

· 骨骼肌肉影像学 ·

3.0T MR 多片技术双反转恢复序列对膝关节滑膜病变的诊断价值

龙维, 刘炯, 谭松, 罗丽, 潘亮, 刘文科, 李欣, 汤婷婷, 周文

【摘要】 目的:探讨 3.0T MR 多片技术双反转恢复序列(MS-DIR)对膝关节滑膜病变的诊断价值。**方法:**搜集经关节镜及病理证实的膝关节滑膜病患者 38 例, 回顾性对比分析其术前膝关节增强扫描序列(T_1 WI-FS-CE)与 MS-DIR 序列影像资料, 评估 T_1 WI-FS-CE 与 MS-DIR 序列图像在均匀度、病变显示、滑膜厚度测量值等方面的一致性。**结果:**38 例膝关节滑膜病变 MS-DIR 序列均表现为稍高-高信号; MS-DIR 与 T_1 WI-FS-CE 序列图像在均匀度方面差异有统计学意义($Z = -7.803, P < 0.001$), 在滑膜显示程度及图像整体质量上差异无统计学意义($P > 0.05$); 两种序列对图像主观评价有较高的一致性(K 值分别为 0.684、0.841); 两种序列相同层面、位置的滑膜厚度测量值有较好的一致性($< 95\%$ LoA)。**结论:**3.0T MR MS-DIR 序列与对比增强序列在膝关节滑膜病变的整体图像质量、细微结构显示、滑膜厚度测量方面有较高的一致性, MS-DIR 序列结合常规序列扫描可用于膝关节滑膜病变的筛查与治疗后评估。

【关键词】 膝关节滑膜病变; 磁共振成像; 双反转恢复序列; 对比增强序列

【中图分类号】 R686.7; R445.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2020)09-1172-04

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2020.09.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



The value of 3.0T MR multiple slice double inversion recovery sequence in the diagnosis of synovial lesions of knee joint LONG Wei, LIU Jiong, TAN Song, et al. Medical Imaging Department, the Fourth People's Hospital of Guiyang, Guiyang 550002, China

【Abstract】 Objective: To investigate the diagnostic value of multiple slice-double inversion recovery (MS-DIR) on 3.0T MRI for synovial lesions of knee joint. **Methods:** A total of 38 patients with synovial lesions of knee joint confirmed by arthroscopy and pathology were collected, and the imaging data of preoperative knee enhanced scan sequence (T_1 WI-FS-CE) and MS-DIR sequence were analyzed retrospectively, to evaluate the consistency of T_1 W-FS-CE and MS-DIR in terms of uniformity, lesion display and synovial thickness measurement. **Results:** The MS-DIR sequence of 38 cases of synovial lesions of knee joint showed slightly high-high signal. MS-DIR and T_1 WI-FS-CE sequences showed statistically significant differences in the uniformity ($Z = -7.803, P < 0.001$), but no statistically significant differences in synovial display degree and overall image quality ($P > 0.05$). The two sequences showed high consistency in the subjective evaluation of images ($K = 0.684$ and 0.841 , respectively). The results of synovial thickness measurement at the same level and position of the two sequences were in good agreement ($< 95\%$ LoA). **Conclusion:** 3.0T MR MS-DIR sequence and contrast-enhanced sequence have high consistency in the overall image quality, fine structures display, and synovial thickness measurement of synovial lesions of knee joint. Combined with conventional sequence scan, MS-DIR sequence can be used for screening and post-treatment evaluation of synovial lesions of knee joint.

【Key words】 Synovial lesion of knee joint; Magnetic resonance imaging; Double reversal recovery sequence; Contrast-enhanced sequence

膝关节滑膜是全身关节中最大的滑膜, 也是最易

发生病变的滑膜组织, 根据其病理改变分为滑膜炎、增生、感染、化生、肿瘤等^[1], 常规磁共振 T_1 WI、 T_2 WI、质子密度加权像(proton density weighted image, PDWI)序列使用脂肪抑制技术虽然可以显示滑膜大体形态, 但在滑膜厚度测量、细微结构显示及周边组织受累程度显示上仍存在局限性。MRI 对比增强能够清晰

作者单位: 550002 贵阳, 贵阳市第四人民医院医学影像科(龙维, 刘炯, 谭松, 罗丽, 潘亮, 刘文科, 李欣, 汤婷婷); 430030 武汉, 华中科技大学同济医学院附属同济医院放射科(周文)

作者简介: 龙维(1977—), 男, 贵阳人, 副主任医师, 主要从事骨关节影像诊断及介入治疗工作。

通讯作者: 周文, E-mail: 10450576@qq.com

显示强化的滑膜组织,因此被作为影像诊断滑膜病变的金标准^[2],但是对比增强不但增加了检查时间与费用,而且可能会导致对比剂相关并发症的发生,限制了其临床应用。本研究通过比较 3.0T MR 多片技术双反转恢复(multiple slice-double inversion recovery, MS-DIR)序列与对比增强序列图像,旨在探讨 MS-DIR 序列诊断滑膜病变的价值。

材料与方 法

1. 病例资料

搜集我院 2018 年 12 月—2019 年 12 月临床怀疑膝关节滑膜病变并经手术证实的 38 例患者,回顾性分析其术前 MS-DIR 序列图像和 T₁WI 对比增强图像。38 例患者中男 17 例,女 21 例,病变位于左膝关节 16 例,右膝关节 22 例;年龄 17~72 岁,平均 47.6 岁;关节腔积液 37 例,关节腔抽取积液至 MRI 检查时间为 0~3 天。

2. 检查方法

MRI 检查采用 Philips Ingenia 3.0T 超导型 MRI 扫描仪,DS T/R 膝关节 16 通道专用线圈。38 例患者均行 MRI 常规序列(T₁WI、T₂WI、PDWI)、脂肪抑制 T₁增强(T₁WI-FS-CE)序列及 MS-DIR 序列扫描。受检者取仰卧位足先进,扫描过程中受检测膝关节保持制动。MRI 常规序列包括 T₁WI-TSE-SAG、T₂WI-SPAIR-SAG、PDWI-SPAIR-TRA、PDWI-SPAIR-COR。轴面 T₁WI-FS-CE 序列扫描参数:层数 22,层厚 3.0 mm,视野 160 mm×160 mm,TR 560 ms,TE 16 ms,激励次数(NSA)1.5 次;MS-DIR 序列扫描参数:层数 22,层厚 3.0 mm,视野 160 mm×160 mm,TI1 2000 ms,TI2 300 ms,TR 8200 ms,TE 25 ms,激励次数(NSA)1.5 次,扫描时间 3 min 26 s。

3. 图像后处理及分析

采用 Philips Intellispace Portal(星云)工作站软件对 MS-DIR 序列图像进行负像处理(Invert Colors),由一位高年资影像科医生和一位高年资运动医学医生采用"五分法"分别对 MS-DIR 及 T₁WI-FS-CE 序列图像从均匀度、滑膜显示程度与细节、整体图像质量等方面进行双盲法主观评分;再以 T₁WI-FS-CE 图像为标准取相同层面、不同部位的共计 64 个兴趣点滑膜进行形态学测量,每个兴趣点连续测量三次,取其平均值用于统计学分析。

图像整体质量评分标准:①均匀度、对滑膜的显示程度或图像整体质量差,不能诊断为 1 分;②图像质量一般,诊断困难为 2 分;③图像质量比较满意,满足诊断要求为 3 分;④图像质量满意为 4 分;⑤图像质量非常满意为 5 分。

4. 统计学分析

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。主观评分的组间比较采用配对 Wilcoxon's 秩和检验。采用 Cohen's Kappa 检验评估两位医师对图像综合质量判定的一致性,通过计算 K 值评估两位医师对 MS-DIR 及 T₁WI-FS-CE 序列图像质量的主观一致性,K 值≤0.40 表明一致性较差;0.40<K 值≤0.60 表明中度一致;0.60<K 值≤0.80 表明有较高的一致性;K 值>0.80 表明有极好的一致性。采用 Bland-Altman 差异分析法评价 MS-DIR 与 T₁WI-FS-CE 序列滑膜厚度测量值的一致性,计算差值的均数及差值的 95% 一致性界限(95% limits of agreement, 95% LoA);如果两个测量结果的差异位于 95% LoA 内,则认为两种序列测量结果具有较好的一致性。以 P<0.05 为差异具有统计学意义。

结 果

经关节镜证实的 38 例膝关节滑膜病变患者中,MS-DIR 序列均表现为髌上囊内外侧室、腓窝、髌下脂肪垫周围滑膜不同程度增厚(2.13~12.57 mm)及结节状(直径 2.3~18.37 mm)、绒毛状稍高-高信号影,关节腔积液呈稍低-低信号,半月板、关节软骨呈高信号,关节周围脂肪组织呈低信号;其中 4 例结核性滑膜炎显示以关节间隙为主的不规则滑膜增厚,髌上囊内可见较规则结节样改变,2 例可见非承重区"虫噬样"骨质破坏;13 例痛风性滑膜炎显示滑膜局限性或广泛不规则增厚合并多发大小不等结节样改变,其中 9 例可见结节内不均匀高信号;6 例急性创伤所致膝关节滑膜病变患者中,滑膜增厚表现为广泛性滑膜稍增厚,其中 3 例合并高信号积血平面,2 例可见关节腔游离絮状高信号血凝块影;11 例色素沉着绒毛膜结节性滑膜炎均可见滑膜不均匀绒毛状、结节斑片状增厚(图 1);3 例化脓性关节炎滑膜炎显示滑膜明显不均匀增厚(图 2);1 例腱鞘巨细胞瘤表现为与滑膜联系密切的孤立结节状混杂稍高信号影。

MS-DIR、T₁WI-FS-CE 序列图像的均匀度主观评分分别为(3.09±0.593)分、(4.28±0.450)分;对滑膜细节显示程度的主观评分分别为(4.74±0.443)分、(4.76±0.428)分;图像整体质量评分分别为(4.50±0.503)分、(4.54±0.502)分;MS-DIR 与 T₁WI-FS-CE 序列在图像均匀度上差异有统计学意义(Z=-7.803, P<0.001);两种序列在滑膜显示程度及图像整体质量上差异无统计学意义(P>0.05,表 1)。Cohen's Kappa 检验结果显示两种序列对图像主观评价有较高的一致性(K 值分别为 0.684、0.841)。

对 MS-DIR 与 T₁WI-FS-CE 序列图像测量的滑

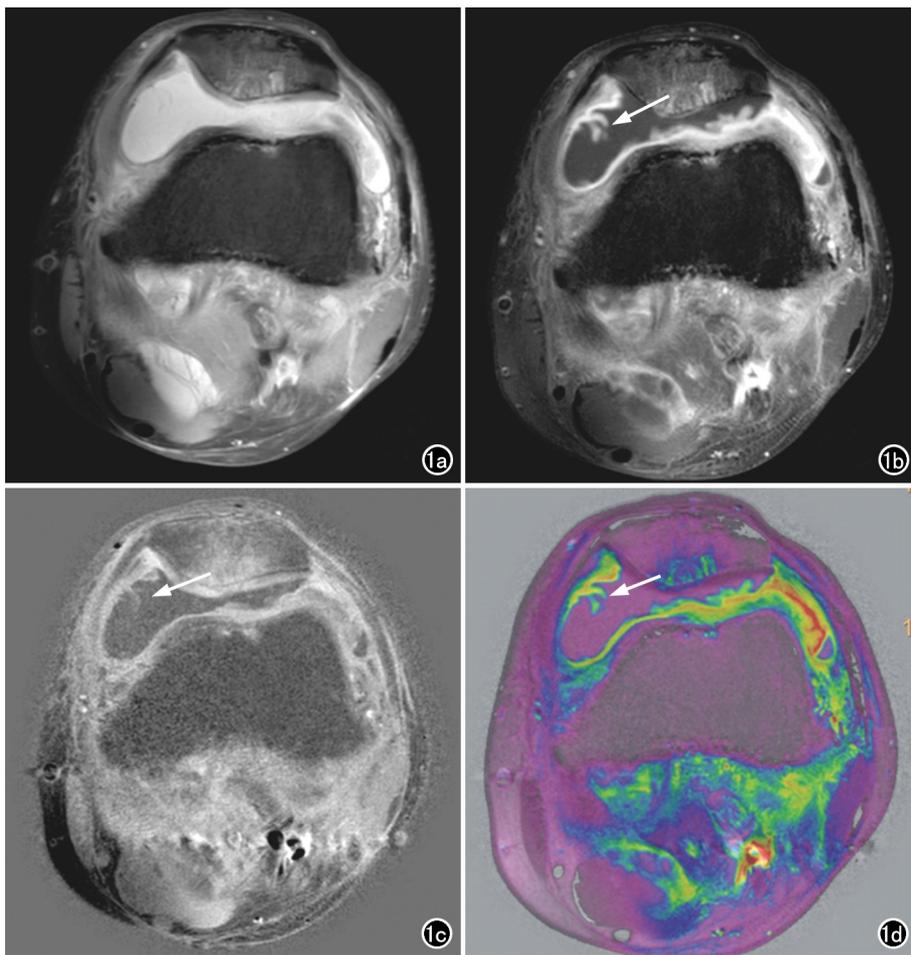


图1 右膝关节色素沉着绒毛膜结节性滑膜炎患者,男,49岁。a)PDWI-SPAIR序列轴面图像,在高信号积液背景下滑膜病变显示不明确,可见髌骨内侧关节面与股骨髁间窝上缘软骨质及软骨下损伤;b)同一层面 T_1 WI-FS-CE序列图像示滑膜不规则绒毛状(箭)、结节状增厚,强化明显;c)MS-DIR序列图像示滑膜不规则绒毛状(箭)、结节状高信号增厚,与低信号关节囊积液及骨质形成对比;d)MS-DIR与 T_1 WI-FS-CE序列图像经工作站软件叠加处理后的图像,对增厚的滑膜(箭)细节显示有良好的一致性。

表1 MS-DIR与 T_1 WI-FS-CE序列图像主观评分比较 (分)

指标	DIR序列	对比增强序列	Z值	P值
图像均匀度	3.09±0.593	4.28±0.450	-7.803	<0.001
滑膜细节显示	4.74±0.443	4.76±0.428	-1.414	>0.05
图像整体质量	4.50±0.503	4.54±0.502	-1.732	>0.05

膜厚度进行统计学分析,38例滑膜病变患者中64个兴趣点的MS-DIR序列测量值与 T_1 WI-FS-CE序列测量值偏倚为-1.71~1.30 mm,偏倚平均值为0.03,偏倚标准差为0.41。4个兴趣点位于0位线上,95%置信区间以外兴趣点2个(3.125%,图3)。29个兴趣点的MS-DIR序列滑膜厚度测量值小于 T_1 WI-FS-CE序列(误差0.05~0.12 mm),27个兴趣点MS-DIR序列的滑膜厚度测量值大于 T_1 WI-FS-CE序列(误差0.07~0.13 mm),两种序列相同层面、位置滑膜厚度测

量结果有较好的一致性(<95% LoA)。

讨论

膝关节滑膜病变是膝关节多种疾病常见的重要原因和结局^[3-4],包括退行性骨关节炎、化脓性关节炎、类风湿性关节炎、结核、痛风性关节炎、色素沉着绒毛结节性滑膜炎等;影像上多表现为滑膜组织不同程度增厚、滑膜囊积液、滑膜结节形成等。滑膜位于滑液囊的内层,滑膜囊一般分为内外两层,外层纤维层含有大量的纤维组织,滑膜层附着于其内侧面,也称为内衬滑膜细胞层^[5],由2~4层M细胞(又名A型细胞)与F细胞(又名B型细胞)组成,M细胞的主要功能是吞噬内源性或外源性异物,是关节滑膜反应增生的主要原因,F细胞则含有大量内质网,可分泌透明质酸^[6]。滑膜增生是滑膜病变早期的一种常见表现,被认为是一种继发性的反应性炎症。病理学表现为滑膜增生并逐渐增厚,纤维层和细胞层相互嵌入,出现明显的血管增生、炎性细胞浸润及腔缘纤维沉淀,合并大量具有细胞因子分泌功能的滑膜细胞增生以及淋巴细胞浸润(B细胞、T细胞和浆细胞)^[7]。因此对滑膜病变严重程度的准确评估,有助于临床

对膝骨关节病变的诊断、治疗方案的选择与术后评估^[8]。

临床常用的显示膝关节滑膜病变的检查方法主要有有关节镜、组织活检、MRI等。MRI因其具有良好的软组织分辨率、无创、可重复检查等优点而被广泛应用, T_2 WI-FS、PDWI-FS等常规序列显示滑膜时受关节腔积液背景信号的影响而对其形态特征诊断困难;MRI增强扫描通过 T_1 WI-FS序列虽可清晰显示强化的滑膜组织,但由于检查时间、检查费用和对比剂相关并发症等原因,同样限制了其临床应用。

DIR序列的基本原理是在图像采集过程中施加两个反转脉冲,通过不同的TI时间进行信号反转,可同时选择性对两种组织信号进行抑制,以提高特定组织间的对比度^[9-11]。DIR序列往往需要设置较长的重复

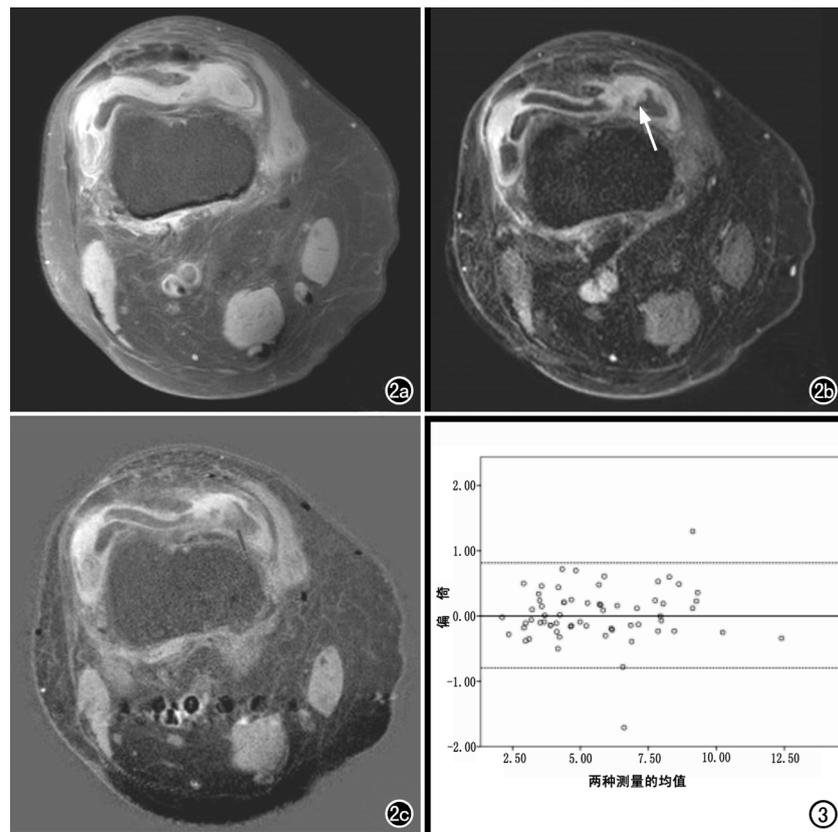


图2 左膝化脓性关节炎滑膜增厚患者,女,58岁。a) PDWI-SPAIR序列轴面图像,在高信号积液背景下滑膜病变显示不明确; b) 同一层面 T_1 WI-FS-CE 序列图像显示滑膜明显强化,呈广泛性明显增厚合并局部结节样改变(箭); c) MS-DIR 序列图像显示滑膜呈高信号,明显增厚,髌上囊内外侧室高信号结节显示清晰。图3 MS-DIR 与 T_1 WI-FS-CE 序列滑膜厚度测量值一致性界限图。

时间(TR),故扫描时间较长。在本研究中,笔者根据膝关节滑膜病变关节内积液成分复杂多样、弛豫时间不同的特点,合理优化设置不同的 TI_1 时间,将 TI_1 时间设置为 2000 ms 得到对关节腔内复杂成分液体信号抑制的图像, TI_2 时间设置为 300 ms 以达到抑制膝关节骨质及周围脂肪组织信号的目的,再将两者图像融合、负像处理后得到 DIR 序列图像,扫描过程中同时使用 MR 多片技术在保证信噪比的前提下缩短了扫描时间。

本组 38 例膝关节滑膜病变中,经负像处理后 MS-DIR 序列中滑膜均表现为稍高-高信号,而关节囊内积液与关节周围脂肪、骨质则呈现低信号背景,从而形成对比,与 T_1 WI-FS-CE 序列图像的观察习惯接近,使得两种序列在滑膜显示程度及图像整体质量上有较高的一致性。同时高场强及膝关节专用线圈的使用满足了对滑膜解剖细节的显示,滑膜形态学测量同样具有较好的一致性。然而,MS-DIR 序列图像因为信噪比低于 T_1 WI-FS-CE 序列,图像噪声较为明显,使得 MS-DIR 序列图像的均匀度低于后者。此外,MS-DIR

序列易受磁场均匀度、运动伪影的影响,腘窝动脉搏动伪影常会对局部诊断造成干扰。MS-DIR 序列图像中关节面软骨、积血、结核性肉芽组织增生、含铁血黄素沉着、尿酸盐结晶同样呈较高-高信号,与增厚、呈高信号滑膜组织的区分有一定困难,诊断时应予以重视。本组 2 例滑膜厚度测量误差较大,考虑与血凝块或絮状沉淀物在 MS-DIR 序列同样表现为较高信号而误诊为增厚滑膜有关。

综上所述,MS-DIR 与 T_1 WI-FS-CE 序列图像对膝关节滑膜显示有较高的一致性,可用于病变筛查与术后评估,但两种序列的成像原理不同,MS-DIR 序列图像缺乏滑膜组织的血流灌注信息,故对于滑膜病变的病因诊断仍需结合常规序列进行综合分析。

参考文献:

- [1] 梁立锋,刘建军.磁共振在滑膜疾病中的诊断价值[J].医学综述,2012,18(15):2476-2479.
- [2] 袁慧书,刘丽思.肌骨关节系统磁共振成像临床应用及进展[J].磁共振成像,2015,6(2):81-85.
- [3] 马立恒,彭振鹏,张朝晖,等.膝关节滑膜病变的 MR 诊断及鉴别诊断[J].中国医学计算机成像杂志,2011,17(1):59-64.
- [4] 袁维军,骆世兵,王慧明.四肢关节滑膜结核的 X 线及 MRI 表现[J].放射学实践,2014,(11):1311-1314.
- [5] 杨艳,敖国昆,刘杰爱,等.3.0T 磁共振不同序列诊断膝关节滑膜炎的对照研究[J].中国医学装备,2017,14(10):54-57.
- [6] 朱翔,董扬.膝关节滑膜源性肿瘤的临床特征、诊断和治疗[J].中国骨肿瘤骨病,2011,10(3):221-226.
- [7] Roach HI, Aigner T, Soder S, et al. Pathobiology of osteoarthritis: pathomechanisms and potential therapeutic targets[J]. Curr Drug Targets, 2007, 8(2): 271-282.
- [8] 李岩,樊光辉,李蓓.膝关节滑膜病变的 MRI 诊断及鉴别诊断效果观察[J].现代医用影像学,2019,28(11):2485-2486.
- [9] 张微,李云波. SPC DIR 序列在一体化 PET-MRI 中对癫痫灶的定位诊断价值[J].放射学实践,2019,34(12):1385-1389.
- [10] Saranathan M, Worters PW, Rettmann DW, et al. Physics for clinicians: fluid-attenuated inversion recovery (FLAIR) and double inversion recovery (DIR) imaging[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 46(6): 1590-1600.
- [11] Son YN, Jin W, Jahng GH, et al. Efficacy of double inversion recovery magnetic resonance imaging for the evaluation of the synovium in the femoro-patellar joint without contrast enhancement[J]. Eur Radiol, 2018, 28(2): 459-467.

(收稿日期:2019-11-03 修回日期:2020-01-18)