

腰椎棘突偏斜与年轻患者腰椎间盘突出 的相关性研究

陈志杰¹, 陈春美², 毕中胜¹, 刘姮¹, 林涛¹, 鲁明¹, 王锐²

(1. 广东三九脑科医院暨南大学附属脑科医院神经外科, 广东 广州 510510; 2. 福建医科大学附属协和医院神经外科, 福建 福州 350001)

【摘要】 目的: 探讨腰椎棘突偏斜与年轻患者(<30岁)腰椎间盘突出之间的相关性。方法: 对2015年3月至2022年1月收治的30例年轻腰椎间盘突出患者(年轻组)进行回顾性分析。同时筛选纳入中老年腰椎间盘突出患者(中老年组)和非退行性病变的年轻脊柱脊髓疾病患者(年轻非退变组)各30例作为对照组。在CT上测量目标棘突的偏斜角度, 通过各类分组进行统计学分析。结果: 年轻组病变节段的棘突偏斜角度为(3.89±3.77)°, 中老年组病变节段的棘突偏斜角度为(3.72±2.98)°, 两组比较差异无统计学意义(P=0.851)。年轻非退变组棘突偏斜角度为(2.20±2.28)°, 明显小于年轻组患者(P=0.040)。年轻组病变节段的上位椎体棘突的倾斜角度为(4.10±3.44)°, 与中老年组的(3.47±2.87)°比较差异无统计学意义(P=0.447)。年轻组有19例患者病变节段和上位椎体棘突的倾斜方向相反, 而中老年组仅有7例患者出现这种情况, 两组比较差异有统计学意义(P=0.002)。年轻患者腰椎间盘突出方向与病变或者上位腰椎的棘突偏斜方向无明显关系(P>0.05)。结论: 棘突偏斜可能是年轻人患腰椎间盘突出的危险因素。相邻腰椎棘突的偏斜方向相反是年轻患者的重要解剖特征, 在此基础上会产生椎旁肌发育失衡, 容易诱发腰椎间盘突出。椎间盘突出类型与病变椎体和上位椎体的棘突的偏斜方向无明显关联。有该解剖变异者可以通过合理锻炼, 加强脊柱稳定性, 预防腰椎间盘突出。

【关键词】 棘突偏斜; 年轻人; 腰椎间盘突出; 易感因素

中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.06.010

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Correlation between spinous process deviation and lumbar disc herniation in young patients

CHEN Zhi-jie¹, CHEN Chun-mei², BI Zhong-sheng¹, LIU Da¹, LIN Tao¹, LU Ming¹, WANG Rui² (1. Department of Neurosurgery, Guangdong 999 Brain Hospital, Medical College of Jinan University, Guangzhou 510000, Guangdong, China; 2. Department of Neurosurgery, Fujian Medical University Union Hospital, Fuzhou 350001, Fujian, China)

ABSTRACT Objective To explore the relationship between spinous process deviation and lumbar disc herniation in young patients. **Methods** From March 2015 to January 2022, 30 treated young (under the age of 30) patients with lumbar disc herniation were included as the young group. In addition 30 middle-aged patients (quinquagenarian group) with lumbar disc herniation and 30 patients with non-degenerative spinal diseases (young non-degenerative group) were selected as control groups. The angle of the spinous process deviation was measured on CT and statistically analyzed by various groups. All the data were measured twice and the average value was taken and recorded. **Results** The average angle of spinous process deviation in the degenerative lumbar vertebra of young patients were (3.89±3.77) degrees, similar to the (3.72±2.98) degrees of quinquagenarian patients (P=0.851). The average angle of s spinous process deviation young non-degenerative group were (2.20±2.28) degrees, significantly less than young group (P=0.040). The spinous process deviation angle of the superior vertebral of the degenerative lumbar in the young group was (4.10±3.44) degrees, which similar to the (3.47±2.87) degrees in the quinquagenarian group (P=0.447). A total of 19 young patients had the opposite deviation direction of the spinous process of the degenerative lumbar vertebra and upper vertebra, while only 7 quinquagenarian patients had this condition (P=0.02). The type of lumbar disc herniation in young patients had no significant relationship with the direction of spinous process deflection of the degenerative or upper lumbar vertebra (P>0.05). **Conclusion** Spinous process deviation is a risk factor of young lumbar disc herniation patients. If the deviation directions of adjacent lumbar spinous processes are opposite, it will increase the incidence of lumbar disc herniation in young patients. There was no significant correlation between the type of disc herniation and the deviation direction of the spinous process of the degenerative or upper lumbar vertebra. People with such anatomical variation can

通讯作者: 陈春美 E-mail: cmchen2009@hotmail.com

Corresponding author: CHEN Chun-mei E-mail: cmchen2009@hotmail.com

strengthen the stability of spine and prevent lumbar disc herniation through reasonable exercise.

KEYWORDS Lumbar disc herniation; Young patients; Spinous process deviation; Susceptibility factors

腰椎间盘突出是一种引起腰腿痛、麻木和下肢活动障碍的常见疾病。有研究认为腰椎突出在 30 岁后明显增多,而 30 岁以下的青年和少年患者比较少见,在所有需手术的患者中占 0.5%~3%^[1]。近年来关于腰椎间盘突出年轻化原因的探索逐年增多,肥胖、高身材是较为常见的危险因素^[2-3],而关于骨性解剖的研究较少。本研究对比年轻人(30 岁以下)和中老年腰椎间盘突出患者及非退变的年轻脊柱脊髓患者的棘突偏斜现象,从解剖层面推测棘突偏斜对年轻患者腰椎间盘突出的易感性,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 研究对象 2015 年 3 月至 2022 年 1 月诊治的 30 例年龄<30 岁的腰椎间盘突出患者为研究对象(年轻组),并筛选同期接受手术的 30 例 45 岁以上的腰椎间盘突出患者(中老年组)和 30 例年轻非退行性病变的脊柱脊髓疾病患者(年轻非退变组)作为对照组。

1.1.2 纳入和排除标准 (1)腰椎间盘突出患者纳入标准:年龄<30 岁的腰椎间盘突出患者(年轻组),年龄 45 岁以上的腰椎间盘突出患者(中老年组);具有完善的腰椎影像资料,如 CT、MRI、DR。(2)腰椎间盘突出患者排除标准:外力因素导致的腰椎间盘突出(不包括自身运动导致的腰椎间盘突出);伴有峡部裂腰椎滑脱或腰椎骨折等导致椎体不稳的疾病;脊柱(腰椎)侧弯及隐性脊柱裂的病例。(3)年轻非退变组纳入标准:颈胸腰骶椎椎管内疾病,包括髓管囊肿、椎管内肿瘤、脊髓血管畸形等患者。(4)年轻非退变组排除标准:幼儿、外伤、退行性疾病、强直性脊柱炎和脊柱侧弯畸形等患者。

1.2 一般资料

根据椎间盘突出分型^[4]将髓核压迫神经根的位置(椎间盘突出方向)分为中央型、左侧型和右侧型。

年轻组男 26 例,女 4 例;年龄 14~30(24.7±3.8)岁;累及节段为 L_{4,5} 18 例,L₅S₁ 11 例,L_{4,5} 和 L₅S₁ 双节段 1 例(症状主要为 L₅S₁ 突出);中央型 4 例,右侧型 15 例,左侧型 11 例。中老年组男 23 例,女 7 例;年龄 49~82(63.7±7.8)岁;累及节段为 L_{4,5} 22 例,L₅S₁ 8 例;中央型 6 例,右侧型 13 例,左侧型 11 例。年轻非退变组男 16 例,女 14 例;年龄 14~30(25.4±3.79)岁。3 组患者一般资料见表 1。

1.3 观察项目与方法

按文献^[5]在 CT 上测量椎体后缘连线与棘突长轴纵线夹角,90°减去该角度即为棘突偏斜角度(图 1),并记录其偏斜的方向。将棘突偏斜分为 3 个级别:Ⅰ级,偏斜角度<5°;Ⅱ级,偏斜角度 5°~10°;Ⅲ级,偏斜角度>10°。记录每组患者例数。测量数据由 2 名课题组成员分别测得后取平均值。

在 CT 上测量棘突的偏斜角度后,将老年组和年轻非退变组分别作为对照组比较病变椎体棘突偏斜角度和偏斜程度。通过比较年轻组和老年组病变节段棘突与邻近上位椎体棘突偏斜方向相反的数量差异,探讨年轻患者早发腰椎间盘突出的解剖特征。最后对比年轻组患者棘突偏斜方向和腰椎间盘突出方向人数(分别比较病变腰椎和上位腰椎棘突),评估棘突偏斜方向与腰椎间盘突出方向是否存在关联。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行统计分析,棘突偏斜角度为定量资料,采用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)描述,组间比较采用成组设计定量资料 *t* 检验;组间不同偏斜程度患者例数对比采用曼惠特尼秩和检验;棘突偏斜方向和突出类型的患者例数对比采用 χ^2 检验。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组病变腰椎棘突偏斜情况对比

年轻患者腰椎间盘突出方向与病变或者上位腰

表 1 纳入研究的 3 组患者一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients in three groups

组别	例数	性别/例		年龄($\bar{x} \pm s$)/岁	椎间盘突出方向/例		
		男	女		中央型	左侧型	右侧型
年轻组	30	26	4	24.7±3.8	4	11	15
中老年组	30	23	7	63.7±7.8	6	11	13
年轻非退变组	30	16	14	25.4±3.8			
检验值		$\chi^2=8.750$		<i>F</i> =497.339	$\chi^2=0.543$		
<i>P</i> 值		0.013		0.000	0.762		

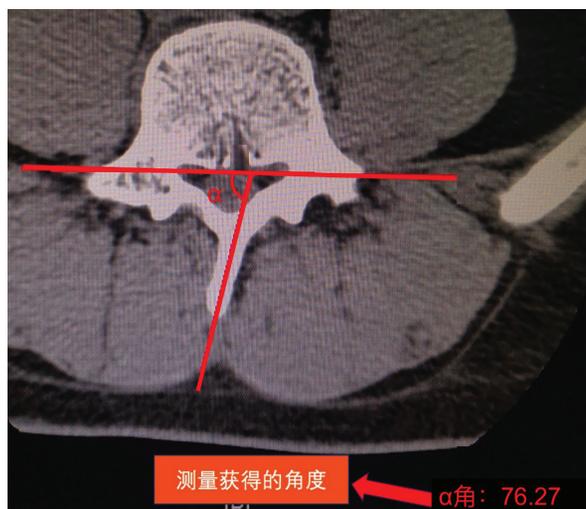


图 1 棘突偏斜角度测量方法:通过间接测量法获得棘突偏斜角,先在 CT 轴位上测量椎体后缘切线与棘突长轴线夹角(α),然后用 90° 减去 α 角,即为偏斜角度

Fig.1 Measurement of spinous process deviation on axial CT images. The angle of spinous process deviation was obtained through indirect measurement. Firstly we measured the angle (α) between the tangent line of the posterior edge of the vertebral body and the long axis of the spinous process on the axial CT image, and then subtracted the angle α by 90 degrees to obtain the deviation angle

椎的棘突偏斜方向无明显关系 ($P>0.05$),见表 2。年轻组患者和老年组的病变节段的棘突偏斜角度分别为 $(3.89 \pm 3.77)^\circ$ 和 $(3.72 \pm 2.98)^\circ$ ($P=0.851$),而 I、II、III 级偏斜者分别有 20、8、2 例,以及 21、8、1 例 ($P=0.730$),两组相比差异均无统计学意义。年轻非退变组患者病变腰椎的棘突偏斜角度为 $(2.20 \pm 2.28)^\circ$,明显小于年轻组 ($P=0.040$),而 I、II、III 级偏斜者分别有 25、5、0 例 ($P=0.117$)。见表 3。

2.2 各组上位腰椎棘突偏斜情况以及相邻椎体偏斜方向对比

年轻组病变节段的上位椎体棘突的倾斜角度为 $(4.10 \pm 3.44)^\circ$,与中老年组的 $(3.47 \pm 2.87)^\circ$ 比较,差异

表 2 年轻组 30 例患者棘突偏斜方向和腰椎间盘突出方向相关性分析

Tab.2 Correlation analysis of spinous process deviation and lumbar disc herniation side in young patients

单位:例

椎间盘突出方向	病变椎体棘突		上位椎体棘突	
	左侧偏斜	右侧偏斜	左侧偏斜	右侧偏斜
左侧型	5	6	5	6
右侧型	6	9	7	8
中央型	2	2	4	0
χ^2 值	0.353		4.340	
P 值	1		0.175	

无统计学意义 ($P=0.447$)。两组患者的 I、II、III 级偏斜者分别有 19、9、2 例和 23、5、2 例 ($P=0.302$)。共 19 例年轻患者的病变腰椎棘突和上位腰椎棘突的偏斜方向相反,而老年患者中仅 7 例,组间差异有统计学意义 ($P=0.002$)。年轻组中 14 例患者病变腰椎棘突偏斜方向与椎间盘突出方向一致,而老年组有 17 例 ($P=0.438$)。年轻组中 14 例患者上位腰椎棘突偏斜与椎间盘突出方向一致,而老年组有 19 例 ($P=0.194$)。见表 3。

3 讨论

3.1 研究背景

近年来越来越多的研究者关注年轻患者腰椎间盘突出突出的诱因和疾病特点。有研究^[5]发现青少年腰椎间盘突出症患者中身体质量指数、腰围及腰臀比肥胖者所占的比例明显大于中老年组,高身体质量指数会提高青少年腰椎间盘突出症的发病率。除了高身体质量指数、腰椎退变等因素,腰骶部的局部解剖结果也是研究的热点。在腰骶部的骨性解剖方面,党镭等^[3]分析 63 例年轻腰椎间盘突出患者的临床资料发现这些患者的身高和体重明显高于同龄人,伴有嵴连线高度正常或过高(33 例)、L₅ 横突长度过长(44 例)、无移行椎或有腰椎骶化畸形(44 例)等发

表 3 各组患者棘突偏斜情况以及与腰椎间盘突出方向比较

Tab.3 Deviation angles of spinous processes in three groups and the relationship with lumbar disc herniation side

组别	例数	病变椎体棘突偏斜 ($\bar{x} \pm s$) $^\circ$	病变椎体棘突偏斜程度/例			上位椎体棘突偏斜 ($\bar{x} \pm s$) $^\circ$	上位椎体棘突偏斜程度/例			棘突偏斜方向与突出方向/例		上位棘突偏斜方向与突出方向/例		病变和上位腰椎棘突方向/例	
			I 级	II 级	III 级		I 级	II 级	III 级	一致	不一致	一致	不一致	相反	一致
年轻组	30	3.89 ± 3.77	20	8	2	4.10 ± 3.44	19	9	2	14	16	14	16	19	11
中老年组	30	$3.72 \pm 2.98^*$	21	8	1	3.47 ± 2.87	23	5	2	17	13	19	11	7	23
年轻非退变组	30	$2.20 \pm 2.28^{\#}$	25	5	0										
检验值			$Z=-0.345$			$t=0.766$	$Z=-1.032$			$\chi^2=0.601$		$\chi^2=1.684$		$\chi^2=9.774$	
P 值			0.730			0.447	0.302			0.438		0.194		0.002	

注:与年轻组比较,* $t=0.189, P=0.851$; $^{\#}t=2.150, P=0.040$

育变异或者特征。ZHANG 等^[6]认为腰骶移行椎的出现是年轻患者腰椎间盘突出潜在危险因素。患有腰椎间盘突出的青少年下腰椎关节突关节不对称的发生率明显高于正常的青少年下腰椎^[7]。作为腰椎的重要异常局部解剖结构,棘突偏斜与年轻腰椎间盘突出相关性同样值得探讨。

3.2 棘突与椎旁肌对腰椎间盘突出的影响

众多有关腰椎间盘突出患者解剖变化研究认为,椎旁肌肉包括多裂肌和腰大肌萎缩或不对称者好发腰椎间盘突出,并认为锻炼维持肌肉强度的情况下能减少腰椎间盘突出的发生^[8-11]。有学者发现腰椎间盘突出患侧的多裂肌脂肪浸润明显多于健侧,而且脂肪浸润越严重的患者症状越严重,伴有更长的病程^[12-13]。但是多裂肌脂肪浸润增多是腰椎间盘突出后患侧腰椎长期活动减少导致还是腰椎间盘突出的发病因素,目前尚无定论。通常来说年轻人的多裂肌一般都比较完整,脂肪浸润比较少。本研究中笔者发现年轻患者存在多裂肌脂肪浸润和腰大肌不对称的现象。棘突是多裂肌等椎旁肌的主要附着点,棘突偏斜会导致脊柱两侧肌肉力量不平衡,长期如此导致椎体承载能力衰减与其载荷的强度失去平衡,故而易患腰椎间盘突出^[14];且棘突偏斜患者术后症状缓解率低于无棘突偏斜的腰椎间盘突出患者^[15]。

3.3 棘突偏斜与年轻患者腰椎间盘突出的相关性

本研究中年轻组和中老年组腰椎间盘突出患者棘突偏斜均大于年轻非退变组。在一项腰椎间盘突出患者和非腰椎间盘突出患者的下腰椎骨性结构参数对比中,林智军等^[16]发现腰椎间盘突出患者的棘突偏斜角度明显大于健康对照组,但该研究未对不同年龄段患者进行组间对比。TANG 等^[14]将腰椎退变患者分为 L₄、L₅ 棘突偏斜组以及无偏斜组,研究结果显示腰椎退变严重程度在 L₄ 或 L₅ 棘突偏斜组与无偏斜组对比无明显差异;但是该研究并没有将腰椎间盘突出患者单独进行比较,而且没有设立健康人或者非退变患者作为对照组。结合上述研究结果,笔者推测棘突偏斜可能是年轻腰椎间盘突出重要危险因素,但与疾病的严重程度无明显相关。

根据本研究结果,进一步推测棘突偏斜在年轻腰椎间盘突出患者发病前就可能存在,这也许是导致椎旁肌不平衡的重要因素,从而容易诱发腰椎间盘突出。年轻患者上位腰椎的棘突偏斜角与病变腰椎棘突偏斜角相差不大。邻椎棘突偏斜方向相反在年轻组患者更为多见,共有 19 例年轻患者的病变腰椎和上位腰椎棘突的偏斜方向相反,明显多于老年组的 7 例($P=0.002$)。笔者推测年轻患者可能出现先天性腰椎棘突偏斜,加上邻近腰椎棘突偏斜方向相

反,加剧了椎旁肌肉力量失衡,容易在活动或者运动中诱发腰椎间盘突出。

在对年轻组患者进行进一步亚组分析时,笔者发现棘突偏斜方向和腰椎间盘突出方向并无明显关联。病变腰椎棘突和上位腰椎棘突偏斜方向均不会影响椎间盘突出的方向,突出方向可能和患者发病瞬间的应力机制相关。

3.4 性别和运动对年轻人腰椎间盘突出影响

据报道,年轻腰椎间盘突出症患者中 30%~60% 有外伤及运动创伤病史^[17],急性创伤是年轻患者腰椎间盘突出症的主要发病因素。有关青少年腰椎间盘突出的研究报道男性比例在 50%~89.5%^[2-3,6,18-19]。本研究年轻组患者的发病时间为 0.5~48 (12.1±13.9) 个月,性别上男性明显多于女性(男:女=26:4),其中大部分男性患者有剧烈运动或者重体力劳动史。由于本研究中的老年组患者为随机入选,故两组性别比例不做比较。RAGHU 等^[20]分析 1 093 例青少年腰椎间盘突出研究中发现男女比例大概为 3:2,认为重体力劳动和运动员的发病率会高于普通人群;纳入该综述研究的中国患者男性明显多于女性(男:女=375:150,男性 71.4%),但是美国患者的女性多于男性(男:女=42:63,男性 40%),为何两国的青少年患者性别比例相差较大,其原因有待进一步探讨。结合前文提到锻炼维持双侧肌肉均衡性的情况下能减少腰椎间盘突出的发生,笔者认为棘突偏斜青少年应当适当行腰背肌锻炼,提高双侧肌肉均衡性,但需避免无长期锻炼的情况下突然剧烈运动或者从事重体力劳动。

3.5 本研究的局限性

本研究的年轻腰椎间盘突出患者仅有 30 例,需今后总结更多患者数据才能获得更有信服力的结论。本研究如有健康年轻人作为对照组会更有意义。除了探讨棘突偏斜是年轻患者的潜在发病因素,棘突偏斜在年轻腰椎间盘突出患者术后恢复和复发的影响也值得探究。

综上,棘突偏斜可能是年轻人患腰椎间盘突出危险因素。相邻腰椎棘突的偏斜方向相反是年轻患者的重要解剖特征,在此基础上会产生椎旁肌发育失衡,容易诱发腰椎间盘突出。椎间盘突出类型与病变椎体和上位椎体的棘突的偏斜方向无明显关联。有该解剖变异者可以通过合理锻炼,加强脊柱稳定性,预防腰椎间盘突出。

参考文献

- [1] MEUCCI R D, FASSA A G, FARIA N M. Prevalence of chronic low back pain: systematic review[J]. Rev Saude Publica, 2015, 49: 1.
- [2] 李渊, 石俊俊, 任捷, 等. 肥胖与青少年腰椎间盘突出症发病关系[J]. 中国骨伤, 2020, 33(8): 725-729.

- LI Y, SHI J J, REN J, et al. Relationship between obesity and lumbar disc herniation in adolescents[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2020, 33(8):725-729. Chinese.
- [3] 党磊, 陈仲强, 刘晓光, 等. 青少年下腰椎间盘突出症的病因分析: 腰椎过度承载及腰骶部骨与关节形态变异在发病中的意义[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(11):991-996.
- DANG L, CHEN Z Q, LIU X G, et al. Etiology of lumbar disc herniation in adolescents; excessive load on the lumbar spine and aberrant configurations of the lumbosacral region[J]. *Chin J Spine Spinal Cord*, 2015, 25(11):991-996. Chinese.
- [4] 周肆华, 杨军, 孟庆刚, 等. 骶管注射疗效与腰椎间盘突出症不同节段、类型、病程的关系[J]. *中国骨伤*, 2013, 26(7):580-583.
- ZHOU S H, YANG J, MENG Q G, et al. Relationship between effect of sacral canal injection and different sections, types, courses of lumbar intervertebral disc herniation[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2013, 26(7):580-583. Chinese.
- [5] VAN SCHAİK J P, VERBIEST H, VAN SCHAİK F D. Isolated spinous process deviation. A pitfall in the interpretation of AP radiographs of the lumbar spine[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1989, 14(9):970-976.
- [6] ZHANG B K, WANG L, WANG H B, et al. Lumbosacral transitional vertebra; possible role in the pathogenesis of adolescent lumbar disc herniation[J]. *World Neurosurg*, 2017, 107:983-989.
- [7] 任东成, 丁金勇, 徐继禧, 等. 青少年腰椎间盘突出症患者下腰椎关节突关节不对称情况分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29(5):437-443.
- REN D C, DING J Y, XU J X, et al. Analysis of facet tropism of lower lumbar spine in adolescents with lumbar disc herniation[J]. *Chin J Spine Spinal Cord*, 2019, 29(5):437-443. Chinese.
- [8] FAUR C, PATRASCU J M, 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.
- [9] LEE D, KANG M. Correlation between psoas muscle index and degeneration of spinal back muscle in patients with back pain[J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(9):1189.
- [10] LEE S H, PARK S W, KIM Y B, et al. The fatty degeneration of lumbar paraspinal muscles on computed tomography scan according to age and disc level[J]. *Spine J*, 2017, 17(1):81-87.
- [11] SUN D, LIU P, CHENG J, et al. Correlation between intervertebral disc degeneration, paraspinal muscle atrophy, and lumbar facet joints degeneration in patients with lumbar disc herniation[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18(1):167.
- [12] COLAKOGLU B, ALIS D. Evaluation of lumbar multifidus muscle in patients with lumbar disc herniation: are complex quantitative MRI measurements needed[J]. *J Int Med Res*, 2019, 47(8):3590-3600.
- [13] 胡零三, 赵焯, 张承哲, 等. 腰椎间盘突出症患者腰骶部多裂肌脂肪变化的影像学研究[J]. *中国骨伤*, 2020, 33(2):173-177.
- HU L S, ZHAO Y, ZHANG C Z, et al. Imaging study of lumbosacral multifidus muscle fat changes in patients with lumbar disc herniation[J]. *China J Orthop Traumatol*, 2020, 33(2):173-177. Chinese.
- [14] TANG S J, LIU H J, ZHANG Y J. Spinous process deviation and disc degeneration in lumbosacral segment[J]. *J Surg Res*, 2015, 193(2):713-717.
- [15] RAVICHANDRAN G. Spinous process deviation. Predictive value of a radiologic sign in lumbar disc surgery[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1983, 8(3):342-344.
- [16] 林智军, 李玉茂, 谢晓勇, 等. 下腰椎骨性结构参数与腰椎间盘突出症的关系[J]. *中国组织工程研究*, 2014, 18(35):5687-5692.
- LIN Z J, LI Y M, XIE X Y, et al. Relationship between bone structure parameters in lower lumbar spine and lumbar disc herniation[J]. *Chin J Tissue Eng Res*, 2014, 18(35):5687-5692. Chinese.
- [17] DANG L, LIU Z J. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(2):205-214.
- [18] KARADEMİR M, ESER O, KARAVELIOĞLU E. Adolescent lumbar disc herniation; impact, diagnosis, and treatment[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2017, 30(2):347-352.
- [19] CHEN Y, SONG R X, HUANG W M, et al. Percutaneous endoscopic discectomy in adolescent lumbar disc herniation: a 3-to 5-year study[J]. *J Neurosurg Pediatr*, 2018, 23(2):251-258.
- [20] RAGHU A L B, WIGGINS A, KANDASAMY J. Surgical management of lumbar disc herniation in children and adolescents[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2019, 185:105486.

(收稿日期:2022-09-20 本文编辑:王宏)