

论 著

3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描指导成年腰椎间盘突出诊断及分级的价值*

黄 丽 罗爱芳* 陈淑娇
陈鼎伟 欧阳林

联勤保障部队第九〇九医院(厦门大学附属东南医院)放射诊断科(福建 漳州 363000)

【摘要】目的 探讨3.0T磁共振成像(MRI)改良水-脂分离技术(mDixon-Quant)序列扫描指导成年腰椎间盘突出(DDD)诊断及分级的价值。方法 选取2021年1月至2021年10月在我院进行3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描的98位DDD患者, 获得其L₁/L₂-L₅/S₁椎间盘的T₂*值与上下位椎体脂肪分数(FF)值, 并根据Pfarrmann标准将相应椎间盘进行退行性变分级。比较不同Pfarrmann分级椎体的T₂*值、FF值, 并采用Spearman相关性分析Pfarrmann分级与T₂*值、FF值相关性。结果 不同DDD分级患者L₁/L₂-L₅/S₁椎间盘中T₂*值比较: I级>II级>III级>IV级>V级(均P<0.05)。在上位椎体中FF值为IV级>III级>V级>II级>I级(P<0.05); 在下位椎体中FF值为IV级>V级>III级>II级>I级(P<0.05)。Spearman相关分析发现, L₁/L₂-L₅/S₁椎间盘T₂*值均与Pfarrmann分级呈负相关(均P<0.05); 上、下位椎体FF值均与Pfarrmann分级呈正相关(均P<0.05)。结论 3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描测得成年DDD患者T₂*值低于、FF值高于标准值, 可用于成年DDD诊断, 且椎间盘Pfarrmann分级越高, 其对应的T₂*值越低, 呈负相关性, 对应的FF值越高, 呈正相关性。

【关键词】3.0T磁共振成像; 改良水-脂分离技术; Pfarrmann分级; T₂*值; 脂肪分数

【中图分类号】R445.2

【文献标识码】A

【基金项目】军队后勤科研课题(CLB21J017)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.09.051

Value of 3.0T MRI mDixon-Quant Sequence Scan on Guiding the Diagnosis and Grading of Degenerative Disc Disease in Adults*

HUANG Li, LUO Ai-fang*, CHEN Shu-jiao, CHEN Ding-wei, OUYANG Lin.

Joint Support Force No. 909 Hospital(Southeast Hospital Affiliated to Xiamen University) Diagnostic Radiology, Zhangzhou 363000, Fujian Province, China

Abstract

Objective To explore the value of 3.0T magnetic resonance imaging (MRI) modified water-lipid separation (mDixon-Quant) sequence scan on guiding the diagnosis and grading of degenerative disc disease (DDD) in adults. **Methods** 98 patients with DDD who underwent 3.0T MRI mDixon-Quant sequence scan in our hospital from January 2021 to October 2021 were selected to obtain the T₂* values of L₁/L₂-L₅/S₁ intervertebral discs and the upper and lower vertebral fat fraction (FF) values. The corresponding intervertebral discs were collected for degeneration grading according to Pfarrmann criteria. The T₂* value and FF value were compared among different Pfarrmann grading vertebral bodies, and Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between Pfarrmann grading and T₂* value and FF value. **Results** The T₂* values of L₁/L₂-L₅/S₁ intervertebral discs in patients with different DDD grades were shown as grade I > Grade II > Grade III > Grade IV > Grade V (all P<0.05). FF value of upper vertebral body was manifested as grade IV > grade III > grade V > grade II > grade I (P<0.05). The FF value of the lower vertebral body showed grade IV > grade V > grade III > grade II > grade I (P<0.05). Spearman correlation analysis showed that T₂* values of L₁/L₂-L₅/S₁ intervertebral discs were negatively correlated with Pfarrmann grading (all P<0.05). The FF values of upper and lower vertebral bodies were positively correlated with Pfarrmann grading (all P<0.05). **Conclusion** 3.0T MRI mDixon-Quant sequence scan shows that the T₂* value is lower and FF value is higher than the standard value in adults with DDD, which can be used for the diagnosis of adult DDD. The higher the grade of intervertebral disc Pfarrmann, the lower the corresponding T₂* value, showing a negative correlation, and the higher the corresponding FF value, showing a positive correlation.

Keywords: 3.0T Magnetic Resonance Imaging; Modified Water-lipid Separation; Pfarrmann Grading; T₂* Value; Fat Fraction

腰椎间盘突出性改变(DDD)是脊柱外科疾病中发病率最高的疾病, 是由椎间盘的基质代谢失衡所致, 且基质金属蛋白酶等细胞因子和炎症介质参与病变过程, 可出现椎间内生物力学、生物化学及病理解剖的改变, 导致椎间盘退变, 引起的下腰痛^[1]。椎间盘作为人体最大的无血管性组织, 其营养物质主要来源于终板, 营养是由椎体内经软骨终板输送至椎间盘, 因此, 终板软骨损伤、椎间盘周围脂肪组织减少被认为是DDD发生的重要因素^[2-3]。对DDD的早期诊断、准确分级和量化评估对于临床诊治和预后具有重要意义。DDD同样也是骨科、影像科医师普遍关注的问题, 随着影像学技术的发展, 尤其是核磁共振(MRI)、CT等影像学手段的普及, 人们对其的认知也在不断的深化和完善。MRI技术具有良好软组织分辨力, 尤其在骨关节系统中更具优势, 骨关节、软骨、韧带层次分明, 明显优于常规的CT检查; 改良水-脂分离技术(mDixon-Quant)序列扫描是新发展的MRI成像技术, 通过获取椎间盘感兴趣区T₂*值以及上、下位椎体脂肪分数(FF)值, 从而实现对DDD患者椎间盘生化改变的定量分析^[4-5]。基于此, 本研究分析98例行3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描患者影像资料, 获取其L₁/L₂-L₅/S₁椎间盘的T₂*值、上下位椎体FF值, 探讨其对成年DDD的诊断及分级价值, 以期对成年DDD的早期诊断及分级提供参考, 现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2021年1月至2021年10月在我院进行3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描的98位患者。其中男41例, 女57例; 年龄为22-77(48.42±5.11)岁; 检查原因: 腰痛56例, 下肢麻木、刺痛19例, 下肢无力23例。

纳入标准: 行3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描, 且影像资料清晰可用; 临床资料完整; 年龄≥18岁。排除标准: 影像资料质量不达标; 腰椎发育异常或腰椎骨折、外伤史; 腰椎肿瘤史; 代谢性骨病史。

1.2 检查方法 利用3.0T MRI扫描仪(Philips Ingenia 3.0 T, the Netherlands), 以32通道椎体表面相控线圈, 对患者进行腰椎扫描。患者采用仰卧位, 身体与床体保持平行, 扫描部位尽可能接近主磁场和线圈中心, 膝部放置海绵垫, 以控制腰椎静止。参数设置: 矢状位T₂WI-TSE序列: TR 2500ms, TE 107ms, 层厚3mm, 层间距0.8mm, 采集次数2次; 矢状面mDixon-Quant序列: TR 5.6ms, TE 0.95ms, FOV 400mm×350mm, 矩阵368×214, 翻转角3°, 层厚3mm, 层间距0, 扫描时间17s。

1.3 影像分析 由2名肌骨影像诊断经验丰富的医师进行图像观察, 结果有异议时共同协商。Pfarrmann分级标准^[6], 见表1。

【第一作者】黄 丽, 女, 初级技师, 主要研究方向: 腰椎退行性变影像检查技术。E-mail: 18759771356@163.com

【通讯作者】罗爱芳, 女, 主管技师, 主要研究方向: 磁共振技术。E-mail: 644130583@qq.com

表1 椎间盘Pfirrmann形态学分级

项目	I 级	II 级	III级	IV级	V 级
组织结构	均匀	不均匀, 有或没有中部分层带	不均匀, 灰色	不均匀, 灰黑色	不均匀, 黑色
髓核与纤维环的分界	清晰	清晰	模糊	消失	消失
信号强度	高信号	中至高信号	中等信号	中至低信号	低信号
椎间盘高度	正常	正常	正常或轻度减退	正常或中度减退	椎间隙塌陷

T2*值、FF值获取: 由1名经验丰富的技师负责向处理工作站(intellispace portal workstation, Philips)传送mDixon-Quant序列采集数据, 并进行L₁/L₂~L₅/S₁椎间盘T2*值及邻近上位、下位椎体FF值测量, 测量层面参照正中矢状面T₁WI手动绘制, 尽可能选取符合Pfirrmann分级的层面, 对每个椎间盘进行3次测量, 取平均值, 确保数据真实性、有效性。

1.4 统计学方法 采用SPSS 22.0软件进行分析, 计数资料以n(%)表示, 采用 χ^2 检验; 计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示, 所有数据经检验均呈正态分布, 两组间比较采用t检验, 多组比较采用单因素方差分析; T2*值、FF值与Pfirrmann分级相关性采用Spearman等级相关性分析; 以P<0.05表示有统计学意义。

2 结 果

纳入98例患者, 共计490个椎间盘, 其中L₁/L₂~L₅/S₁椎间盘I级个数分别为38个、40个、30个、15个、15个, 共计138个; II级个数分别为39个、26个、26个、26个、33个, 共计150个; III级个数分别为18个、23个、22个、22个、26个, 共计111个; IV级个数分别为3个、9个、17个、31个、19个, 共计79个; V级个数分别为0个、0个、3个、4个、5个, 共计12个。

2.1 不同Pfirrmann分级椎体的T2*值比较 在L₁/L₂~L₅/S₁椎间盘中T2*值均为I级>II级>III级>IV级>V级(均P<0.05), 见表2。

2.2 不同Pfirrmann分级椎体的FF值比较 在上位椎体中FF值为IV级>III级>V级>II级>I级(P<0.05), 在下位椎体中FF值为IV级>V级>III级>II级>I级(P<0.05), 见表3。

2.3 T2*值与Pfirrmann分级相关性 Spearman相关分析发现, L₁/L₂~L₅/S₁椎间盘T2*值均与Pfirrmann分级呈负相关(均P<0.05), 见表4。

2.4 FF值与Pfirrmann分级相关性 Spearman相关分析发现, 上、下位椎体FF值均与Pfirrmann分级呈正相关(均P<0.05), 见表5。

2.5 典型病例影像分析 典型病例影像分析结果见图1。患者女, 57岁, 入院后行3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描, 图1A显示该患者腰椎间盘L₁/L₂~L₅/S₁ T2*值分别为57.167ms、43.15ms、43.81ms、38.144ms、37.411ms, 选取伪彩区域时包含椎间盘髓核和纤维环; 图1B显示该患者腰椎FF值分别为74.212%、76.19%、77.363%、75.092%、74.139%, ROI设置于椎体骨髓L₁-S₁中央区, 避开骨皮质和血管。

表2 不同Pfirrmann分级椎体的T2*值比较

Pfirrmann分级	L ₁ /L ₂		L ₂ /L ₃		L ₃ /L ₄		L ₄ /L ₅		L ₅ /S ₁	
	椎间盘个数(个)	T2*值	椎间盘个数(个)	T2*值	椎间盘个数(个)	T2*值	椎间盘个数(个)	T2*值	椎间盘个数(个)	T2*值
I 级	38	35.29±6.12	40	40.09±9.69	30	40.66±5.58	15	41.53±7.21	15	37.48±6.65
II 级	39	32.04±5.05	26	39.46±10.87	26	40.65±6.84	26	40.91±6.53	33	37.18±7.81
III级	18	30.07±5.39	23	32.39±7.36	22	36.56±5.60	22	36.13±6.57	26	33.79±6.22
IV级	3	29.29±6.51	9	30.01±7.55	17	28.25±4.90	31	32.30±6.99	19	26.64±6.90
V 级	0	—	0	—	3	18.13±5.57	4	22.96±6.40	5	19.51±4.37
F值	4.600		5.875		23.260		11.750		13.300	
P值	0.005		0.001		<0.001		<0.001		<0.001	

表3 不同Pfirrmann分级椎体的FF值比较

Pfirrmann分级	椎间盘个数(个)	上位椎体FF值	下位椎体FF值
I 级	138	31.42±8.42	32.82±8.76
II 级	150	44.08±10.01	44.89±10.40
III级	111	53.65±11.60	54.78±9.69
IV级	79	54.45±11.60	55.84±10.32
V 级	12	52.03±12.68	55.22±12.93
F值		97.150	106.400
P值		<0.001	<0.001

表4 T2*值与Pfirrmann分级相关性

	Pfirrmann分级	
	r	P
L ₁ /L ₂ T2*值	-0.295	0.003
L ₂ /L ₃ T2*值	-0.334	0.001
L ₃ /L ₄ T2*值	-0.572	<0.001
L ₄ /L ₅ T2*值	-0.416	<0.001
L ₅ /S ₁ T2*值	-0.500	<0.001

表5 FF值与Pfirrmann分级相关性

	Pfirrmann分级	
	r	P
上位椎体FF值	0.678	<0.001
下位椎体FF值	0.559	<0.001

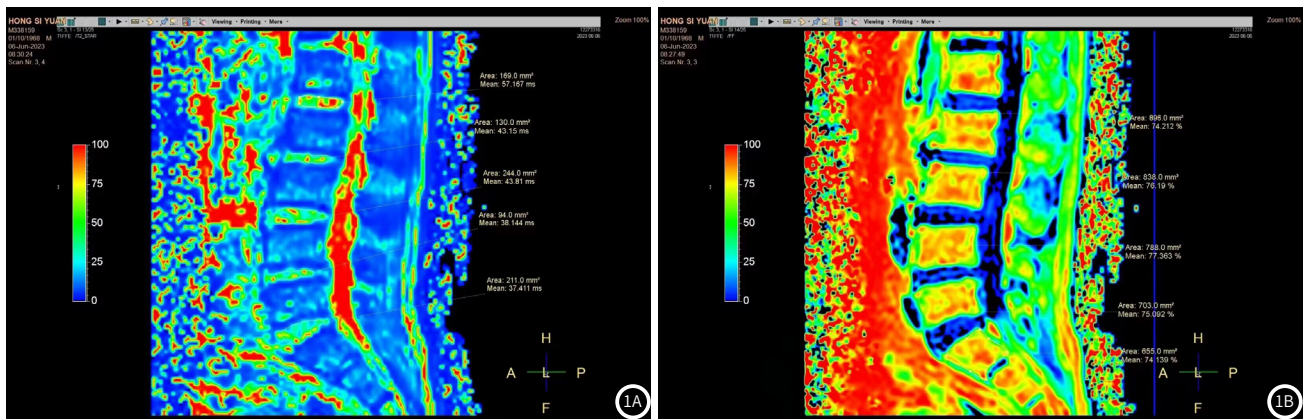


图1A-图1B 1例成年DDD患者影像资料

3 讨论

腰椎间盘突出是人体最早发生退行性变的组织之一。近年来,以T2*值和FF值为指标的MRI新技术对DDD进行评估,已成为国内外的研究热点^[7]。MRI作为一种检测DDD的重要诊断检查,能够准确地反映出椎间盘内的信号与形态改变^[8],并量化DDD分级,有利于对不同分级患者实施相适宜的治疗手段,改善预后。因此,如何将其早期检出并量化DDD对临床有重大意义,是目前临床亟待解决的问题。

mDixon-Quant法利用三维梯度回波Dixon序列,可实现水、脂肪信号在正、反相位分离,一次扫描即可得到全腰椎间盘的T2*值与FF值,且与常规扫描相比,该技术具有更好的信噪比、更快的采集速度、更稳定、易于图像后处理等优势^[9-10]。本研究探讨不同Pfmann分级患者的T2*值发现,在L1/L2~L5/S1椎间盘中T2*值均为I级>II级>III级>IV级>V级(均 $P<0.05$)。另外,本研究发现L1/L2~L5/S1椎间盘T2*值均与Pfmann分级呈负相关(均 $P<0.05$)。提示T2*值可用于成年DDD诊断,且椎间盘Pfmann分级越高,其对应的T2*值越低,具有负相关性。罗爱芳等^[11]通过对DDD患者椎间盘MRI mDixon-Quant影像资料分析发现,T2*值与Pfmann分级之间存在着显著的负相关,此结论与研究结果相吻合。国外学者研究发现,椎间盘具有类似于关节软骨的特征,DDD其主要的变化为蛋白多糖的丢失,属于生化改变,导致椎间盘含水量降低而发生退行^[12-13]。翟树佳等^[14]研究提出,T2*值是反映椎间盘生化特征的重要指标,且T2*值与椎间盘胶原组织含量的相关性较高,甚至高于Pfmann分级与椎间盘胶原组织含量的相关性程度。说明T2*值在DDD诊断中具有更好的应用价值。而Pfmann分级越高的DDD患者,其椎间盘生化改变越显著,其所测得T2*值越低,说明T2*值与椎间盘Pfmann形态学分级具有显著负相关性。

此外,本研究探讨不同Pfmann分级患者的FF值发现,不同Pfmann分级患者上、下位椎体中FF值存在显著差异($P<0.05$)。另外,本研究还发现上、下位椎体FF值均与Pfmann分级呈正相关(均 $P<0.05$)。提示FF值可用于成年DDD诊断,且椎间盘Pfmann分级越高,其对应的FF值也越高,具有正相关性。椎体骨髓脂肪含量与骨密度之间存在着显著的负相关性,并且与骨质疏松之间也存在着密切的联系,基于此,骨髓脂肪测量是一种非常可靠的分析骨质变化的无创手段^[15-16]。腰椎旁肌肉的脂肪含量与椎间盘高度降低即DDD的发生有着密切关系,其原因在于:在腰椎旁肌肉退行性改变的过程中,其正常的肌纤维形态也会发生改变,被脂肪替代,进而导致腰椎功能退化、稳定性减弱,引起关节软骨、椎间盘等结构负荷增加,最终导致DDD发生;同时,DDD患者的腰椎稳定性下降,椎旁肌发生代偿,进一步导致椎旁肌负荷失衡,导致退行性病变,最终导致椎旁肌的萎缩和脂肪化,形成恶性循环^[17-18]。故可在椎间盘Pfmann分级越高的DDD患者影像资料中发现其FF值越高。

综上所述,3.0T MRI mDixon-Quant序列扫描测得成年DDD患者T2*值低于、FF值高于标准值,可用于成年DDD诊断,且椎间盘Pfmann分级越高,其对应的T2*值越低,呈负相关性,对应的FF值越高,呈正相关性。

参考文献

- [1]尹屹屹,祁全.腰椎间盘退行性改变研究进展[J].国际骨科学杂志,2020,41(2):95-99.
- [2]江丽红,吴晓峰,欧阳林,等.基于代谢组学腰椎间盘退变的计算机辅助诊断[J].中国组织工程研究,2021,25(24):3796-3803.
- [3]汤阳杰.腰椎间盘退变的多样性辅助诊断研究[D].闽南师范大学,2022.
- [4]Zou L,Zhang H,Wang Q,et al.Simultaneous liver steatosis,fibrosis and iron deposition quantification with mDixon quant based on radiomics analysis in a rabbit model[J].Magn Reson Imaging,2022,94(11):36-42.
- [5]Zhu S,Tian A,Guo L,et al.Investigation of Diagnostic Biomarkers for Osteoporosis Based on Differentially Expressed Gene Profile with QCT and mDixon-Quant Techniques[J].Orthop Surg,2021,13(7):2137-2144.
- [6]Pfmann CW,Metzdorf A,Zanetti M,et al.Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration[J].Spine (Phila Pa 1976),2001,26(17):1873-8.
- [7]张鑫涛,陈倩敏,陈佳玲,等.基于mDIXON-quant的腰椎骨髓脂肪含量与性别、年龄、体重指数、腰围及内脏脂肪的相关性[J].临床放射学杂志,2019,38(7):1292-1296.
- [8]冯国洋,郭龙军,王娟,等.MRI参数对腰椎间盘突出症患者椎间盘退变程度的评估价值及与JOA、VAS评分相关性[J].影像科学与光化学,2021,39(2):207-212.
- [9]黄文亮,吴淑芬,周山.mDixon-Quant在原发骨质疏松治疗效果评价中应用[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(4):153-155.
- [10]Tang R,Tang G,Hua T,et al.mDIXON-Quant technique diagnostic accuracy for assessing bone mineral density in male adult population[J].BMC Musculoskelet Disord,2023,24(1):125.
- [11]罗爱芳,黄丽,陈鼎伟,等.基于mDIXON-Quant定量T2*值在腰椎间盘退行性变程度评估中的临床价值分析[J].医学影像学杂志,2022,32(2):312-316.
- [12]Zhang Y,Zhou Z,Wang C,et al.Reliability of measuring the fat content of the lumbar vertebral marrow and paraspinal muscles using MRI mDIXON-Quant sequence[J].Diagn Interv Radiol,2018,24(5):302-307.
- [13]唐睿,汤光宇,涂云,等.mDIXON-Quant技术评估中老年女性骨质量的临床研究[J].中国骨质疏松杂志,2022,28(2):237-243.
- [14]翟树佳,马景旭,赵丽萍,等.脂肪定量在原发性骨质疏松症中的诊断应用[J].实用放射学杂志,2018,34(1):71-74.
- [15]李勉文,崔运能,赵银霞,等.腰椎骨髓脂肪沉积与椎间盘退变Pfmann分级的相关性研究[J].临床放射学杂志,2017,36(12):1838-1842.
- [16]纪亚芸.腰椎间盘退变及软骨终板改变与腰椎脂肪含量相关性定量MR研究[D].广东药科大学,2020.
- [17]汪洋,查云飞,邢林.腰椎旁肌肉脂肪含量与椎间盘退变关系的定量MRI研究[J].磁共振成像,2018,9(11):819-824.
- [18]叶佩佩.腰痛患者腰椎骨髓脂肪浸润和椎间盘退变MRI分析[D].温州医科大学,2021.

(收稿日期:2023-08-01)

(校对编辑:韩敏求)