

论 著

KOA患者磁共振PDW-SPAIR序列、软骨T2值的变化及与疾病分级的关系*

张春霞* 刘朝晖 戴国朝
喀什地区第一人民医院影像科
(新疆 喀什 844000)

【摘要】目的 探讨膝关节骨性关节炎(KOA)患者的磁共振质子密度加权频率衰减翻转恢复(PDW-SPAIR)序列、软骨平均T2值的变化及与不同Kellgren-Lawrence(K-L)分级的关系。**方法** 选取我院2023年1月至2024年1月经关节镜检查确诊的138例KOA患者作为KOA组、选取同期自愿接受膝关节MRI检查的64例健康志愿者作为对照组,对比两组的膝关节软骨平均厚度、平均体积、平均T2值、股四头肌脂肪垫(QFP)、股前脂肪垫(PFP)信号形态特征差异。**结果** III级、II级、I级KOA患者的QFP头尾径、QFP高信号患者占比、PFP髌骨高信号患者占比显著高于对照组($P<0.05$),III级KOA患者的QFP高信号患者占比显著高于II级、I级KOA患者($P<0.05$),III级KOA患者的PFP髌骨高信号患者占比显著高于I级KOA患者($P<0.05$);III级、II级、I级KOA患者的PFP最大厚度显著低于对照组($P<0.05$),III级、II级、I级KOA患者的PFP最大厚度逐级降低($P<0.05$),III级、II级、I级KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于对照组($P<0.05$),III级KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于II级、I级的KOA患者($P<0.05$),II级KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于I级KOA患者($P<0.05$)。III级、II级、I级KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于对照组($P<0.05$),III级KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于II级、I级的KOA患者($P<0.05$),II级KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于I级KOA患者($P<0.05$)。KOA患者的PFP髌骨高信号、膝关节软骨T2值、髌骨T2值均与WORMS评分呈正相关($P<0.05$),PFP最大厚度与WORMS评分呈负相关($P<0.05$)。**结论** KOA患者的关节软骨T2值显著增高、股四头肌脂肪垫及股前脂肪垫形态特征发生改变,并且在一定程度上与KOA患者膝关节病变严重程度有相关性。

【关键词】 膝关节骨性关节炎; 磁共振;
质子密度加权频率序列; 软骨;
形态学; 脂肪组织

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 省部共建中亚高发病成因与防治
国家重点实验室开放课题项目
(SKL-HIDCA-2020-KS9)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.07.052

Changes of Magnetic Resonance PDW-SPAIR Sequence and Cartilage T2 Value in Patients with KOA and Their Relationship with Disease Grade*

ZHANG Chun-xia*, LIU Zhao-hui, DAI Guo-chao.

Department of Imaging, the First People's Hospital of Kashgar Region, Kashgar 844000, Xinjiang Uygur Autonomous Region, China

ABSTRACT

Objective To investigate the changes of PDW-SPAIR sequence and mean T2 value of cartilage in patients with knee osteoarthritis (KOA) and their relationship with Kellgren-Lawrence (K-L) grades. **Methods** A total of 138 KOA patients diagnosed by arthroscopy in our hospital from January 2023 to January 2024 were selected as the KOA group, and 64 healthy volunteers who voluntarily underwent knee MRI during the same period were selected as the control group. The mean thickness, mean volume, mean T2 value, quadriceps fat pad (QFP) and femoral anterior fat pad (PFP) signal morphological characteristics of knee cartilage were compared between the two groups. **Results** The QFP head and tail diameter, the proportion of patients with high QFP signal and the proportion of patients with high PFP patella signal in grade III, II and I KOA patients were significantly higher than those in control group ($P<0.05$), and the proportion of patients with high QFP signal in grade III KOA patients was significantly higher than that in grade II and I KOA patients ($P<0.05$). The proportion of patients with high PFP patellar signal in grade III KOA patients was significantly higher than that in grade I KOA patients ($P<0.05$). The maximum thickness of PFP in grade III, II and I KOA patients was significantly lower than that in control group ($P<0.05$), and the maximum thickness of PFP in grade III, II and I KOA patients was decreased step by step ($P<0.05$). The T2 value of knee cartilage in grade III, II and I KOA patients was significantly higher than that in control group ($P<0.05$), the T2 value of knee cartilage in grade III KOA patients was significantly higher than that in grade II and I KOA patients ($P<0.05$), and the T2 value of knee cartilage in grade II KOA patients was significantly higher than that in grade I KOA patients ($P<0.05$). The T2 value of knee patella in grade III, II and I KOA patients was significantly higher than that in control group ($P<0.05$); the T2 value of knee patella in grade III KOA patients was significantly higher than that in grade II and I KOA patients ($P<0.05$); the T2 value of knee patella in grade II KOA patients was significantly higher than that in grade I KOA patients ($P<0.05$). In KOA patients, the high signal of PFP patella, T2 value of knee cartilage and T2 value of patella were positively correlated with WORMS score ($P<0.05$), and the maximum thickness of PFP was negatively correlated with WORMS score ($P<0.05$). **Conclusion** In patients with KOA, the articular cartilage T2 value was significantly increased, and the morphological characteristics of the fat pad of the quadriceps muscle and the fat pad of the femoral front were changed, which was correlated with the severity of knee lesions in KOA patients to a certain extent.

Keywords: Knee Osteoarthritis; Magnetic Resonance; Proton Density Weighted Frequency Sequence, Cartilage; Morphology; Adipose Tissue

膝关节骨性关节炎(knee osteoarthritis, KOA)是由多种因素引发膝关节软骨退化、边缘增生及间隙狭窄的进行性病变,在临床具有较高的发生率^[1]。KOA主要症状为膝关节肥大、僵硬、慢性疼痛及活动受限,严重时甚至导致功能障碍和畸形,极大地影响患者的日常生活^[2-3]。研究表明^[4],KOA早期关节软骨存在显著的修复反应,且体外细胞实验也验证了其病理改变的可逆性。深入探究KOA的发病机制、准确评估其严重程度对于临床诊疗具有重要意义^[5]。关节镜检查虽为“金标准”,但因其侵袭性和高昂费用,不适用于普遍筛查。X线检查为主要诊断手段,其可依据Kellgren-Lawrence(K-L)分级对病变程度进行评估,但是该技术对关节软骨等细微结构检测不足^[6]。磁共振成像技术(magnetic resonance imaging, MRI),尤其是PDW-SPAIR序列,能清晰显示软组织形态和信号变化,在诊断KOA中具有一定优势^[7]。T2-mapping成像技术不仅能提供软骨结构信息,还能量化T2弛豫时间值反映生化成分和结构变化,提高诊断准确性^[8]。然而,软骨T2值与K-L分级OA患者病变程度的相关性存在争议^[9]。且现有研究大多聚焦于KOA的单一影像学特征,缺乏综合评估膝关节PDW-SPAIR序列、软骨平均T2值等指标变化与KOA严重程度关系的研究,本研究基于该问题进行探究。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取我院2023年1月至2024年1月经关节镜检查确诊的138例KOA患者作为KOA组,选取同期自愿接受膝关节MRI检查的64例健康志愿者作为对照组,研究对象的诊断,纳入排除标准如下。

诊断标准: KOA患者的诊断依据《2020年膝骨关节炎诊疗指南》中的标准^[10]。

纳入标准: KOA患者均经过X线、膝关节镜检查确诊,可发现膝关节软骨硬化、囊

【第一作者】张春霞,女,主管技师,主要研究方向:MR膝关节。E-mail: 15770193879@163.com

【通讯作者】张春霞

性改变、关节边缘骨赘生成等；年龄≥18岁；近一个月内KOA患者病情加重，主要表现为晨僵、疼痛、肿胀、畸形，活动时骨关节摩擦音；对照组为健康体检自愿者，无膝关节病变；KOA患者K-L分级Ⅰ~Ⅲ级；患者愿意接受本研究相关检查。排除标准：类风湿性关节炎；关节结核、肿瘤；通风疾病患者；关节肿瘤；关节骨折病史；肌肉关节因药物或神经功能异常出现萎缩等。

1.2 磁共振检查及图像分析 采用西门子Skyra 3.0T超导磁共振扫描仪及膝关节专用线圈，依次执行T1加权成像(T1WI，TR 765ms，TE 16ms)与脂肪抑制T2加权成像(FS-T2WI，TR 4000ms，TE 52ms)冠状位扫描。

随后，利用快速小角度激发(FLASH)多回波序列(矩阵384×384，层距0.3mm，层厚3mm，FOV 16cm²，TR 1270ms，TE 13.2-69ms递增，翻转角180°，激励次数1，扫描时间253s)进行T2-mapping成像，定位髌骨、膝关节软骨并确定扫描范围。扫描结束后，数据导入Siemens syngo.via MR工作站，通过Kneecap软件(Siemens Healthineers)处理。利用专门图像分析工具，对T2 Mapping伪彩图及解剖图中的软骨及髌骨区域进行分割提取，测量软骨T2*值(取三次均值)。在T2-mapping图像上选定清晰层面，测量髌骨、软骨厚度，并定义覆盖整个膝关节软骨区域的感兴趣区(ROI)。采用三维分割工具计算髌骨、膝关节软骨体积(mm³)，此过程由经验丰富的膝关节影像医师进行，确保测量准确并减少误差。

于矢状面进行PDW-SPAIR序列(TR/TE 3000ms/30ms，矩阵512×512，FOV 160mm²，层厚3mm，无间隔)扫描，评估股四头肌下脂肪垫(QFP)和髌下脂肪垫(PFP)的形态及信号特征。使用专业软件定量测量QFP的最大前后径、头尾径、斜径、最大面积，以及PFP的最大厚度。同时获取半定量指标：QFP高信号、肿块效应以及PFP的髌骨高信号表现。高信号表现为在PDW-SPAIR序列上脂肪垫区域的信号强度增高。肿块效应是脂肪垫区域的形态异常，如增大或变形。

1.3 K-L分级标准及膝关节功能评价 K-L分级标准^[11]：0级：患者膝关节X线检查显示完全正常，检测膝关节间隙未出现任何狭窄，未发现骨赘生物生成；Ⅰ级：患者膝关节X线检查发现可疑的关节间隙有狭窄迹象，似乎出现骨赘形成，但较轻微；Ⅱ级：患者膝关节X线检查已经可以明确诊断出骨赘，患侧的膝关节间

隙出现狭窄的表现；Ⅲ级：患者膝关节X线检查发现大量中等程度的骨赘已经形成，关节间隙狭窄非常明显，患者的膝关节软骨下骨出现不可逆的硬化，患者膝关节骨性畸形已经形成。Ⅳ级：患者膝关节X线检查可发现大量的骨赘形成，患者的膝关节间隙狭窄非常明显，关节软骨下骨硬化特征突出，患者膝关节骨性畸形明显并严重影响患者的肢体功能。

膝关节病变程度评价采用WORMS评分标准^[12]，主要从KOA患者关节软骨信号心态改变、骨髓病变、软骨囊肿、骨磨损、骨赘形成、前后交叉韧带、半月板、滑膜炎八个维度进行评价，最高总分29分，随着分值增高，患者的病情不断加重。

1.4 统计学方法 数据使用统计软件SPSS 21.0进行分析，本研究收集的膝关节软骨厚度、T2值、体积等计量指标且均符合正态分布要求，采用($\bar{x} \pm s$)方式表达，多组别之间统计学分析采用单因素方差分析法，组间不同时间点之间比较采用LSD-t检验；QFP肿块效应、PFP髌骨高信号等计数资料采用(%)完成统计描述，组间比较统计学方法采用 χ^2 检验；P<0.05则认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料对比 对KOA组和对照组的年龄、BMI、患者性别构成、高血压合并情况、糖尿病合并情况、高血脂合并情况、吸烟及饮酒情况经统计学分析，两组之间差异均无统计学意义(P>0.05)，见表1。

2.2 对照组和KOA组的QFP、PFP的形态信号特征比较 对不同K-L分级的KOA组和对照组的QFP前后径、QFP头尾径、QFP斜径、QFP面积、QFP高信号、QFP肿块效应、PFP髌骨高信号、PFP最大厚度检测结果进行单因素方差分析或 χ^2 检验，结果显示：不同K-L分级的KOA组和对照组患者的QFP头尾径、QFP高信号、PFP髌骨高信号、PFP最大厚度比较，差异具有统计学意义(P<0.05)；Ⅲ级、Ⅱ级、Ⅰ级KOA患者的QFP头尾径、QFP高信号患者占比、PFP髌骨高信号患者占比显著高于对照组(P<0.05)，Ⅲ级KOA患者的QFP高信号患者占比显著高于Ⅱ级、Ⅰ级KOA患者(P<0.05)，Ⅲ级KOA患者的PFP髌骨高信号患者占比显著高于Ⅰ级KOA患者(P<0.05)；Ⅲ级、Ⅱ级、Ⅰ级KOA患者的PFP最大厚度显著低于对照组(P<0.05)，Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级KOA患者的PFP最大厚度逐级降低(P<0.05)，见表2。

表1 两组患者的基线资料比较

组别	n	年龄(岁)	BMI(kg/m ²)	性别(%)		高血压(%)	糖尿病(%)	高血脂(%)	吸烟(%)	饮酒(%)
				男	女					
KOA组	138	56.9±7.8	23.86±2.11	43(31.16)	95(68.84)	38(27.54)	14(10.14)	54(39.13)	27(19.57)	21(15.22)
对照组	64	54.8±7.0	23.52±1.90	18(28.13)	46(71.88)	15(23.44)	4(6.25)	21(32.81)	11(17.19)	7(10.94)
t/ χ^2		1.837	1.099	0.191		0.380	0.817	0.718	0.162	0.671
P		0.068	0.273	0.662		0.538	0.466	0.387	0.687	0.413

表2 对照组和KOA组的QFP、PFP的形态信号特征比较

组别	n	QFP前后径(mm)	QFP头尾径(mm)	QFP斜径(mm)	QFP面积(mm)	QFP高信号	QFP肿块效应	PFP髌骨高信号	PFP最大厚度(mm)
对照组	64	8.58±1.90	13.80±3.29	10.39±2.14	54.81±9.38	17(26.56)	13(20.31)	4(6.25)	13.48±2.93
KOA组									
Ⅰ级	40	8.23±1.68	15.20±3.82 ^a	9.81±1.84	56.28±9.47	24(60.00) ^a	5(12.50)	15(37.50) ^a	11.77±2.30 ^a
Ⅱ级	52	8.12±1.80	15.72±4.16 ^a	9.66±1.71	56.80±9.11	38(73.08) ^a	4(7.69)	21(40.38) ^a	10.46±1.95 ^{ab}
Ⅲ级	46	7.99±1.54	15.94±4.38 ^{ab}	9.43±1.87	57.43±9.58	41(89.13) ^{abc}	7(15.22)	24(52.17) ^a	9.23±1.82 ^{abc}
F/ χ^2		3.102	7.192	2.384	3.471	49.517	3.865	30.493	13.293
P		0.098	0.001	0.226	0.075	0.000	0.276	0.000	0.000

注：与对照组比较^aP<0.05、与Ⅰ级KOA患者比较^bP<0.05、与Ⅱ级KOA患者比较^cP<0.05。

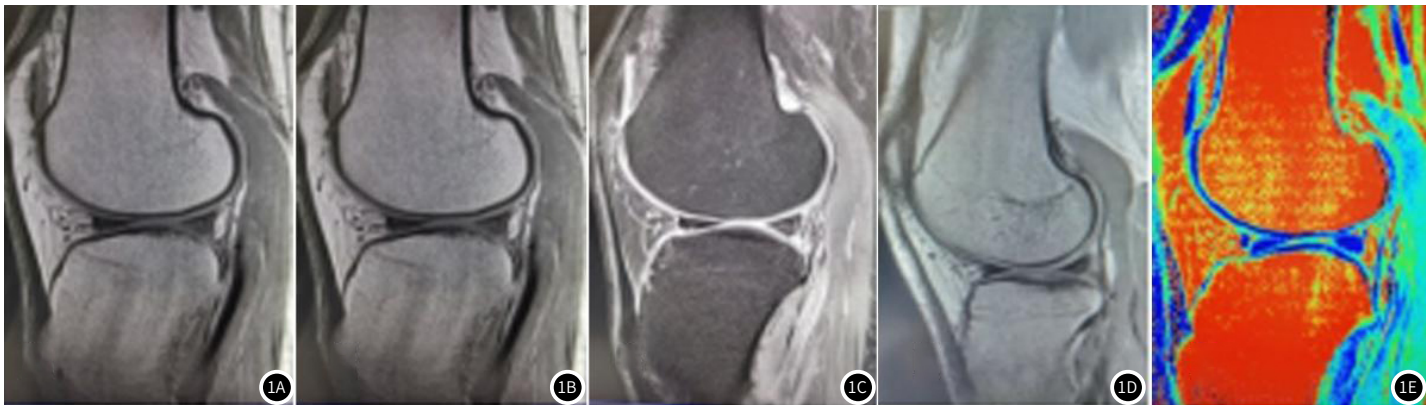


图1A-图1E 患者男，55岁，右侧膝关节骨性关节炎磁共振影像。图(1A)为T1WI影像，可见关节间隙变窄，关节软骨变薄，关节软骨信号增高，关节面下骨髓水肿，表现为T1低信号。图(1B)为T2WI影像，可见膝关节周围骨性增生，关节积液，膝关节周围软组织水肿表现为T2高信号。图(1C)PDWI影像，可见关节软骨薄厚均匀，信号均匀。图(1D)、(1E)为T2-mapping伪彩图，可见膝关节骨性关节炎处表现为红色标记。

2.3 对照组和KOA组的膝关节软骨厚度、T2值、体积比较 对不同K-L分级的KOA组和对照组的膝关节软骨厚度、T2值、体积进行单因素方差分析，结果显示：不同K-L分级的KOA组和对照组的膝关节软骨T2值比较，差异具有统计学意义($P<0.05$)；III级、II级、I级 KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于对照组($P<0.05$)，III级 KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于II级、I级的KOA患者($P<0.05$)，II级KOA患者的膝关节软骨T2值显著高于I级 KOA患者($P<0.05$)。见表3。

2.4 对照组和KOA组的膝关节髌骨厚度、T2值、体积比较 对不同K-L分级的KOA组和对照组的膝关节髌骨厚度、T2值、体积进行单因素方差分析，结果显示：不同K-L分级的KOA组和对照

组患者的膝关节髌骨T2值比较，差异具有统计学意义($P<0.05$)；III级、II级、I级 KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于对照组($P<0.05$)，III级 KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于II级、I级的KOA患者($P<0.05$)，II级KOA患者的膝关节髌骨T2值显著高于I级 KOA患者($P<0.05$)。见表4。

2.5 KOA患者膝关节各项形态、信号特征参数与WORMS评分的相关性 采用相关性分析法将不同KOA分级患者之间具有统计学意义的指标分别于WORMS评分进行相关性分析，结果显示：KOA患者的PFP髌骨高信号、膝关节软骨T2值、髌骨T2值均与WORMS评分呈正相关($P<0.05$)，PFP最大厚度与WORMS评分呈负相关($P<0.05$)。见表5。

表3 对照组和KOA组的膝关节软骨厚度、T2值、体积比较

组别	n	膝关节软骨厚度(mm)	膝关节软骨T2值(ms)	膝关节软骨体积(mm ³)
对照组	64	1.86±0.12	56.93±7.86	18.48±3.10
KOA组				
I级	40	1.83±0.10	61.80±6.81 ^a	17.85±3.47
II级	52	1.84±0.11	68.14±8.33 ^{ab}	17.57±3.82
III级	46	1.82±0.09	74.12±11.47 ^{abc}	17.29±3.55
F		1.493	19.291	2.550
P		0.411	0.000	0.247

注：与对照组比较^a $P<0.05$ 、与I级 KOA患者比较^b $P<0.05$ 、与II级 KOA患者比较^c $P<0.05$ 。

表4 对照组和KOA组的膝关节髌骨厚度、T2值、体积比较

组别	n	髌骨厚度(mm)	髌骨T2值(ms)	髌骨体积(cm ³)
对照组	64	1.96±0.15	71.39±7.80	2.86±0.76
KOA组				
I级	40	1.90±0.10	76.04±6.68 ^a	2.66±0.59
II级	52	1.86±0.12	83.49±9.90 ^{ab}	2.73±0.64
III级	46	1.89±0.14	92.37±11.53 ^{abc}	2.60±0.62
F		1.588	25.209	2.771
P		0.363	0.000	0.188

注：与对照组比较^a $P<0.05$ 、与I级 KOA患者比较^b $P<0.05$ 、与II级 KOA患者比较^c $P<0.05$ 。

表5 KOA患者膝关节各项形态、信号特征参数与WORMS评分的相关性

影像学参数	WORMS评分	
	r	P
QFP头尾径	-0.277	0.133
QFP高信号	0.173	0.248
PFP髌骨高信号	0.400	0.027
PFP最大厚度	-0.428	0.021
膝关节软骨T2值	0.513	0.013
髌骨T2值	0.498	0.015

3 讨论

KOA是一种常见的慢性关节疾病，显著影响患者的生活质量，MRI在评估KOA病变中扮演着重要角色。尽管医学影像技术

持续进步，但关于KOA患者PDW-SPAIR序列、软骨平均T2值的变化及其与不同K-L分级关系的深入研究仍有待加强。

本研究对比了不同K-L分级KOA患者的QFP与PFP的形态信号特征。结果显示，相较于对照组，III级、II级、I级KOA患者的QFP头尾径、QFP及PFP高信号患者占比均显著升高，且随着KOA病情加重，QFP高信号及PFP髌骨高信号占比在III级患者中的比例显著高于低级患者。提示KOA患者的关节软骨T2值升高、QFP及PFP形态信号特征改变，与膝关节病变严重程度密切相关。以往研究多聚焦于KOA导致的关节软骨退变和骨赘形成，而对QFP和PFP的关注较少^[13]。基于本研究结果进行分析，随着KOA病情的恶化，关节软骨逐渐磨损，关节间隙变窄，导致膝关节负荷分布不均，进而增加QFP的压力和摩擦。这种长期的机械刺激促使QFP发生代偿性增生，表现为头尾径的显著增大。同时，KOA引发的炎症反应也可能对QFP产生影响，导致脂肪垫内血管增生、水肿或纤维化，从而在MRI上呈现为高信号。随着KOA病情的进一步加

重, QFP的炎症反应和纤维化程度逐渐加剧, 导致在K-L分级较高的患者中, QFP高信号患者的占比显著增加。

以往研究称^[14], KOA导致的关节滑膜炎和关节内压力变化对PFP产生影响。炎症介质通过关节液渗透到PFP中, 引发其内部的炎症反应和水肿, 从而在MRI上表现为髌骨区域的高信号。关节内压力的增加会对PFP产生压迫作用, 导致其结构和功能的改变。结合本研究结果, 随着KOA病情的加重, PFP的炎症反应和水肿程度可能逐渐加重, 导致在K-L分级较高的患者中, PFP最大厚度的占比也显著增加。研究表明^[15-16], 关节软骨T2值升高是早期退变的关键标志, 并能预示KOA患者软骨、半月板和骨髓的形态学的变化情况。本研究对比了不同K-L分级KOA患者与对照组的膝关节软骨特征, 发现KOA患者膝关节软骨T2值随病情严重程度递增(Ⅲ级>Ⅱ级>Ⅰ级), 且均显著高于对照组($P<0.05$), 该结果表明T2值显著增高可以促进KOA的进展。KOA患者软骨进行性退变, 导致蛋白聚糖及含水量减少, 胶原基质及结构发生变化。T2值增高反映说明软骨基质内水分子自由移动性增加, 影响软骨力学性能和稳定性, 加速软骨退化, 加剧关节磨损。因此, T2值显著增高直接体现了软骨退化过程中的水分重新分布和分子运动状态改变, 是KOA病理进程加速的直接反映。以往研究也证实了KOA患者膝关节软骨T2值与疾病严重程度的正相关关系, 本研究结果与之一致^[17-18]。然而, 不同研究在T2值变化的幅度和趋势上存在差异, 未来研究需深化T2值与KOA病理机制关系。

单因素方差分析结果显示, K-L分级不同的KOA组与对照组在膝关节髌骨厚度、T2值及体积上存在显著差异, 其中T2值的差异尤为突出, 且KOA患者的膝关节髌骨T2值随病情分级递增(Ⅲ级>Ⅱ级>Ⅰ级), 且高于对照组。表明T2值增高与KOA严重程度密切相关。膝关节髌骨作为支撑体重和传递关节力的关键结构, 其退化性改变涉及软骨基质成分丢失、胶原纤维断裂及水分重新分布等生物化学和力学特性的显著变化。这些变化导致髌骨组织内部水分子自由移动性增加, 从而在MRI上呈现T2值显著增高。T2值的增高反映髌骨组织结构的退化, 影响髌骨的力学性能和稳定性, 加剧膝关节磨损和炎症反应, 进而加速KOA的进展。以往研究多关注KOA患者关节软骨的T2值变化, 而本研究则还涉及到膝关节髌骨, 发现髌骨T2值同样随KOA分级增加而显著升高^[19]。这一发现进一步丰富了我们对于KOA病理机制的理解。

以往有研究显示^[20], 随着WORMS评分的攀升, 软骨T2值随之增加, 直接印证了两者之间的正相关联系。本研究中进一步观察到, KOA患者的PFP髌骨高信号、膝关节软骨T2值及髌骨T2值均与WORMS评分呈现正相关, 而PFP最大厚度与WORMS评分呈负相关。表明KOA患者的膝关节结构变化, 尤其是髌骨和软骨的MRI特征, 与疾病的整体严重程度密切相关。PFP髌骨高信号反映了髌骨内部的水肿、炎症或纤维化等病理改变, 这些改变会促进KOA的发展, 导致WORMS评分上升。此外, 膝关节软骨和髌骨T2值的增加, 会使得软骨基质成分减少, 胶原纤维结构的破坏, 这些生物化学和力学特性的改变会促进KOA的病理进程, 促使WORMS评分持续升高。而PFP最大厚度的减小提示KOA进展过程中髌骨发生磨损和退化, 尽管这可能是髌骨的一种适应性改变, 但这也加剧了膝关节的不稳定性和磨损, 加速KOA的发展。然而, 本研究并未发现软骨、髌骨厚度与WOMAC评分之间存在显著相关性, 这可能与软骨下骨和滑膜在OA疼痛刺激中的关键作用有关, 而软骨本身并不含神经纤维, 无法直接产生疼痛, 因此与WOMAC评分的相关性不显著。

尽管本研究取得了一定进展, 但仍受限于较小的样本量。未来, 我们将致力于扩大样本规模, 以提升研究的科学性和准确性。

综上所述, KOA患者的关节软骨T2值显著增高、股四头肌脂肪垫及股前脂肪垫形态特征发生改变, 并且在一定程度上与KOA患者膝关节病变严重程度有相关性。

参考文献

- [1]Giorgino R, Albano D, Fusco S, et al. Knee osteoarthritis: epidemiology, pathogenesis, and mesenchymal stem cells: what else is new? An update[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(7): 6405-6406.
- [2]Jang S, Lee K, Ju JH. Recent updates of diagnosis, pathophysiology, and treatment on osteoarthritis of the knee[J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(5): 2619-2621.
- [3]Clark GP. Treatment options for symptomatic knee osteoarthritis in adults[J]. JAAPA, 2023, 36(11): 1-6.
- [4]Shimizu H, Shimoura K, Iijima H, et al. Functional manifestations of early knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Rheumatol, 2022, 41(9): 2625-2634.
- [5]郭浪山, 张慧丽, 董从松, 等. MRI在评估膝关节骨性关节炎软骨损害程度及临床分期的应用研究[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(12): 167-169.
- [6]李伟, 黄耀凯, 王洪林, 等. 膝关节关节炎患者滑膜与关节液中Notch通路相关蛋白变化的意义[J]. 实用骨科杂志, 2024, 30(5): 424-428.
- [7]Shi L, Wang K, Yu J, et al. Relationship between magnetic resonance t2-mapping and matrix metalloproteinase 1,3 in knee osteoarthritis [J]. Indian J Orthop, 2020, 55(4): 974-982.
- [8]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.
- [9]Wang Z, Lu J, Li Z, et al. Qualitative and quantitative measures in the infrapatellar fat pad in older adults: associations with knee pain, radiographic osteoarthritis, kinematics, and kinetics of the knee[J]. Acad Radiol, 2024, 31(8): 3315-3326.
- [10]中华医学会骨科学分会关节外科学组, 中国医师协会骨科医师分会骨关节炎学组, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院), 等. 中国骨关节炎诊疗指南(2021年版)[J]. 中华骨科杂志, 2021, 41(18): 1291-1314.
- [11]Fan T, Chen S, Zeng M, et al. Osteophytes mediate the associations between cartilage morphology and changes in knee symptoms in patients with knee osteoarthritis[J]. Arthritis Res Ther, 2022, 24(1): 217-220.
- [12]Teoh YX, Lai KW, Usman J, et al. Discovering knee osteoarthritis imaging features for diagnosis and prognosis: review of manual imaging grading and machine learning approaches [J]. J Healthc Eng, 2022, 2022(1): e4138666.
- [13]Li J, Fu S, Gong Z, et al. MRI-based texture analysis of infrapatellar fat pad to predict knee osteoarthritis incidence[J]. Radiology, 2022, 304(3): 611-621.
- [14]Satake Y, Izumi M, Aso K, et al. Association between infrapatellar fat pad ultrasound elasticity and anterior knee pain in patients with knee osteoarthritis[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): e20103.
- [15]孙伟伟, 黄部发, 李蕾. 多b值DWI及T2* mapping成像软骨定量分析技术在诊断KOA中的应用[J]. 影像科学与光化学, 2022, 40(5): 1241-1246.
- [16]Thaha R, Jogi SP, Rajan S, et al. A semi-automatic framework based upon quantitative analysis of MR-images for classification of femur cartilage into asymptomatic, early OA, and advanced-OA groups[J]. J Orthop Res, 2022, 40(4): 779-790.
- [17]Juras V, Szomolanyi P, Schreiner MM, et al. Reproducibility of an automated quantitative MRI assessment of low-grade knee articular cartilage lesions[J]. Cartilage, 2021, 13(1): 646-657.
- [18]康晶, 刘瞳, 唐嘉莹, 等. 核磁共振T2-star-mapping成像软骨定量分析联合血清COMP, P II ANP对膝骨关节炎的诊断价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(21): 4076-4080.
- [19]Fischer MA. From morphology to biomarker: quantitative texture analysis of the infrapatellar fat pad reliably predicts knee osteoarthritis[J]. Radiology, 2022, 304(3): 622-623.
- [20]Driban JB, Price LL, LaValley MP, et al. Novel framework for measuring whole knee osteoarthritis progression using magnetic resonance imaging[J]. Arthritis Care Res (Hoboken), 2022, 74(5): 799-808.

(收稿日期: 2024-12-11)

(校对编辑: 姚丽娜、翁佳鸿)