

## 国人腰椎椎间孔的骨性测量

别业俊<sup>1</sup> 常晓涛<sup>2</sup> 武凯<sup>3</sup> 徐燕笑<sup>3△</sup> 陈坚<sup>1</sup>

**[摘要]** 目的:探究腰椎椎间盘退行性变与腰椎椎间孔狭窄间的关系,为临床经椎间孔侵入性治疗等提供解剖学依据。方法:在 20 套成人干燥腰椎骨上测量双侧 L<sub>3</sub>~S<sub>1</sub> 椎间孔的高度、椎间孔的最小矢状径及最大矢状径,并模拟椎间盘退行性变所致椎间隙狭窄时相应节段椎间孔大小的变化情况。结果:L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 和 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间孔平均高度分别为(19.27±1.78)mm,(17.45±1.88)mm,(14.01±1.38)mm;椎间孔最小矢状径分别为(9.39±1.45)mm,(8.33±1.6)mm,(10.16±2.09)mm;椎间孔最大矢状径分别为(11.14±1.28)mm,(10.95±0.85)mm,(11.13±1.17)mm。在移除椎间盘后,椎间孔高度、最小和最大矢状径均减小。各节段椎间孔高度在轻度和中度的椎间盘退行性改变时差异有统计学意义( $P<0.05$ );椎间孔最小矢状径在椎间盘高度正常时与椎间盘退行性改变时差异有统计学意义( $P<0.05$ );L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub> 和 L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub> 节段,椎间孔最大矢状径在椎间盘正常时与无椎间盘时差异有统计学意义( $P<0.05$ )。结论:椎间盘退变所导致的椎间隙狭窄可造成椎间孔的高度明显减小,对椎间孔最小矢状径的影响最大;而对椎间孔最大矢状径影响较小。在 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段,椎间孔的最宽处与椎间隙的改变无关。

**[关键词]** 腰椎;椎间孔;椎管狭窄;椎间盘退行性病变

**[中图分类号]** R-33 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)12-0005-04

## Measurement of Lumbar Intervertebral Foramina in Chinese and Its Clinical Significance

BIE Yejun<sup>1</sup> CHANG Xiaotao<sup>2</sup> WU Kai<sup>3</sup> XU Yanxiao<sup>3△</sup> CHEN Jian<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Orthopaedics, Changping Hospital, Dongguan 523573, Guangdong China

<sup>2</sup>Air Force Engineering University Clinic, xi'an 710051, China;

<sup>3</sup>Southern Medical University College of Traditional Chinese Medicine, Guangzhou 510515, China.

**Abstract Objective:** To investigate the association between the degeneration of intervertebral disc and the stenosis of lumbar intervertebral, providing anatomic basis for operations at intervertebral foramen and acupotomy. **Methods:** All 20 sets of dry adults' lumbar bone specimens were measured in foramen height, minimum foramen width, maximum foramen width. Stenosis of lumbar intervertebral foramen were stimulated. **Results:** The foramen height at L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> was (19.27±1.78) mm, (17.45±1.88) mm, (14.01±1.38) mm. The minimum foramen width at L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> was (9.39±1.45) mm, (8.33±1.6) mm, (10.16±2.09) mm; the maximum foramen width at L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> was (11.14±1.28) mm, (10.95±0.85) mm, (11.13±1.17) mm. The height of foramen decreased when the intervertebral disc was removed. At L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub>, L<sub>4</sub>~L<sub>5</sub>, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>, the average decreased foramen height was 6.08 mm, 4.96 mm, 4.26 mm. When the disc was removed, the height of foramen, minimum foramen width, maximum foramen width was all decreased significantly. **Conclusion:** Stenosis of lumbar intervertebral foramen can lead to the decrease of the foramen height, minimum foramen width, maximum foramen width. At L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>, no significant difference is observed between the maximum foramen and the different degrees of intervertebral disc herniation.

**Keywords:** lumbar; foramen; spinal canal stenosis; degeneration of lumbar intervertebral disc

<sup>1</sup> 广东东莞市常平医院骨科(广东 东莞, 523573)

<sup>2</sup> 空军工程大学门诊部

<sup>3</sup> 南方医科大学中医药学院

<sup>△</sup> 通信作者 E-mail: 2805973070@qq.com

近十余年来,随着椎间孔镜技术的进展<sup>[1,2]</sup>以及针对椎间孔的一些侵入性治疗手段的应用,如小针刀和注射等<sup>[3,4]</sup>,使得腰椎间孔日益受到临床和基础学

科的重视,开展了相应的解剖基础研究工作<sup>[5,6]</sup>。有研究显示<sup>[7]</sup>,椎间盘退行性变所致的椎间隙狭窄有可能导致椎间孔缩小,然而这种椎间孔的缩小是否小到足以压迫到行走在椎间孔内的神经根的程度,尚不得而知。为明确腰椎间隙的狭窄度椎间孔大小的关系,本文模拟并测量了腰椎间隙狭窄时椎间孔的变化情况,以为临床提供相关的解剖形态学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

在正常中国汉族成人 20 套干燥腰椎骨上(L<sub>3</sub>~S<sub>1</sub>)双侧,共 120 个椎间孔的高度、最小矢状径及最宽处进行测量。所有腰椎骨及其附件无明显的破损、畸形和明显骨赘。骨骼标本来自南方医科大学解剖教研室。使用硅橡胶充填在椎间隙,以模拟正常的椎间盘。

1.2 观测指标

使用游标卡尺(精密度 0.01 mm)测量椎间孔的高度(垂直径)、最小矢状径(即椎间孔最窄处)、椎间孔最

大矢状径(即椎间孔最宽处)。分别测量同一样本在椎间盘轻度突出、椎间盘中度突出和去除椎间盘所致椎间隙狭窄时,各节段椎间孔高度和矢状径的变化情况。

1.3 椎间孔的测量

本研究参考 Cramer GD 的测量方法<sup>[8]</sup>。椎间孔高度是上位椎弓根下方的皮质骨和下位椎弓根上方皮质骨间的最短距离。在 L<sub>3</sub>~<sub>4</sub> 节段椭圆形椎弓根易测量(见图 1A),但 L<sub>4</sub> 和 L<sub>5</sub> 的椎间孔多呈凹形和由内上向下外方倾斜的短管,故测量下位腰椎椎间孔的最窄垂直径是从上位椎弓根的下缘至下位椎弓根上缘的内侧皮质骨的垂直线(见图 1B)。腰椎间孔最宽处是在上位椎弓根下缘下方 5 mm 处的水平线(神经根或神经节走行处);椎间孔最小矢状径是椎间盘后缘中点向后的水平线(见图 2)。Taylor<sup>[9]</sup>测定了椎间盘的高度,在成年人平均椎间盘厚度为 9 mm,分别模拟椎间盘正常、轻度、中度、重度和移除椎间盘后椎间孔的改变(见图 3)。

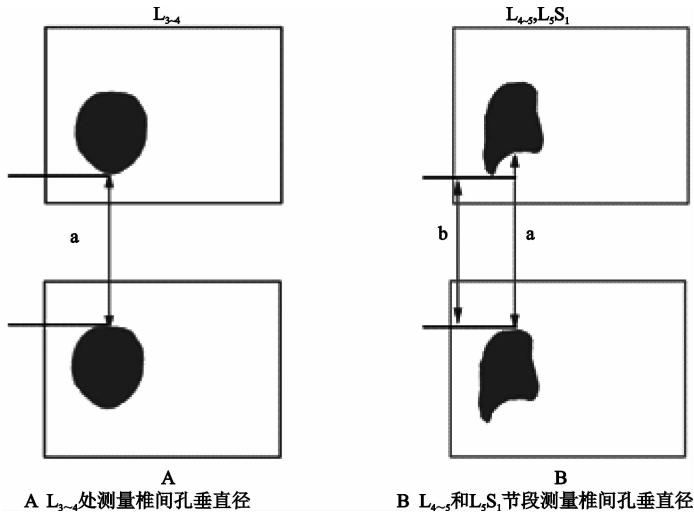


图 1 L<sub>4</sub> 和 L<sub>5</sub> 椎弓根最低的位置在下位椎弓根上缘的外侧, a 为真正的椎间孔垂直径,而 b 为椎间孔外孔的垂直径

图 2 测量椎间孔最宽处(1)及椎间孔最窄处(2)

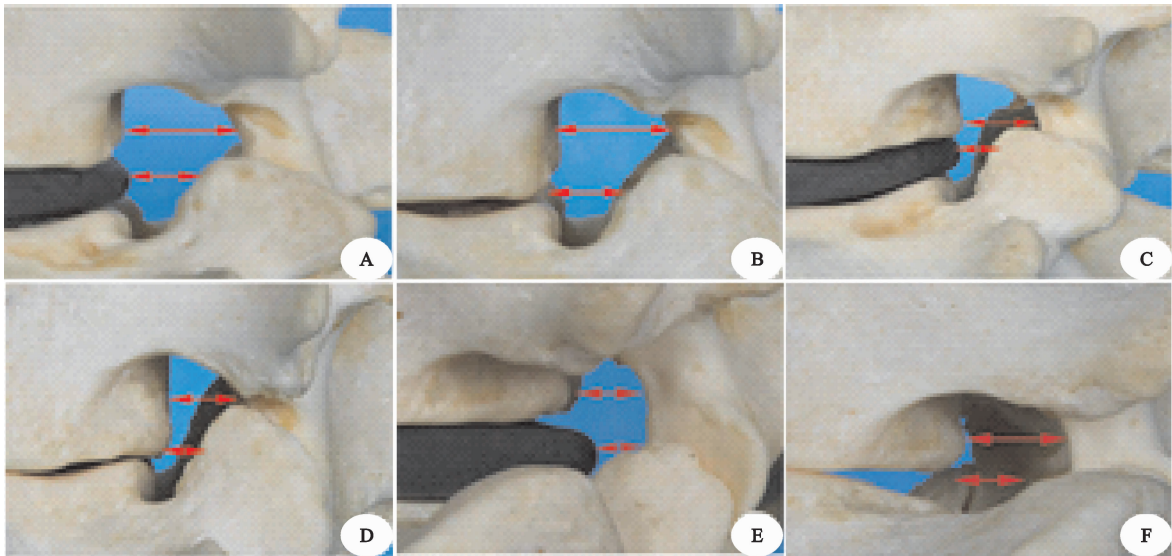


图 3 椎间盘高度正常时(A,C,E)和椎间盘去除后(B,D,F)

1.4 统计学方法

使用单因素方差分析分别分析在正常椎间盘高度和椎间盘退行性改变情况下的椎间孔大小的变化, $P<0.05$  差异有统计学意义。

2 结果

表 1  $L_{3\sim 4}$ ,  $L_{4\sim 5}$ ,  $L_5S_1$  椎间孔高度随椎间盘突出程度的变化( $\bar{x}\pm s$ )(mm)

程度	$L_{3\sim 4}$	$L_{4\sim 5}$	$L_5S_1$
正常	$19.27\pm 1.78^{1)2)3)4)}$	$17.45\pm 1.88^{1)2)3)4)}$	$14.01\pm 1.38^{2)3)4)}$
轻度	$17.34\pm 1.65^{3)4)}$	$16.41\pm 1.58^{3)4)}$	$13.49\pm 1.41^{3)4)}$
中度	$16.59\pm 1.58^{3)4)}$	$15.91\pm 1.16^{3)4)}$	$12.80\pm 1.54^{3)4)}$
重度	$15.42\pm 1.07^{4)}$	$14.32\pm 1.50^{4)}$	$11.36\pm 1.46^{4)}$
无椎间盘	$13.19\pm 1.14$	$12.49\pm 1.14$	$9.75\pm 1.23$

注:1) $P=0.00<0.05$ ,轻度;2) $P=0.00<0.05$ ,中度;3) $P=0.00<0.05$ ,重度;4) $P=0.00<0.05$ ,均与无椎间盘比较。

在  $L_3\sim S_1$  各节段,椎间孔高度在轻度和中度的椎间盘退行性改变时差异有统计学意义( $P<0.05$ )。在  $L_{3\sim 4}$  及  $L_{4\sim 5}$  节段,椎间孔的高度在椎间盘正常时与椎间盘退行性变时的差异有统计学意义( $P<0.05$ )。在  $L_5S_1$  节段,椎间孔高度在椎间盘正常时与椎间盘轻度退行性改变时差异无统计学意义( $P>0.05$ )。

表 2  $L_{3\sim 4}$ ,  $L_{4\sim 5}$ ,  $L_5S_1$  椎间孔最小矢状径随椎间盘突出程度的变化( $\bar{x}\pm s$ )(mm)

程度	$L_{3\sim 4}$	$L_{4\sim 5}$	$L_5S_1$
正常	$9.39\pm 1.45^{1)2)3)4)}$	$8.33\pm 1.6^{1)2)3)4)}$	$10.16\pm 2.09^{1)2)3)4)}$
轻度	$6.41\pm 1.10^{2)3)}$	$5.80\pm 1.15^{2)3)4)}$	$5.90\pm 1.06^{2)3)4)}$
中度	$4.61\pm 1.15^{4)}$	$4.83\pm 0.93^{3)4)}$	$4.97\pm 1.07^{3)4)}$
重度	$3.60\pm 4.01^{4)}$	$2.91\pm 1.44^{4)}$	$2.91\pm 1.38^{4)}$
无椎间盘	$7.57\pm 1.19$	$7.25\pm 1.14$	$8.73\pm 1.38$

2.3 椎间孔最宽处

椎间隙高度正常时,椎间孔最宽处在椎间盘正常时与无椎间盘时的椎间孔最宽处之间差异有统计学意

2.1 椎间孔高度

以硅橡胶盘模拟椎间盘填充在椎间隙,模拟椎间隙正常高度及轻度、中度、重度及无椎间盘时,各个椎间孔高度和宽度的测量结果见表 1。

2.2 椎间孔最小矢状径

椎间隙高度正常时,椎间孔最小矢状径在椎间盘高度正常时与椎间盘退行性改变时差异有统计学意义( $P<0.05$ );椎间孔最小矢状径在轻度椎间盘突出时与椎间盘中、重度时突出时差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表 2。

表 3  $L_{3\sim 4}$ ,  $L_{4\sim 5}$ ,  $L_5S_1$  椎间孔最宽处随椎间盘退行性改变程度的变化( $\bar{x}\pm s$ )(mm)

程度	$L_{3\sim 4}$	$L_{4\sim 5}$	$L_5S_1$
正常	$11.14\pm 1.28^{1)}$	$10.95\pm 0.85^{1)}$	$11.13\pm 1.17$
轻度	$10.90\pm 1.45^{1)}$	$10.53\pm 1.24$	$10.68\pm 1.03$
中度	$10.66\pm 1.37$	$10.50\pm 1.37$	$10.74\pm 1.22$
重度	$10.42\pm 1.29$	$10.24\pm 1.44$	$10.47\pm 1.94$
无椎间盘	$9.55\pm 2.64$	$10.06\pm 0.99$	$10.45\pm 0.59$

3 讨论

腰椎间孔实际上是一个界限明显的骨纤维结构通道,由特定的解剖结构构成。如  $L_{4\sim 5}$  和  $L_5S_1$  的椎间孔实际上是一个短管,对此称为椎间管则更为确切。腰椎椎间孔为上面宽下面窄的耳状形,是椎管的侧部或出口区,由骨骼和软组织构成的。椎间孔的管径自  $L_1\sim S_1$  逐渐减小,管道逐渐增长,其外口呈钥匙形或泪滴形和倒三角形等。椎间孔的前壁为椎间盘和椎体后外侧,后壁由峡部、关节突关节、毗邻的黄韧带构成;上壁为上位椎弓根下缘、下壁为下位椎弓根上缘。腰椎间孔上部是神经根出口的位置,比较宽;而下部由于关节突关节的存在,空间狭小,但却没有重要组织,是

义( $P<0.05$ )。在  $L_5S_1$  椎间孔最宽处在椎间盘退行性改变各个程度之间差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 3。

椎间孔操作较为安全的通道。虽然以往对腰椎的解剖形态学、椎间孔形态及其与神经根的关系进行了一些研究,但目前对腰椎间孔的确切界限定义仍然存在争议<sup>[5,11]</sup>。

腰椎间盘高度是影响腰椎间孔大小变化的主要因素。然而,腰椎间盘高度逐渐缩小,造成腰椎间孔狭窄和神经根具体受到压迫的部位仍然不十分清楚。在临床上,为什么多数患者腰腿疼痛、麻木等感觉异常首先出现,而运动障碍出现较迟缓,这种现象的发生在形态学方面与哪些因素有关尚不得而知。在解剖学上,构成椎间孔壁的组织变化和退行性变可影响椎间孔的大小和形状,导致椎间孔狭窄。尽管对影响椎间孔大小

的组织结构知之甚少,但已经有研究发现椎间盘退行性变可直接(通过椎间孔高度减小)和间接(通过关节突关节半脱位,后纵韧带、黄韧带、关节突)影响椎间孔宽度<sup>[10]</sup>。但是,分析椎间盘狭窄对椎间孔大小影响的相关文献,并不清楚椎间盘高度的降低是否造成椎间孔缩小或导致真正的椎间孔狭窄。如果椎间孔明显的缩小,则有可能造成行走在椎间孔内的神经根受到压迫。如果椎间隙减小在一定程度上可导致椎间孔狭窄,那么能使椎间隙增大的治疗方法,如椎间融合器嵌入术,会有肯定的疗效。

腰椎管狭窄常由椎管的结构和退行性变造成,先天性、外伤性或者肿瘤性因素较为少见。少数研究分析了单纯的椎间盘狭窄与椎间孔大小之间的关系。Stephen 等<sup>[11]</sup>对腰椎间孔进行了测量。尽管没有进行统计学分析,但作者提出 L<sub>3~4</sub> 和 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段椎间孔的高度的降低可导致椎间孔面积的减小。Hasegawa 等<sup>[12]</sup>对 18 具新鲜尸体的 100 个腰椎间孔进行观测。发现有 21% 的腰椎间孔存在神经根受压,除了 L<sub>4~5</sub> 外,在神经根受压的椎间盘后侧高度比正常者明显减小。Mayoux-benhamou 等<sup>[13]</sup>在 7 具新鲜尸体上,对椎间盘完好时和椎间盘切除后椎间孔的大小进行研究,发现在椎间盘切除后,椎间孔高度在屈曲时减少 16%,在后伸时减少 13%。蔡鑫等<sup>[14]</sup>发现椎间孔狭窄虽然不是椎间盘退变、椎间隙狭窄的必然结果,但腰椎椎间隙高度减小会导致腰椎椎间孔有效面积的减少,从而增加了腰椎椎间孔内神经根压迫的风险。钱宇等<sup>[15]</sup>通过腰椎轴向加压试验发现,16 个椎间孔均未发现神经根受压变形,并指出单纯腰椎椎间隙高度丢失虽然改变了椎间孔的形态,但未必造成神经根在椎间孔内的卡压。赵京元等<sup>[16]</sup>研究显示,椎间孔狭窄分为纵向狭窄和横向狭窄,椎间孔横向狭窄更具有临床意义。姚玉龙等<sup>[17]</sup>对 17 例椎间孔狭窄症患者 CT 及 MRI 影像统计,82.3% 以上由于椎间盘突出、继发骨性及软组织增生卡压神经根所致,并非椎间孔高度丢失直接压迫神经根所致。

本研究结果显示椎间孔高度范围在 19~21 mm 之间,上下矢状径范围分别是 7~8 mm 和 5~6 mm,数据符合之前的报告。说明椎间孔的矢状径和垂直径是评估椎间孔大小的可靠标准。在各椎间水平,椎间盘退变都会引起相应节段椎间孔高度、最小矢状径和最大宽度的减小。但椎间盘的轻、中度退变时对椎间孔高度和矢状径的影响较小。因此,中度椎间盘退变可看作为治疗的一个时间点,应避免其进一步的退变所导致的椎间孔高度的减小。

椎间盘退变对椎间孔最小矢状径的影响较大,每一个程度的退变几乎都会引起矢状径的减小,据此可

以认为椎间孔最小矢状径的减小是可能引起椎间孔内神经根受压的一个重要因素。但椎间盘退变对椎间孔最宽处的影响仅在严重退变时出现,特别是在 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段,椎间盘退行性改变几乎不引起椎间孔最宽处的改变。由于走行在椎间孔内的神经根是位于椎间孔的最宽处,故可以认为当椎间盘退变时,椎间孔的最大宽度不是引起椎间孔神经根受压的主要因素。因此,针对椎间孔的所谓神经根松解值得推敲。

本研究的目的是评估椎间盘退行性改变是否可造成骨性椎间孔径的减小。研究表明,椎间盘退行性变导致椎间隙高度减小从而使椎间孔高度显著减小,尤其是对椎间孔矢状径影响,对椎间孔的最大宽度影响较小,特别是在 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 节段。本文的不足之处:第一是样本量较小,且所用的标本为成人干燥骨性标本,与正常成人存在一定差异;第二是用硅橡胶模拟椎间盘退行性改变的情况,不是成人原椎间盘,所测量与正常成人椎间盘之间存在差异;第三是没有结合影像学具体分析椎间盘退行性改变的动态变化对椎间孔大小的影响。

## 参考文献

- [1] 徐宝山. 因病施治,稳步发展椎间孔镜手术[J]. 天津医药,2017,45(2):113-115.
- [2] 徐红艳,武星,孙秀明,等. 椎间孔镜在腰椎间盘突出症等疾病治疗中的应用[J]. 中国疼痛医学杂志,2017,23(3):215-217.
- [3] 张存权,苏君,刘伟. 椎间孔镜闭合松解联合侧隐窝注射治疗腰椎间盘突出症根性疼痛的效果[J]. 宁夏医科大学学报,2016,38(10):1215-1217.
- [4] 程建明,彭力,穆敬平,等. 侧隐窝阻滞术结合小针刀椎间孔松解术治疗腰椎间盘突出症临床观察[J]. 湖北中医药大学学报,2013,15(5):64-65.
- [5] 张猛,张怀栓,潘玉林,等. 椎间孔高度改变与退变性腰 4 椎体滑脱术后根性神经痛的相关性[J]. 中华实用诊断与治疗杂志,2017,31(6):556-557.
- [6] 李嵩鹏,周游,李定,等. 椎间孔镜(TESSYS)入路相关的 L<sub>5</sub>~S<sub>1</sub> 节段椎间孔解剖学观测[J]. 中国临床解剖学杂志,2015,33(2):129-133.
- [7] 郝毅,郑海潮,任国良,等. 腰椎间盘高度与椎间孔相关的解剖学研究[J]. 中国骨伤,2006,19(11):641-644.
- [8] Cramer GD, Cantu JA, Dorsett RD, et al. Dimensions of the lumbar intervertebral foramina as determined from the sagittal plane magnetic resonance imaging scans of 95 normal subjects[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2003, 26(3):160-170.
- [9] Taylor JR. Growth of human intervertebral discs and vertebral bodies[J]. J Anat, 1975, 120(1):49-68.

(上接第 8 页)

- [10] Jenis LG, An HS. Spine update: lumbar foraminal stenosis [J]. Spine, 2000, 25(3): 389-394.
- [11] Stephens MM, Evans JH. Lumbar intervertebral foramina: an in vitro study of their shape in relation to intervertebral disc pathology [J]. Spine, 1991, 16(5): 525-529.
- [12] Hasegawa T, An HS, Haughton VM, et al. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina [J]. J Bone Joint Surg Am, 1995, 77(1): 32-38.
- [13] Mayoux-Benhamou MA, Revel M, Aaron C, et al. A morphometric study of the lumbar foramen: influence of flexion-extension movements and of isolated disc collapse [J]. Surg Radiol Anat, 1989, 11(2): 97-102.
- [14] 蔡鑫, 张国锋, 崔志明, 等. 腰椎椎间隙高度与椎间孔形态的关系 [J]. 江苏医药, 2017, 43(20): 1448-1453.
- [15] 钱宇, 范顺武, 方向前, 等. 下腰椎椎间孔形态与椎间盘高度丢失的相关性研究 [J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(9): 536-540.
- [16] 赵京元, 唐小穗, 孙广才, 等. 腰椎神经根冠状位、矢状位和轴位 MR 扫描定位诊断腰椎椎间孔狭窄症 [J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(8): 839-844.
- [17] 姚玉龙, 陈伟才, 贾惊宇, 等. 腰椎椎间孔狭窄症的诊疗体会 [J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(7): 663-665.

(收稿日期: 2018-06-08)