

论 著

磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变早期诊断中的评估价值*

唐 毅 张 辉* 黄 恺
黎本丰四川省简阳市人民医院骨科二科
(四川 简阳 641400)

【摘要】目的 探讨磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变早期诊断中的评估价值。方法 选取2020年1月至2022年11月在我院治疗的110例膝关节早期软骨退变患者(观察组),按照疾病严重程度分为轻度退变组及重度退变组,另选取同期在我院进行体检的64例健康者为对照组,受试者均行磁共振T1rho序列、T2 mapping技术扫描,测量受试者T2值及T1p值,探讨磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变早期诊断中的评估价值。结果 观察组股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值均明显高于对照组($P<0.05$),重度退变亚组患者股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值显著高于轻度退变者($P<0.05$);观察组股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1p值明显高于对照组($P<0.05$),重度退变亚组患者股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1p值明显高于轻度退变亚组患者($P<0.05$);磁共振T1rho序列在膝关节早期软骨退变中早期诊断及严重程度评估中的诊断ROC值及特异度明显高于T2 mapping技术($P<0.05$),但后者具有更高的敏感度($P<0.05$)。结论 磁共振T1rho序列、T2 mapping技术均能有效反映膝关节早期软骨退变中软骨组织学成分变化情况,还可为膝关节软骨退变严重程度评估提供客观依据,二者具有一定互补价值。

【关键词】磁共振T1rho序列; T2 mapping技术; 膝关节; 早期软骨退变; 诊断

【中图分类号】R445

【文献标识码】A

【基金项目】四川省医学会骨科(尚安通)专项科研课题(2019SAT21)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.04.050

Evaluation Value of Magnetic Resonance T1rho Sequence and T2 Mapping in Early Diagnosis of Early Cartilage Degeneration of Knee Joint*

TANG Yi, ZHANG Hui*, HUANG Kai, LI Ben-feng.

Department of Bone Section II, Jianyang People's Hospital, Jianyang 641400, Sichuan Province, China

ABSTRACT

Objective To evaluate the value of MRI T1rho sequence and T2 mapping in the early diagnosis of early cartilage degeneration of the knee. **Methods** A total of 110 patients with early cartilage degeneration of knee joint treated in our hospital from January 2020 to November 2022 (observation group) were selected and divided into mild degeneration group and severe degeneration group according to the severity of the disease. Another 64 healthy patients who underwent physical examination in our hospital during the same period were selected as control group. All subjects were scanned with magnetic resonance T1rho sequence and T2 mapping technology, and their T2 and T1-p values were measured to explore the evaluation value of magnetic resonance T1rho sequence and T2 mapping technology in the early diagnosis of early cartilage degeneration of the knee joint. **Results** T2 values of lateral femur, lateral femur, lateral tibia, lateral tibia and hip bone surface in observation group were significantly higher than those in control group ($P<0.05$), and T2 values of lateral femur, lateral femur, lateral tibia, lateral tibia and hip bone surface in severe degeneration subgroup were significantly higher than those in mild degeneration group ($P<0.05$). The T1-p value of magnetic resonance in loading area of medial malleolus of femur, non-loading area of medial malleolus of femur, loading area of lateral malleolus of femur, non-loading area of lateral malleolus of femur, medial tibial plateau area and posterior patellar cartilage area of observation group was significantly higher than that of control group ($P<0.05$). The T1-p value of magnetic resonance in the weight-bearing area of medial malleolus of femur, non-weight-bearing area of medial malleolus of femur, lateral malleolus of femur, non-weight-bearing area of lateral malleolus of femur, medial tibial plateau area and posterior patellar cartilage area of patients in severe degeneration subgroup was significantly higher than that in mild degeneration subgroup ($P<0.05$). The diagnostic ROC value and specificity of MRI T1rho sequences in early diagnosis and severity assessment of knee cartilage degeneration were significantly higher than T2 mapping technique ($P<0.05$), but the latter had higher sensitivity ($P<0.05$). **Conclusion** Both T1rho and T2 mapping techniques can effectively reflect the changes of cartilage histological components in the early stage of cartilage degeneration of the knee joint, and can also provide objective evidence for the evaluation of the severity of cartilage degeneration of the knee joint. They have certain complementary value.

Keywords: Magnetic Resonance T1rho Sequence; T2 Mapping Technology; Knee Joint; Early Cartilage Degeneration; Diagnosis

膝关节为人体最复杂、最大的一类关节,关节软骨为确保膝关节正常运动的基本保障,膝关节软骨退变是骨性关节炎发生、发展的主要原因,而骨性关节炎致残率高达53%,为当前致残率最高的疾病之一,因软骨自我修复能力有限,极易引起软骨不可逆损伤,因此对早期膝关节软骨退变进行诊断、干预十分关键^[1-2]。近年来,临床常应用CT或X线片进行临床检测,但无法充分完整显示膝关节软骨部分,在评估膝关节软骨损伤程度中存在一定限制,因此寻找科学、有效的技术对膝关节早期软骨退变进行诊断是临床亟待解决的问题^[3-4]。随着影像学技术的发展,磁共振技术已经成为临床评估骨关节软骨变化的重要评估手段,磁共振T2 mapping技术为一种新成像手段,通过测量软骨T2值评估关节软骨成分变化情况^[5-6]。磁共振T1rho序列为新颖的定量检测手段,通过检测细胞外基质中大分子与水分子之间运动情况,对细胞外基质中生物化学成分情况变化情况进行评估^[7-8]。但当前较少研究分析磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变中的诊断价值,本研究对此进行分析,旨在为膝关节软骨退变早期诊断及治疗提供客观依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年1月至2022年11月在我院治疗的110例膝关节早期软骨退变患者(观察组),另选取同期在我院进行体检的64例健康者为对照组,其中观察组男62例,女48例;年龄41~78岁,平均年龄(59.63 ± 7.21)岁;病程1~5年,平均病程(3.21 ± 0.42)年;左侧膝关节29例,右侧膝关节35例;体质量 $20\sim23\text{kg/m}^2$,平均(22.34 ± 2.37) kg/m^2 。对照组男37例,女27例;年龄42~79岁,平均年龄(59.21 ± 7.33)岁;体质量 $20\sim23\text{kg/m}^2$,平均(22.19 ± 2.58) kg/m^2 ,两组在一般资料方面比较无统计学差异($P>0.05$),有可比性。

纳入标准:观察组近一个月出现反复膝关节疼痛,对照组均为健康者;一般临床

【第一作者】唐 毅,男,主任医师,主要研究方向:骨关节疾病的诊断与治疗。E-mail: 2631477410@qq.com

【通讯作者】张 辉,男,主任医师,主要研究方向:运动医学。E-mail: 1376112332@qq.com

资料完整；均知情并自愿参与本研究。排除标准：有膝关节手术史者；急性或慢性感染性关节炎；近期采用全身性皮质激素治疗者；反应性关节炎、类风湿性关节炎、银屑病关节炎、强直性脊柱炎者；免疫相关性关节炎。

1.2 方法 磁共振T1rho序列扫描：应用Philip3.0型号磁共振诊断仪，膝关节专用线圈，包含8个通道。保持仰卧位，足部先进姿势，设定参数：80msTR，4.0msTE，3.0mm层厚，1.5mm层间距，18cm×18cm FOV,512×512矩阵，自旋锁定时间(TSL)=1ms、20ms、30ms、40ms，自旋锁定频率(FSL)为500HZ，扫描时间为6min10s。磁共振T2 mapping技术扫描：应用美国GE公司超导磁共振仪，对受试者进行检查，使用膝关节线圈，足部先进，行矢状位T₂WI/PDWI及冠状位FS-T₂WI、T₁WI扫描，以6回波FSE序列矢状位扫描为主，以冠状位及横断位为辅，设置参数：2400msTR，15ms、30ms、45ms、60ms、75ms、90msTE，层间隔0.5mm，层厚5mm，320×512扫描时间，16cm×16cm FOV，MSA=1.5min54s扫描时间。

将磁共振T2 mapping技术扫描所得数据及磁共振T1rho序列扫描数据上传至AW4.6后处理平台，采用functool软件后处理获得膝关节软骨T2图像，选择合适的ROI测量股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面软骨处T2值。在重构彩图上观察感兴趣区软骨色阶，并测量股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区各区ρ，测量时尽量保持ROI面积均匀，避开软骨与滑液交界面。

1.3 膝关节软骨退变程度^[9] 应用Kellgren-Lavrence标准对膝关节软骨退变程度进行评估：0级：无任何骨性关节炎征象；Ⅰ级：关节间隙可疑变窄，轻微骨赘；Ⅱ级：关节间隙可疑变窄，明显骨赘；Ⅲ级：关节间隙变窄呈中度，中等量骨赘；Ⅳ级：

严重软骨下骨硬化、关节间隙变窄明显、大量骨赘；0级视为正常，Ⅰ级~Ⅱ级视为轻度退变，Ⅲ级~Ⅳ级视为重度退变。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0软件处理数据，无序分类资料采用χ²检验，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，组内计量资料比较采用配对样本t检验，组间计量资料比较采用独立样本t检验，多组间计量资料比较采用F检验，两两比较采用LSD-t检验，P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组T2值比较 观察组股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值均明显高于对照组(P<0.05)，重度退变亚组患者股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值显著高于轻度退变者(P<0.05)，见表1。

2.2 两组磁共振T1ρ值比较 观察组股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1ρ值明显高于对照组(P<0.05)，重度退变亚组患者股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1ρ值明显高于轻度退变亚组患者(P<0.05)，见表2。

2.3 磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变中的诊断价值 磁共振T1rho序列在膝关节早期软骨退变中的诊断ROC值及特异度明显高于T2 mapping技术(P<0.05)，但后者具有更高的敏感度(P<0.05)，见表3。

2.4 磁共振T1rho序列、T2 mapping技术膝关节早期软骨退变程度中的评估价值 磁共振T1rho序列在膝关节早期软骨退变严重程度中的诊断ROC值及特异度明显高于T2 mapping技术(P<0.05)，但后者具有更高的敏感度(P<0.05)，见表4。

表1 两组T2值比较(ms)

组别	n	股骨外侧面	股骨内侧面	胫骨外侧面	胫骨内侧面	髌骨面
对照组	64	36.11±3.59	37.14±5.31	31.25±4.19	32.64±5.33	33.25±4.14
观察组	110	55.26±7.41 [*]	48.67±5.22 [*]	48.33±5.27 [*]	47.97±5.36 [*]	53.67±6.49 [*]
轻度退变	92	54.36±6.22 [*]	46.25±7.69 [*]	45.22±5.17 [*]	45.19±6.58 [*]	51.41±6.19 [*]
重度退变	18	59.86±6.78 ^{*#}	61.04±7.87 ^{*#}	64.23±8.39 ^{*#}	62.18±7.14 ^{*#}	65.22±7.15 ^{*#}

注：与对照组比，^{*}P<0.05；与轻度退变组比，[#]P<0.05。

表2 两组磁共振T1ρ值比较(ms)

组别	n	股骨内踝负重区	股骨内踝非负重区	股骨外踝负重区	股骨外踝非负重区	胫骨外侧平台区	胫骨内侧平台区	髌后软骨区
对照组	64	47.33±6.17	38.27±5.29	43.11±8.19	36.26±5.89	35.21±5.29	36.25±4.19	37.12±4.55
观察组	110	55.29±6.47 [*]	48.17±5.89 [*]	52.33±7.14 [*]	48.74±8.21 [*]	47.58±8.17 [*]	48.23±5.66 [*]	45.36±5.87 [*]
轻度退变	92	53.36±8.17 [*]	45.39±6.74 [*]	51.15±6.17 [*]	46.33±8.27 [*]	45.27±6.48 [*]	46.64±6.49 [*]	43.18±6.47 [*]
重度退变	18	65.15±7.19 ^{*#}	62.38±7.84 ^{*#}	58.36±6.49 ^{*#}	61.06±7.41 ^{*#}	59.39±6.87 ^{*#}	56.36±6.41 ^{*#}	56.50±6.33 ^{*#}

注：与对照组比，^{*}P<0.05；与轻度退变组比，[#]P<0.05。

表3 磁共振T1rho序列、T2 mapping技术在膝关节早期软骨退变中的诊断价值

检查手段	敏感度(%)	特异度(%)	阴性预测值(%)	阳性预测值(%)	ROC值
磁共振T1rho序列	71.36	81.64	64.33	73.59	0.794
磁共振T2 mapping技术	82.33	67.58	69.27	71.55	0.758

表4 磁共振T1rho序列、T2 mapping技术膝关节早期软骨退变程度中的评估价值

检查手段	敏感度(%)	特异度(%)	阴性预测值(%)	阳性预测值(%)	ROC值
磁共振T1rho序列	75.19	84.55	67.22	71.58	0.811
磁共振T2 mapping技术	84.17	70.22	71.36	69.27	0.739

3 讨论

膝关节是由髌骨、外侧踝、胫骨内侧、胫骨外侧、股骨外侧踝、股骨内侧踝构成，是机体中损伤概率最大、结构最为复杂的关节部位，多数膝关节炎患者早期症状较轻，若治疗不及时，则会导致病情加重^[10-11]；另外走路姿势不当、体型过胖、关节受凉、长时间下蹲等会引起滑膜增生、软骨破坏、形成骨赘，最终出现膝关节软骨退化，严重影响患者生活及工作，因此加强对膝关节软骨退化的诊断及治疗是临床研究重点^[12-13]。

本研究采用磁共振T2 mapping技术对膝关节软骨退变患者及健康者进行检测发现，膝关节软骨退变患者股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值均明显高于健康者，重度退变亚组患者股骨外侧面、股骨内侧面、胫骨外侧面、胫骨内侧面、髌骨面T2值显著高于轻度退变者，提示磁共振T2 mapping技术在膝关节软骨退变诊断及退变严重程度评估中具有重要意义，分析可能是因为膝关节为关节软骨中特殊组织，主要由细胞外基质、软骨细胞组成，而其中细胞外基质主要由蛋白质、水、胶原纤维组成，在膝盖软骨中胶原纤维受损时，会增加水通透性，导致蛋白质糖原分离，进一步导致T2值升高^[14-15]。另外本研究采用磁共振T1rho序列检查膝关节软骨退变患者及健康者发现，膝关节软骨退变股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1p值明显高于健康者，重度退变亚组患者股骨内踝负重区、股骨内踝非负重区、股骨外踝负重区、股骨外踝非负重区、胫骨外侧平台区、胫骨内侧平台区、髌后软骨区磁共振T1p值明显高于轻度退变亚组患者，提示磁共振T1rho序列检查在膝关节软骨退变诊断及退变严重程度评估中具有重要意义，分析可能是因为磁共振T1rho序列检查可探查缓慢运动过程中水分子与大分子物质相互作用情况，膝关节软骨退变因蛋白多糖含量降低，胶原纤维排列方式改变及胶原纤维含量降低，随着疾病的进展，胶原纤维网状结构出现崩解，导致蛋白含量减少，T1p值增加^[16-17]。且本研究还发现，磁共振T2 mapping技术、磁共振T1rho序列在膝关节早期软骨退变及退变严重程度中的诊断ROC值及特异度明显高于T2 mapping技术，但后者具有更高的敏感度，提示二者在膝关节早期软骨退变早期诊断及退变严重程度评估中均具有重要价值^[18-19]。

综上所述，在膝关节软骨退变早期诊断及退变严重程度评估中，磁共振T2 mapping技术、磁共振T1rho序列均具有重要意义，前者具有更高的诊断敏感度，后者特异度更高。本研究不足之处在于，本研究未能联合磁共振T2 mapping技术、磁共振T1rho序列二者在膝关节软骨退变中的诊断效能，后期可延长研究时间，扩大研究样本量，对二者联合效能进行分析。

参考文献

- [1] 朱莉, 邹远文, 敖锋. 三种MRI生理学定量技术对早期膝关节软骨损伤的诊断价值[J]. 陕西医学杂志, 2021, 50(3): 293-296.
- [2] 孟莉, 鲍海华, 董兰兰, 等. MRI 3D-VISTA序列对高原地区膝关节骨性关节炎软骨退变的诊断价值[J]. 重庆医学, 2021, 50(S01): 306-307.
- [3] 曹峰, 张尹, 廖庆. 三种新型磁共振功能成像技术对早期膝关节软骨损伤的诊断价值分析[J]. 中国医学装备, 2020, 17(1): 76-80.
- [4] 王彩云, 马贺骥. 3.0 T MRI 3D-FS-FLASH、T2-mapping 较常规序列诊断膝关节软骨早期损伤优势分析[J]. 陕西医学杂志, 2020, 49(11): 40-43, 79.
- [5] 许方戩, 刘彦荣, 曾果. 磁共振质子T₂WI成像与MSCT成像对膝关节损伤的临床诊断价值比较[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(11): 86-87.
- [6] 刘晓芸, 蒲如剑, 梁洁, 等. 3.0T 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.
- [7] 李丹, 王莉霞, 吴文骏, 等. MRI T1rho对下腰痛者腰椎间盘退变的定量评估[J]. 磁共振成像, 2019, 10(12): 904-907.
- [8] 赵敏, 刘鸿雁, 王国华, 等. 膝关节骨性关节炎半月板损伤程度与关节软骨T1 rho、T2 mapping相关性研究[J]. 中国临床医学影像杂志, 2019, 30(11): 812-816.
- [9] 中华医学会骨科学分会. 骨关节炎诊治指南(2007年版)[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(10): 793-796.
- [10] 彭钰, 仲建全, 冯浩, 等. 膝关节损伤MSCT、MRI表现及诊断效能差异分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2022, 20(2): 172-174.
- [11] 陈静, 王斌, 杨献峰. 3.0T磁共振T2* mapping成像分区评估膝关节软骨的应用价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2022, 27(5): 436-440.
- [12] 于秀英, 何勇, 赵蕾, 等. MRI T2-Mapping成像对膝关节髌软骨 早期退变的诊断价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2019, 17(1): 10-12.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 王媛媛, 王亮, 王云玲, 等. 3.0T磁共振T2×mapping成像技术定量评估膝关节骨性关节炎的临床价值及与WOMAC评分的相关性分析[J]. 现代生物医学进展, 2021, 21(17): 3256-3259, 3309.
- [16] 刘宇, 黄勇, 郑穗生, 等. 磁共振T1ρ和T2-mapping定量技术评估膝关节I型胶原蛋白基质置入术后软骨修复[J]. 临床放射学杂志, 2019, 38(3): 512-516.
- [17] 高健, 胡斌, 王国华, 等. MRI T2 mapping和T1ρ定量成像技术在膝关节骨性关节炎中的应用研究[J]. 医学影像学杂志, 2022, 32(9): 1567-1571.
- [18] 陈聪, 杨丰建, 范永前, 等. 磁共振T2-mapping成像定量早期诊断膝关节骨性关节炎的价值分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2016, 14(12): 114-117.
- [19] 周翠钿, 胡秋根, 陈海雄, 等. MR Dixon, T2 mapping, T2 mapping技术定量评估腰椎原发性骨质疏松症的可行性研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(9): 157-160, 179.

(收稿日期: 2023-06-01)

(校对编辑: 翁佳鸿)