·临床研究论著·

MRI联合CT测量腰椎椎旁肌脂肪含量的初步研究

姚洲 黄培培 涂志鹏 赵士贤 叶斌 胡学昱

【摘要】目的 探讨MRI联合CT描计法、手动定义灰度阈值法测量腰椎椎旁肌脂肪含量的准确性 及可行性。方法 依据纳排标准,30例门诊腰椎退变病人入组,其中男15例,女15例,年龄为(57.18± 10.52)岁(29~74岁),获取其腰椎CT及MRI影像,以L。上终板水平位的椎旁肌(多裂肌和竖脊肌)为研究 目标,分别采用MRI联合CT描计法(CT+MRI组)和单纯MRI描计法(单纯MRI组)定义肌肉边界,并选 取同一层面水平位的T2抑制像(T2-STIR)作为阳性对照,采用ImageJ软件测量肌肉总面积、功能面积,比 较各方法之间的差异;进一步测量椎旁肌的脂肪替代面积和脂肪浸润率,比较自动获取影像灰度阈值 (自动阈值组)与手动定义灰度阈值(手动阈值组)对T2加权像上椎旁肌肉脂肪化测量的影响。结果 CT+MRI组的各椎旁肌肉总面积和功能面积均大于单纯MRI组,差异有统计学意义(P<0.05);CT+ MRI组的椎旁肌总面积、功能面积与阳性对照组相近,单纯MRI组测量结果则明显小于阳性对照组,差 异有统计学意义(P<0.05)。椎旁肌脂肪浸润评估方面,手动阈值组各椎旁肌的功能面积较大、脂肪替 代面积较小,所得的脂肪浸润率较低,差异有统计学意义(P<0.05);阳性对照组的结果与手动阈值组更 为接近,而与自动阈值组的结果差异较大,均有统计学意义(P<0.05)。结论 MRI联合CT描计肌肉边 界、手动定义灰度阈值法,能够有效提高椎旁肌肉脂肪浸润评价的准确度。

【关键词】 腰椎退行性疾病;椎旁肌肉;脂肪浸润;核磁共振成像;评估方法

Measuring Lumbar Paraspinal Muscle Fat Content Using MRI Combined with CT. Yao Zhou, Huang Peipei, Tu Zhipeng, Zhao Shixian, Ye Bin, Hu Xueyu. Department of Orthopaedics, Xijing Hospital, Air Force Medical University, Xi'an 710032, China

Corresponding author: Hu Xueyu, E-mail: huxueyu@fmmu.edu.cn

[Abstract] Objective To investigate the accuracy and feasibility of MRI combined with CT scanner and manually defined gray threshold method in measuring lumbar paraspinal muscle fat content. Methods According to the inclusion and exclusion criteria, 30 patients with lumbar degeneration were enrolled in this study, including 15 males and 15 females, aged (57.18±10.52) years (29-74 years). Lumbar CT and MRI images were obtained, to investigate the paraspinal muscles (multifidus and erector spinae) in the horizontal position of the L₅ endplate, define muscle boundaries using MRI combined with CT scanning (CT+MRI group) and MRI scanning alone (MRI group), respectively. T2-STIR images of the same level were selected as positive control. ImageJ software was used to measure the total muscle area and functional muscle area, and the differences between the methods were compared. Furthermore, the fat replacement area and fat infiltration rate of paraspinal muscle were measured, and the effects of automatic gray level threshold (automatic threshold group) and manual gray level threshold (manual threshold group) on the measurement of paraspinal muscle fat infiltration on T2 - weighted images were compared. Results The total area and functional area of each paravertebral muscle in CT+MRI group were larger than those in MRI group, and the difference was statistically significant (P < 0.05). The total area and functional area of paraspinal muscles in the CT+MRI group were similar to those in the positive control group, and the measurement results in the MRI group were significantly smaller than those in the positive control group, and the difference was statistically significant (P < 0.05). In the assessment of paraspinal muscle fat infiltration, the functional area of each paraspinal muscle in the manual threshold group was larger, the fat replacement area was smaller, and the fat infiltration rate was lower, with the

DOI:10.3969/j.issn.1674-8573.2024.03.001

基金项目:空军军医大学第一附属医院军事医学临床应用研究课题(JSYXZ10)

作者单位:空军军医大学附属西京医院骨科,西安 710032

通信作者:胡学昱, E-mail: huxueyu@fmmu.edu.cn

difference being statistically significant (P < 0.05). The results of the positive control group were more similar to those of the manual threshold group, while the results of the positive control group were significantly different from those of the automatic threshold group (P < 0.05). **Conclusion** The method of MRI combined with CT tracing muscle boundary and manually defining gray threshold can effectively improve the accuracy of the evaluation of paravertebral muscle fat infiltration.

[Key words] Lumbar degenerative disease; Paraspinal muscle; Fat infiltration; MRI; Assessment method

腰椎退行性疾病是一种常见的脊柱疾病,主要 影响老年人。下腰痛是其典型症状,65%~85%的病 人会受到下腰痛的困扰,严重影响生活质量^[1-2]。而 椎旁肌的退变是下腰痛的重要原因,研究表明椎旁 肌肉的横截面积减少和脂肪浸润增加是腰痛病人的 肌肉变性特征,也是椎旁肌退变的主要表现^[3-6]。多 裂肌和竖脊肌作为椎旁肌的重要组成部分,能够维 持脊柱的稳定。在研究椎旁肌退变时,多裂肌和竖 脊肌的脂肪化问题备受关注^[7-10]。目前,已有大量研 究采用不同的影像学参数对腰椎退行性疾病病人的 椎旁肌退变情况进行了评估^[11-13],由于评价方法和 标准各异,且易受个体因素影响,导致不同研究的结 果存在较大差异^[5,14-15]。因此,准确评估腰椎退行性 疾病病人椎旁肌的脂肪化程度对于腰椎疾病的防治 具有重要意义。

目前,椎旁肌影像学检查评估方法主要包括 CT、MRI 及超声。随着 MRI 设备普及和分辨率提 高,研究者更倾向于利用MRI水平位T2加权像来评 估椎旁肌退变^[16-17]。研究者在 ImageJ 或 OsiriX 软件 中,根据MRI显示的肌肉边界手工描绘各肌肉区 域,实现椎旁肌群分割。这类软件能初步区分T2加 权像中的肌肉(低灰度)和脂肪(高灰度)组织,生成 自动识别的肌肉灰度阈值。然而,自动识别可能导 致肌肉与脂肪组织区分不明,椎旁肌影像学观察指 标测量不准,进而影响椎旁肌退变的评估。相对于 传统的单纯MRI定义椎旁肌肉边界和自动肌肉灰 度阈值的测量方法^[18-19],本文提出基于MRI联合CT 定义椎旁肌肉边界、手动定义MRI上椎旁肌肉区域 灰度阈值的新方法,旨在比较不同方法间的差异,并 选用可区分脂肪信号的水平位T2抑脂像(T2-STIR) 信号作为阳性对照,分析新方法的准确性和可行性。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①经门诊医生确诊患有腰椎退行性 疾病,包括腰椎间盘突出症、腰椎管狭窄症、I度或 II度腰椎滑脱症;②主要临床表现为腰痛视觉模拟 量表(VAS)评分≥5分,病程≥6个月;③拥有完整的 腰椎影像学检查资料,这些资料应包括CT、MRI(含 水平位T2-STIR序列)等。

排除标准:①具有脊柱手术史,尤其是可能破坏 椎旁肌解剖结构的手术;②腰椎侧凸;③患有其他腰 椎疾病,如腰椎感染、腰椎肿瘤等。

二、一般资料

本研究回顾性收集 2022年3月至4月就诊于骨 科门诊的 986 例腰痛病人,其中诊断为腰椎退行性 疾病者 837 例(腰椎间盘突出症 405 例、腰椎管狭窄 症 284 例、腰椎 I 度或 II 度滑脱症 148 例),腰肌劳损 89 例,脊柱侧弯 60 例。根据纳入排除标准共有 30 例病人入组,其中男 15 例,女 15 例,年龄为(57.18± 10.52)岁(29~74岁);病程为(41.80±22.53)个月,腰 痛 VAS 评分为(5.93±0.91)分,Oswestry 功能障碍指 数 (Oswestry disability index, ODI) 为 34.20% ± 6.53%。本研究获得空军军医大学西京医院伦理委 员会批准(ky20222166)。

三、椎旁肌脂肪化评估方法

(一)研究节段的选择

腰椎退行性病变主要表现为椎旁肌的肌肉萎缩 和肌肉脂肪化,特别是在L45、L4/S1节段,由于其在腰 椎中的活动度最大,因此该节段的腰椎退变率远超 其他节段。Crawford等^[20]分析了20~62岁人群不同 腰椎节段椎旁肌的脂肪浸润情况,发现从L₁到L₅椎 旁肌的脂肪浸润率逐渐增加,其中L₄节段的椎旁肌 可作为整个椎旁肌的代表性指标。综合考虑,对于 椎旁肌脂肪化的评价,以L45节段最为适宜。我们选 取L5上终板水平位的MRIT2加权像及CT作为研究 对象(图1)。

(二)观察指标

针对腰椎 Ls上终板水平位的 MRI T2 加权像进 行深入分析。应用 ImageJ 软件(1.53s版,美国国家 卫生研究所)对椎旁肌肉(多裂肌与竖脊肌)进行定 量评估,包括总面积、功能面积、脂肪替代面积以及 脂肪浸润率。总面积定义为椎旁肌肉的解剖面积, 包含脂肪组织,功能面积为不包含脂肪组织的纯肌



图1 研究节段的选择 a:MRI矢状位T2加权像,L。上终板水平位(红色方框);b:L。上终板 MRI水平位T2加权像;c:矢状位CT软组织窗,L。 上终板水平位(红色方框);d:水平位CT软组织窗,L。上终板水平位

肉面积,脂肪替代面积为该横截面中的脂肪组织面积,脂肪浸润率=脂肪替代面积/总面积×100%。

(三)定义椎旁肌边界

对30 例病人的 MRI T2 加权像先后采用两种不同的方法定义椎旁肌肌肉边界。第一种方法:依据Ls上终板水平位的T2 加权像,用ImageJ 软件的作图工具,手动勾勒出多裂肌和竖脊肌的肌肉边界(单纯MRI组)。第二种方法:MRI 联合 CT 描绘出各椎旁肌的边界(CT + MRI组),首先,选择病人的Ls上终板水平位的 CT 图像,利用ImageJ 软件沿肌肉边界手动勾勒出椎旁肌的轮廓(图2a);随后,打开相同层面的 MRI T2 加权图像,并参照基于 CT 的标定结果,精确描绘各椎旁肌的边界(图2b)。

(四)确定椎旁肌灰度阈值

利用 ImageJ 软件对 MRI T2 加权像中椎旁肌的 信号强度(灰度阈值)进行评估,按照肌肉的灰度阈 值获取方式(自动或手动)的不同,对选定图层的椎 旁肌分别进行两次测量,即分为自动阈值组和手动 阈值组。自动阈值组:使用 ImageJ 软件自动识别各 椎旁肌的肌肉灰度阈值。手动阈值组:使用 ImageJ 时采用多点测量的方法获得各椎旁肌的灰度值范 围,选取各椎旁肌内的4、5个感兴趣样本区域(纯肌 肉区),取样本中的最高信号强度作为上限(即灰度 阈值),将0作为下限(图3a)。

使用 ImageJ 软件测量椎旁肌的总面积,同时根据肌肉的灰度阈值测量各椎旁肌的功能面积、脂肪



图2 MRI联合CT确定各椎旁肌边界 a:Ls上终板水平位CT图像, 左右多裂肌和竖脊肌的区域;b:Ls上终板水平位MRIT2加权像,通 过CT辅助,所标识的多裂肌和竖脊肌区域



图3 MRI T2加权像中手动定义椎旁肌肌肉灰度阈值 a:在 ImageJ 软件上手动选取多点位,各椎旁肌肉选取4、5个区域(纯肌肉区)测 量灰度值范围(黄色圆圈);b:利用 ImageJ 软件在选定的图像上标记 椎旁肌区域(白色边界),其中绿色代表脂肪组织,黑灰色代表肌肉 组织

替代面积和脂肪浸润率(图3b)。

(五)阳性对照

利用ImageJ软件测量同一层面水平位T2-STIR 中椎旁肌脂肪化情况,作为阳性对照。水平位T2STIR 中脂肪和肌肉均为低信号,积液和筋膜呈现高 信号,能够作为验证肌肉脂肪化的金标准;其脂肪替 代面积=总面积-功能面积-积液筋膜面积,脂肪浸 润率=脂肪替代面积/总面积×100%。当椎旁肌区域 存在微量积液或筋膜时,如图4所示;椎旁肌内存在 部分筋膜或积液时,如图5所示。

所有病例影像图片测量均由两名骨科医生独 立完成,共测量三次,每次间隔一周,以减少观察者 内部和观察者间的测量偏差,结果取三次测量的平 均值。

四、统计学分析

利用 SPSS 25.0 软件(IBM 公司,美国)进行分析,服从正态分布的数据用均数±标准差(x±s)表示。不服从正态分布的,用中位数(M)及四分位数(Q)表示。椎旁肌总面积、功能面积、脂肪替代面积和脂肪浸润率的比较采用配对t检验,P<0.05为差异有统计学意义。对两名医生的测量复测信度和评价一致性采用组内相关系数(ICC内、ICC间)进行检验,ICC取值在0~1之间,<0.2为较差,0.2~0.4为一般,0.4~0.6为中等,0.6~0.8为较强,0.8~1.0为很强。

结 果

一、一致性检验

对测量结果进行一致性检验,结果显示观察者

内部和观察者之间具有良好的一致性。肌肉总面积 的一致性检验结果:MRI+CT组ICC_角=0.94、ICC_间= 0.93;单纯MRI组ICC_角=0.91、ICC_间=0.90。肌肉功 能面积的一致性检验结果:MRI+CT组ICC_角=0.95、 ICC_间=0.93;单纯MRI组ICC_角=0.91、ICC_间=0.89。肌 肉脂肪替代面积的一致性检验结果:手动阈值组 ICC_角=0.94、ICC_间=0.91;自动阈值组ICC_角=0.89、 ICC_间=0.86。在测量肌肉总面积、功能面积和脂肪替 代面积时,MRI+CT组与手动阈值组具有更好的重 复性和更高的内部一致性。

二、不同肌肉边界描计方法测量结果的差异性 比较

按照不同的椎旁肌边界描计方法,分别评估30 例病人的相关观察指标。研究结果显示,MRI+CT 组左右两侧多裂肌的总面积和功能面积,均高于单 纯MRI组结果,差异有统计学意义(P<0.05,表1); 同时,左右两侧竖脊肌的观察指标也呈现了相同的 结果(P<0.05,表1)。

将 MRI 水平位 T2-STIR 作为阳性对照,对椎旁 肌观察指标进行验证。结果显示 MRI+CT 组各椎旁 肌总面积和功能面积与阳性对照组结果相近,差异 无统计学意义(P>0.05,表1);而单纯 MRI 组结果 与阳性对照组结果差异较大,左右两侧椎旁肌的总 面积及功能面积均小于阳性对照组,差异有统计学



图4 椎旁肌脂肪化评估及验证(阴性) a:MRI T2加权像,左右两侧多裂肌和竖脊肌总面积(白色边界);b:ImageJ软件显示MRI T2加权像多裂肌和竖脊肌中脂肪替代面积(绿色区域);c:水平位T2-STIR,左右两侧多裂肌和竖脊肌总面积(白色边界);d:ImageJ软件显示水平位T2-STIR多裂肌和竖脊肌中基本没有筋膜或积液分布(绿色代表筋膜或积液)



图5 椎旁肌脂肪化评估及验证(阳性) a:MRI T2加权像,左右两侧多裂肌和竖脊肌总面积(白色边界);b:ImageJ软件显示MRI T2加权像多裂肌和竖脊肌中脂肪替代面积(绿色区域);c:水平位T2-STIR,左右两侧多裂肌和竖脊肌总面积(白色边界);d:ImageJ软件显示水平位T2-STIR多裂肌和竖脊肌中存在部分筋膜或积液(绿色代表筋膜或积液)

表1 30 例病人 亲	长用不同肌肉边	1界描计方法?	则量结果的差
异性比较(x	$\pm s$, mm ²)		
观察指标	单纯MRI组	CT + MRI组	阳性对照组
左侧多裂肌总面积	251.74±60.15°	282.85±70.73 [#]	282.59±70.49#
左侧多裂肌功能面积	195.52±52.64*	216.44±59.04#	217.68±60.25#
左侧竖脊肌总面积	424.93±121.80°	463.54±132.15 [#]	462.85±132.46 [#]
左侧竖脊肌功能面积	353.08±101.74°	383.15±110.36#	382.48±110.73#
右侧多裂肌总面积	252.39±68.19*	284.89±84.94#	284.53±85.20#
右侧多裂肌功能面积	195.45±60.00°	215.92±71.04 [#]	215.63±71.78 [#]
右侧竖脊肌总面积	425.79±128.01*	451.77±132.87 [#]	451.40±131.64#
右侧竖脊肌功能面积	344.11±107.85°	365.22±110.37#	364.63±110.15 [#]

注:与阳性对照组比较, P<0.05; 与单纯MRI组比较, P<0.05

意义(P<0.05,表1)。

三、不同肌肉灰度阈值定义方法测量结果的差 异性比较

根据椎旁肌灰度阈值的定义方式,评估模式分为手动阈值和自动阈值。测量结果显示,手动阈值 组中左右两侧的多裂肌和竖脊肌的功能面积较自动 阈值组的更大,而脂肪替代面积更小,各椎旁肌的脂 肪浸润率明显低于自动阈值组,两组比较,差异均有 统计学意义(P<0.05,表2)。

采用水平位T2-STIR进行验证,手动阈值组测量的各椎旁肌功能面积、脂肪替代面积、脂肪浸润率与其结果相近,差异无统计学意义(P>0.05,表2); 而自动阈值组测量结果与阳性对照组结果相差较大,即椎旁肌功能面积小、脂肪替代面积大、肌肉脂肪浸润率高,差异有统计学意义(P<0.05,表2)。

此外,观察发现即使采用不同的测量评估方法, 腰椎退变病人的Las节段多裂肌的总面积和功能面 积均小于竖脊肌,同时多裂肌的脂肪浸润率明显高 于竖脊肌,在椎旁肌退变的影像学评估中更具有敏 感性和代表性(表2)。

讨 论

随着社会老龄化的加速发展,腰椎退行性疾病 的发病率逐渐升高。椎旁肌萎缩、脂肪化与腰椎退 行性疾病及腰痛的发生和发展具有显著相关性,其 功能面积的减小及脂肪浸润率的升高与腰椎退变程 度及腰痛强度呈正相关^[5,21]。椎旁肌在维持脊柱稳 定性方面具有举足轻重的地位,并在椎间退行性疾 病的发生、发展和康复过程中发挥了重要作用。对 椎旁肌退变的评估在临床诊疗中具有重要的指导价 值,因此对其退变的关注不容忽视。

以往椎旁肌退变程度主要采用影像学检查进行 评价,包括CT、MRI及超声等技术^[22-23]。这三种检查 均可提供肌肉脂肪浸润的信息,但各有其优缺点: CT检查具有时间短、可重复性好、费用较低等优点, 但存在辐射暴露的风险;MRI对软组织的显影更加 清晰,没有辐射暴露,但检查时间长、费用较高;超声 较前两种检查花费更低,且能动态观察肌肉情况,但 对操作者的技术要求较高,同时超声难以直接具体 反映肌肉脂肪浸润率。从安全性和准确性的角度考 虑,MRI更适合用于椎旁肌退变的评价,其软组织显 像更清晰,且能避免辐射暴露。Ranson等^[11]、Kang 等^[24]认为使用MRI测量和评估腰椎旁肌的横截面 积最为有效和方便,而以MRI来评估腰椎旁肌的面 积和质量也是目前最常用的方法。在腰椎 MRI T2 图像上可见棘突两侧基本对称的多裂肌与竖脊肌,

表2 30 例病人采用不同肌肉灰度阈值定义方法测量结果的差异性比较(x±s)				
观察指标	自动阈值组	手动阈值组	阳性对照组	
左侧多裂肌功能面积(mm²)	194.17±78.14 [*]	216.44±59.04 [#]	217.68±60.25 [#]	
左侧多裂肌脂肪替代面积(mm²)	$88.67 \pm 67.42^{*}$	66.41±35.97 [#]	64.91±32.08 [#]	
左侧多裂肌脂肪浸润率(%)	31.65±21.49*	23.51±9.72 [#]	23.18±9.21 [#]	
左侧竖脊肌功能面积(mm²)	346.38±152.90*	383.15±110.36#	382.48±110.73 [#]	
左侧竖脊肌脂肪替代面积(mm²)	117.16±120.97*	80.39±47.68 [#]	80.37±48.48 [#]	
左侧竖脊肌脂肪浸润率(%)	25.34±22.98*	17.01±7.95 [#]	17.06±8.16 [#]	
右侧多裂肌功能面积(mm²)	$202.80 \pm 87.72^{\circ}$	215.92±71.04 [#]	215.63±71.78 [#]	
右侧多裂肌脂肪替代面积(mm²)	82.09±56.24*	68.96±35.68 [#]	68.89±35.09 [#]	
右侧多裂肌脂肪浸润率(%)	29.69±19.59*	24.29±8.97 [#]	24.41±8.93 [#]	
右侧竖脊肌功能面积(mm²)	322.92±154.52*	365.22±110.37#	364.63±110.15 [#]	
右侧竖脊肌脂肪替代面积(mm²)	128.85±117.80°	86.55±48.13 [#]	86.77±47.38 [#]	
右侧竖脊肌脂肪浸润率(%)	29.38±24.39*	18.85±7.85 [#]	18.96±7.85 [#]	

注:与阳性对照组比较,*P<0.05;与自动阈值组比较,*P<0.05

这两块肌肉之间没有清晰的分界线,白色高信号主 要为筋膜或外膜脂肪,这导致不同观察者在描绘肌 肉感兴趣区域边界时差异性较大,这种差异主要来 源于观察者的主观性。国内外学者在定义椎旁肌的 横截面积上存在差异,主要有两种观点:第一种基于 MRI可见的肌肉边界来分割椎旁肌,包含外层的脂 肪筋膜:第二种基于MRI定义边界但不包含外层脂 肪筋膜^[25]。我们认为第一种方法混淆了肌肉和筋膜 的定义,虚增了肌肉的总面积;第二种方法虽然比第 一种方法准确,但对于单纯MRI图像,观察者很难 区分肌肉边界处的筋膜和脂肪组织。综上所述,这 两种方法均不能准确定义椎旁肌边界。而CT软组 织窗能够提供较高的图像密度分辨率^[26],因此我们 提出了一种基于MRI联合CT的测量方法,有助于规 范化评估椎旁肌肉退变。研究证实MRI联合CT能 够对椎旁肌进行定性和定量分析,其中CT软组织窗 能够提高肌肉边界的辨识度。

在处理MRI影像时,使用ImageJ等软件自动识 别感兴趣区域的灰度阈值存在一定的误差,这导致 无法完全捕获所有肌肉区域。此外,测量的脂肪替 代面积与实际的脂肪区域大小并不完全吻合,这进 一步影响了对椎旁肌退变情况的准确评估。目前, 这类软件主要作为半定量测量工具,而椎旁肌的解 剖结构相当复杂,各肌群间的界限并不清晰,因此需 要更精细的设计和算法来实现椎旁肌相关参数的准 确测量。为了解决这一问题,我们在MRIT2加权像 上采取多点测量的方法,手动设定纯肌肉组织的灰 度阈值范围,确保测量数据的敏感性和一致性,从而 提升结果的可靠性。既往一项针对腰椎退变病人的 多裂肌萎缩与腰椎退变相关性研究,利用像素信号 强度的差异评估多裂肌的萎缩程度,测得该人群在 L45节段层面的多裂肌脂肪浸润率为22.9%^[27]。我们 的研究结果显示,手动阈值组的左右两侧多裂肌脂 肪浸润率分别为23.51%和24.29%,与既往报道的数 值接近;而自动阈值组的左右两侧多裂肌脂肪浸润 率分别为31.65%和29.69%,明显高于22.9%;表明 手动设定纯肌肉组织灰度阈值的可行性与准确性。

我们的研究结果表明,通过采用MRI联合CT的 方法,能够更准确地勾勒出肌肉边界,有效降低椎旁 肌中脂肪区域提取不全的误差,进一步应用手动 设定肌肉区域灰度阈值的技术,能够减少个体间及 测量工具间的差异,相较于测量软件自动识别的灰 度阈值更具优势。此外,我们创造性地引入水平位 T2-STIR 作为阳性对照,用于评估椎旁肌的脂肪化 程度。

在我们的研究中存在一些局限性。基于MRI 的形态学分析需要进行手动图像分割以确定肌肉边 界,这可能导致主观差异。同时下腰痛与腰骶痛所 涉及的主要腰椎节段及肌群存在差异,本研究选择 具有代表性的L45层面,对整体腰椎椎旁肌肉的脂肪 浸润情况分析有待研究。此外,考虑到MRI及CT切 片具有一定的厚度,对整个腰椎(Li~Si)椎旁肌的体 积及脂肪浸润程度进行三维测量在表示整个肌肉退 变方面更为合适。为更全面地评价椎旁肌脂肪化的 整体情况,我们计划在后续研究中扩大样本量,并针 对疼痛部位或整个腰椎的所有层面进行深入分析。 值得注意的是,水平位T2-STIR检查通常用于科研 目的,而临床诊疗中更常用的是矢状位T2-STIR。 由于该项检查会增加病人的额外费用,因此限制了 本次研究的样本规模。此外,为了提高样本的多样 性和代表性,我们在选择研究对象时应充分考虑年 龄、性别、身体质量指数(BMI)、椎间盘退变程度以 及不同的腰椎退行性疾病等因素。未来研究可以进 一步探讨椎旁肌脂肪化的主要危险因素,以期为相 关疾病的预防和治疗提供更有价值的参考信息。

尽管存在上述不足,我们的研究仍然具有一定 的参考价值:首先,MRI联合CT能够更加准确地显 示椎旁肌解剖结构;其次,ImageJ软件在自动识别肌 肉组织和脂肪组织方面存在局限性,尚需进一步优 化算法以改进其识别能力;最后,椎旁肌的退变中多 裂肌更具有代表性,其脂肪浸润率高于竖脊肌,但相 关机制尚不明确,需要我们进一步研究。此外,建立 基于MRI的椎旁肌肉退变标准化测量方法至关重 要,有助于准确评估该类病人的肌肉健康状况,从而 为其治疗和康复提供更有针对性的方案。

综上所述,脊柱椎旁肌肉的脂肪浸润程度评价 对评估脊柱肌肉的退变具有重要意义。肌肉边界的 准确描计和肌肉脂肪信号的精确区分,是提高评估 测量准确性的关键。与抑脂像 MRI 的对照发现, MRI联合 CT 描计肌肉边界、手动定义灰度阈值的方 法,相较于传统方法能够有效提高椎旁肌肉脂肪浸 润的评价准确度,为临床研究提供了一种可用的新 方案。未来联合人工智能技术,将能为临床研究提 供更为准确的数据支持。

参考文献

Andersson GB. Epidemiological features of chronic low-back pain [J]. Lancet, 1999, 354(9178): 581-585.

- [2] Meucci RD, Fassa AG, Faria NM. Prevalence of chronic low back pain: systematic review[J]. Rev Saude Publica, 2015, 49: 1.
- [3] Sollmann N, Bonnheim NB, Joseph GB, et al. Paraspinal muscle in chronic low back pain: comparison between standard parameters and chemical shift encoding-based water-fat MRI[J]. J Magn Reson Imaging, 2022, 56(5): 1600-1608.
- [4] Huang Y, Wang L, Zeng X, et al. Association of paraspinal muscle CSA and PDFF measurements with lumbar intervertebral disk degeneration in patients with chronic low back pain [J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 13: 792819.
- [5] 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.
- [6] Goubert D, Oosterwijck JV, Meeus M, et al. Structural changes of lumbar muscles in non-specific low back pain: a systematic review [J]. Pain Physician, 2016, 19(7): E985-E1000.
- [7] Ekşi MŞ, Özcan-Ekşi EE. Fatty infiltration of the erector spinae at the upper lumbar spine could be a landmark for low back pain[J]. Pain Pract, 2024, 24(2): 278-287.
- [8] Liu Y, Liu Y, Hai Y, et al. Multifidus muscle fatty infiltration as an index of dysfunction in patients with single-segment degenerative lumbar spinal stenosis: a case-control study based on propensity score matching[J]. J Clin Neurosci, 2020, 75: 139-148.
- [9] Shi L, Yan B, Jiao Y, et al. Correlation between the fatty infiltration of paraspinal muscles and disc degeneration and the underlying mechanism[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23(1): 509.
- [10] Liu Y, Liu Y, Hai Y, et al. Lumbar lordosis reduction and disc bulge may correlate with multifidus muscle fatty infiltration in patients with single-segment degenerative lumbar spinal stenosis [J]. Clin Neurol Neurosurg, 2020, 189: 105629.
- [11] Ranson CA, Burnett AF, Kerslake R, et al. An investigation into the use of MR imaging to determine the functional cross sectional area of lumbar paraspinal muscles [J]. Eur Spine J, 2006, 15(6): 764-773.
- [12] Sebro R, O'Brien L, Torriani M, et al. Assessment of trunk muscle density using CT and its association with degenerative disc and facet joint disease of the lumbar spine[J]. Skeletal Radiol, 2016, 45 (9): 1221-1226.
- [13] Lee SK, Jung JY, Kang YR, et al. Fat quantification of multifidus muscle using T2-weighted Dixon: which measurement methods are best suited for revealing the relationship between fat infiltration and herniated nucleus pulposus [J]. Skeletal Radiol, 2020, 49(2): 263-271.
- [14] Rezazadeh F, Taheri N, Okhravi SM, et al. The relationship between cross-sectional area of multifidus muscle and disability index in patients with chronic non-specific low back pain[J]. Musculoskelet Sci Pract, 2019, 42: 1-5.
- [15] Cooley JR, Walker BF, M Ardakani E, et al. Relationships between paraspinal muscle morphology and neurocompressive conditions of the lumbar spine: a systematic review with meta - analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 351.

- [16] Banitalebi H, Aaen J, Storheim K, et al. A novel MRI index for paraspinal muscle fatty infiltration: reliability and relation to pain and disability in lumbar spinal stenosis: results from a multicentre study[J]. Eur Radiol Exp, 2022, 6(1): 38.
- [17] Gao Y, Jiang H, Gao R, et al. Evaluation of lumbar paraspinal muscles degeneration and fatty infiltration in dynamic sagittal imbalance based on magnetic resonance imaging[J]. Eur Spine J, 2023, Dec 3. Epub ahead of print.
- [18] Moser M, Adl Amini D, Echeverri C, et al. Changes in psoas and posterior paraspinal muscle morphology after standalone lateral lumbar interbody fusion: a quantitative MRI-based analysis [J]. Eur Spine J, 2023, 32(5): 1704-1713.
- [19] Lee JC, Cha JG, Kim Y, et al. Quantitative analysis of back muscle degeneration in the patients with the degenerative lumbar flat back using a digital image analysis: comparison with the normal controls [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2008, 33(3): 318-325.
- [20] Crawford RJ, Filli L, Elliott JM, et al. Age- and level-dependence of fatty infiltration in lumbar paraspinal muscles of healthy volunteers[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 2016, 37(4): 742-748.
- [21] Cheng Z, Li Y, Li M, et al. Correlation between posterior paraspinal muscle atrophy and lumbar intervertebral disc degeneration in patients with chronic low back pain [J]. Int Orthop, 2023, 47(3): 793-801.
- [22] Sebro R, O'Brien L, Torriani M, et al. Assessment of trunk muscle density using CT and its association with degenerative disc and facet joint disease of the lumbar spine [J]. Skeletal Radiol, 2016, 45(9): 1221-1226.
- [23] Mhuiris ÁN, Volken T, Elliott JM, et al. Reliability of quantifying the spatial distribution of fatty infiltration in lumbar paraspinal muscles using a new segmentation method for T1-weighted MRI[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2016, 17: 234.
- [24] Kang CH, Shin MJ, Kim SM, et al. MRI of paraspinal muscles in lumbar degenerative kyphosis patients and control patients with chronic low back pain[J]. Clin Radiol, 2007, 62(5): 479-486.
- [25] Berry DB, Padwal J, Johnson S, et al. Methodological considerations in region of interest definitions for paraspinal muscles in axial MRIs of the lumbar spine [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2018, 19(1): 135.
- [26] Sinelnikov A, Qu C, Fetzer DT, et al. Measurement of skeletal muscle area: Comparison of CT and MR imaging [J]. Eur J Radiol, 2016, 85(10): 1716-1721.
- [27] Faur C, Patrascu JM, Haragus H, et al. Correlation between multifidus fatty atrophy and lumbar disc degeneration in low back pain[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2019, 20(1): 414.

(收稿日期:2024-03-01) (本文编辑:陈姗姗)

引用格式

姚洲,黄培培, 凃志鹏, 等. MRI 联合 CT 测量腰椎椎旁肌脂肪含量的 初步研究[J]. 骨科, 2024, 15(3): 193-199. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.03.001.