

临床研究

DOI: 10.13406/j.cnki.cyxh.002948

多回波化学位移编码水脂成像技术定量评估退行性脊柱侧凸患者多裂肌退行性变的初步研究

何 敏¹, 陈品珍¹, 陈 灿², 罗 飞², 陈 伟¹, 王 健¹, 赵 骏¹

(陆军军医大学第一附属医院 1. 放射科; 2. 骨科, 重庆 400038)

【摘要】目的:运用 3.0 T 磁共振(magnetic resonance, MR)多回波化学位移编码水脂成像(chemical shift-encoding water-fat imaging, Dixon)技术,定量评估退行性脊柱侧凸(degenerative scoliosis, DS)患者多裂肌(multifidi, MF)退行性变与非畸形者的差异性。**方法:**分析陆军军医大学第一附属医院 2018 年 7 月至 2020 年 6 月行 3.0 T MR 腰椎 Dixon 序列扫描的检查者 60 例, 30 例 DS 患者为 DS 组, 30 例非 DS 患者为对照组。2 名放射医师采用双盲法测量 2 组人群 Dixon 序列中腰椎 4/5 椎间盘(L4/5)层面 MF 脂肪浸润度(fat infiltration, FI)、横截面积(cross sectional area, CSA)及椎间盘面积, 比较其一致性。计算双侧 MF 脂肪含量均值百分比(FI%), 双侧 MF 相对 CSA(relative CSA, RCSA)、双侧 MF 功能性 CSA(functional CSA, FCSA)、双侧 MF 面积不对称率(asymmetry ratio of area, AAA)、双侧脂肪浸润度不对称指数(asymmetry ratio of fat infiltration index, AAFI)的差异性, 并比较 2 组奥斯特维斯残疾指数(Oswestry disability index, ODI)、腰和下肢疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale scores, VAS)、腰罗兰莫里斯功能障碍调查(Roland-Morris disability questionnaire, RMD)问卷评分的差异性, 受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)法计算双侧 MF FI%、AAFI、ODI、RMD、腰椎和下肢 VAS 总和评分曲线下面积。**结果:**2 位独立观察者对多裂肌的 CSA、FI%及椎间盘面积的重复测量具有较好的一致性(ICC>0.9); DS 组与对照组双侧 MF FI%、RCSA、FCSA、AAFI 有统计学差异($P<0.05$); ODI、VAS、RMD 有统计学差异($P<0.05$); 2 组双侧 MF FI%、AAFI、ODI、RMD、VAS 的 ROC 曲线下面积分别为 0.818、0.754、0.984、0.947、0.933。**结论:**多回波 Dixon 序列双侧 MF FI%、AAFI 能定量反映 DS 患者的疼痛加重程度与生活质量下降程度, 并与患者的临床评估指标有良好的一致性, 与对照组有显著鉴别效能。

【关键词】化学位移编码水脂成像; 磁共振; 多裂肌; 脂肪浸润**【中图分类号】**R445.2; R811.5; R816**【文献标志码】**A**【收稿日期】**2021-08-09

Evaluating multifidi degeneration in patients with degenerative scoliosis using multi-echo Dixon sequence: a preliminary study

He Min¹, Chen Pinzhen¹, Chen Can², Luo Fei², Chen Wei¹, Wang Jian¹, Zhao Jun¹

(1. Department of Radiology; 2. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital, Army Medical University)

【Abstract】Objective: To quantitatively evaluate the multifidi (MF) degeneration by using multi-echo 3.0 T magnetic resonance (MR) chemical shift-encoding water-fat imaging (Dixon) sequence in patients with degenerative scoliosis (DS) and contrast with those in non-DS volunteers. **Methods:** Sixty subjects who underwent 3.0 T MR lumbar examination using Dixon sequence from July 2018 to June 2020 in our hospital were included in this study, with thirty DS patients (DS group) and thirty non-DS volunteers (control group). The fat infiltration (FI) and cross sectional area (CSA) at the MF on levels L4 through L5 (L4/5) of all subjects were measured by two radiologists using the double-blind method to compare consistency. The mean percentage of FI (FI%), relative CSA (RCSA), functional CSA (FCSA), asymmetry ratio of area (AAA) and asymmetry ratio of fat infiltration index (AAFI) of bilateral MF at L4/5 were calculated, and the differences were compared between DS and control groups. The statistical significance of Oswestry disability index (ODI), sum of visual analogue scale scores (VAS) at lumbar and legs and Roland-Morris disability questionnaire (RMD) scores

between DS patients and control volunteers were also compared. Receiver operating characteristic (ROC) curve of FI%, AAFI, ODI, RMD and VAS were calculated. **Results:** Interobserver agreement of FI% and CSA was excellent between the two radiologists (ICC>0.9). The FI%, RCSA, FCSA and AAFI of bilateral MF were statistically significant ($P<0.05$). ODI, VAS and RMD obtained from DS group showed a significantly higher

作者介绍:何 敏, Email: deng16161@163.com,

研究方向: 骨关节磁共振成像技术。

通信作者:赵 骏, Email: zhaojun555@aliyun.com。**基金项目:**重庆市技术创新与应用发展专项面上资助项目(编号: cstc2019jscx-msxmX0221)。**优先出版:** <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20211206.1625.036.html>
(2021-12-07)

scores than those from control group. Areas of FI%, AAFI, ODI, RMD and VAS under the ROC curve were respectively 0.818, 0.754, 0.984, 0.947 and 0.933. **Conclusion:** The FI% and AAFI of bilateral MF at L4/5 level calculated by multi-echo Dixon image will reflect the worse pain and quality of life of DS patients, which has good consistency with clinical factors, with a valuable diagnostic efficacy to identify non-DS volunteers.

[Key words] chemical shift-encoding water-fat imaging; magnetic resonance; multifidi; fat infiltration

退行性脊柱侧凸 (degenerative scoliosis, DS) 是除了医源性脊柱畸形外导致成年人脊柱畸形发生的最常见原因之一, 好发于骨骼发育成熟后的成年人群, 属于一种冠状位 Cobb 角 $>10^\circ$ 的进行性脊柱畸形^[1-2]。DS 多见于中老年人群^[3], 主要发生在腰椎, 程度轻但进展快^[4], 随着年龄的增长出现退行性变而呈现全球数量增长的趋势^[5], 常伴有明显的腰痛、神经根源性疼痛和间歇性跛行, 患者的生活质量下降和家庭经济负担加重引起社会广泛的关注。导致腰椎稳定性破坏形成 DS 是一个复杂的过程: 椎体、椎间盘、关节突关节、韧带及椎旁肌共同协同作用的结果, 作为脊柱稳定维持的效应器, 近年来椎旁肌在 DS 的发生发展过程中受到越来越多的关注。

腰椎椎旁肌退行性变是一个特殊的研究方向, 在椎间盘退行性变、慢性腰背痛和各种腰椎病变的发病机制研究中起重要作用^[6]。椎旁肌包括多裂肌、竖脊肌和腰大肌, 在维持脊柱稳定和运动中起重要作用^[7]。椎旁肌群中, 多裂肌 (multifidi, MF) 在脊柱的稳定性中发挥重要作用, 维持着 2/3 脊柱节段的稳定性^[8]。MF 的功能评价是临床评估慢性腰背痛患者的一部分, 其功能改变与保守治疗的随访疗效评估具有相关性^[9]。MRI 在评价 MF 退行性变的研究中有重要价值, 在形态学改变的基础上 (包括横截面积大小、不对称程度参数) 能够定量评估椎旁肌脂肪浸润程度 (fat infiltration, FI), 从而反映 MF 萎缩和力量强度变化^[10]。

近年来, 化学位移编码水脂成像 (chemical shift-encoding water-fat imaging, Dixon) 技术被用于高分辨脂肪含量测定中, 且已证明 6 点法多回波 Dixon 水脂定量分析技术在慢性腰背痛患者 MF 的脂肪浸润度计算中优于 2 点、3 点技术分析^[11]。Dixon 成像技术在形态学和功能学评估 DS 患者椎旁肌的系统应用尚无报道, 主要集中在正常人和慢性腰背痛病变患者中, 因此本研究分析 DS 患者 L4/5 椎间盘椎

旁肌改变情况 (L4/5 椎间盘椎旁肌脂肪含量为整体躯干肌脂肪含量标志性节段^[12]), 并与非 DS 患者进行对比探讨其应用价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究通过医院伦理委员会批准。分析 2018 年 7 月至 2020 年 6 月期间在陆军军医大学第一附属医院确诊为 DS 的患者 30 人, 男 3 人, 女 27 人, 平均年龄 (63.33 ± 6.73) 岁。纳入标准: 年龄 >50 岁; 初次确诊 DS (Cobb 角 $>10^\circ$); 无神经根病变, 未接受过 DS 手术治疗。同期招募年龄、性别分布基本一致的非 DS 志愿者 30 人为对照组, 男 7 人, 女 23 人, 平均年龄 (60.90 ± 6.18) 岁。排除标准: 强直性脊柱炎、脊柱肿瘤、脊柱结核、脊髓感染; 脊柱手术史 2 年内; 1 年内有创伤性或骨质疏松性脊柱压缩性骨折史; 严重的盆腔、臀部、膝盖或下肢病变; 患者体内有金属植入物, 不能接受核磁共振检查; 其他严重全身性疾病^[13]。

1.2 方法

1.2.1 扫描方案 所有患者使用本院西门子 3.0 T 超导型核磁共振仪 (Siemens Trio Tim, Erlangen, Germany) 完成检查, 线圈为 6 通道体表和体部线圈。采集序列方案为: ①腰椎矢状位 T2/T1 加权快速自旋回波序列 (T2WI/T1WI); ②腰椎间盘 (L3-S1) 横轴位 T2 加权快速自旋回波序列 (T2WI); ③以腰 4/5 椎间盘为中心的横断位 T2 加权三维可变翻转角快速自旋回波序列 (sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolutions, SPACE); ④以腰 4/5 椎间盘为中心的横断位 6 回波 Dixon 序列, 扫描参数见表 1。

表 1 MRI 扫描序列参数

参数	T2WI/T1WI	T2WI	SPACE	Dixon
方位	矢状位	横断位	横断位	横断位
重复时间/ms	3820/644	3100	1500	9.05
回波时间/ms	86/9.5	94	131	1.23/2.48/3.73/ 4.98/6.23/7.48
层厚/mm	3	3	1	3
矩阵	384 × 288	384 × 288	320 × 320	256 × 256
视野/mm	400 × 400	210 × 210	220 × 220	420 × 328
采集时间/s	66/54	70	218	44

1.2.2 数据测量方法 将所有患者以 L4/5 为中心获得的 SPACE 序列和 Dixon-Vibe 序列图像导入 Siemens 后处理工作站,利用 SPACE 序列图像的各项同性(1 mm×1 mm×1 mm)的薄层特点重建出 L4/5 椎间盘中心层面图;在矢状、冠状定位像图中确定 Dixon-Vibe 序列图像在 L4/5 椎间盘的中心层面,以 SPACE 序列获得的高分辨率重建图作为参考,沿左右侧多裂肌肌肉边缘勾画兴趣区(region of interest,ROI),获得左右侧多裂肌水信号(SIwater)、脂肪信号(SIfat),双侧多裂肌横截面积(cross sectional area,CSA),勾画同层面对应的椎间盘 ROI,获得同层椎间盘面积值。多裂肌脂肪浸润程度计算公式为:FI%=SIfat/(SIfat + SIwater)×100%;排除个体差异性,相对横截面积(relative CSA,RCSA)公式为:多裂肌面积/同层面椎间盘面积;功能性横截面积(functional CSA,FCSA)=(1-FI%)×CSA;不对称程度为:(高侧值-低侧值)/高侧值×100%。所有 ROI 勾画分别由 2 名具 5 年以上骨肌工作经验的放射医师独立完成,2 次测量的结果数值大于 50 时,由第三位高年资医师重新执行测量步骤,作为最终结果。采用组内相关系数(intraclass correlation efficient,ICC)评估重复测量结果的一致性,ICC<0.4 为可重复性较差;ICC>0.75 为可重复性较好。

1.2.3 患者生活质量评分 使用奥斯维斯残疾指数(Oswestry disability index,ODI)、罗兰莫里斯功能障碍调查(Roland-Morris disability questionnaire,RMD)问卷评估腰椎功能障碍,评分越高,功能障碍越严重;采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale scores,VAS)评定腰椎和下肢的疼痛程度,评分越高,疼痛程度越大。

1.3 统计学处理

使用 SPSS 25.0 对所有数据进行统计学分析。结果以均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。椎旁多裂肌 FI%、CSA、椎间盘面积测量结果的一致性采用 ICC Two-way random 模型中 absolute agreement 类型进行计算。对年龄、身高、体质量、平均体质指数(body mass index,BMI)服从正态分布和方差齐性的参数,采用独立 t 检验比较 2 组差异性,使用校正卡方检验比较 2 组性别差异,非正态分布或方差不齐参数的差异比较采用 Wilcoxon 秩和检验,Mann-Whitney U 检验计算 2 组双侧 MF FI%、RCSA、FCSA、双侧脂肪浸润度不对称指数(asymmetry ratio of fat infiltration index,AAFI)和生活质量 ODI、RMD 以及

腰椎和下肢 VAS 总和差异性。检验水准 $\alpha=0.05$ 。使用受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic curve,ROC)曲线下面积定量评估双侧 MF FI%、AAFI、ODI、RMD、腰椎和下肢 VAS 总和 DS 敏感性。

2 结果

2.1 一般资料比较

2 组患者性别、年龄、身高、体质量、BMI 差异无统计学意义($P>0.05$)。2 组基础资料一致(表 2)。

表 2 受试者人口统计学资料($n=60$)

指标	DS组	对照组	统计值	P 值
性别(男/女)	3/27	7/23	1.080	0.299
年龄/岁	63.333±6.733	60.900±6.178	1.459	0.150
身高/cm	151.957±6.904	155.430±7.443	-1.874	0.066
体质量/kg	58.143±8.523	57.605±6.782	0.271	0.788
BMI/(kg·m ⁻²)	25.164±3.182	23.896±2.710	1.662	0.102

2.2 一致性测量结果

多裂肌的左右侧 FI%、CSA 和椎间盘面积测量结果在 2 位独立测量者的重复测量比较下具有良好的一致性(ICC>0.9)(表 3),取两者均值作为最终结果。

表 3 多裂肌和椎间盘面积的一致性分析

项目	左侧	右侧	P 值
多裂肌 FI%	0.991(0.985~0.995)	0.995(0.991~0.997)	<0.001
多裂肌 CSA	0.968(0.946~0.981)	0.972(0.954~0.983)	<0.001
椎间盘面积	0.966(0.940~0.981)		<0.001

2.3 2 组影像学资料和临床生活质量评分的差异性比较

在使用 Dixon 序列扫描的 L4/5 层面图像中,测得 2 组多裂肌双侧平均 FI%值 DS 组明显大于对照组($P<0.001$),DS 组 RCSA、FCSA 值小于对照组,差异有统计学意义($P=0.006$ 、 0.001);比较 2 组两侧多裂肌 FI%与 CSA 的不对称程度,DS 组 AAFI 大于对照组($P=0.001$),与对照组在双侧 MF 面积不对称率(asymmetry ratio of area,AAA)方面的差异无统计学意义($P=0.092$);2 组患者在 ODI、RMD、VAS 的评分结果中,DS 组明显大于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$)(表 4)。组内 AAFI 与 AAA 相比较,在 DS 组患者中,两侧 AAFI 大于

表 4 2 组多裂 Dixon 参数和生活质量参数差异性对比

项目	Dixon多裂肌形态和功能参数					患者生活质量评分		
	FI%	RCSA	FCSA	AAFI	AAA	ODI	RMD	VAS
DS组	27.607±9.867	0.311±0.096	4.534±1.281	19.132±9.252	13.296±9.511	41.700±19.974	12.567±6.334	8.100±5.647
对照组	17.311±5.621	0.376±0.080	5.668±1.242	10.607±8.409	8.886±6.438	2.267±3.991	0.773±2.180	0.900±1.626
t/z 值	-4.228	-2.852	-3.484	-3.386	-1.685	-6.547	-6.280	-5.874
P 值	<0.001	0.006	0.001	0.001	0.092	0.000	0.000	0.000

AAA ($P=0.014$); 在对照组患者中, 差异无统计学意义 ($P=0.535$) (图 1)。图 2 分别为一例 DS 患者和健康志愿者扫描定位和勾画测量方法, 以及多裂肌退变程度对比。

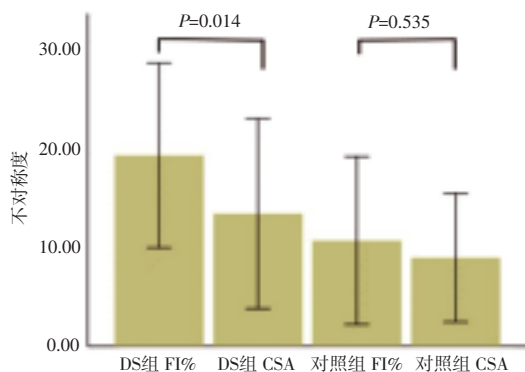
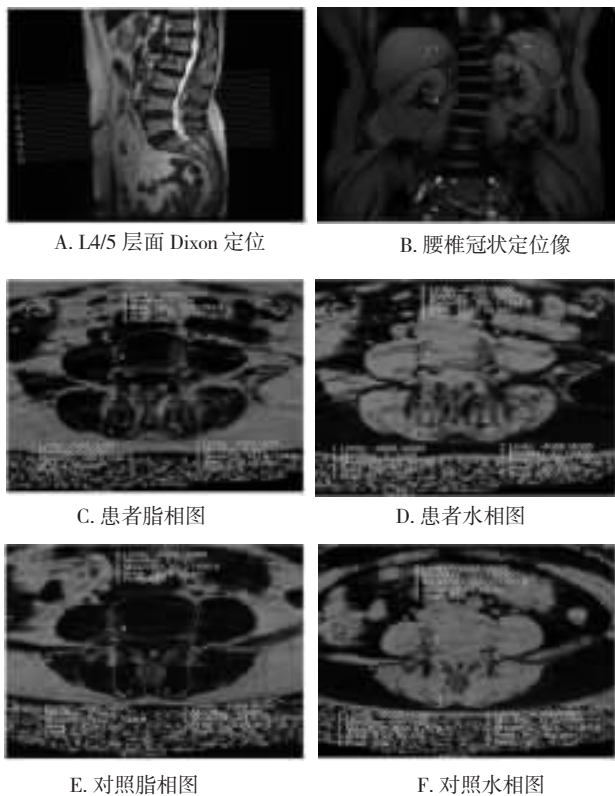


图 1 双侧 MF 面积和脂肪浸润度不对称率条形图



E. 对照脂相图

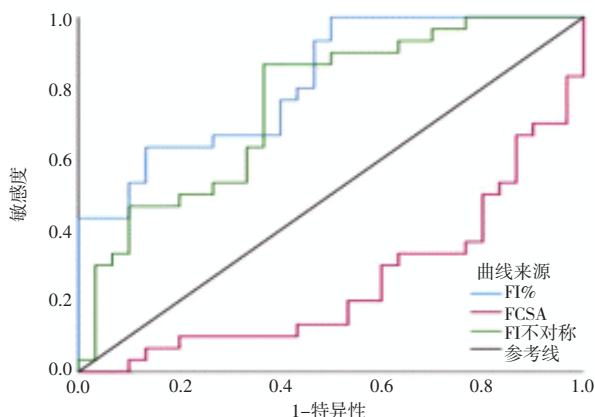
F. 对照水相图

注: A、B、C、D 为一例 DS 女患者, 67 岁, L1 处左凸 (Cobb 角为 18°), 临床生活质量评分 (ODI、RMD、VAS) 分别为 12 分、7 分、2 分; E、F 为对照组一例健康女志愿者, 61 岁。分别于 C、D、E、F 图中勾画双侧多裂肌、椎间盘 ROI, 自动标记为 1、2、3, 生成信号值和面积值。由图可见 DS 患者脂肪浸润程度更高, 退变更严重

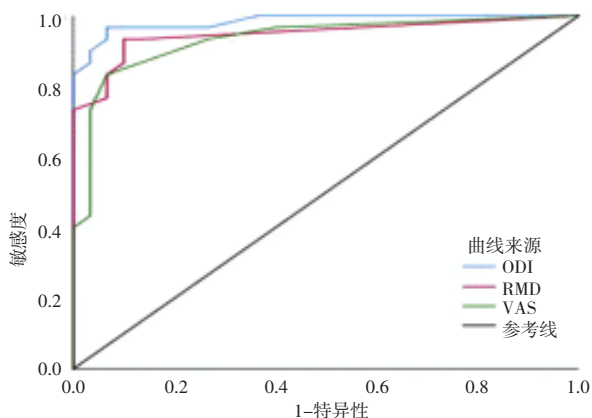
图 2 DS 患者与对照者 MF 退变程度比较

2.4 2 组 Dixon 参数与临床生活质量评分 ROC 曲线分析

通过 Dixon 序列定量获得的多裂肌参数 FI%、FCSA、FI% 不对称度和生活质量评分 ODI、RMD、VAS 的 ROC 分析的曲线下面积分别为 0.818、0.253、0.754、0.984、0.947、0.933 (图 3)。



A. Dixon 序列获得各参数鉴别 DS 与非 DS 的 ROC 曲线图



B. 生活质量参数鉴别 DS 与非 DS 的 ROC 曲线图

图 3 ROC 曲线图

3 讨论

椎旁肌在腰椎的稳定和运动功能中发挥重要作用, 以往大量研究表明椎旁肌的退变与多种腰椎疾病的发生发展密切相关, 同时影响腰椎术后患者的功能恢复情况^[14]。伴随人口老龄化程度加剧, 通过影像学手段准确评估椎旁肌退变情况, 对疾病的诊治和预防意义重大。MF 为脊柱附着面积最大和最中间的椎旁肌, 沿腰部向下逐渐增粗, 在腰 4 至骶 1 节段达最大, 随后减小至远端骶骨附着处与腰骶筋膜融合^[15], 处于骨盆与脊柱结合部多裂肌, 对腰盆的动态稳定起着关键作用, 通过动力链协助力量的产生和传递^[16]。既要保证脊柱的稳定也要控制后伸、侧屈及轴向旋转动作, 扮演“弓弦”的效能不致椎体过于前倾产生滑脱, 同时分担来自脊柱和下肢骨盆传导而来的压力, 从生物力学角度拮抗来自周边的不对称性改变, 从而为脊柱提供稳定性^[17-18], 这也是 L4/5 层面常作为非 DS 患者椎旁肌研究对象的原因。而在 DS 患者中, L5/S1 水平椎旁肌通常对脊柱冠状位弯曲没有显著影响^[19], 从而较少作为研究对象。

DS 患者顶椎好发于 L3 或 L4 椎体^[20],层面椎旁肌退变严重;脂肪浸润程度大,肌肉萎缩厉害,不对称程度改变明显,同时生活质量评分低已在多篇文献报道^[13,21]。大部分 DS 研究椎旁肌均采用 Image J 或 Osiri X 等软件,使用横断位自旋回波 T2 加权成像进行灰度阈值分割,阈值以上识别为脂肪成分,以下为肌肉,具有良好分割一致性和可重复度。本文作者首次使用梯度回波 Dixon 序列运用在 DS 患者中,考虑腹部呼吸运动伪影影响,结合 DS 患者脊柱侧弯变形严重、腰背部疼痛不耐受等情况,初步以 L4/5 层面多裂肌为研究对象,探讨可行性以及临床实用价值。

多回波 Dixon 成像技术是一种基于 T1 加权梯度回波采集与 Dixon 重建相结合的水脂分离技术,经过 2 点、3 点法的发展,改良后的 6 点法 Dixon 序列通过采集 6 个回波进行水脂分离,分别重建出同相位、反相位、水相、T2*、脂相五组图,通过水相和脂相图中 ROI 值可直接获得脂肪百分比含量。随着回波数的增加,可有效校正 T2* 效应的影响^[22],从而获得更加准确的脂肪定量。脂肪浸润的 MR 研究通常以单体素波谱技术作为体内脂肪测定无创技术临床应用的金标准手段^[10],然而波谱技术有采集时间长,采样空间分辨率低等问题存在,DS 患者多伴有疼痛症状存在,在采集过程中出现微动或者呼吸幅度过大很难确保数据的稳定性。Dixon 技术采集时间短,空间分辨率高,可以有效避免波谱分析存在的问题。本研究所用的 Dixon 技术在肝脏和胰腺的脂肪含量测定中与单体素波谱的均具有良好的一致性^[23],且在慢性腰背痛脂肪含量计算的准确性高于早期 2 点法、3 点法 Dixon 技术^[11],因此对于 DS 患者椎旁肌形态和成分分析的研究中 6 点法多回波 Dixon 技术具有更好的优势。在 L4/5 层面 MF 和椎间盘面积的勾画中能够清晰鉴别组织边界,具有很好的组间一致性,证明 Dixon 序列定量的形态和成分分析的方法在 DS 患者 L4/5 层面多裂肌的研究中是可行的。在 Dixon 多参数和临床生活质量定量评估 DS 患者与对照者的 ROC 曲线中得知,ODI、RMD、VAS 对于 DS 患者的生活质量和残疾程度较对照的敏感性很高,而 Dixon 参数中双侧 MF FI% 的敏感性最高,略低于临床参数,说明 Dixon 定量参数中脂肪含量的测定更具有临床应用价值,可以间接反映 DS 患者症状的价值,但算法有待改善以提高鉴别的敏感性。定量参数间接或者替代临床量表和物理参数检测 DS 患者腰椎功能和生活质量情况具有显著的临床价值,因为 DS 患者生活质量下降,残

疾指数高,很难长时间配合专科检查,存在风险系数,因此 Dixon 多参数 MR 定量分析,探索高敏感性参数具有巨大的研究价值和临床应用前景。

本研究中,入组 DS 组 30 例患者平均年龄是 (63.33 ± 6.73) 岁,其中多为女性患者 (27/30)。在 Xu LL 等^[24]对中国汉族 2 395 名体检患者的研究中发现,退行性腰椎侧凸的发生率与性别(女)、年龄、骨密度呈显著相关性,其中 65 岁为最高好发年龄,与本文随机入组 DS 的人口性别、年龄分布情况基本相符。另有研究表示 DS 代表性的发生年龄段在 60 岁以后,患者会发生恶性的退变,具有典型临床症状^[25]。本研究中发现平均年龄在 60 岁以上的患者中 DS 组的 ODI 和 RMD 评分显著提高,疼痛增加,体现在腰椎和下肢疼痛 VAS 评分总和显著性变大,这与该疾病的症状表现一致。以往大量研究集中在慢性腰痛中,腰椎 MF 脂肪浸润常与疾病呈现强相关^[26]。Crawford RJ 等^[27]的 1 项关于无症状人群腰椎旁肌脂肪浸润与脊柱退变情况的研究表示,在无症状成人中腰椎旁肌发生退行性改变是比较缓慢的过程,多裂肌相对较快。这说明多裂肌在退行性脊柱改变疾病中一直起着关键作用。本研究中 DS 组 MF FI% 明显大于对照组,而 FCSCA、RCSCA 在 2 组比较中的 *P* 值分别为 0.006、0.001,说明 DS 患者退行性改变是以脂肪受浸润为主,同时肌肉会发生形态萎缩、功能下降,这与以往的相关研究结果一致^[19-20],但肌肉功能大小受哪一种因素影响最大有待进一步验证。对于 DS 患者,腰椎的侧弯通常伴随前凸角减小、身体重心前移,从而间接导致脊柱矢状面矢平衡^[18],椎旁肌为维持脊柱稳定,需拮抗脊柱冠状面和矢状面失衡的进一步发展,出现不对称性改变^[17,28-29]。本研究结果发现 DS 组 L4/5 层面多裂肌的 AAFI 明显大于对照组,AAA 改变无差异,而在 DS 组内比较中 AAFI 的改变明显大于 AAA 的改变。说明该层面多裂肌不对称性改变以 FI 的不对称退变为主,可能与该层面多裂肌的多重任务相关:因侧凸的发生发展和前凸角的缩小需拮抗来自冠状面、矢状面传导而来的双向压力,同时均衡压力反馈传达给骨盆以保证身体的平衡稳定。在多重任务的高负荷状态下,多裂肌受脂肪浸润程度大,可能出现面积的代偿肥大,从而减轻 CSA 的不对称程度改变。

本研究尚属多回波 Dixon 在 DS 疾病椎旁肌形态和功能学的初步探索研究,存在一些不足。首先,仅对 MF 作评估,还需要对竖脊肌和腰大肌进行联合评估;其次,侧重于对整体脊柱平衡敏感的 L4/5 椎间盘进行定量分析,尚未对所有腰椎椎间盘进行综

合分析;再次,需要加上侧弯最严重的顶层椎间盘进行一个特异性分析;最后,研究尚属于小样本量的评估,需用大样本量进行与患者生活质量,残疾程度进行相关性分析,寻找一个最佳的影像参数量化 DS 患者的退行性变程度。

综上所述,多回波 Dixon 技术可用于 DS 患者椎旁肌形态学和病理学改变的研究,准确反映 MF 形态和脂肪浸润的变化,与同龄非 DS 对照有统计学差异,并与生活质量变化一致。

参 考 文 献

- [1] Diebo BG, Shah NV, Boachie-Adjei O, et al. Adult spinal deformity[J]. Lancet, 2019, 394(10193): 160–172.
- [2] Aebi M. The adult scoliosis[J]. Eur Spine J, 2005, 14(10): 925–948.
- [3] Ailon T, Smith JS, Shaffrey CI, et al. Degenerative spinal deformity[J]. Neurosurgery, 2015, 77(S 4): S75–S91.
- [4] Marty-Poumarat C, Scattin L, Marpeau M, et al. Natural history of progressive adult scoliosis[J]. Spine, 2007, 32(11): 1227–1235.
- [5] Li B, Meng XL, Zhang XN, et al. Frailty as a risk factor for post-operative complications in adult patients with degenerative scoliosis administered posterior single approach, long-segment corrective surgery: a retrospective cohort study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1): 333.
- [6] Hu XJ, Feng ZY, Shen HT, et al. New MR-based measures for the evaluation of age-related lumbar paraspinal muscle degeneration[J]. Eur Spine J, 2021, 30(9): 2577–2585.
- [7] Lonnemann ME, Paris SV, Gorniak GC. A morphological comparison of the human lumbar multifidus by chemical dissection[J]. J Man Manip Ther, 2008, 16(4): E84–E92.
- [8] Ogon I, Takebayashi T, Takashima H, et al. Magnetic resonance spectroscopic analysis of multifidus muscles lipid content and association with spinopelvic malalignment in chronic low back pain[J]. Br J Radiol, 2017, 90(1073): 20160753.
- [9] Hebert JJ, Koppenhaver SL, Teyhen DS, et al. The evaluation of lumbar multifidus muscle function via palpation: reliability and validity of a new clinical test[J]. Spine J, 2015, 15(6): 1196–1202.
- [10] Fischer MA, Nanz D, Shimakawa A, et al. Quantification of muscle fat in patients with low back pain: comparison of multi-echo MR imaging with single-voxel MR spectroscopy[J]. Radiology, 2013, 266(2): 555–563.
- [11] Yoo YH, Kim HS, Lee YH, et al. Comparison of multi-echo Dixon methods with volume interpolated breath-hold gradient echo magnetic resonance imaging in fat-signal fraction quantification of paravertebral muscle[J]. Korean J Radiol, 2015, 16(5): 1086–1095.
- [12] Lee SJ, Janssen I, Heymsfield SB, et al. Relation between whole-body and regional measures of human skeletal muscle[J]. Am J Clin Nutr, 2004, 80(5): 1215–1221.
- [13] Tang Y, Yang S, Chen C, et al. Assessment of the association between paraspinal muscle degeneration and quality of life in patients with degenerative lumbar scoliosis[J]. Exp Ther Med, 2020, 20(1): 505–511.
- [14] Leng JS, Han GY, Zeng Y, et al. The effect of paraspinal muscle degeneration on distal pedicle screw loosening following corrective surgery for degenerative lumbar scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45(9): 590–598.
- [15] Crawford RJ, Cornwall J, Abbott R, et al. Manually defining regions of interest when quantifying paravertebral muscles fatty infiltration from axial magnetic resonance imaging: a proposed method for the lumbar spine with anatomical cross-reference[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2017, 18(1): 25.
- [16] Schryver A, Rivaz H, Rizk A, et al. Ultrasonography of lumbar multifidus muscle in university American football players[J]. Med Sci Sports Exerc, 2020, 52(7): 1495–1501.
- [17] Rustenburg CME, Kingma I, Holewijn RM, et al. Biomechanical properties in motion of lumbar spines with degenerative scoliosis[J]. J Biomech, 2020, 102: 109495.
- [18] York PJ, Kim HJ. Degenerative scoliosis[J]. Curr Rev Musculoskelet Med, 2017, 10(4): 547–558.
- [19] Yagi M, Hosogane N, Watanabe K, et al. The paravertebral muscle and psoas for the maintenance of global spinal alignment in patient with degenerative lumbar scoliosis[J]. Spine J, 2016, 16(4): 451–458.
- [20] Sun XY, Kong C, Zhang TT, et al. Correlation between multifidus muscle atrophy, spinopelvic parameters, and severity of deformity in patients with adult degenerative scoliosis: the parallelogram effect of LMA on the diagonal through the apical vertebra[J]. J Orthop Surg Res, 2019, 14(1): 276.
- [21] Koç M, Bayar B, Bayar K. A comparison of back pain functional scale with Roland Morris disability questionnaire, Oswestry disability index, and short form 36–health survey[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2018, 43(12): 877–882.
- [22] Grimm A, Meyer H, Nickel MD, et al. Evaluation of 2-point, 3-point, and 6-point Dixon magnetic resonance imaging with flexible echo timing for muscle fat quantification[J]. Eur J Radiol, 2018, 103: 57–64.
- [23] Li XJ, Kuo D, Schafer AL, et al. Quantification of vertebral bone marrow fat content using 3 Tesla MR spectroscopy: reproducibility, vertebral variation, and applications in osteoporosis[J]. J Magn Reson Imaging, 2011, 33(4): 974–979.
- [24] Xu LL, Sun X, Huang SS, et al. Degenerative lumbar scoliosis in Chinese Han population: prevalence and relationship to age, gender, bone mineral density, and body mass index[J]. Eur Spine J, 2013, 22(6): 1326–1331.
- [25] Phillips FM, Slosar PJ, Youssef JA, et al. Lumbar spine fusion for chronic low back pain due to degenerative disc disease: a systematic review[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(7): E409–E422.
- [26] Kalichman L, Carmeli E, Been E. The association between imaging parameters of the paraspinal muscles, spinal degeneration, and low back pain[J]. Biomed Res Int, 2017, 2017: 2562957.
- [27] Crawford RJ, Volken T, Valentin S, et al. Rate of lumbar paravertebral muscle fat infiltration versus spinal degeneration in asymptomatic populations: an age-aggregated cross-sectional simulation study[J]. Scoliosis Spinal Disord, 2016, 11: 21.
- [28] Kim H, Lee CK, Yeom JS, et al. Asymmetry of the cross-sectional area of paravertebral and psoas muscle in patients with degenerative scoliosis[J]. Eur Spine J, 2013, 22(6): 1332–1338.
- [29] Xie DX, Zhang JN, Ding WY, et al. Abnormal change of paravertebral muscle in adult degenerative scoliosis and its association with bony structural parameters[J]. Eur Spine J, 2019, 28(7): 1626–1637.

(责任编辑:唐秋姍)