

· 论著 ·

磁共振FLAIR-FS序列成像在诊断早期膝关节滑膜炎中的应用研究*

陈亚龙^{1,2,*} 肖新广¹ 上官建伟¹

1.郑州大学附属郑州中心医院 (河南 郑州 450007)

2.新郑市公立人民医院 (河南 郑州 450007)

【摘要】目的 探讨磁共振(MRI)脂肪抑制液体衰减反转恢复(FLAIR-FS)序列成像对早期膝关节滑膜炎(KS)诊断价值。**方法** 选择郑州大学附属郑州中心医院于2020年12月至2021年6月期间收治的50例KS患者(膝关节53个)设为观察组, 50例健康志愿者(膝关节50个)设为对照组。入组受检者均接受双膝关节MRI检查, 实施横轴位与矢状位FLAIR-FS序列、脂肪抑制质子密度加权(PDWI-FS)序列检查。记录滑膜厚度测量及分级的可重复评估结果, 对比两组FLAIR-FS序列测定滑膜厚度、对滑膜定量评估结果; 记录两种序列对KS患者的滑膜评分情况。**结果** FLAIR-FS图像测定15个膝关节的两次滑膜分级评估的一致性一般(Kappa值为0.376); 测量滑膜厚度的组内相关系数(ICC)为0.984, 95% CI为0.954~0.993; 研究组滑膜厚度为(3.04±0.62)mm, 高于对照组的(1.10±0.29)mm, 有统计学差异($t=20.042$, $P<0.001$); PDWI-FS序列、FLAIR-FS序列对滑膜评分0-1分的一致性一般(kappa值=0.352, $P=0.001$), 对滑膜评分2分的一致性较差(kappa值=0.475, $P<0.001$), 对滑膜评分3分的一致性极低(kappa值=0.113, $P=0.074$); 3级滑膜评分者的滑膜厚度为(4.56±1.33)mm, 明显高于1级者的(2.05±0.46)mm和2级者的(2.32±0.49)mm, 有统计学差异($P<0.05$); 1级、2级滑膜评分者的滑膜厚度相比, 无统计学差异($P>0.05$)。**结论** MRI FLAIR-FS序列对KS滑膜形态和信号评估有一定优势, 可用于评价KS分期。

【关键词】 膝关节滑膜炎; 滑膜厚度; 磁共振; 脂肪抑制液体衰减反转恢复序列; 脂肪抑制质子密度加权序列

【中图分类号】 R686.7

【文献标识码】 A

【基金项目】 2020年度河南省医学科技攻关计划联合共建项目 (LHGJ20200773)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2024.4.037

Application of Magnetic Resonance FLAIR-FS Sequence Imaging in the Diagnosis of Early Knee Synovitis*

CHEN Ya-long^{1,2,*}, XIAO Xin-guang¹, SHANGGUAN Jian-wei¹.

1.Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University, Zhengzhou 450007, Henan Province, China

2.Xinzheng Public People's Hospital, Zhengzhou 450007, Henan Province, China

Abstract: Objective To investigate the diagnostic value of FFL-FS sequence imaging in early knee synovitis (KS). **Methods** Fifty patients with KS (53 knees) admitted to Zhengzhou Central Hospital Affiliated to Zhengzhou University from December 2020 to June 2021 were selected as the observation group, and 50 healthy volunteers (50 knees) were selected as the control group. All enrolled subjects underwent MRI examination of both knee joints. Fly-fs and PDWI-FS sequences were performed in transverse and sagittal positions and adipose inhibition proton density weighted (PDWI-FS) sequences. Reproducible evaluation results of synovial thickness measurement and grading were recorded. The results of synovial thickness measurement and quantitative evaluation of synovial membrane were compared between two groups with FLA-FS sequence. The synovial score of KS patients with two sequences was recorded. Results The consistency of the two synovial-grade evaluation of 15 knee joints determined by FLY-FS images was general (Kappa value was 0.376). The intragroup correlation coefficient (ICC) was 0.984, 95% CI was 0.954~0.993. The synovial thickness of the study group was (3.04±0.62) mm, which was higher than that of the control group (1.10±0.29) mm, with statistical difference ($t=20.042$, $P<0.001$). PDWI-FS sequence and FLA-FS sequence had general consistency for synovial score 0-1 (kappa =0.352, $P=0.001$), but poor consistency for synovial score 2 (kappa =0.475, $P<0.001$). The consistency of the synovial score of 3 points was very low (kappa =0.113, $P=0.074$). The synovial thickness of grade 3 was (4.56±1.33) mm, which was significantly higher than that of grade 1 (2.05±0.46) mm and grade 2 (2.32±0.49) mm, with statistical difference ($P<0.05$). There was no statistical difference between grade 1 and grade 2 synovial thickness ($P>0.05$). **Conclusion** MRI FLAIR-FS sequence has certain advantages in the evaluation of KS synovial morphology and signal, and can be used to evaluate KS staging.

Keywords: Knee Synovitis; Fat Suppression Proton Density Weighted Sequence; Magnetic Resonance; Synovial Thickness; Fat Inhibition Fluid Attenuation Inversion Recovery Sequence

膝关节滑膜炎(KS)指滑膜受刺激后发生炎症, 使得其吸收、分泌液体失调而发生积液所致, 病变多样, 均可致患者出现滑膜腔积液、滑膜增厚、滑膜结节形成, 可致患者出现膝关节疼痛、肿胀, 严重时会出现功能障碍^[1-2]。若能早期准确诊断KS, 指导临床尽早治疗, 对阻碍病情进展、减轻患者病痛具有积极意义。磁共振(MRI)因可重复性、无创性被广泛应用于KS诊断, 甚至可对无症状的早期滑膜病变实施诊断, 常规采用3D Space双反转序列(3D Space-DIR)、T₂WI序列、脂肪抑制质子密度加权(PDWI-FS)序列等检查, 均能够评估膝关节滑膜厚度, 但效果仍不理想^[3-4]。近年来, 脂肪抑制液体衰减反转恢复序列成像(FLAIR-FS)被广泛用于膝关节骨挫伤诊断, 但鲜少应用于KS诊断。本研究旨在分析磁共振FLAIR-FS序列成像在诊断早期KS中的应用价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择郑州大学附属郑州中心医院于2020年12月至2021年6月期间收治的50例KS患者(膝关节53个)设为观察组, 50例健康志愿者(膝关节50个)设为对照组。本研究经医院医学伦理委员会审核批准。观察组中男25例, 女25例; 年龄20-75岁, 平均(42.66±6.32)岁; 病程1-7个月, 平均(3.22±0.68)个月; 左膝25个, 右膝28个。对照组中男28例, 女22例; 年龄18-74岁, 平均(42.57±6.23)岁。对比两组各项资料, 无统计学差异($P>0.05$)。存在可比性。

1.2 入选标准

纳入标准: 符合KS相关诊断标准^[5], 具有按压痛、关节疼痛肿大等表现; 对本研究知情同意; 年龄≥18岁; 认知功能正常。排除标准: 合并肿瘤性病变; 膝关节术后复查患者; 合并严重心

【第一作者】 陈亚龙, 男, 主管技师, 主要研究方向: 医学影像学。E-mail: yieyye@sina.com

【通讯作者】 陈亚龙

肝肾病变；妊娠期或哺乳期女性；精神异常者；幽闭恐惧症患者或有其他对MRI检查不耐受患者；合并器质性疾病者；伴有脱位者；合并韧带损伤、骨折；合并自身免疫系统疾病；合并乳腺癌、鼻咽癌、淋巴瘤等恶性肿瘤者；临床资料不完整者。

1.3 方法 入组受检者均接受双膝关节MRI检查，仪器为配备专用单通道膝关节线圈的西门子spectra3.0T高场磁共振，具体扫描方案如下：取仰卧位，脚先进，检查期间维持膝关节制动并保持膝关节处于水平位。序列参数：(1)横轴位：①PDWI-FS。重复时间(TR)2900ms，回波时间(TE)50ms，层间距0.3mm，层厚3.0mm，激励次数(NEX)1次，翻转150°，视场(FOV)170mm×170mm，采集时间2min 11s；②FLAIR-FS。TR 6500ms，TE 84ms，层厚3.0mm、层间距0.3mm，NEX 1次，FOV 170mm×170mm，反转时间2122ms，翻转150°，采集时间1min 35s；(2)矢状位：①PDWI-FS。TR 2800ms，TE 48ms，层间距0.3mm，翻转150°，层厚3.0mm，NEX 1次，FOV 170mm×170mm，采集时间1min 38s；②FLAIR-FS。TE 84ms，TR 6500ms，层间距0.3mm，层厚3.0mm，NEX 1次，FOV 170mm×170mm，反转时间2122ms，翻转150°，采集时间1min 35s。pacs 图像浏览系统输入原始扫描图像后，采用分辨率为3280×2048的专业医学图像显示器评定，放大4倍图像实施观察。由2名放射科医师以双盲法实施阅片，若意见不一致，讨论至意见统一。滑膜用4级视觉模拟评分法评估：滑膜不可见为0分，大部分滑膜可见为1分，可见部分滑膜为2分，可见全部滑膜为3分。

1.4 图像质量控制 所有受检者均由2名MRI技师(扫描经验为3年及以上)用参数相同的MRI序列实施MRI扫描。用海绵垫材料固定膝关节，小腿用沙袋固定，避免膝关节运动。扫描后观察图像，若运动伪影影响滑膜评估，则重新扫描，叮嘱患者制动。图像评估质量控制方法：图像中患者的临床信息隐藏，任意选取膝关节15个的FLAIR-FS图像，由2名放射科医师分别评估滑膜分级、测

量滑膜厚度，共两次，间隔时间为7d，若评估意见处在分歧，讨论至意见统一。

1.5 观察指标 (1)记录滑膜厚度测量及分级的可重复评估结果；(2)比较FLAIR-FS序列测量两组患者滑膜厚度；(3)记录两种序列对KS患者的滑膜评分情况；(4)分析FLAIR-FS测定对滑膜定量评估结果。

1.6 统计学方法 数据用SPSS 22.0软件分析，计量资料用(±s)描述，多组间对比使用单因素方差分析，两两对比使用SNK法；计数资料用n(%)描述，用 χ^2 检验；采用组内相关系数(ICC)评估滑膜厚度测量及分级的可重复性，ICC值>0.75则表示适合评估膝关节滑膜；重复性检验等级资料用Kappa检验，Kappa值越高表示一致性越高，其中检测值0~0.20说明一致性极低，0.21~0.40为较差，0.41~0.60为尚可，0.61~0.8为较高，0.81~1.00为极高， $P<0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

2.1 滑膜厚度测量及分级的可重复评估结果 15个膝关节FLAIR-FS图像两次滑膜分级评估的Kappa值为0.376；测量滑膜厚度的ICC为0.984，95% CI为0.954~0.993。

2.2 FLAIR-FS序列测量两组患者滑膜厚度 研究组滑膜厚度为(3.04±0.62)mm，高于对照组的(1.10±0.29)mm，有统计学差异(t 值=20.042， P 值<0.001)。

2.3 两种序列对KS患者的滑膜评分情况 PDWI-FS序列、FLAIR-FS序列对滑膜评分0-1分的一致性较差(kappa值=0.352， P 值=0.001)，对滑膜评分2分的一致性中等(kappa值=0.475， P 值<0.001)，对滑膜评分3分的一致性极低(kappa值=0.113， P 值=0.074)。见表1。

2.4 FLAIR-FS测定对滑膜定量评估结果 3级滑膜评分者的滑膜厚度明显高于1级和2级者，有统计学差异(P 值<0.05)。1级、2级滑膜评分者的滑膜厚度相比，无统计学差异(P 值>0.05)。见表2。

表1 两种序列成像对KS患者的滑膜评分情况分析(n)

PDWI-FS序列	FLAIR-FS序列				合计
	0分	1分	2分	3分	
0分	0	8	0	0	8
1分	0	5	17	2	24
2分	0	0	1	13	14
3分	0	0	0	7	7
合计	0	13	18	22	53

表2 FLAIR-FS测定对滑膜定量评估结果分析(mm)

组别	n	滑膜厚度
1级	13	2.05±0.46
2级	18	2.32±0.49
3级	22	4.56±1.33ab
F值		41.017
P值		<0.001

注：与1级相比，^a $P<0.05$ ；与2级相比，^b $P<0.05$ 。

3 讨论

KS是滑膜受到创伤、风湿病、感染、结核、骨质增生、关节退变、手术等各种刺激产生炎性反应，造成滑膜细胞分泌失调而形成积液所致，滑膜结节、增厚、滑膜囊积液是其主要临床特征，滑膜组织常伴有多种病理表现，如水肿、充血、增生等，最终诱发关节腔积液、膝关节疼痛与肿胀等，甚至关节软骨、软骨下骨会受到侵蚀，关节面受到破坏，膝关节功能受限^[6-7]。对于膝关节病变临床常采用组织活检、关节镜、MRI等检查，其中MRI分辨率良好，诊断膝关节滑膜病变优势明显，随着高场磁共振技术的普及，图像质量大幅度提高，滑膜形态经常规T₂WI、T₁WI序列检查可大体显示，但评估绒毛形成、滑膜结节、滑膜厚度、周围组织受累程度等效果欠佳^[8-9]。膝关节增强扫描能够多角度、多参数、多方位成像，组织分辨率更高，可清晰展现滑膜组织，良好的显示早期滑膜增厚、水肿、充血以及血管云翳、对关节软骨侵蚀等细微病变，若出现退变软骨破坏，图像可显示信号异常、软骨变薄、形态不规则，还能显示软骨、滑膜的中断等情

况^[10-11]。但膝关节滑膜形态特征会受关节腔积液影响而难以清晰显示，降低疾病检出率，同时检查需人工增加组织对比度，检查费用较高，且可能会导致患者出现造影剂过敏等不良情况，实际检查中应用较少。3D Space-Dir是在快速自旋回波前施加反转预脉冲2个，按照T1时间差异，抑制两种组织，提高组织间的信号强度比，同时能够经合理设置T1h时对关节腔积液、脂肪实施选择性抑制，突出显示关节滑膜，且因其可3D成像，图像空间分辨率较高，也可对任意层面重建，降低了测量结果受到部分容积效应的影响，滑膜组织细微结构可被显示，但评估滑膜信号存在局限性^[12]。PDWI-FS序列可反映不同单位体积组织间质子含量，膝关节的脂肪组织受到抑制，突出了滑膜腔内积液，但因其信号偏低，鉴别能力相对有限。

FLAIR成像主要用于脑部MRI检查，通过抑制脑脊液信号而凸显脑部病变，鲜有应用于脑部以外的部位^[13-14]。本研究中，FLAIR-FS图像测定15个膝关节的两次滑膜分级评估的一致性一般；测量滑膜厚度的ICC为0.984，95% CI为0.954~0.993，提示FLAIR-FS序列是诊断膝关节滑膜的有效方式。本研究中，研究组滑膜厚度高于对照组，且PDWI-FS序列、FLAIR-FS序列对滑膜评

