

· 临床研究 ·

# 基于“筋出槽,骨错缝”理论探讨腰骶部结构的影像表现特点与非特异性腰痛关系的临床研究

雷腾飞<sup>1</sup>, 杜国庆<sup>2</sup>, 李正言<sup>2</sup>, 陈博<sup>2</sup>, 王辉昊<sup>2</sup>, 胡零三<sup>2</sup>, 詹红生<sup>2</sup>

(1. 深圳平乐骨伤科医院/深圳市坪山区中医院, 广东 深圳 518010;

2. 上海中医药大学附属曙光医院, 上海 201203)

**摘要** 目的:基于“筋出槽,骨错缝”理论探讨腰骶部结构的影像表现特点与非特异性腰痛的关系。方法:纳入 60 例非特异性腰痛患者(腰痛组)和 43 例健康志愿者(无腰痛组),拍摄受试者腰椎正侧位 X 线片和 CT 片。于腰椎正侧位 X 线片上分别测量腰骶角、冠状面横骶径、冠状面横髂径,于腰椎横断位 CT 片上测量横断面横髂径;并分别计算冠状面横骶径、冠状面横髂径、横断面横髂径的相对值[ (右侧径值 - 左侧径值) / 右侧径值 × 100% ]。于腰椎横断位 CT 片上,采用切线平行法判断 L<sub>5</sub> 椎体是否旋转。比较 2 组受试者的腰骶角、L<sub>5</sub> 椎体旋转发生率,以及冠状面横骶径、冠状面横髂径、横断面横髂径的相对值。将冠状面横骶径、冠状面横髂径、横断面横髂径相对值 < -5% 定义为左侧相对偏长,将相对值 > 5% 定义为右侧相对偏长,将 -5% ≤ 相对值 ≤ 5% 定义为两侧基本对称。将腰痛组患者按照左侧疼痛、右侧疼痛及双侧疼痛划分,比较不同疼痛侧别患者的腰骶部影像学指标的对称性。结果:腰痛组患者腰骶角小于无腰痛组( $t=2.458, P=0.016$ ),冠状面横髂径相对值大于无腰痛组( $Z=-2.288, P=0.022$ ), L<sub>5</sub> 椎体旋转发生率高于无腰痛组( $\chi^2=5.589, P=0.018$ ); 2 组受试者冠状面横骶径相对值、横断面横髂径相对值的组间比较,差异均无统计学意义( $Z=-1.508, P=0.132; Z=-1.817, P=0.069$ )。腰痛组不同疼痛侧别患者的横断面横髂径对称性比较,差异有统计学意义( $\chi^2=9.309, P=0.011$ ),冠状面横骶径、冠状面横髂径对称性的比较,差异无统计学意义( $\chi^2=0.512, P=0.473; \chi^2=5.367, P=0.372$ )。结论:腰骶角变小、L<sub>5</sub> 椎体旋转、冠状面横髂径相对值增大与非特异性腰痛有关,且横断面横髂径对称性与腰痛侧别有关。这些影像表现特点可能是非特异性腰痛患者腰骶部结构“筋出槽,骨错缝”的影像学证据。

**关键词** 腰痛;腰骶部;筋出槽;骨错缝;影像表现特点;放射摄影术;体层摄影术,X 线计算机

## Exploring the relationship between imaging features of lumbosacral structure and non-specific low back pain based on the theory of tendon off-position and mild malposition of bone and joint

LEI Tengfei<sup>1</sup>, DU Guoqing<sup>2</sup>, LI Zhengyan<sup>2</sup>, CHEN Bo<sup>2</sup>, WANG Huihao<sup>2</sup>, HU Lingsan<sup>2</sup>, ZHAN Hongsheng<sup>2</sup>

1. Shenzhen Pingle Orthopedic Hospital (Shenzhen Pingshan District Hospital of Traditional Chinese medicine), Shenzhen 518010, Guangdong, China

2. Shuguang Hospital Affiliated to Shanghai University of Traditional Chinese Medicine, Shanghai 201203, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the relationship between imaging features of lumbosacral structure and non-specific low back pain (NSLBP) based on the theory of tendon off-position and mild malposition of bone and joint. **Methods:** Sixty NSLBP patients (LBP group) and 43 healthy volunteers (non-LBP group) were enrolled in the study, and their anteroposterior and lateral X-ray and CT films of lumbar spine were taken. The lumbosacral angle, coronal distance between transverse process and sacrum, and coronal distance between transverse process and ilium were measured on the anteroposterior and lateral X-ray films of lumbar spine, and the cross-sectional distance between transverse process and ilium was measured on the transverse CT films of lumbar spine. The relative values (ratio of difference between right distance and left distance to the right distance) of coronal distance between transverse process and sacrum, coronal distance between transverse process and ilium, and cross-sectional distance between transverse process and ilium were calculated, respectively; besides, the parallel tangent method was employed to determine whether the L<sub>5</sub> vertebra was rotated on the transverse CT films of lumbar spine. The lumbosacral angle, incidence of rotation in L<sub>5</sub> vertebra, and the relative values of coronal distance between transverse process and sacrum, coronal

基金项目:国家自然科学基金项目(81473702);上海市临床重点专科建设项目(shslczdzk03901);上海市 2021 高水平地方高效创新团队建设项目(沪教委人[2022]3 号)

通讯作者:詹红生 E-mail:shgsyjs@139.com

distance between transverse process and ilium, and cross-sectional distance between transverse process and ilium were compared between the two groups. The relative values of above-mentioned indicators of  $< -5\%$ ,  $> 5\%$ , and between  $-5\%$  and  $5\%$  were defined as left-sided elongation, right-sided elongation, and bilateral symmetry, respectively. The patients with LBP were classified into 3 subgroups based on left-side pain, right-side pain, and bilateral pain, and the symmetry of imaging indicators in the lumbosacral region was compared among the different subgroups. **Results:** The lumbosacral angle was smaller ( $t = 2.458, P = 0.016$ ), the relative values of coronal distance between transverse process and ilium was larger ( $Z = -2.288, P = 0.022$ ), and the incidence of rotation in  $L_5$  vertebra was higher ( $\chi^2 = 5.589, P = 0.018$ ) in patients with LBP compared to the ones without LBP; while the comparison of the relative values of coronal distance between transverse process and sacrum and cross-sectional distance between transverse process and ilium between the 2 groups revealed no significant differences ( $Z = -1.508, P = 0.132; Z = -1.817, P = 0.069$ ). The differences were statistically significant among the 3 subgroups in symmetry of cross-sectional distance between transverse process and ilium ( $\chi^2 = 9.309, P = 0.011$ ), while, were not statistically significant in the symmetry of coronal distance between transverse process and sacrum and the symmetry of coronal distance between transverse process and ilium ( $\chi^2 = 0.512, P = 0.473; \chi^2 = 5.367, P = 0.372$ ). **Conclusion:** A decrease in lumbosacral angle, rotation in  $L_5$  vertebra, and an increase in relative values of coronal distance between transverse process and ilium are associated with NSLBP, and the symmetry of cross-sectional distance between transverse process and ilium is related to the side of LBP. The imaging features may serve as the radiological evidence of tendon off-position and mild malposition of bone and joint in the lumbosacral region of patients with NSLBP.

**Keywords** low back pain; lumbosacral region; tendon off-position; mild malposition of bone and joint; imaging features; radiography; tomography; X-ray computed

非特异性腰痛是指病因不明的、除脊柱特异性疾病及神经根性疼痛以外原因所引起的腰部疼痛与不适,腰痛位于单侧或双侧,伴或不伴有大腿牵涉痛<sup>[1]</sup>。非特异性腰痛占临床上腰痛的 90% 左右,严重影响患者的生活质量<sup>[2-3]</sup>。目前,非特异性腰痛的病因尚未完全明确<sup>[4-5]</sup>,其发生与筋骨失衡关系密切<sup>[6-8]</sup>。随着“筋出槽,骨错缝”的理论研究及“筋出槽”和“骨错缝”作为疾病名称的规范化进程不断深入<sup>[9-10]</sup>,“筋出槽,骨错缝”理论在非特异性腰痛的临床诊治中发挥了越来越重要的作用<sup>[11]</sup>。然而,非特异性腰痛患者腰骶部结构是否存在显著的影像学变化,目前尚无明确、统一的认识。为此,本研究基于“筋出槽,骨错缝”理论,探讨了腰骶部结构的影像表现特点与非特异性腰痛的关系,现总结报告如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

以 2017 年 1 月至 2018 年 3 月在上海中医药大学附属曙光医院门诊就诊的非特异性腰痛患者和同期招募的健康志愿者为研究对象。本研究由第一作者在上海中医药大学攻读研究生期间开展,方案经中国注册临床试验伦理审查委员会审查批准,伦理批件号:ChiECRCT-2017019。

### 1.2 纳入标准

①符合非特异性腰痛诊断标准<sup>[1]</sup>且腰部疼痛视觉模拟量表评分 $\geq 3$  分的患者(针对腰痛组)和无腰部疼痛的健康志愿者(针对无腰痛组);②年龄

20~55 岁;③同意参与本研究,签署知情同意书。

### 1.3 排除标准

①有脊柱严重创伤史或外科手术史者;②合并严重心脑血管、造血系统、消化系统、内分泌系统、泌尿系统、免疫系统疾病者;③合并骨质疏松症、风湿病等其他能够诱发腰背部疼痛的疾病者;④有精神疾病史者;⑤妊娠或哺乳期妇女。

## 2 方法

### 2.1 样本量估算

通过预试验测量 10 例非特异性腰痛患者  $L_5$  右侧横突末端到棘突中轴线的距离,计算样本的标准差  $\sigma = 3.44$ ,最小有意义差值  $\delta$  为 2.25。设定  $\alpha = 0.05, 1 - \beta = 0.8$ ,根据公式  $n = 2 \times [(t_{\alpha} + t_{\beta}) \times \sigma / \delta]^2$  计算样本量。

### 2.2 受试者分组

将非特异性腰痛患者纳入腰痛组,将健康志愿者纳入无腰痛组。

### 2.3 腰骶部影像学指标测量

所有受试者均拍摄腰椎正侧位 X 线片及 CT 片。在腰椎侧位 X 线片上,测量骶骨上缘切线与水平线的夹角,即腰骶角[图 1(1)]。在腰椎正位 X 线片上,过两侧横突下缘末端分别向骶骨边缘做垂线,垂线的长度即冠状面横骶径;过两侧横突侧缘末端分别向髂骨边缘做垂线,垂线的长度即冠状面横髂径[图 1(2)]。在可观察到  $L_5$  横突的横断面 CT 片上,测量横突与髂骨的最短距离,即横断面横髂径[图 1(3)]。分别测量左右两侧的冠状面横骶径、冠状面横髂径、横断面

横髂径,所有指标均由 3 名研究人员分别测量,取 3 名研究人员测量结果的平均值作为最终测量结果。采用切线平行法判断 L<sub>5</sub> 椎体是否旋转:在 L<sub>5</sub> 横断位 CT 片上,过 L<sub>5</sub> 两侧横突末端切点做线段 A,过两侧髂骨后缘做线段 B,线段 A 和线段 B 平行则 L<sub>5</sub> 椎体旋转,反之则不旋转。线段 A 和线段 B 是否平行,通过测量 L<sub>5</sub> 两侧横突缘末端到线段 B 的距离 d1 和 d2 的差值进行判断。若  $|d1 - d2|/d1 \times 100\% \leq 5\%$ ,则判定线段 A 和线段 B 平行;若  $|d1 - d2|/d1 \times 100\% > 5\%$ ,则判定线段 A 和线段 B 不平行[图 1(4)]。

## 2.4 腰骶部影像学指标与非特异性腰痛的关系分析

计算冠状面横髂径、冠状面横髂径、横断面横髂径的相对值,以冠状面横髂径为例,其相对值 = (右侧冠状面横髂径 - 左侧冠状面横髂径)/右侧冠状面横髂径  $\times 100\%$ 。比较 2 组受试者的腰骶角、L<sub>5</sub> 椎体旋转发生率,以及冠状面横髂径、冠状面横髂径、横断面横髂径的相对值。

## 2.5 腰骶部影像学指标对称性与非特异性腰痛侧别的关系分析

将冠状面横髂径、冠状面横髂径、横断面横髂径

相对值  $< -5\%$  定义为左侧相对偏长,将相对值  $> 5\%$  定义为右侧相对偏长,将  $-5\% \leq \text{相对值} \leq 5\%$  定义为两侧基本对称。将腰痛组患者按照左侧疼痛、右侧疼痛及双侧疼痛划分,比较不同疼痛侧别患者的腰骶部影像学指标的对称性。

## 2.6 数据统计

采用 SPSS19.0 统计软件对所得数据进行统计学分析。年龄、体质量指数、腰骶角的组间比较均采用  $t$  检验,冠状面横髂径相对值、冠状面横髂径相对值、横断面横髂径相对值的比较采用秩和检验,性别、L<sub>5</sub> 椎体旋转发生率,以及冠状面横髂径、冠状面横髂径、横断面横髂径对称性的组间比较均采用  $\chi^2$  检验。检验水准  $\alpha = 0.05$ 。

## 3 结果

### 3.1 样本量估算和分组结果

样本量估算每组需纳入 42 例。最终共纳入 60 例非特异性腰痛患者(腰痛组)和 43 例健康志愿者(无腰痛组)。2 组受试者的基线资料比较,差异无统计学意义,有可比性(表 1)。

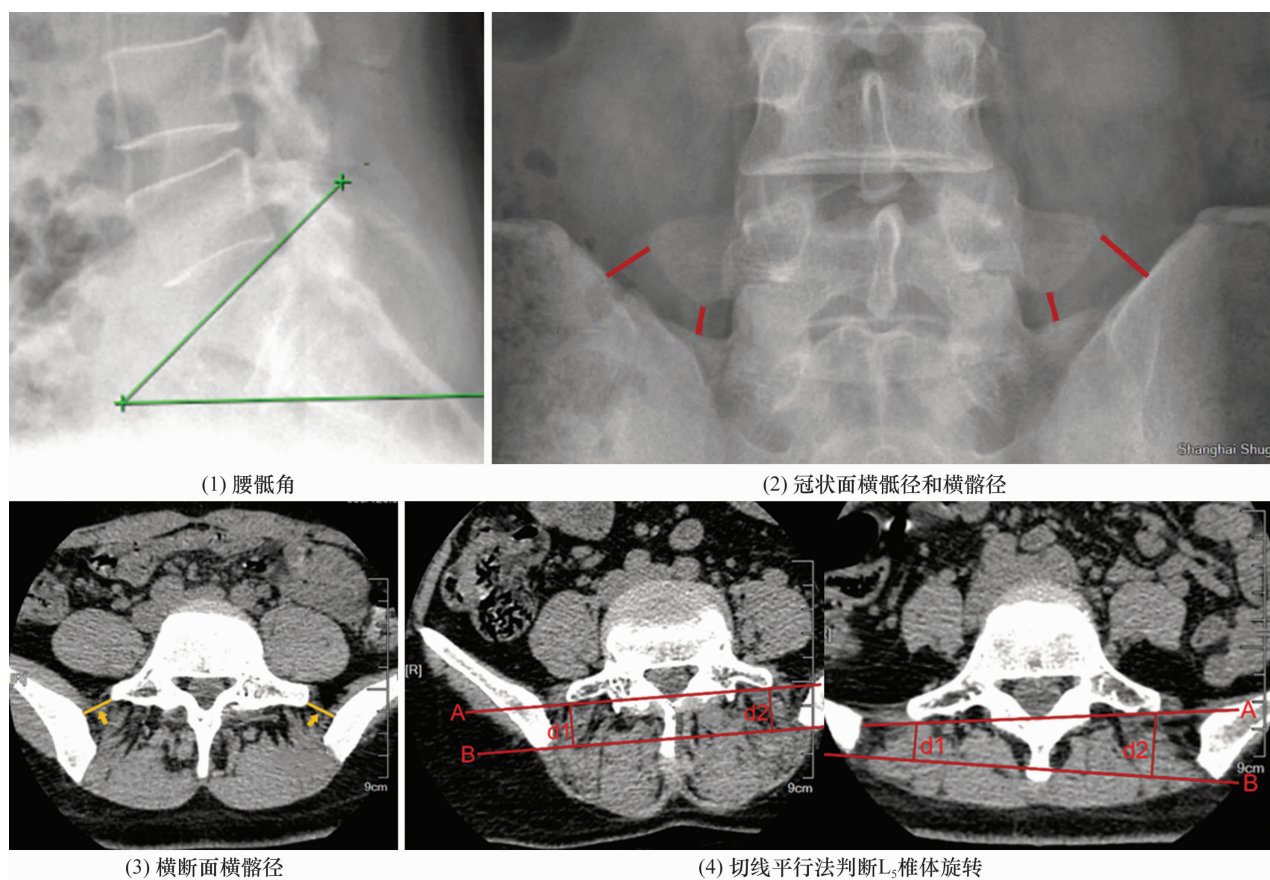


图 1 腰骶部影像学指标测量示意图

### 3.2 腰骶部影像学指标与非特异性腰痛的关系分析结果

腰痛组患者腰骶角小于无腰痛组,冠状面横髂径相对值大于无腰痛组, $L_5$  椎体旋转发生率高于无腰痛组;2 组受试者冠状面横髂径相对值、横断面横髂径相对值的组间比较,差异均无统计学意义(表 2)。

### 3.3 腰骶部影像学指标对称性与非特异性腰痛侧别的关系分析结果

腰痛组不同疼痛侧别患者的横断面横髂径对称性比较,差异有统计学意义;冠状面横髂径、冠状面横髂径对称性的比较,差异无统计学意义(表 3)。

## 4 讨 论

$L_5$  与骶椎形成腰骶关节;骶椎位于两髂骨中间,通过骶髂后韧带、骶髂前韧带等多条韧带与髂骨连接,形成骶髂复合体。 $L_5$  是脊柱受力最大的椎体<sup>[12]</sup>。 $L_5$  空间位置异常会导致腰骶部的不对称,引起腰骶部两侧软组织活动不协调,诱发腰部劳损和疼痛<sup>[13-15]</sup>。腰骶角能够反映  $L_5$  在矢状面上的结构改变,腰骶角过大或过小均可能导致脊柱载荷分布不均,诱发腰背部疼痛。本研究结果显示非特异性腰痛患者腰骶角

小于健康志愿者。冠状面横髂径、冠状面横髂径、横断面横髂径分别反映了  $L_5$  在冠状面和横断面上与髂骨的位置关系。本研究结果显示,非特异性腰痛患者冠状面横髂径相对值大于健康志愿者,提示非特异性腰疼患者  $L_5$  横突与髂骨的左右两侧距离的差异相对于健康人更显著。“骨错缝”是指骨与骨之间发生微小的移位导致骨与骨之间的间距发生改变。本研究显示,非特异性腰痛患者  $L_5$  椎体旋转发生率高于健康志愿者。 $L_5$  椎体旋转必然会导致椎体与骶骨、髂骨之间的相对位置发生改变,进而导致“骨错缝”的发生。非特异性腰痛患者冠状面横髂径相对值大于健康志愿者也提示,非特异性腰痛患者  $L_5$  椎体髂骨之间的距离发生改变。 $L_5$  与骶骨、髂骨之间通过韧带、肌肉等组织连接,同时也有部分腰丛、骶丛神经走行于其间<sup>[16-17]</sup>。 $L_5$  椎体旋转会牵拉软组织,导致软组织形态结构、位置关系发生改变,即发生“筋出槽”。 $L_5$  椎体与髂骨之间的距离发生改变,也会导致“筋”的紧张或松弛。非特异性腰痛的发生与腰骶部“筋出槽”关系密切。临床上采用药物注射治疗非特异性腰痛,该区域也是常用的药物注射位点<sup>[18]</sup>。此外,本研

表 1 2 组受试者的基线资料

组别	样本量/例	年龄/ $(\bar{x} \pm s, \text{岁})$	性别/例		体质量指数/ $(\bar{x} \pm s, \text{kg} \cdot \text{m}^{-2})$
			男	女	
腰痛组	60	$36.28 \pm 10.03$	14	46	$22.87 \pm 2.96$
无腰痛组	43	$37.86 \pm 11.01$	8	35	$21.96 \pm 2.72$
检验统计量		$t = 0.755$	$\chi^2 = 0.333$		$t = -1.589$
P 值		0.452	0.372		0.115

表 2 2 组受试者的腰骶部影像学指标

组别	样本量/例	腰骶角/ $(\bar{x} \pm s, ^\circ)$	冠状面横髂径 相对值/ [ $(M, Q), \%$ ]	冠状面横髂径 相对值/ [ $(M, Q), \%$ ]	横断面横髂径 相对值/ [ $(M, Q), \%$ ]	L <sub>5</sub> 椎体旋转 发生情况/例	
						旋转	无旋转
腰痛组	60	$36.28 \pm 10.03$	0.00, 69.83	8.28, 31.13	3.26, 32.05	17	43
无腰痛组	43	$40.30 \pm 7.31$	-7.55, 46.63	0.41, 28.64	-5.49, 27.19	4	39
检验统计量		$t = 2.458$	$Z = -1.508$	$Z = -2.288$	$Z = -1.817$	$\chi^2 = 5.589$	
P 值		0.016	0.132	0.022	0.069	0.018	

表 3 不同疼痛侧别患者的腰骶部影像学指标对称性

单位:例

疼痛侧别	样本量	冠状面横髂径对称性			冠状面横髂径对称性			横断面横髂径对称性		
		左侧 相对长	右侧 相对长	基本 对称	左侧 相对长	右侧 相对长	基本 对称	左侧 相对长	右侧 相对长	基本 对称
左侧疼痛	25	6	4	15	12	5	8	11	7	7
右侧疼痛	19	5	2	12	10	2	7	7	1	11
双侧疼痛	16	4	3	9	3	4	9	2	4	10
$\chi^2$ 值		0.512			5.367			9.309		
P 值		0.473			0.372			0.011		

(下转第 51 页)

ical alignment in primary total knee arthroplasty: an updated meta-analysis of randomized controlled trials [J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 201.

- [35] HOWELL S M, AKHTAR M, NEDOPIL A J, et al. Reoperation, implant survival, and clinical outcome after kinematically aligned total knee arthroplasty: a concise clinical follow-up at 16 years [J]. J Arthroplasty, 2024, 39(3): 695 – 700.
- [36] DOSSETT H G, ARTHUR J R, MAKOVICKA J L, et al. A randomized controlled trial of kinematically and mechanically aligned total knee arthroplasties: long-term follow-up [J]. J Arthroplasty, 2023, 38(6S): S209 – S214.
- [37] TRAN T, MCEWEN P, PENG Y, et al. Kinematic alignment in total knee arthroplasty: a five-year prospective, multicen-

tre, survivorship study [J]. Bone Jt Open, 2022, 3(8): 656 – 665.

- [38] NEDOPIL A J, HOWELL S M, HULL M L. What clinical characteristics and radiographic parameters are associated with patellofemoral instability after kinematically aligned total knee arthroplasty? [J]. Int Orthop, 2017, 41(2): 283 – 291.
- [39] KLASAN A, DE STEIGER R, HOLLAND S, et al. Similar risk of revision after kinematically aligned, patient-specific instrumented total knee arthroplasty, and all other total knee arthroplasty: combined results from the Australian and New Zealand joint replacement registries [J]. J Arthroplasty, 2020, 35(10): 2872 – 2877.

(收稿日期: 2024-06-06 本文编辑: 杨雅)

(上接第 30 页)

究结果显示,疼痛侧别与横断面横髂径相对较长的侧别一致,提示横断面横髂径变长与疼痛的发生具有一致性。我们认为,横突与髂骨的距离越大,则“筋”受到的牵拉力就越大,进而导致牵拉部位疼痛的发生。

本研究结果显示,腰骶角变小、L<sub>5</sub> 椎体旋转/冠状面横髂径相对值增大与非特异性腰痛有关,且横断面横髂径对称性与腰痛侧别有关。这些影像表现特点可能是非特异性腰痛患者腰骶部结构“筋出槽、骨错缝”的影像学证据。

### 参考文献

- [1] 中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会, 中华医学会骨科分会骨科康复学组. 中国非特异性腰背痛临床诊疗指南 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2022, 32(3): 258 – 268.
- [2] MAHER C, UNDERWOOD M, BUCHBINDER R. Non-specific low back pain [J]. Lancet, 2017, 389(10070): 736 – 747.
- [3] DEYO R A, WEINSTEIN J N. Low back pain [J]. N Engl J Med, 2001, 344(5): 363 – 370.
- [4] 靳安民. 非特异性腰痛的对因治疗 [J]. 第一军医大学学报, 2002, 22(12): 1057 – 1060.
- [5] SHOKRI P, ZAHMATYAR M, FALAH TAFTI M, et al. Non-spinal low back pain: global epidemiology, trends, and risk factors [J]. Health Sci Rep, 2023, 6(9): e1533.
- [6] 雷腾飞, 胡零三, 安军伟, 等. 腰骶部“骨错缝、筋出槽”与非特异性下腰痛关系的探讨 [J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(4): 80 – 82.
- [7] 汪敏加, 周凌, 丁海丽, 等. 非特异性腰痛患者腰骶结构特征及其影响因素 [J]. 武汉体育学院学报, 2017, 51(5):

95 – 100.

- [8] 潘富伟, 邓真, 张开勇, 等. 詹红生从筋诊治非特异性腰痛的临床意义探析 [J]. 上海中医药杂志, 2020, 54(11): 26 – 28.
- [9] 《脊柱筋出槽骨错缝临床诊疗指南》标准化项目专家组. 基于德尔菲法构建《脊柱筋出槽疾病诊断标准》专家共识 [J]. 中医正骨, 2023, 35(3): 1 – 5.
- [10] 李正言, 丁立鹏, 任我行, 等. 筋出槽和骨错缝的中英文释义及现代认知探讨 [J]. 中医正骨, 2024, 36(6): 37 – 39.
- [11] 杜国庆, 沈知彼, 李正言, 等. 脊柱筋出槽、骨错缝疾病临床评估中触诊的价值和操作方法 [J]. 中医正骨, 2024, 36(2): 55 – 59.
- [12] 李伟. 正常腰椎及腰椎骨质疏松三维有限元模型的建立及分析 [D]. 石家庄: 河北医科大学, 2011.
- [13] 陈睿, 宋恒平. 腰骶部“梯形区”的结构变化在下腰痛中的致因作用 [J]. 中国矫形外科杂志, 2011, 19(3): 260.
- [14] 黄清奇, 刘少强, 梁珪清. 腰骶部移行椎的解剖及生物力学研究进展 [J]. 中华外科杂志, 2019, 57(2): 156 – 160.
- [15] 涂强, 徐国洲, 钟润泉, 等. 第五腰椎横突肥大综合征的诊断与治疗 [J]. 临床外科杂志, 2006, 14(6): 400 – 401.
- [16] 王震寰, 杨其云. 腰<sub>5</sub>—骶<sub>1</sub> 椎间孔的韧带及其与腰腿痛的关系 I. 韧带的解剖学观察 [J]. 颈腰痛杂志, 1995, 16(4): 193 – 195.
- [17] 朱爱国, 张烽, 朱建伟, 等. 腰骶丛神经根的应用解剖及临床意义 [J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(4): 573 – 577.
- [18] 时蓉, 马岳, 王云. 超声引导下腰骶区神经阻滞技术研究进展 [J]. 中国疼痛医学杂志, 2022, 28(5): 369 – 374.

(收稿日期: 2023-10-26 本文编辑: 吕宁)