50%以下)、3级(缺损超过关节软骨深度的50%, 伴有或不伴有小骨溃疡)和4级(扩展的全层关节软骨缺损伴骨剥脱)。

关节镜下软骨病变分级以及Outerbridge分类分级标准^[8]: I级: 软骨软化水肿或出现表面泡状结构; II级: 软骨变薄, 出现轻至中度纤维化; III级: 软骨重度纤维化, 呈现赘肉样改变; IV级: 软骨退变深达骨皮质, 软骨下骨质裸露。

1.4 研究设计 将每个膝关节的软骨面分成6个部分髌骨、滑车、股骨内侧髁、股骨外侧髁、内侧胫骨平台和外侧胫骨平台。术前由磁共振医师按MRI评估关节软骨分级标准对各序列图像中关节软骨情况作出诊断和病变分级, 写出报告。关节镜检查医师术前参考常规序列的MRI片, 术中采集关节镜检图片, 以术中关节镜下所见和采集的图片对病变进行评价并写出报告。另一人对照这两份报告, 汇总数据。对所有研究患者的膝关节镜进行了审查, 并使用Outerbridge和国际评分软骨修复协会(ICRS)^[9]分类分配到每个关节区域(表2、表3)。

1.5 统计学处理 应用 SPSS 23.0软件进行统计分析。对于计数资料采用[例(%)]表示, 表示, 两组间差异比较采用 χ^2 检验。采用Kappa一致性检验^[10]1.5 T MRI、3.0T MRI与关节镜分级诊断在关节软骨病变中的一致性, Kappa值>0.60表示一致性良好, Kappa值在0.40~0.60表示一致性尚可, Kappa值<0.40表示一致性不佳。

2 结果

2.1 关节镜和MRI各级软骨表现 关节镜下正常软骨呈乳白色, 表面非常光滑, 质地稍硬。相对应的MRI图像软骨完整, 表面轮廓光滑, 内部信号均匀、规则。见图1和图2。

2.2 关节面评估患者膝关节软骨病变 3位外科医生对96个关节面进行了评估, 对3个分级系统中的每一个进行了总共288个关节面评估。80例膝关节共有288个关节面。根据关节镜分级评估结果显示, 82个表面评估(28.5%)为0, 93个(32.3%)为1, 70个(24.3%)为2, 27个(9.5%)为3, 16个(5.5%)为4。对于每个关节面, 所有级别的关节软骨病变都被分为疾病阳性(2至4级)或疾病阴性(0至1级)。这导致总共有175个(60.8%)表面评估被归类为疾病阳性, 113个(39.2%)被归类为疾病阴性。

2.3 1.5 T MRI分级和关节镜分级结果对比 关节镜分级使用Outerbridge分级或ICRS分级系统与1.5 T MRI分级进行比较, 结果如表4、5所示。与关节镜Outerbridge分级相比, 1.5 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率分别为73.83%、81.22%、69.91%、84.00%和78.47%, Kappa值为0.544, 与关节镜Outerbridge分级具有一定一致性。同样, 与关节镜ICRS分级相比, 1.5 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率分别为65.32%、80.49%、71.68%、75.43%和73.96%, Kappa值为0.463, 与关节镜ICRS分级具有一定一致性。

2.4 3.0 T MRI分级和关节镜分级结果对比 关节镜分级使用Outerbridge分级或ICRS分级系统与3.0 T MRI分级进行比较, 结果如表6、7所示。与关节镜Outerbridge分类相比, 3.0 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预

测值和准确性分别为81.42%、81.14%、73.60%、87.12%和81.25%, Kappa值为0.614, 与关节镜Outerbridge分类具有较好的一致性。与关节镜ICRS分级相比, 3.0 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确性分别为76.99%、78.29%、69.60%、84.05%和77.78%, Kappa值为0.543, 与关节镜Outerbridge分类具有较好的一致性。

表1 受试者基本资料

一般资料		
性别	男 (n)	47
	女 (n)	33
平均年龄 (岁)		41.96±10.5
膝关节疼痛时间 (年)		3.20±1.1
疼痛部位	单侧 (n)	61
	双侧 (n)	19
症状		行动受限、僵硬、膝关节疼痛

表2 Outerbridge分类

分值	描述
0	正常软骨
1	软骨软化和肿胀
2	在直径半英寸或更小的区域内出现碎裂和裂缝
3	在大于半英寸的区域内出现碎片和裂缝
4	软骨侵蚀至骨髓

表3 国际软骨修复学会分类

分值	描述
0	正常软骨
1a	软压痕
1b	表面裂缝和裂缝
2	病变向下延伸至软骨深度的50%以下
3a	向下延伸超过50%的软骨层的缺陷
3b	缺陷直至钙化层
3c	缺陷向下但不通过软骨下骨层
3d	分层, 包括病变周围的软骨隆起
4a	穿透软骨下骨, 但未穿透缺损的整个直径
4b	贯穿缺陷的整个直径

表4 1.5 T MRI与关节镜的Outerbridge分级比较通过折叠所有等级分为疾病阳性和疾病阴性状态

方法	Outerbridge分级		总计	Kappa值
	阳性	阴性		
1.5 T MRI				0.544
	阳性	79	34	113
	阴性	28	147	175
	总计	107	181	288

表5 1.5 T MRI与关节镜的ICRS分级系统分级比较通过折叠所有等级分为疾病阳性和疾病阴性状态

方法	ICRS分级		总计	Kappa值
	阳性	阴性		
1.5 T MRI				0.463
	阳性	81	32	113
	阴性	43	132	175
	总计	124	164	288

注: 缩写: ICRS, 国际软骨修复协会; MRI、磁共振成像。

表6 3.0 T MRI分级与关节镜的Outerbridge分级比较通过折叠所有等级分为疾病阳性和疾病阴性状态

方法	Outerbridge分级		总计	Kappa值
	阳性	阴性		
3.0-T MRI				0.614
	阳性	92	33	125
	阴性	21	142	163
	总计	113	175	288

表7 3.0 T MRI分级与关节镜的ICRS分级比较通过折叠所有等级分为疾病阳性和疾病阴性状态

方法	ICRS分级		总计	Kappa值
	阳性	阴性		
3.0-T MRI				0.543
	阳性	87	38	125
	阴性	26	137	163
	总计	113	175	288



图1 3.0T MRI。注：冠状(A)和矢状(B) 3.0 T MRI使用T2加权质子密度磁共振图像和脂肪抑制序列显示涉及股骨内侧髁后部的软骨全层缺损。图2 关节镜图像(A)和带探头的关节镜图像(B)。注：图2展示了图1中观察到的相应关节软骨缺损

3 讨论

传统上多采用1.5 T MRI评估关节软骨；然而最近，多项研究报告称，与1.5 T MRI相比，3.0 T可以更好地观察软骨病变，在动物和尸体模型中具有更高的敏感性和特异性^[11-12]。因此，3.0 T MRI可能是更适合膝关节软骨病理的整体评估工具。然而，已发表的研究中，仅有少数研究评估3.0 T MRI用于临床体内软骨成像。在一项非盲回顾性研究中，Cha等^[13]比较1.5 T与3.0 T MRI方案在评估有症状患者膝关节软骨时的诊断性能；结果显示1.5 T MRI检测软骨病变的敏感性、特异性和准确性分别为70.5%、85.9%和80.1%，而3.0 T MRI分别为69.3%、78.0%和74.5%⁶，结果表明3.0 T MRI的特异性和准确性显著更高。该研究结果与本研究结果基本类似，本研究中，以关节镜诊断作为标准，分析1.5 T MRI和3.0 T MRI与关节镜不同分级诊断关节病变的一致性，结果显示，与关节镜Outerbridge分级相比，1.5 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确率分别为73.83%、81.22%、69.91%、84.00%和78.47%；与关节镜Outerbridge分类相比，3.0 T MRI分级诊断关节软骨病变的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确性分别为81.42%、81.14%、73.60%、87.12%和81.25%；3.0T MRI诊断关节病变的敏感性、特异性和准确性明显高于1.5 T MRI。另有一项类似的非盲回顾性研究中，Wong等^[14]报告3.0 T和1.5 T MRI在膝关节软骨病变的敏感性(分别为75.7%和70.6%)和准确度(分别为88.2%和86.4%)，这项研究同样证实3.0T MRI在膝关节软骨病变中的诊断价值优于1.5 T MRI诊断价值。Von Engelhardt等^[8]使用3.0 T MRI与关节镜检查相比，前瞻性地评估了持续性膝关节疼痛和疑似软骨损伤的患者；将所有级别的软骨分解为疾病阳性和疾病阴性时，敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值和准确度分别为91%、85%、87%、90%和88%；同时，将3.0 T MRI与关节镜检查的相应关节病变分级，发现阳性预测值范围为39%至72%，而特异性和阴性预测值范围为85%至95%。本研究中，3.0 T MRI与关节镜检查的相应关节病变分级的阳性预测值范围为69.60%~73.60%，阴性预测值范围84.05%~87.12%，特异性范围为78.29%~81.14%，这与上述研究存在部分差异。分析其原因可是是研究者之间差异造成的。Outerbridge (0.544)和ICRS (0.463)分类分数的评估者间可靠性的 Kappa分数计算发现中等一致性。以前的研究报告称，Outerbridge和ICRS分类得分的评估者间信度分别为0.52和0.62，MRI的kappa得分为0.171，这些结果又表明研究者之间略有一致^[15]。尽管如此，目前的研究结果表明，使用3.0 T MRI可能无法像以前认为的那样准确和可重复地对关节软骨病变的性质和范围进行明确评估。

近年来已经引入了几种成像方式来评估关节软骨的生化完整性，其中最关注的是软骨延迟钆增强MRI。这些方式主要用于研究目的，但越来越多的证据支持它们在临床环境中的使用^[16-17]。然而，由于成本、可及性和临床医生熟悉等障碍^[18]，在可预见的未来，其在社区中的广泛临床应用不太可能。因此，3.0 T MRI被证明优于关节镜检查，并且多项研究表明其良好的诊断价值，它应该被认为是在临床环境中评估关节软骨的最有利的非侵入性工具^[19-22]。应进一步研究以阐明3.0 T MRI检测软骨病变的诊断能力。在肌肉骨骼放射科医生和整形外科医生之间进行大量患者登记和研究设计以评估评估者间可靠性的研究将大有裨益。本研究缺点是所有MRI均由整形外科医生而不是肌肉骨骼放射科

医生进行审查和分级。然而，这对于许多依靠自己对MRI评估的骨科医生的日常临床实践来说可能更为准确。随着新技术的出现，成像和通过关节镜直接可视化之间的诊断差距肯定会缩小。

根据目前的研究结果，3.0 T MRI是一种宝贵的非侵入性工具，在评估膝关节软骨病变髁骨、滑车、股骨内侧髁、股骨外侧髁、内侧胫骨平台和外侧胫骨平台方面具有良好的诊断价值，尽管它可能不像以前报道的那样敏感和准确。

参考文献

- [1] 邹波, 马旭, 柳柳, 等. 膝关节骨关节炎患者软骨炎症因子表达与病变程度的相关性[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(2): 236-241.
- [2] Jena A, Taneja S, Rana P, et al. Emerging role of integrated PET-MRI in osteoarthritis[J]. Skeletal Radiol. 2021 Dec; 50(12): 2349-2363.
- [3] 列锐锋. 膝关节色素沉着绒毛结节性滑膜炎MRI表现[J]. 罕少疾病杂志, 2020, 27(2): 67-69.
- [4] 张卓, 回瑾, 邱建星. CT联合3.0T超磁共振成像诊断评估脊柱骨压缩性骨折良恶性的价值研究[J]. 中国医学装备, 2021, 18(11): 68-72.
- [5] 朱明磊. 探讨分析用3.0T核磁共振技术诊断膝关节损伤的临床效果[J]. 影像研究与医学应用, 2021, 5(2): 148-151.
- [6] 彭杰, 王良勇, 马静, 等. 不同场强MRI及CT对肩袖损伤诊断的对比研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(1): 158-160.
- [7] Hunter DJ, Guermazi A, Lo GH, et al. Evolution of semi-quantitative whole joint assessment of knee OA: MOAKS (MRI Osteoarthritis Knee Score)[J]. Osteoarthritis Cartilage. 2011 Aug; 19(8): 990-1002.
- [8] Von Engelhardt LV, Kraft CN, Pennekamp PH, et al. The evaluation of articular cartilage lesions of the knee with a 3-Tesla magnet[J]. Arthroscopy. 2007 May; 23(5): 496-502.
- [9] Von Engelhardt LV, Schmitz A, Burian B, et al. 3-Tesla MRI vs. arthroscopy for diagnostics of degenerative knee cartilage diseases: preliminary clinical results[J]. Orthopade. 2008 Sep; 37(9): 914, 916-922.
- [10] Hiemer B, Genz B, Ostwald J, et al. Repair of cartilage defects with devitalized osteochondral tissue: A pilot animal study. J Biomed Mater Res B Appl Biomater[J]. 2019 Oct; 107(7): 2354-2364.
- [11] Yi J, Lee YH, Hahn S, et al. Fast isotropic volumetric magnetic resonance imaging of the ankle: Acceleration of the three-dimensional fast spin echo sequence using compressed sensing combined with parallel imaging[J]. Eur J Radiol. 2019 Mar; 112: 52-58.
- [12] Radbruch A, Paech D, Gassenmaier S, et al. 1.5 vs 3 Tesla Magnetic Resonance Imaging: A Review of Favorite Clinical Applications for Both Field Strengths-Part 2[J]. Invest Radiol. 2021 Nov 1; 56(11): 692-704.
- [13] Cha JG, Yoo JH, Rhee SJ, et al. MR imaging of articular cartilage at 1.5T and 3.0T: comparison of IDEAL 2D FSE and 3D SPGR with fat-saturated 2D FSE and 3D SPGR in a porcine model[J]. Acta Radiol. 2014 May; 55(4): 462-9.
- [14] Wong S, Steinbach L, Zhao J, et al. Comparative study of imaging at 3.0 T versus 1.5 T of the knee[J]. Skeletal Radiol. 2009 Aug; 38(8): 761-769.
- [15] Link TM, Sell CA, Masi JN, et al. 3.0 vs 1.5 T MRI in the detection of focal cartilage pathology: ROC analysis in an experimental model. Osteoarthritis Cartilage[J]. 2006 Sep; 14(1): 63-70.
- [16] Bittersohl B, Hosalkar HS, Haamberg T, et al. Reproducibility of dGEMRIC assessment of hip joint cartilage: a prospective study. J Magn Reson Imaging[J]. 2009 Jul; 30(1): 224-228.
- [17] Verschuere J, van Tiel J, Reijman M, et al. Influence of delayed gadolinium enhanced MRI of cartilage (dGEMRIC) protocol on T2-mapping: is it possible to comprehensively assess knee cartilage composition in one post-contrast MR examination at 3 Tesla[J]. Osteoarthritis Cartilage. 2017 Sep; 25(9): 1484-1487.
- [18] 虞宵, 周晓强, 余远时, 等. 胫骨高位截骨术与单髁置换术治疗膝关节前内侧间室骨关节炎短期疗效及成本效益分析[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2022, 15(3): 183-189.
- [19] 赵双全, 梁久平, 宋建勋, 等. 膝关节骨性关节炎软骨损伤的分布特征及MRI定量成像对比研究[J]. 影像诊断与介入放射学, 2020, 29(3): 189-194.
- [20] 刘晓艺, 蒲如剑, 梁洁, 等. 3.0 T MRI T2 mapping纹理特征在膝关节骨性关节炎软骨损伤分级中的价值[J]. 磁共振成像, 2021, 12(7): 34-38.
- [21] 蔡钰, 戴慧, 赵俊功. 基于3.0T MRI探讨膝关节半月板术后发生软骨损伤的相关性因素[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(1): 151-154.
- [22] 肖利华, 蔡庆文, 高云, 等. MR关节造影评价关节损伤并与关节镜对照研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2020, 18(3): 131-134.

(收稿日期: 2022-10-25) (校对编辑: 谢诗婷)