

# 肥胖与青少年腰椎间盘突出症发病关系

李渊,石俊俊,任捷,关海山,高远鹏,赵峰,孙剑

(山西医科大学第二医院骨科,山西 太原 030001)

**【摘要】 目的:**探讨肥胖与青少年腰椎间盘突出症发病关系。**方法:**2018 年 1 月至 2019 年 7 月经排除标准筛选后,581 例接受手术治疗的腰椎间盘突出症患者纳入研究,其中男 337 例,女 244 例。按照联合国世界卫生组织对年龄的划分标准将其分为两组,青少年组 235 例,男 145 例,女 90 例,年龄 14~44(32.2±7.3)岁;中老年组 346 例,男 192 例,女 154 例,年龄 45~85(58.7±9.8)岁。入院时由同一名经过培训的调查员用卷尺测量身高、腰围、臀围,电子称测量体重。所有数据测量 2 次取平均值。计算得出体重指数(body mass index, BMI)和腰臀比。根据各个参数标准将患者分为正常、超重、肥胖,计算不同年龄组各个参数肥胖者的比例,并进行统计学分析。**结果:**青少年患者中 BMI、腰围、腰臀比正常者分别为 78 例(33.2%),91 例(38.7%),85 例(36.2%);超重者分别为 104 例(44.3%),95 例(40.4%),99 例(42.1%);肥胖者分别为 53 例(22.5%),49 例(20.9%),51 例(21.7%)。中老年患者 BMI、腰围、腰臀比正常者分别为 145 例(41.9%),138 例(39.9%),147 例(42.5%);超重者分别为 153 例(44.2%),162 例(46.8%),155 例(44.8%);肥胖者分别为 48 例(13.9%),46 例(13.3%),44 例(12.7%)。青少年组 3 个参数中肥胖者比例均高于中老年组( $P<0.05$ )。**结论:**肥胖可能额外增加了青少年腰椎间盘的负荷,加速了腰椎退变,对于青少年来说肥胖是腰椎间盘突出症更为显著的危险因素,因此在青少年中控制体重、预防肥胖对减少腰椎间盘突出症的发生率更为重要。

**【关键词】** 腰椎; 椎间盘移位; 体重指数; 肥胖; 青少年; 腰围; 腰臀比

中图分类号:R681.5+3

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.08.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Relationship between obesity and lumbar disc herniation in adolescents** LI Yuan, SHI Jun-jun, REN Jie, GUAN Hai-shan, GAO Yuan-peng, ZHAO Feng, and SUN Jian. Department of Orthopaedics, the Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, Shanxi, China

**ABSTRACT Objective:** To explore the relationship between obesity and lumbar disc herniation in adolescents. **Methods:** From January 2018 to July 2019, 581 patients (337 males, 244 females) with lumbar disc herniation were included in the surgical treatment. According to the age classification standard of the World Health Organization, they were divided into two groups: the adolescent group, 235 cases (145 males, 90 females), age 14 to 44 years old with an average of (32.2±7.3) years. The middle-aged and elderly group, 346 cases (192 males, 154 females), age 45 to 85 years old with an average age of (58.7±9.8) years. At the time of admission, the same trained investigator measured height, waist circumference and hip circumference with tape measure and weight with electronic scale. All the data were measured twice and the average value was taken and recorded. The body mass index and the waist-hip ratio were calculated. According to each parameter standard, the patients were divided into normal, overweight and obese. The proportion of obese people in different age groups was calculated and analyzed statistically. **Results:** The normal of the BMI, waist circumference and waist-hip ratio of the young patients were 78(33.2%), 91(38.7%) and 85(36.2%) respectively; 104(44.3%), 95(40.4%), 99(42.1%) were overweight, 53(22.5%), 49(20.9%), 51(21.7%) were obese. The normal of the BMI, waist circumference and waist-hip ratio of the middle-aged and old patients were 145(41.9%), 138(39.9%) and 147(42.5%) respectively; 153(44.2%), 162(46.8%), 155(44.8%) were overweight, 48(13.9%), 46(13.3%), 44(12.7%) were obese. Among the three parameters, the proportion of obese people in the adolescent group was higher than that in the middle-aged group, and the difference was significant ( $\chi^2$  was 8.836, 6.228, 7.8536 respectively,  $P<0.05$ ). **Conclusion:** For adolescent patients, obesity may increase the load of lumbar disc, affect its metabolism and accelerate its degeneration. For adolescent, obesity is a more significant risk factor of lumbar disc herniation, so it is more important to control weight and prevent obesity in adolescent to reduce the incidence of lumbar disc herniation.

**KEYWORDS** Lumbar vertebrae; Intervertebral disc displacement; Body mass index; Obesity; Adolescents; Waist circumference; Waist-hip ratio

通讯作者:李渊 E-mail:liyuan4yuanli9@163.com

Corresponding author: LI Yuan E-mail:liyuan4yuanli9@163.com

腰椎间盘突出症是一种骨科临床多发病、常见病,可引起腰腿痛甚至神经功能障碍。且症状反复发作,常导致患者工作、学习能力及生活质量下降。该病既往多见于中老年群体,但近年来青少年患者发病率逐渐增加,为进一步探索肥胖与青少年腰椎间盘突出症发病之间的相关性,本文采用病例对照研究方法,比较肥胖患者在青少年及中老年患者的发生率,现报告如下。

### 1 资料与方法

#### 1.1 病例选择

纳入标准:(1)符合腰椎间盘突出症诊断标准<sup>[1]</sup>。(2)有完整影像学资料证据并经手术证实。(3)入院时有完整身高、体重、腰围及臀围数据。排除标准:(1)合并创伤性新鲜或陈旧性脊柱骨折。(2)合并脊柱椎体肿瘤、椎管内或椎管外占位性病变。(3)合并脊柱结核、感染等疾病。(4)合并椎管狭窄、腰椎滑脱等疾病。(5)合并特发性或推行性脊柱侧弯。(6)合并先天性椎体畸形。(7)合并强直性脊柱炎或其他类风湿性脊柱强直。(8)合并髋关节及下肢关节类疾病。(9)既往接受各类腰椎手术治疗。(10)腰椎 X 线片示冠状位 Cobb 角>10°,或矢状位呈后凸性畸形。(11)严重内科疾病、精神严重异常。

#### 1.2 一般资料

2018 年 1 月至 2019 年 7 月入院接受手术治疗的腰椎间盘突出症患者,按照以上病例选择标准,共 581 例纳入研究,其中男 337 例,女 244 例,年龄 14~85(49.5±15.8)岁,病程 6~38.6(13.00±5.19)个月。所有患者存在下肢疼痛或麻木不适,138 例伴有腰痛,135 例出现下肢皮肤浅感觉减退,124 例出现下肢肌力减退,293 例直腿抬高试验及加强试验呈阳性表现,其中有 76 例呈双侧阳性。14 例伴有马尾综合征。L<sub>4,5</sub> 椎间盘突出 265 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间盘突出 198 例,多节段突出 118 例。

按照联合国世界卫生组织年龄划分标准<sup>[2]</sup>,44 岁以下为青年人,45 岁及以上为中老年人,将纳入研究的患者按照年龄分为两组,青少年组和中老

年组。青少年组 235 例,男 145 例,女 90 例,年龄 14~44(32.2±7.3)岁,病程 6~35.4(12.95±4.78)个月;54 例伴有腰痛,67 例出现下肢皮肤浅感觉减退,6 例出现下肢肌力减退,141 例直腿抬高试验及加强试验呈阳性表现,其中有 24 例呈双侧阳性。1 例伴有马尾综合征。L<sub>4,5</sub> 椎间盘突出 108 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间盘突出 81 例,多节段突出 46 例。中老年组 346 例,男 192 例,女 154 例,年龄 45~85(58.7±9.8)岁,病程 6~38.6(13.04±5.45)个月;84 例伴有腰痛,68 例出现下肢皮肤浅感觉减退,118 例出现下肢肌力减退,152 例直腿抬高试验及加强试验呈阳性表现,其中有 52 例呈双侧阳性。13 例伴有马尾综合征。L<sub>4,5</sub> 椎间盘突出 157 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间盘突出 117 例,多节段突出 72 例。两组患者一般资料经统计学分析,差异无统计学意义,见表 1。

#### 1.3 研究方法

入院时由同一名经过培训的调查员用卷尺测量身高、腰围、臀围,电子称测量体重。身高、体重测定时要求脱鞋,只穿贴身衣服,所有数据测 2 次取平均值并记录。体重指数(body mass index, BMI)=体重(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)<sup>[3]</sup>,由腰围与臀围的比值得出腰臀比。计算 3 个指标正常、超重及肥胖患者分别在各组的比例。

#### 1.4 观察项目与方法

体重指数参照我国普通成年人分类标准<sup>[4]</sup>:BMI<24 kg/m<sup>2</sup> 为正常,24 kg/m<sup>2</sup>≤BMI<28 kg/m<sup>2</sup> 为超重,BMI>28 kg/m<sup>2</sup> 为肥胖。

腰围反映脂肪总量和脂肪分布结构的综合指标<sup>[5]</sup>,被测者站立位两脚分开 25~30 cm,体重均匀分布,测量位置在水平位髂前上棘和第 12 肋下缘连线的中点水平,将卷尺紧贴软组织,但是不能压迫,测量值精确到 0.1 cm。根据腰围划分标准<sup>[6]</sup>:男性腰围<80 cm 为正常,80 cm≤腰围<85 cm 为超重,腰围>85 cm 为肥胖。女性腰围<75 cm 为正常,75 cm≤腰围<80 cm 为超重,腰围>80 cm 为肥胖。

腰臀比是腰围和臀围的比值<sup>[7]</sup>,臀围经过臀大

表 1 两组腰椎间盘突出症患者一般资料比较

Tab.1 Comparison of general data of patients with lumbar intervertebral disc herniation between two groups

组别	例数	性别(例)		病程( $\bar{x}\pm s$ ,月)	突出节段[例(%)]		
		男	女		L <sub>4,5</sub>	L <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	多节段
青少年组	235	145	90	12.95±4.78	108(45.96%)	81(34.47%)	46(19.57%)
中老年组	346	192	154	13.04±5.45	157(45.38%)	117(33.82%)	72(20.80%)
检验值		$\chi^2=2.2161$		$t=0.205$	$\chi^2=0.1330$		
P 值		>0.05		>0.05	>0.05		

肌平面,环绕臀部最突出点测出的身体水平的周径,测量值精确到 0.1 cm。根据腰臀比划分标准<sup>[8]</sup>男性腰臀比<0.85 为正常,0.85≤腰臀比<0.90 为超重,腰臀比>0.90 为肥胖。女性腰臀比<0.75 为正常,0.75≤腰臀比<0.80 为超重,腰臀比>0.80 为肥胖。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 20.0 统计软件处理数据,定量资料采用均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )描述,计数资料用率(%)描述,组间比较采用 $\chi^2$ 检验。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

青少年组身高 150~195 cm, 体重 45~115 kg, BMI(25.30±3.35) kg/m<sup>2</sup>。BMI 正常 78 例,超重 104 例,肥胖 53 例。中老年组身高 145~184 cm, 体重 42~100 kg, BMI (24.70±3.27) kg/m<sup>2</sup>。BMI 正常 145 例,超重 153 例,肥胖 48 例。

青少年组腰围正常者 91 例,男 44 例,女 47 例;超重者 95 例,男 59 例,女 36 例;肥胖者 49 例,男 42 例,女 7 例。中老年组腰围正常者 138 例,男 76 例,女 62 例;超重者 162 例,男 95 例,女 67 例;肥胖者 46 例,男 20 例,女 26 例。

青少年组臀围(96.0±2.9) cm,男性(94.3±1.8) cm,女性(98.8±2.0) cm。青少年组腰臀比 0.84±0.07,男性 0.88±0.04,女性 0.76±0.03。腰臀比正常者 85 例,男 42 例,女 43 例;超重者 99 例,男 60 例,女 39 例;肥胖者 51 例,男 43 例,女 8 例。中老年组臀围(96.5±2.7) cm,男性(94.5±1.2) cm,女性(99.0±1.8) cm。中老年组腰臀比 0.82±0.06,男性 0.86±0.03,女性 0.77±0.04。腰臀比正常者 147 例,男 82 例,女 65 例;超重

者 155 例,男 90 例,女 65 例;肥胖者 44 例,男 19 例,女 25 例。

青少年组肥胖相关指标包括 BMI、腰围、腰臀比中肥胖者所占比例均明显高于中老年组,各种指标的组间差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 2,3。

3 讨论

腰椎间盘突出症是脊柱外科的常见病、多发病,该病在腰椎间盘突出退变的病理基础上,各种诱因导致椎间盘后部纤维环破裂,髓核组织突出,向后压迫相应节段硬膜囊和神经根,引起腰痛和(或)同侧下肢放射痛,以及神经损害体征<sup>[9]</sup>。通常认为腰椎间盘突出症的基础病理改变是间盘退变,因此本病多见于中老年群体。而青少年期椎间盘含水量大,髓核内蛋白多糖、胶原纤维丰富,为水化良好的胶冻状,纤维软骨环弹性良好,不容易退变。以往 Thelander 等<sup>[10]</sup>报道青年腰椎间盘突出比例约 4%。随着人民生活水平的提高,饮食习惯不良、运动减少、尤其体重指数过高及肥胖不断增加等因素导致本病呈低龄化发展趋势,青少年腰椎间盘突出症检出率逐渐增多。

3.1 青少年腰椎间盘突出症的病理基础

青少年腰椎间盘突出症由 Wahren<sup>[11]</sup>于 1945 年首次报道。其病因既往研究并未能达成一致。传统观点认为青少年的椎间盘尚未开始退变,积累性微小损伤和外伤是造成腰椎间盘突出症的主要原因<sup>[12-13]</sup>。而高体重指数、退变、腰椎骶环分离、腰椎关节突不对称以及腓绳肌紧张等均可能是其诱发因素<sup>[14-19]</sup>。近年来,更多的学者<sup>[20-21]</sup>通过病理研究提示腰椎间盘突出症与椎间盘过早退变有关。另有学者<sup>[15-16,21]</sup>通过对青少年腰椎间盘突出症患者椎间盘

表 2 青少年组与中老年组患者各项肥胖指标特征( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Characteristics of obesity indexes in young and middle-aged patients( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	腰围(cm)		臀围(cm)		腰臀比	
					男	女	男	女	男	女
青少年组	235	169.2±7.7	72.7±12.8	25.30±3.35	82.9±3.9	75.4±2.9	94.3±1.8	98.8±2.0	0.88±0.04	0.76±0.03
中老年组	346	166.4±7.8	68.5±10.5	24.70±3.27	81.6±3.4	76.4±3.4	94.5±1.2	99.0±1.8	0.86±0.03	0.77±0.04

表 3 青少年组与中老年组患者各参数正常、超重及肥胖患者的分布情况[例(%)]

Tab.3 Distribution of normal, overweight and obese patients of each parameter in the adolescent group and the middle-aged and elderly group[case(%)]

组别	例数	以 BMI 分类[例(%)]			以腰围分类[例(%)]			以腰臀比分类[例(%)]		
		正常	超重	肥胖	正常	超重	肥胖	正常	超重	肥胖
青少年组	235	78(33.2)	104(44.3)	53(22.5)	91(38.7)	95(40.4)	49(20.9)	85(36.2)	99(42.1)	51(21.7)
中老年组	346	145(41.9)	153(44.2)	48(13.9)	138(39.9)	162(46.8)	46(13.3)	147(42.5)	155(44.8)	44(12.7)
$\chi^2$ 值			8.836			6.2287			8.5363	
P 值			<0.05			<0.05			<0.05	

标本观察发现与成人相同的椎间盘退变表现。因此,目前主流观点认为退变是青少年患者十分重要的病理基础。本研究结果显示,青少年腰椎间盘突出症患者中体重指数、腰围及腰臀比肥胖者所占的比例明显大于中老年组,在中老年腰椎间盘突出症患者中,其诱发因素较多,例如:长期负重劳动,久站、久坐等工作方式中的机械受力不良,下肢髋关节或者膝关节力线异常导致腰椎代偿性力线改变,脊柱外伤后导致的侧凸、后凸畸形等。但是在青少年患者中,其他因素所占比重较少,肥胖导致青少年患者间盘负荷过大,引起间盘退变。体重指数是全身性肥胖的重要指标。因而高体重指数会提高青少年腰椎间盘突出症的发病率<sup>[18]</sup>。

### 3.2 青少年腰椎间盘突出症的分子学基础

通过对椎间盘的生物力学特性分析,胶原和蛋白多糖是椎间盘的主要基质成分,胶原提供弹性,蛋白多糖具有黏弹性,对抗压力,分散和吸收负荷。腰围及腰臀比过大的患者过多的脂肪聚集于腹部,增加腰椎局部承受的应力,使椎间盘细胞基质蛋白多糖合成减少、分解加速,致椎间盘黏弹性丢失、功能丧失<sup>[22]</sup>,从而使椎间盘发生退变。同时,椎间盘是无血管组织,其营养及代谢产物的处理是以弥散和渗透这两种方式通过椎间盘周围的血管进行,过大力学负荷对这些物质基质内弥散有较大的影响,使椎间盘内氧张力降低,乳酸排除障碍<sup>[23]</sup>。从而加快椎间盘退变。

### 3.3 青少年腰椎间盘突出症的生物力学分析

从静态角度来说,正常腰椎在矢状面上形成一个向前弯曲的弧度,腰椎的生理曲度使脊柱富有弹性,能缓冲和分散运动带给躯体的震荡冲击,增加腰椎抵抗纵向压缩负荷的能力。人体在直立位置时,其能将使所受力分解为垂直于椎间盘的压应力和和沿斜面向前下方的分力。因此,椎间盘的受力与体重成正比<sup>[24]</sup>,对于青少年患者来说,体重越大,垂直于椎间盘的分力也越大。而过大载负荷反复施加,进而引起关节突关节退变<sup>[25]</sup>,同时可以导致终板下骨小梁弯曲变形,终板不可逆损伤<sup>[26]</sup>,最终导致椎间盘退变、椎间盘突出。

同时,脊柱的稳定性除了由椎间盘、韧带所提供的内源性支持外,椎旁肌和腰腹内外肌提供的外源性稳定同样重要。强大的腰腹肌能维持脊柱稳定,同时腹腔类似一个气囊,当腹肌强力收缩时,腹内压增加,这个约束的气囊即腹腔就能起到支持体重的作用<sup>[27]</sup>。强大的腰背肌可以维持腰椎生理前屈。所以,对于青少年肥胖人群来说,由于缺乏体育锻炼,腰背肌、腹肌等核心肌群力量明显较同龄人差,腰腹肌无

力,脊柱必须承担更多负荷,且应力更多集中于椎间盘及韧带,导致腰椎稳定性减低,进而加速其退变。

而在本研究发现,青少年患者中往往 X 线提示腰椎曲度变直,而趋于垂直化排列的腰椎也会加大间盘受到的垂直应力<sup>[28]</sup>。研究显示,腰椎间盘突出症患者腰椎前凸减小的机制包括间盘退变造成的椎间隙高度丢失<sup>[29]</sup>及腰背肌力量的减弱,在青少年腰椎间盘突出症患者中,间盘退变的确存在<sup>[16]</sup>,但间盘含水量、髓核弹性都明显好于中老年患者,椎间隙高度的丢失幅度较轻。因此青少年腰椎间盘突出症患者腰椎前曲变小可能更多的是体重增加、腰背肌力量薄弱的代偿性物理性改变,而非椎间盘高度丢失后的器质性改变。

从动态角度来说,在腰椎屈伸活动过程中,根据杠杆原理,力臂不变的情况下,负重越大,力矩越大,椎间盘矢状位上的压力负荷也越大,从而使椎间盘-终板-椎体界面之间的扭力及剪切力增大,椎间盘与后方小关节构成的三关节复合体更容易发生异常位移和应变。因此,对于肥胖指标更高的青少年来说,较少的活动量也会产生腰椎失稳。

综上所述,对于青少年腰椎间盘突出症患者来说,先天性发育异常等病理变化难以预防,但我们可以采取加强健康教育、减少热量摄入来维持适宜体重指数,从而减轻椎间盘承受的应力;同时减小腰围及腰臀比,进行合理的腰腹肌锻炼,维持正常的腰椎生理前凸,加强脊柱的外源性稳定,对椎间盘突出症的防治有重要的意义。

#### 参考文献

- [1] 胡有谷. 腰椎间盘突出症[M]. 第 2 版. 北京:人民卫生出版社, 1995:72-98.  
HU YG. Lumbar Disc Herniation[M]. 2nd Edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 1995:72-98. Chinese.
- [2] World Health Organisation. Orientation programme on adolescent health for health care providers[C]. Geneva, 2006.
- [3] 何英剑,陶秋山,李晓婷,等. 性别、年龄对成人 BMI 超重与肥胖诊断标准影响[J]. 中国公共卫生, 2009, 25(4):441-443.  
HE YJ, TAO QS, LI XT, et al. Influence of age on the diagnostic criteria of BMI overweight and obesity in adults[J]. Zhongguo Gong Gong Wei Sheng, 2009, 25(4):441-443. Chinese.
- [4] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组. 我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值:适宜体重指数和腰围切点的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2002, 23(1):5-9.  
China Obesity Working Group Data Collection and Analysis Collaboration Group. The predictive value of body mass index and waist circumference of Chinese adults to the abnormal risk factors of related diseases: Study on the suitable body mass index and waistline cut point[J]. Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi, 2002, 23(1):5-9. Chinese.
- [5] 温潇潇,麦劲壮,高向民,等. 成人中心性肥胖腰围切点的进一步研究[J]. 中国循环杂志, 2015, 30(1):1-2.

- WEN XX, MAI JZ, GAO XM, et al. Further study on the cut point of waist circumference in adult central obesity[J]. *Zhongguo Xun Huan Za Zhi*, 2015, 30(1): 1-2. Chinese.
- [6] 倪国华, 张璟, 郑风田. 中国肥胖流行的现状与趋势[J]. *中国食物与营养*, 2013, 19(10): 70-74.  
NI GH, ZHANG J, ZHENG FT. The current situation and trend of obesity in China[J]. *Zhongguo Shi Wu Yu Ying Yang*, 2013, 19(10): 70-74. Chinese.
- [7] Sanip ZB, Suhaimi MZB, Man CN, et al. Relationship between hair nicotine levels with blood pressure, body composition, lipid profile and leptin among healthy male smokers in Kelantan[J]. *J Taibah Univ Med Sci*, 2016, 11(1): 50-55.
- [8] 陈春明. 国际生命科学学会中国办事处中国肥胖问题工作组联合数据汇总分析协作组. 中国成人身体指数分类的推荐意见简介[J]. *中华预防医学杂志*, 2001, 35(5): 349-350.  
CHEN CM. Joint Data Aggregation and Analysis Collaboration Group of the China Working Group on Obesity of the International Life Science Society China Office. A brief introduction of the recommendations on the classification of Chinese adult body mass index[J]. *Zhonghua Yu Fang Yi Xue Za Zhi*, 2001, 35(5): 349-350. Chinese.
- [9] 杨滨, 马华松, 邹德威. 腰椎间盘突出症概述[J]. *中国临床医生*, 2011, 39(1): 18-21.  
YANG B, MA HS, ZHOU DW. Summary of lumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Lin Chuang Yi Sheng*, 2011, 39(1): 18-21. Chinese.
- [10] Thelander U, Fagerlund MK, Friberg S, et al. Describing the size of lumbar disc herniations using computed tomography. A comparison of different size index calculations and their relation to sciatica[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1994, 19(17): 1979-1984.
- [11] Wahren H. Herniated nucleus pulposus in a child of twelve years[J]. *Acta Orthop Scand*, 1945, 16(1): 40-42.
- [12] 彭新生, 李佛保, 潘滔, 等. 外伤性青少年腰椎间盘突出症[J]. *中国矫形外科杂志*, 2002, 9(3): 219-221.  
PENG XS, LI FB, PAN T, et al. Traumatic lumbar disc herniation in adolescents[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2002, 9(3): 219-221. Chinese.
- [13] 蔡晓冰, 侯铁胜, 谭军, 等. 青少年腰椎间盘突出症的病因及治疗[J]. *中国矫形外科杂志*, 2004, 12(7): 201-203.  
CAI XB, HOU TS, TAN J, et al. Etiology and treatment of adolescent lumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2004, 12(7): 201-203. Chinese.
- [14] Kumar R, Kumar V, Das NK, et al. Adolescent lumbar disc disease: Findings and outcome[J]. *Childs Nerv Syst*, 2007, 23(11): 1295-1299.
- [15] Boos N, Weissbach S, Rohrbach H, et al. Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs: 2002 Volvo award in basic science[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(23): 2631-2644.
- [16] Lee JY, Ernestus RI, Schroder R, et al. Histological study of lumbar intervertebral disc herniation in adolescents[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2000, 142(10): 1107-1110.
- [17] 王大林, 吴小涛, 王黎明. 腰椎关节突关节不对称与青少年腰椎间盘突出症[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2005, 15(6): 341-344.  
WANG DL, WU XT, WANG LM. Lumbar facet joint asymmetry and lumbar disc herniation in adolescents[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2005, 15(6): 341-344. Chinese.
- [18] Pietil TA, Stendel R, Kombos T, et al. Lumbar disc herniation in patients up to 25 years of age[J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*, 2001, 41(7): 340-344.
- [19] Zhu Q, Gu R, Yang X, et al. Adolescent lumbar disc herniation and hamstring tightness: Review of 16 cases[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(16): 1810-1814.
- [20] 韩长旭, 贾长青, 刘振宁, 等. 青少年腰椎间盘切除术后中远期疗效观察[J]. *中国骨伤*, 2008, 21(2): 142-143.  
HAN CX, JIA CQ, LIU ZN, et al. The mid and long term effect of lumbar discectomy in adolescents[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2008, 21(2): 142-143. Chinese.
- [21] 夏俊男, 朱庆三, 尹飞, 等. 青年腰椎间盘突出合并纤维环钙化相关原因分析[J]. *中国实验诊断学*, 2013, 17(4): 765-767.  
XIA JN, ZHU QS, YIN F, et al. Analysis of the causes of lumbar disc herniation with calcification of fibrous ring in young people[J]. *Zhongguo Shi Yan Zhen Duan Xue*, 2013, 17(4): 765-767. Chinese.
- [22] Handa T, Ishihara H, Ohshima H, et al. Effects of hydrostatic pressure on matrix synthesis and matrix metalloproteinase production in the human lumbar intervertebral disc[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1997, 22: 1085-1091.
- [23] Ohshima H, Tsuji H, Ishihara H, et al. Water diffusion pathway swelling pressure and biomechanical properties of the intervertebral disc during compression load[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1989, 14: 1234-1244.
- [24] 郭郡浩. 体重对腰椎间盘影响的生物力学分析[J]. *时珍国医国药*, 2000, 11(4): 328-329.  
GUO JH. Biomechanical analysis of the influence of body weight on lumbar disc[J]. *Shi Zhen Guo Yi Guo Yao*, 2000, 11(4): 328-329. Chinese.
- [25] Kalichman L, Guermazi A, Li L, et al. Association between age, sex, BMI and CT-evaluated spinal degeneration features[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2009, 22(4): 189-195.
- [26] 王佰川, 邵增务. 软骨终板退变的研究进展[J]. *中国矫形外科杂志*, 2009, 17(3): 197-199.  
WANG BC, SHAO ZW. Research progress of cartilage endplate degeneration[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2009, 17(3): 197-199. Chinese.
- [27] Bayramoglu M, Akman MN, Kilinc S, et al. Isokinetic measurement of trunk muscle strength in women with chronic low-back pain[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2001, 80: 650-655.
- [28] McCarthy JJ, Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(2): 211-213.
- [29] Endo K, Suzuki H, Tanaka H, et al. Sagittal spinal alignment in patients with lumbar disc herniation[J]. *Eur Spine J*, 2010, 19(3): 435-438.

(收稿日期: 2020-04-12 本文编辑: 王宏)