

• 临床研究 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2025.08.010

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250424.1419.006\(2025-04-24\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20250424.1419.006(2025-04-24))

峡部裂性腰椎滑脱患者多裂肌退变及其与滑脱程度相关性分析^{*}

郑寅峰¹, 劳湖军¹, 毛剑波^{2△}

(宁波市第二医院:1.放射科;2.康复科,浙江宁波 315000)

[摘要] **目的** 分析峡部裂性腰椎滑脱患者滑脱节段多裂肌的退变参数及其与腰椎滑脱程度的相关性。**方法** 回顾性分析 2022 年 1 月至 2024 年 7 月于该院就诊的 59 例峡部裂性腰椎滑脱患者的病例资料和 MRI 影像学资料。多裂肌的退变参数选择横截面积(CSA)和脂肪浸润面积百分比(FIA%)来评估。采用 Image J 软件测量滑脱节段和上一非滑脱节段多裂肌的 CSA 与 FIA%,并进行比较。参考 Meyerding 标准评估腰椎滑脱程度,分析滑脱节段多裂肌 CSA 和 FIA%与滑脱程度的相关性。**结果** 59 例患者中 L₃ 椎体滑脱 2 例, L₄ 椎体滑脱 27 例, L₅ 椎体滑脱 30 例。峡部裂性腰检滑脱节段和上一非滑脱节段多裂肌 CSA 分别为 (882.22±236.01) mm² 和 (845.59±263.37) mm², 差异无统计学意义 ($t=0.796, P=0.428$); FIA% 分别为 37.16% (25.56%, 50.78%) 和 33.26% (18.65%, 43.04%), 差异有统计学意义 ($Z=-2.008, P=0.045$)。59 例患者中 I 度滑脱 50 例 (84.75%), II 度滑脱 9 例 (15.25%), 无 III 度及 IV 度滑脱患者。峡部裂性腰检滑脱程度与滑脱节段多裂肌 FIA% 存在相关性 ($r=0.443, P<0.001$), 与滑脱节段多裂肌 CSA 无相关性 ($r=-0.188, P=0.153$)。**结论** 峡部裂性腰椎滑脱患者滑脱节段多裂肌 FIA% 明显高于上一非滑脱节段, 且与滑脱程度相关; 而滑脱节段多裂肌 CSA 与上一非滑脱节段无明显差异, 并与滑脱程度不具有相关性。采用多裂肌 FIA% 评估多裂肌退变严重程度比 CSA 更准确。

[关键词] 峡部裂性腰椎滑脱; 多裂肌退变; 病情严重程度; 相关性
[中图法分类号] R681.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2025)08-1820-04

Analysis of multifidus degeneration in patients with isthmus spondylolisthesis and its correlation with the degree of spondylolisthesis^{*}

ZHENG Yinfeng¹, LAO Hujun¹, MAO Jianbo^{2△}

(1. Department of Radiology; 2. Department of Rehabilitation, Ningbo No. 2 Hospital, Ningbo, Zhejiang 315000, China)

[Abstract] **Objective** To analyze the degeneration parameters of the multifidus muscle at the disjunction in patients with isthmus spondylolisthesis and its correlation with the degree of spondylolisthesis. **Methods** A retrospective analysis was conducted on the medical records and MRI imaging data of 59 patients with isthmus spondylolisthesis who visited this hospital from January 2022 to July 2024. The degeneration parameters of multifidus muscle were selected and assessed as cross-sectional area (CSA) and percentage of fat infiltration area (FIA%). CSA and FIA% of the multifidus muscle at the disjunction and the previous non-sliding disconnection segment were measured and compared using Image J software. The degree of spondylolisthesis was evaluated referring to the Meyerding standard, and the correlation was analyzed between CSA, FIA% of the multifidus muscle at the disjunction and the degree of spondylolisthesis. **Results** Among the 59 patients, there were 2 cases of L₃ spondylolisthesis, 27 cases of L₄ spondylolisthesis and 30 cases of L₅ spondylolisthesis. CSA of the multifidus muscle at the disjunction and the previous non-sliding disconnection segment were (882.22±236.01) mm² and (845.59±263.37) mm² respectively, the difference was not statistically significant ($t=0.796, P=0.428$). FIA% were 37.16% (25.56%, 50.78%) and 33.26% (18.65%, 43.04%) respectively, the difference was statistically significant ($Z=-2.008, P=0.045$). Among the 59 patients, 50 cases (84.75%) had grade I spondylolisthesis, 9 cases (15.25%) had grade II spondylolisthesis, there were no patients with grade III or IV spondylolisthesis. The degree of spondylolisthesis was correlated with FIA% ($r=0.443, P<0.001$), but not correlated with CSA ($r=-0.188, P=0.153$). **Conclusion** In patients with isth-

^{*} 基金项目: 浙江省中医药科技计划项目(2023ZL665)。 [△] 通信作者, E-mail: 554749691@qq.com。

mus spondylolisthesis, FIA% of the multifidus muscle at the disjunction is significantly higher than that in the previous non-sliding disconnection segment, and it is related to the degree of spondylolisthesis. However, CSA of the multifidus muscle at the disjunction showed no significant difference from that in the previous non-sliding disconnection segment and was not correlated with the degree of spondylolisthesis. FIA% is more accurate in assessing the severity of multifidus muscle degeneration than CSA.

[Key words] isthmic spondylolisthesis; multifidus muscle degeneration; disease severity; correlation

峡部裂性腰椎滑脱是脊柱外科中一种常见的疾病,为单侧或双侧上下关节突之间的峡部骨质连续性中断,导致椎体发生相对移位,以下腰椎好发^[1-3],导致下腰痛、间歇性跛行等症状,严重降低生活质量^[4]。其病因尚不明确,有学者认为脊柱解剖结构的先天发育缺陷是其生物力学基础,峡部长期遭受应力可能是主要原因^[5-6]。由于峡部裂性腰椎滑脱的临床症状没有特异性,患者一般不重视而延误治疗。因此,早期明确峡部裂性腰椎滑脱患者椎旁肌等结构的影像学表现,对于延缓病情和改善预后具有较大意义。近年来,关于多裂肌与退行性腰椎滑脱关系的研究较多^[7-9]。目前普遍认为多裂肌萎缩与退行性腰椎滑脱密切相关,但关于多裂肌与峡部裂性腰椎滑脱相关性的研究较少^[10-11],关于峡部裂性腰椎滑脱患者滑脱节段多裂肌具体退变参数与正常节段的差异及其与滑脱程度的相关性仍未明确。

本研究采用腰椎 MRI 评估腰椎滑脱多裂肌退变参数,包括横截面积(cross-sectional area, CSA)和脂肪浸润面积百分比(percentage of fat infiltration area, FIA%),并在腰椎 MRI 正中矢状位评估腰椎滑脱程度。通过与上一非滑脱节段 CSA 和 FIA% 的比较,分析多裂肌退变参数在滑脱节段的变化,并通过相关性分析,明确多裂肌退变参数与腰椎滑脱之间的具体关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性收集 2022 年 1 月至 2024 年 7 月于本院就诊的峡部裂性腰椎滑脱症患者的临床资料。纳入标准:(1)根据临床症状、查体及影像检查诊断为单一节段双侧峡部裂性腰椎滑脱;(2)有完整的腰椎 MRI 影像资料。排除标准:(1)有腰椎手术病史;(2)有腰椎肿瘤病史;(3)退变性腰椎滑脱;(4)有腰椎明显骨折史;(5)腰椎明显畸形。最终纳入 59 例患者,其中男 29 例,女 30 例;年龄 18~87 岁,平均(61.63±12.28)岁。L₃ 椎体滑脱 2 例, L₄ 椎体滑脱 27 例, L₅ 椎体滑脱 30 例。本研究通过本院伦理委员会批准(审批号: PJ-NBEY-KY-2024-168-01)。

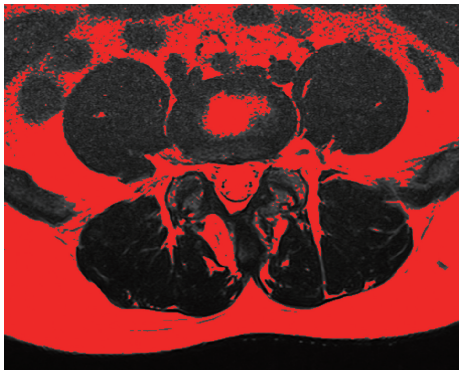
1.2 方法

患者均行腰椎 MRI 检查。收集所有患者的腰椎 MRI 数据,采用 Image J 软件对 T2WI 横断位图像分析椎间盘水平多裂肌的 CSA,即在 T2WI 的横断位椎间盘水平图像上进行感兴趣区的勾画,勾画时严格沿着肌肉筋膜边缘进行勾画,测量双侧多裂肌的总

CSA,然后取平均值见图 1。利用 Image J 软件的自动阈值技术,由软件自动根据组织信号强度选定阈值,以此区分肌肉和脂肪组织,从而自动计算出所勾画肌肉边界内 FIA%^[12-13]见图 2,以上影像学数据由 2 名放射科医生测量后取平均值。参考 Meyerding 标准评估腰椎滑脱程度,即在腰椎 MRI 正中矢状位图像上,将滑脱节段下位椎体的上缘平均分成 4 等份,根据椎体向前滑脱的程度,分为以下 4 度:Ⅰ度为未超过 1/4 者;Ⅱ度为超过 1/4,但不超过 2/4 者;Ⅲ度为超过 2/4,但不超过 3/4 者;Ⅳ度为超过 3/4 者。



图 1 腰椎 MRI 横断位 T2WI 序列上测量双侧多裂肌 CSA 的示意图



红色部分为脂肪浸润区域。使用软件的统计工具计算多裂肌的 FIA%。

图 2 腰椎 MRI 横断位 T2WI 序列上采用 Image J 软件的自动阈值技术处理后图像

1.3 统计学处理

采用 SPSS27.0 软件对数据进行分析。对符合正

态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组比较采用独立样本 t 检验。对不符合正态分布的计量资料以 $M(Q_1, Q_3)$ 表示,两组比较采用 Mann-Whitney U 检验。采用 Spearman 相关分析滑脱节段多裂肌退变参数与滑脱程度的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 一致性检验

对 2 名放射科医生测量的数据进行一致性检验,滑脱节段多裂肌 CSA 组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)为 0.993;滑脱节段多裂肌 FIA% ICC 为 0.975;上一非滑脱节段多裂肌 CSA ICC 为 0.989;上一非滑脱节段多裂肌 FIA% ICC 为 0.987。

2.2 滑脱节段和上一非滑脱节段的多裂肌退变参数

两节段多裂肌 FIA% 比较差异有统计学意义($P < 0.05$),两节段多裂肌 CSA 比较差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 1。

表 1 峡部裂性腰椎滑脱节段与上一非滑脱节段多裂肌退变参数比较		
项目	CSA($\bar{x} \pm s$, mm ²)	FIA% [$M(Q_1, Q_3)$, %]
滑脱节段	882.22 ± 236.01	37.16 (25.56, 50.78)
上一非滑脱节段	845.59 ± 263.37	33.26 (18.65, 43.04)
t/Z	0.796	-2.008
P	0.428	0.045

2.3 滑脱程度

59 例患者中 I 度滑脱 50 例(84.75%),II 度滑脱 9 例(15.25%),无 III 度及 IV 度滑脱患者。

2.4 滑脱节段多裂肌退变参数与滑脱程度的关系

采用 Spearman 相关分析滑脱节段多裂肌退变参数与滑脱程度的相关性,滑脱程度与滑脱节段多裂肌 FIA% 存在相关性($P < 0.001$),相关系数 $r = 0.443$,存在弱正相关;滑脱程度与滑脱节段多裂肌 CSA 不存在相关性($r = -0.188, P = 0.153$)。

3 讨 论

既往文献报道,腰椎峡部裂性患者中男性总体发病率高于女性,但是女性更易发生腰椎滑脱^[11,14];本研究纳入患者男女比例接近 1:1,同样说明虽然女性腰椎峡部裂总体发病率较低,但易发生腰椎滑脱。分析原因可能是女性患者腰椎的椎旁肌相对男性来说比较薄弱。本研究中 L_4 椎体滑脱 27 例, L_5 椎体滑脱 30 例, L_4 、 L_5 椎体滑脱占总量的 96.61%(57/59),其中 L_5 椎体滑脱所占比例略大,与文献报道提示峡部裂性腰椎滑脱好发于下腰椎,尤以 L_5 常见^[1] 基本一致。

椎旁肌退变在形态学上包括萎缩和变性,即肌肉容积减少和脂肪浸润^[15]。有学者对退变性腰椎滑脱患者的 MRI 进行分析,通过测量椎旁肌的 CSA 评估肌肉的退变,发现椎旁肌萎缩和腰椎滑脱具有相关性,而多裂肌在椎旁肌中又非常重要^[16-17]。另有研究对退变滑脱节段多裂肌萎缩的评估也是通过多裂肌

CSA 进行评估,并与未发生滑脱节段进行比较,发现退变滑脱节段多裂肌的萎缩要比正常节段更加严重^[9]。而关于峡部裂性腰椎滑脱椎旁肌退变的文献比较罕见,杨莹等^[10] 通过 L_3 椎体上终板层面测量椎旁肌的 CSA,并与退变性与峡部裂性腰椎滑脱椎旁肌 CSA 进行比较,发现退变组的椎旁肌 CSA 缩小更加明显;但是研究未考虑到滑脱节段与非滑脱节段椎旁肌的退变是否存在差异性。本研究对腰椎峡部裂性滑脱节段与上一非滑脱节段多裂肌的 CSA 进行比较,发现两者差异无统计学意义,分析原因可能是由于大量脂肪浸润替代多裂肌,导致多裂肌 CSA 可不发生明显变化,产生多裂肌 CSA 正常的假象。

除了椎旁肌萎缩,脂肪浸润的程度是评价椎旁肌质量的另一个重要指标。刘鹏辉等^[9] 分别测量多裂肌总 CSA 及无脂肪浸润的净面积,通过两者比值评估多裂肌的脂肪浸润程度,但是该研究通过 MRI T2WI 上肌肉及脂肪的信号差异来勾画净面积,主观性较强;另有研究通过软件阈值技术对脂肪及肌肉以不同颜色显示,通过勾画椎旁肌,可以自动计算出脂肪浸润率,准确性较高^[18]。本研究使用 Image J 软件自动阈值技术,用不同颜色显示多裂肌内肌肉及脂肪,通过勾画多裂肌,自动计算出多裂肌 FIA%,评估多裂肌的退变更加准确。本研究显示峡部裂性腰椎滑脱节段多裂肌 FIA% 高于非滑脱节段,差异有统计学意义,而两者多裂肌 CSA 由于脂肪浸润存在假象差异无统计学意义,因此采用 FIA% 评估多裂肌的退变更加准确。

有研究认为腰椎滑脱患者会发生多裂肌退变,以滑脱节段最严重;当多裂肌有脂肪浸润时,多裂肌的力量减弱,容易导致腰椎滑脱的发生^[10],但是未对腰椎滑脱程度与多裂肌退变参数的相关性进行研究。另有研究显示,峡部裂性腰椎滑脱患者,多裂肌 CSA 与滑脱程度呈负相关^[19]。本研究对不同滑脱程度多裂肌退变情况进行分析,发现滑脱节段多裂肌的 FIA% 与滑脱程度呈正相关,而多裂肌的 CSA 与滑脱程度无相关性,分析原因可能由于大量脂肪浸润替代多裂肌后 CSA 可不发生明显变化,产生多裂肌 CSA 正常的假象,因此用多裂肌 FIA% 评估多裂肌的退变更加准确。同时,腰椎滑脱的发生可伴有神经压迫,可能导致多裂肌萎缩、脂肪浸润进一步加重,从而加重腰椎滑脱。因此要重视峡部裂性腰椎滑脱的早期诊断及可能带来的后果,适当加强腰部肌肉的锻炼。

本研究也存在一定的局限性:(1)无正常对照组,未能分析正常节段多裂肌情况;(2)为回顾性研究,评价腰椎滑脱没有拍摄腰椎过伸过屈 X 线侧位片,可能对结果产生一定影响。

综上所述,本研究表明峡部裂性腰椎滑脱患者滑脱节段多裂肌 FIA% 明显高于上一非滑脱节段,两节段多裂肌 CSA 无明显差异;腰椎滑脱程度与滑脱节段多裂肌 FIA% 存在弱正相关,而与多裂肌 CSA 无

相关性,提示采用多裂肌 FIA%评估多裂肌的退变严重程度更加准确。

参考文献

[1] LI N, AMARASINGHE S, BOUDREAUX K, et al. Spondylolysis[J]. Orthop Rev (Pavia), 2022,14(3):37470.

[2] CHUNG C C, SHIMER A L. Lumbosacral spondylolysis and spondylolisthesis [J]. Clin Sports Med,2021,40(3):471-490.

[3] DEBNATH U K. Lumbar spondylolysis-current concepts review[J]. J Clin Orthop Trauma,2021,21:101535.

[4] KOSLOSKY E, GENDELBERG D. Classification in brief: the meyerding classification system of spondylolisthesis[J]. Clin Orthop Relat Res,2020,478(5):1125-1130.

[5] MOHILE N V, KUCZMARSKI A S, LEE D, et al. Spondylolysis and isthmic spondylolisthesis: a guide to diagnosis and management[J]. J Am Board Fam Med,2022,35(6):1204-1216.

[6] LAWRENCE S E, BOSS E, JACOBS M, et al. Current clinical concepts: management of common lumbar spine posterior column disorders in young, active individuals[J]. J Athl Train, 2022, 57(11/12): 1021-1029.

[7] LI C, WANG L, WANG Z, et al. Radiological changes of paraspinal muscles: a comparative study of patients with isthmic spondylolisthesis, patients with degenerative lumbar spondylolisthesis, and healthy subjects[J]. J Pain Res, 2022, 15: 3563-3573.

[8] KÖHLI P, SCHÖNNAGEL L, HAMB-RECHT J, et al. The relationship between paraspinal muscle atrophy and degenerative lumbar spondylolisthesis at the L_{4/5} level[J]. Spine J, 2024, 24(8):1396-1406.

[9] 刘鹏辉,郑燕平,阎峻,等. 退变性腰椎滑脱患者多裂肌萎缩与滑脱程度相关性研究[J]. 中华骨科杂志,2020,40(2):82-87.

[10] 杨莹,宋萌晨,拾一方,等. 椎旁肌退变在峡部裂性腰椎滑脱与退变性腰椎滑脱的比较[J]. 中华实验外科杂志,2023,40(12):2631-2634.

[11] 宋萌晨,拾一方,李龙域,等. 椎旁肌退变与 L₅/S₁ 峡部裂性腰椎滑脱程度的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2024,34(5):484-489.

[12] 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.

[13] GIBBONS D, MCDONNELL J M, AHERN D P, et al. The relationship between radiological paraspinal lumbar measures and clinical measures of sarcopenia in older patients with chronic lower back pain [J]. J Frailty Sarcopenia Falls,2022,7(2):52-59.

[14] 王守康,梁钢,刘晓垒,等. 退行性和峡部裂性腰椎滑脱患者椎旁肌肉组织退变的影像学比较[J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(27): 5869-5875.

[15] ÖZCAN-EKŞİ E E, EKŞİ M Ş, TURGUT V U, et al. Reciprocal relationship between multifidus and psoas at L₄—L₅ level in women with low back pain [J]. Br J Neurosurg,2021,35(2):220-228.

[16] WANG Z, TIAN Y, LI C, et al. Radiographic risk factors for degenerative lumbar spondylolisthesis: a comparison with healthy control subjects[J]. Front Surg,2022,9:956696.

[17] LEE E T, LEE S A, SOH Y, et al Association of lumbar paraspinal muscle morphometry with degenerative spondylolisthesis [J]. Int J Environ Res Public Health,2021,18(8):4037.

[18] MUELLNER M, HAFFER H, MOSER M, et al. Paraspinal musculature impairment is associated with spinopelvic and spinal malalignment in patients undergoing lumbar fusion surgery[J]. Spine J,2022,22(12):2006-2016.

[19] PARK J H, KIM K W, YOUN Y, et al. Association of MRI-defined lumbar paraspinal muscle mass and slip percentage in degenerative and isthmic spondylolisthesis: a multicenter, retrospective, observational study [J]. Medicine (Baltimore),2019,98(49):e18157.