

· 临床研究 ·

## 颈椎力线变化对 C<sub>4/5</sub> 椎间孔影像测量的影响

冯哲<sup>1</sup>, 孙培磊<sup>1</sup>, 陈晓兵<sup>1</sup>, 杨会峰<sup>2</sup>, 杨玉宝<sup>3\*</sup>

(1. 临沂市妇幼保健院骨科, 山东临沂 276000; 2. 中国人民解放军北部战区总医院脊柱外科, 辽宁沈阳 110000; 3. 山东医学高等专科学校, 山东临沂 276000)

**摘要:** [目的] 探讨影像测量颈椎力线变化对 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔的影响。[方法] 选取本院 2022 年 1 月—2023 年 5 月行颈椎 X 线及 CT 检查且资料完整的受试者共 162 例, 根据 Borden 氏颈椎力线测量法将其分为前凸组 52 例、变直组 79 例、后凸组 32 例。观察 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔形态, 测量其椎间孔高度 (foraminal height, FH)、椎间孔宽度 (foraminal width, FW)、椎间孔横截面积 (foraminal area, FA) 和椎间隙的前缘、后缘高度, 分析比较各组测量结果。[结果] 规则椎间孔, 包括圆形、类圆形、方形占比分别为前凸组 83.7%, 变直组 53.5%, 后凸组 45.2%。C<sub>4/5</sub> 椎间隙前缘高度依次为前凸组 > 变直组 > 后凸组 [(4.1±0.5) mm vs (3.7±0.5) mm vs (3.2±0.4) mm, P<0.001]。但是, 变直组较前凸组和后凸组的 FH [(9.7±0.8) mm vs (9.1±0.1) mm vs (9.2±0.8) mm, P<0.001] 和 FA [(0.5±0.1) mm<sup>2</sup> vs (0.4±0.7) mm<sup>2</sup> vs (0.5±0.7) mm<sup>2</sup>, P=0.001] 明显增大。三种状态下 C<sub>4/5</sub> 左右两侧的 FH、FW 和 FA 的差异均无统计学意义 (P>0.05)。[结论] 颈椎力线变化可显著引起 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔形态变化, 变直可引起 C<sub>4/5</sub> 节段 FW、FA 增加和椎间隙前缘高度减小, 后凸可导致 C<sub>4/5</sub> 节段的 FW 减小及椎间隙前后缘高度丢失。

**关键词:** 颈椎力线, Borden 氏测量法, C<sub>4/5</sub> 椎间孔

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 03-0284-05

**Impact of cervical alignment variation on imaging measurement of C<sub>4/5</sub> intervertebral foramen // FENG Zhe<sup>1</sup>, SUN Pei-lei<sup>1</sup>, CHEN Xiao-bing<sup>1</sup>, YANG Hui-feng<sup>2</sup>, YANG Yu-bao<sup>3</sup>. 1. Department of Orthopedics, Linyi Maternal and Children Hospital, Linyi 276000, China; 2. Department of Spine Surgery, General Hospital, Northern Theater Command of PLA, Shenyang 110000, China; 3. Shandong Medical College, Linyi 276000, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the effect of cervical alignment variation on imaging measurement of C<sub>4/5</sub> intervertebral foramen. [Methods] A total of 162 subjects who underwent cervical X-ray and CT examination with complete data in our hospital from January 2022 to May 2023 were enrolled into this study. Of them, 52 cases were fall into the lordotic group, 79 cases were in the straightening group, and 32 cases were classified into the kyphotic group according to Borden's method of cervical alignment. The morphological parameters of C<sub>4/5</sub> were measured, including foraminal height (FH), foraminal width (FW), foraminal cross-sectional area (FA), and the anterior and posterior heights of the vertebral space. The data were compared among the 3 conditions. [Results] The proportion of regular foramen, including round, quasi-round and square, was 83.7% in the lordotic group, 53.5% in the straightening group and 45.2% in the kyphotic group respectively. The anterior height of C<sub>4/5</sub> intervertebral space was ranked as the lordotic group > the straightening group > the kyphotic group [(4.1±0.5) mm vs (3.7±0.5) mm vs (3.2±0.4) mm, P<0.001]. However, the straightening group got significantly greater FH [(9.7±0.8) mm vs (9.1±0.9) mm vs (9.2±0.8) mm, P<0.001] and FA [(0.5±0.1) mm<sup>2</sup> vs (0.4±0.7) mm<sup>2</sup> vs (0.5±0.7) mm<sup>2</sup>, P=0.001] than the lordotic and kyphotic groups. There were no significant differences in terms of FH, FW and FA between the left and right sides of C<sub>4/5</sub> in the three states (P>0.05). [Conclusion] The change of cervical alignment does significantly cause the morphological variation of the intervertebral foramen at C<sub>4/5</sub> level. The straightening cervical spine increases FW and FA at C<sub>4/5</sub> level, while decreases the anterior and posterior height of the intervertebral space. The kyphosis decreases FW at C<sub>4/5</sub> level with loss of the anterior and posterior height of the intervertebral space.

**Key words:** cervical spine alignment, Borden's method, C<sub>4/5</sub> intervertebral foramen

颈椎疾病是以颈部骨性结构和椎间隙等退行性变为基础的颈椎综合征。正常的颈椎力线是维持颈椎生

理功能的基础, 颈椎力线异常往往是颈椎退变的典型征象, 可增加颈椎疾病的风险<sup>[1]</sup>。虽然近年来国内外

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2024.03.18

作者简介: 冯哲, 主治医师, 研究方向: 脊柱外科, (电话)15909836721, (电子信箱)sdlyfengzhe@163.com

\* 通信作者: 杨玉宝, (电话)13666397588, (电子信箱)Yangyubaoanji@sina.com

很多文献都证实了颈椎力线与颈椎病的发生发展密切相关<sup>[2]</sup>，但其对椎间孔形态的影响相关文献报道相对较少。根据 Abola 等<sup>[3]</sup>通过对 100 具尸体标本颈椎小关节退变的研究，证实 C<sub>4/5</sub> 小关节更容易发生关节炎性退变，因而 C<sub>4/5</sub> 椎间孔更常见退变性狭窄。因此，本研究主要通过影像学测量来研究不同颈椎力线对 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔高度 (foraminal height, FH)、椎间孔宽度 (foraminal width, FW)、椎间孔横截面积 (foraminal area, FA)、椎间隙前、后缘高度和椎间孔形态的变化，现报道如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

选取本院 2019 年 1 月—2019 年 10 月在门诊行颈椎侧位 X 线片和颈椎三维 CT 检查且资料完整的受试者 162 例，其中男 75 例，女 87 例，年龄 30~65

岁，平均 (53.0±10.2) 岁。所有受试者均能良好配合完成检查者，既往无颈部手术史、外伤史者，无脊柱侧弯畸形者，无合并颈部肿瘤、感染的者，无合并强直性脊柱炎和颈椎后纵韧带骨化者。

### 1.2 影像测量

#### 1.2.1 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔形态观察

采用 Lightspeed 64 排双螺旋 CT 机 (GE 公司) 对受试者行颈椎椎体扫描，受试者取平卧位。扫描范围为 C<sub>1</sub>~T<sub>2</sub>，扫描厚度 0.625 mm，然后将测量数据导入 PACS 系统进行三维重建及测量。选择三维骨重建方法，调节到合适的 FOV、窗宽值和窗位值。使 C<sub>4/5</sub> 椎间隙平面平行于其上下的终板水平，矢状面尽可能与 C<sub>4</sub>、C<sub>5</sub> 椎体垂直。

运用 PACS 系统在调节至出现 C<sub>4/5</sub> 节段椎间孔横截面积最大的层面观察并记录下椎间孔的形态。大致分为类椭圆形、方形、圆形、马蹄形、纺锤形、不规则形 6 种形态 (图 1)。

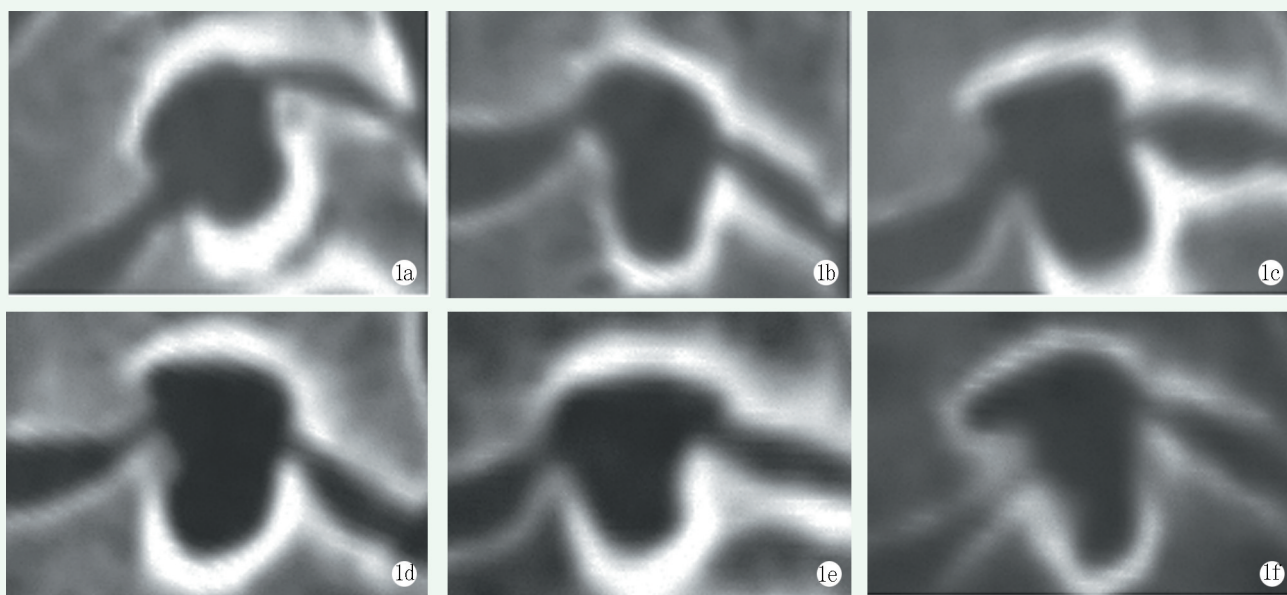


图 1 C<sub>4/5</sub> 椎间孔影像形态分类。1a: 圆形; 1b: 类椭圆形; 1c: 方形; 1d: 纺锤形; 1e: 蹄形; 1f: 不规则形。

Figure 1. Imaging morphologic classification of C<sub>4/5</sub> foramen. 1a: Round; 1b: Ellipsoid; 1c: Square; 1d: Spindle shape; 1e: Hoof shape; 1f: Irregular shape.

#### 1.2.2 颈椎测量

拍摄侧位 X 线片时患者采取右侧站立位或正坐位，双肩自然下垂，下颌稍抬，正视前方，摄取颈椎侧位片，将测量数据导入 PACS 系统 (沈阳东软集团股份有限公司)。采用 Borden 氏测量方法测量颈椎弓弦距 (arch height, AH)<sup>[4]</sup>，具体方法见图 2a: 在侧位 X 线片上，作 C<sub>2</sub> 椎体后上角至 C<sub>7</sub> 椎体后下角的直线 (A 线)，再连接 C<sub>2</sub> 后上角与 C<sub>3</sub>~C<sub>7</sub> 每个椎体后部作一条弧线 (B 线)，作 A 的垂线与 B 线相交，A、B 两线间最大距离记为 C 线，C 线的长度记为 D 值，

即 AH，单位为毫米 (mm) (图 2a)。

使用 PACS 系统选取 CT 扫描的 C<sub>4/5</sub> 椎间孔平面的图像，调整图像至 C<sub>4/5</sub> 椎间孔出现最大面积时的层面 (图 2b)。以此平面为基础以 C<sub>5</sub> 椎体最前缘至棘突作出正中轴，与正中轴所成角度为 45° 角作出过 C<sub>4/5</sub> 椎间孔的直线，然后作经过此直线的垂线，使过该垂线的 C<sub>4/5</sub> 椎间孔平面垂直于 C<sub>4/5</sub> 间隙所在的平面，调节至出现 C<sub>4/5</sub> 椎间孔横截面积最大时的图像 (图 2c)<sup>[5]</sup>。测量指标包括: (1) 椎间孔高度 (foraminal height, FH)，C<sub>4</sub> 椎弓根下缘中点到 C<sub>5</sub> 椎弓根上缘中点的间距 (图 2d 蓝

线); (2) 椎间孔宽度 (foraminal width, FW: 过 C<sub>5</sub> 椎体后上缘作垂直于椎间孔高度线的横线至 C<sub>5</sub> 上关节突 (图 2d 黄线)); (3) 椎间面积 (foraminal area, FA), C<sub>4</sub> 椎体后下角、C<sub>5</sub> 椎体后上角、上下关节面内侧缘及上

位椎弓根下方中点、下位椎弓根上方中点连线所形成的横截面积 (图 2d 红线内范围)<sup>[6]</sup>; (4) C<sub>4/5</sub> 椎间隙高度: 前缘高度, C<sub>4/5</sub> 间盘上下终板前角的垂直距离; 后缘高度, C<sub>4/5</sub> 椎间盘上下终板后角垂直的距离。

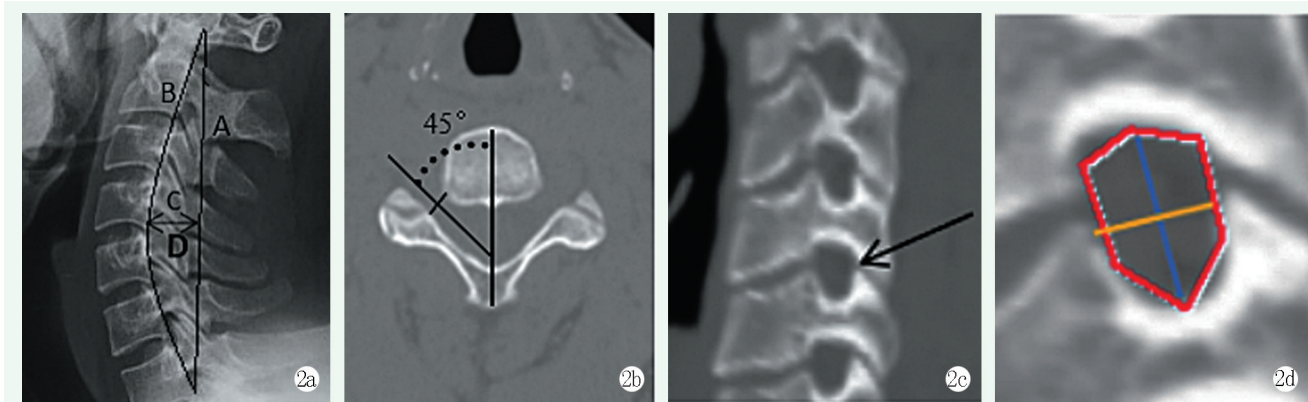


图 2 颈椎影像测量。2a: Borden 氏测量方法测量颈椎弓弦高; 2b: 椎间孔最大时的椎间隙平面; 2c: 调整至椎间孔最大的矢状面进行 C<sub>4/5</sub> 椎间孔测量; 2d: 椎间孔高度 (蓝线), 椎间孔宽度 (黄线), 椎间孔面积 (红线内范围)。

Figure 2. Cervical imaging measurement. 2a: Cervical bowstring height was measured by Borden's method; 2b: The vertebral space plane at the largest foramen; 2c: Adjust the sagittal plane to the largest foramen for C<sub>4/5</sub> foraminal measurement; 2d: Foraminal height (blue line), foraminal width (yellow line), foraminal area (range of red line).

### 1.3 分组与评价

依据 AH 颈椎力线的分组标准分为三组: 前凸组, 7 mm ≤ D 值 < 17 mm; 变直组, 0 mm ≤ D 值 < 7 mm; 后凸组, D 值 < 0 mm。评估椎间孔形态, 测量 FH、FW、FA 和 C<sub>4/5</sub> 椎间隙高度, 所有数据由 2 名熟练的脊柱专科医师独立测量 2 次, 取均值。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 24.0 软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料符合正态分布时, 采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 资料不符合正常分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 椎间孔形态

162 例受试者, 根据 Borden 氏颈椎力线测量法将其分为前凸组 52 例、变直组 79 例、后凸组 32 例。双侧 C<sub>4/5</sub> 椎间孔共 324 个, 前凸组 104 个, 变直组 158 个, 后凸组 62 个。颈椎力线变化明显影响 C<sub>4/5</sub> 椎间孔形态。通过本实验观察椎间孔形态大致分为 6 种, 圆形、类椭圆形、方形、纺锤形、马蹄形和不规则形, 见表 1。比较规则的形态圆形、类圆形、方形在各组中占比总合为前凸组为 83.7%, 变直组为 53.5%, 后凸组为 45.2%, 颈椎力线在从前凸、变直到后凸的过程中, 规则的椎间孔形态比例呈下降趋势。

表 1 颈椎力线三组 C<sub>4/5</sub> 椎间孔形态分布

Table 1 Distribution of C<sub>4/5</sub> foraminal morphology among the three groups of cervical alignment

分组	椎间孔数 (个)	圆形	类椭圆形	方形	纺锤形	马蹄形	不规则形
前凸组	104	21	58	8	5	5	7
变直组	158	22	61	30	13	8	24
后凸组	62	9	12	7	16	4	14

### 2.2 C<sub>4/5</sub> 椎间孔测量

测量结果见表 2, 变直组 FH、FA 明显大于前凸组和后凸组, 差异有统计学意义 (P < 0.05)。而前凸组和后凸组间的 FH 和 FA 差异均无统计学意义 (P > 0.05); 但后凸组的 FW 明显小于前凸组和变直组 (P < 0.05), 而前凸组和变直组 FW 的差异无统计

学意义 (P > 0.05)。C<sub>4/5</sub> 椎间隙前缘高度为 前凸组 > 变直组 > 后凸组, 差异有统计学意义 (P < 0.05); 后凸组 C<sub>4/5</sub> 椎间隙后缘高度明显小于变直组和前凸组 (P < 0.05), 而变直组和前凸组无显著差异性 (P > 0.05)。

表 2 颈椎力线三组间 C<sub>4/5</sub> 椎间孔影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 比较  
Table 2 Comparison of imaging measures of C<sub>4/5</sub> foramen among the three groups of cervical alignment ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	侧别	前凸组 (n=104)	变直组 (n=158)	后凸组 (n=62)	P 值
椎间隙前缘高 (mm)		4.1±0.5	3.7±0.5	3.2±0.4	<0.001
椎间隙后缘高 (mm)		3.8±0.5	3.8±0.5	3.6±0.5	0.021
FH (mm)	左侧	9.1±0.9	9.7±0.8	9.2±0.8	<0.001
	右侧	9.1±0.8	9.8±0.8	9.0±0.9	<0.001
	P 值	0.740	0.620	0.155	
FW (mm)	左侧	4.9±0.8	4.9±0.8	4.4±0.8	<0.001
	右侧	4.9±0.9	4.9±0.9	4.4±0.7	<0.001
	P 值	0.981	0.985	0.903	
FA (mm <sup>2</sup> )	左侧	0.4±0.7	0.5±0.1	0.5±0.7	<0.001
	右侧	0.4±0.1	0.5±0.1	0.4±0.6	<0.001
	P 值	0.887	0.686	0.472	

### 3 讨论

颈椎力线的改变会引起颈椎一系列病理变化,如加速椎间盘的退变,引起颈椎小关节的炎症、增生等<sup>[6]</sup>。不同力线的颈椎都存在退行性改变,这可能与年龄因素有关<sup>[7]</sup>。本研究可见 C<sub>4/5</sub> 椎间孔形态的改变主要由 C<sub>5</sub> 椎体后缘的增生和 C<sub>5</sub> 上关节突增生肥大造成。C<sub>5</sub> 为颈椎活动中心,使该节段椎体更容易产生增生骨赘,往往是两侧椎间孔发生形态改变的重要原因<sup>[8]</sup>。

本研究测量发现颈椎力线变直组的 C<sub>4/5</sub> 椎间孔高度最大,面积也最大,椎间孔面积受椎间孔高度的影响显著且呈正相关。对椎间孔动态研究的结果表明,颈椎在由过伸到屈曲的过程中椎间孔的高度被拉伸,同时面积增大<sup>[9]</sup>。变直组椎间孔面积大于其他两组,其测量结果均是受检者在自然静止状态下测量得出,颈椎长期保持变直、后凸状态可使椎管和椎间孔形态变化<sup>[10]</sup>,与动态观察结果存在一定差异。

虽然变直组 C<sub>4/5</sub> 椎间孔高度和横截面积均大于其余两组,但其宽度较前凸组未出现明显的差异性,而明显大于后凸组。魏威等<sup>[11]</sup>通过对新鲜人体颈椎标本进行生物力学研究发现,颈椎后凸或变直使 C<sub>4</sub> 颈椎前柱所受应力增加 44%,导致椎间盘退变加速,其支撑力下降,叠瓦状的关节突关节相对滑动,使椎间孔宽度明显减小,本研究中后凸组椎间孔宽度较前凸和变直组明显变窄,主要因为 C<sub>5</sub> 上关节突突入 C<sub>4/5</sub> 椎间孔内更加证实这一观点。另外,由于后凸使 C<sub>4/5</sub> 后方小关节应力增加<sup>[12]</sup>,促使 C<sub>5</sub> 上关节突骨质增生变大,进一步减小椎间孔宽度。有研究报道术后出

现 C<sub>5</sub> 神经根麻痹的患者术前 C<sub>4/5</sub> 椎间孔的宽度明显狭小, C<sub>5</sub> 上关节突明显肥大<sup>[13]</sup>,结合本研究,对于颈椎力线变直或后凸者,术中过度矫正力线,可能增加 C<sub>5</sub> 神经相关并发症发生率。

颈椎曲度与椎间盘退变呈高度负相关且相互影响<sup>[14]</sup>,本研究中 C<sub>4/5</sub> 椎间隙前缘高度前凸组>变直组>后凸组,颈椎力线由前凸向后凸变化的过程中颈椎前柱所受应力比后柱逐渐增大,在此过程中椎间盘前缘压力逐渐增大并首先出现退变,随着前缘高度的丢失加剧,后缘高度也逐渐丢失,最终导致间隙塌陷、骨性结构间韧带松弛,后方小关节松动,加重颈椎不稳,继而椎间孔高度、宽度、面积均减小。有研究表明<sup>[15]</sup>,多数颈椎力线变直或者后凸的脊髓型颈椎病属于脊髓线分型为 III 型,其椎间隙呈前窄后宽,支持研究结果。

本研究中各组颈椎曲度变化相对较小,引起的径值变化较小,统计结果部分数据可能存在偏倚,本研究样本量较小,导致结果可能存在误差。

### 参考文献

- [1] Huang QQ, Liu SS, Liang GQ. Research progress on the clinical significance of sagittal alignment and balance in cervical spine [J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi, 2018, 56 (8): 634-638. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2018.08.018.
- [2] Lan Zb, Wu ZQ, Xu WH, et al. Analysis of a radiographic parameter K-line tilt following adjacent two-level anterior cervical discectomy and fusion: a retrospective study [J]. J Orthop Surg Res, 2020, 15: 131. DOI: 10.1186/s13018-020-01639-0.
- [3] Abola MV, Knapik DM, Hamparsumian AA, et al. Relationship between foraminal area and degenerative changes in the lower cervical spine with implications for C<sub>5</sub> nerve root palsy [J]. Orthop,

- 2018, 41 (4) : e506–e510. DOI: 10.3928/01477447–20180424–07.
- [4] Li XY, Kong C, Sun XY, et al. Influence of the ratio of C<sub>2</sub>–C<sub>7</sub> Cobb angle to T1 slope on cervical alignment after laminoplasty [J]. *World Neurosurg*, 2019, 124 : e659–e666. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.12.181.
- [5] Ozaki M, Nishioka K, Kitayama M, et al. Quantitative evaluation for cervical foraminal bony stenosis based on angled sagittal slices along a nerve root on computed tomography [J]. *J Clin Neurosci*, 2020, 71 : 89–92. DOI: 10.1016/j.jocn.2019.10.009.
- [6] Panjabi MM, Maack TG, Ivancic PC, et al. Dynamic intervertebral foramen narrowing during simulated rear impact [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31 (5) : E128–E134. DOI: 10.1097/01.brs.0000201243.81745.ba.
- [7] 张鸿悦, 章耀华, 李强, 等. 颈椎退行性变的相关因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (1) : 28–32. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.01.06.
- Zhang HY, Zhang YH, Li Q, et al. Correlation analysis on factors related to cervical degenerative changes on MRI [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (1) : 28–32. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2021.01.06.
- [8] Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19 (2) : 141–159. DOI: 10.3171/2013.4.SPINE12838.
- [9] Chang V, Basheer A, Baumer T, et al. Dynamic measurements of cervical neural foramina during neck movements in asymptomatic young volunteers [J]. *Surg Radiol Anat*, 2017, 39 (10) : 1069–1078. DOI: 10.1007/s00276–017–1847–6.
- [10] Chai Z, Yang X, Lu H, et al. Relationship between C<sub>2</sub> slope with sagittal parameters and clinical function of degenerative cervical kyphosis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2023, 18 (1) : 514. DOI: 10.1186/s13018–023–04011–0.
- [11] 魏威, 叶杨, 王以进. 颈曲变直的生物力学研究及临床意义 [J]. *浙江中西医结合杂志*, 2011, 21 (9) : 610–613. DOI: 10.3969/j.issn.1005–4561.2011.09.008.
- Wei W, Ye Y, Wang YJ. Biomechanical study on loss of physiological curvature of cervical vertebra and its clinical significance [J]. *Zhejiang Journal of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine*, 2011, 21 (9) : 610–613. DOI: 10.3969/j.issn.1005–4561.2011.09.008.
- [12] 邢秋娟, 赵东峰, 戴薇薇, 等. 颈椎曲度异常对椎间隙应力分布影响的有限元分析 [J]. *临床骨科杂志*, 2019, 22 (1) : 114–117. DOI: 10.3969/j.issn.1008–0287.2019.01.046.
- Xing QJ, Zhao DF, Dai WW, et al. Finite element analysis of the effect of the cervical curvature on the stress distribution in cervical intervertebral disc [J]. *Journal of Clinical Orthopaedics*, 2019, 22 (1) : 114–117. DOI: 10.3969/j.issn.1008–0287.2019.01.046.
- [13] Yoshihara H, Margalit A, Yoneoka D. Incidence of C<sub>5</sub> palsy: meta-analysis and potential etiology [J]. *World Neurosurg*, 2018, 122: e828–e837. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.10.159.
- [14] 杨建伟, 赵杰. 颈椎矢状力线和颈椎间盘退变的关系 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (15) : 1370–1374. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2019.15.06.
- Yang JW, Zhao J. Relationship between cervical sagittal alignment and cervical disc degeneration [J]. *Orthop J Chin*, 2019, 27 (15) : 1370–1374. DOI: 10.3977/j.issn.1005–8478.2019.15.06.
- [15] 凌晓明, 张春霖, 严旭, 等. 内窥镜下微创颈椎管成形治疗脊髓线 III 型颈椎病可明显改善颈椎曲度 [J]. *中国组织工程研究*, 2023, 27 (22) : 3555–3560. DOI: 10.12307/2023.316.
- Ling XM, Zhang CL, Yan X, et al. Cervical microendoscopic laminoplasty remarkably improves cervical curvature in the treatment of the spinal cord line type III cervical spondylotic myelopathy [J]. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2023, 27 (22) : 3555–3560. DOI: 10.12307/2023.316.

(收稿:2023–08–21 修回:2023–11–02)

(同行评议专家: 谢文贵, 吉立新)

(本文编辑: 郭秀婷)