

· 临床研究 ·

## 腰椎管狭窄累及节段数对脊柱骨盆矢状参数的影响

田浩, 韩鹏, 赵薇, 解光越, 殷胜春, 张志勇, 侯晓华, 赵海勇\*

(河北省唐山市工人医院骨一科, 河北唐山 063000)

**摘要:** [目的] 探讨退变性腰椎管狭窄症 (degenerative lumbar spinal stenosis, DLSS) 累及节段数对脊柱-骨盆矢状参数的影响。[方法] 回顾性分析 2019 年 11 月—2021 年 11 月本院收治的 192 例退变性腰椎管狭窄症患者的临床影像资料, 依据影像, 72 例 DLSS 累及单节段, 63 例累及双节段, 57 例累及多节段。比较三组患者临床及影像资料。[结果] 三组腰痛 VAS 评分、腿痛 VAS 评分、ODI 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但是, 病程依次为单节段组<双节段组<多节段组 [(30.5±35.2) 个月 vs (55.9±44.4) 个月 vs (82.3±70.0) 个月,  $P<0.001$ ]。影像方面, 腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL) [(43.4±10.4)° vs (41.1±7.6)° vs (35.6±8.4)°,  $P<0.001$ ]、胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK) [(28.6±7.1)° vs (27.9±7.6)° vs (23.2±7.3)°,  $P<0.001$ ]、骶骨倾斜角 (sacral slope, SS) [(31.0±6.2)° vs (29.6±5.0)° vs (26.0±5.1)°,  $P<0.001$ ] 均依次为单节段组>双节段组>多节段组; 而骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT) [(21.6±7.0)° vs (21.8±4.2)° vs (24.9±6.5)°,  $P=0.005$ ] 依次为单节段组<双节段组<多节段组。[结论] 随 DLSS 累及节段数增加腰椎前凸及胸椎后凸和骶骨倾斜角减小, 而骨盆倾斜角增加。

**关键词:** 退行性腰椎管狭窄症, 影像, 累及节段数, 矢状面脊柱骨盆参数

**中图分类号:** R681.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 13-1241-04

**Impact of lumbar spinal stenosis involved segment number on the sagittal spinopelvic parameters // TIAN Hao, HAN Peng, ZHAO Wei, XIE Guang-yue, YIN Sheng-chun, ZHANG Zhi-yong, HOU Xiao-hua, ZHAO Hai-yong. First Department of Orthopaedics, Workers' Hospital of Tangshan City, Tangshan 063000, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the effects of degenerative lumbar spinal stenosis (DLSS) involved segments on sagittal spinopelvic parameters. [Methods] A retrospective analysis was performed on 192 patients with DLSS admitted to our hospital from November 2019 to November 2021. According to the imaging, 72 cases had DLSS involved a single segment (SS), 63 cases involved double segments (DS), and 57 cases involved multiple segments (MS). The clinical and imaging data of the three groups were compared. [Results] There was no significant difference in lumbar VAS score, leg VAS score and ODI score among the three groups ( $P>0.05$ ), but the disease course was ranked down-up in a sequence of SS<DS<MS [(30.5±35.2) months vs (55.9±44.4) months vs (82.3±70.0) months,  $P<0.001$ ]. In term of imaging, the lumbar lordosis (LL) [(43.4±10.4)° vs (41.1±7.6)° vs (35.6±8.4)°,  $P<0.001$ ], thoracic kyphosis (TK) [(28.6±7.1)° vs (27.9±7.6)° vs (23.2±7.3)°,  $P<0.001$ ], sacral slope (SS) [(31.0±6.2)° vs (29.6±5.0)° vs (26.0±5.1)°,  $P<0.001$ ] were all ranked up-down as SS>DS>MS, whereas the pelvic tilt (PT) was ordered down-up as SS<DS<MS [(21.6±7.0)° vs (21.8±4.2)° vs (24.9±6.5)°,  $P=0.005$ ]. [Conclusion] As the DLSS involved segment number increases, the lumbar lordosis, thoracic kyphosis and sacral inclination decrease, whereas the pelvic inclination increases.

**Key words:** degenerative lumbar spinal stenosis, image, involved segment number, sagittal spinopelvic parameters

腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 根据病因可分为退变性、先天性和创伤性等, 最常见的是退变性腰椎管狭窄症 (degenerative lumbar spinal stenosis, DLSS)。DLSS 是因骨与软组织退变导致单一或多平面的腰椎管腔狭窄, 引起神经、血管受压<sup>[1]</sup>。许多研究认为脊柱-骨盆矢状位失衡与脊柱多种疾病密切相关, 手术治疗脊柱疾病时, 适当纠正脊柱-骨盆矢状位失衡能有效减少术后腰背不适、

相邻椎体病变等<sup>[2, 3]</sup>。迄今鲜有 DLSS 累及节段数对脊柱-骨盆矢状位参数影响的研究, 本研究通过分析单节段、双节段、多节段 (3 个及 3 个以上节段) DLSS 患者相关影像学资料, 旨在评估 DLSS 患者脊柱-骨盆矢状位影像学参数的变化, 探讨脊柱-骨盆矢状位形态在 DLSS 发病机制中的意义, 为手术方案制定提供参考。

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100652

作者简介: 田浩, 主治医师, 研究方向: 骨外科, (电子信箱) haditian@163.com

\* 通信作者: 赵海勇, (电话) 0315-3722243, (电子信箱) 458443843@qq.com

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析 2019 年 11 月—2021 年 11 月就诊于唐山市工人医院 192 例 DLSS 患者的临床资料, 患者均具有特征性神经源性间歇性跛行等临床表现, 腰椎 CT 提示腰椎管中矢状径 $<10$  mm、侧隐窝矢状径 $<3$  mm、硬膜囊面积 $<100$  mm<sup>2</sup>等椎管狭窄表现 (图 1a)。腰椎 MRI 提示小关节突增生、内聚, 黄韧带肥厚, 侧隐窝及椎间孔狭窄, 硬膜囊及神经根受压等表现。排除脊柱侧弯、后凸或腰骶移行椎、骨盆畸形及代谢性骨病、脊柱肿瘤、脊柱感染者, 或有脊柱及关节手术史、外伤史, 存在骨盆、髋关节疾病及下肢神经肌肉疾病影响站立者。本研究经本院伦理委员会审批通过, 患者均签署知情同意书。

### 1.2 评价指标

收集患者年龄、性别、体重指数 (body mass index, BMI)、病程等一般资料。采用视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 评价腰痛及腿痛情况, 采用 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability in-

dex, ODI) 评价腰椎功能情况。行影像学检查, 确定 DLSS 累及的节段数, 将患者分为单节段组、双节段组和多节段组。

### 1.3 影像测量方法

依据 Horton 等<sup>[4]</sup>的方法行全脊柱正、侧位 X 线片, 通过 PACS 系统进行影像学参数测量, 测量由同一名脊柱外科医师完成, 测量两次后取平均值。

(1) 脊柱矢状面参数 (图 1b, 1c): 胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK), 即 T<sub>3</sub> 上终板和 T<sub>12</sub> 下终板切线的夹角; 胸腰椎后凸角 (thoracolumbar kyphosis, TLK), 即 T<sub>10</sub> 上终板和 L<sub>2</sub> 下终板切线的夹角; 腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL), 即 L<sub>1</sub>、S<sub>1</sub> 上终板切线的夹角; 脊柱矢状面偏移 (sagittal vertical axis, SVA), 为 C<sub>7</sub> 中心所作的铅垂线与 S<sub>1</sub> 后上缘的水平距离。

(2) 骨盆矢状面参数 (图 1d): 骨盆入射角 (pelvic incidence, PI), 即骶骨终板的中垂线与终板中点和股骨头中心连线的夹角; 骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT), 即骶骨终板中点和股骨头中心的连线与重力线的夹角; 骶骨倾斜角 (sacral slope, SS), 即骶骨终板平面与水平线的夹角。

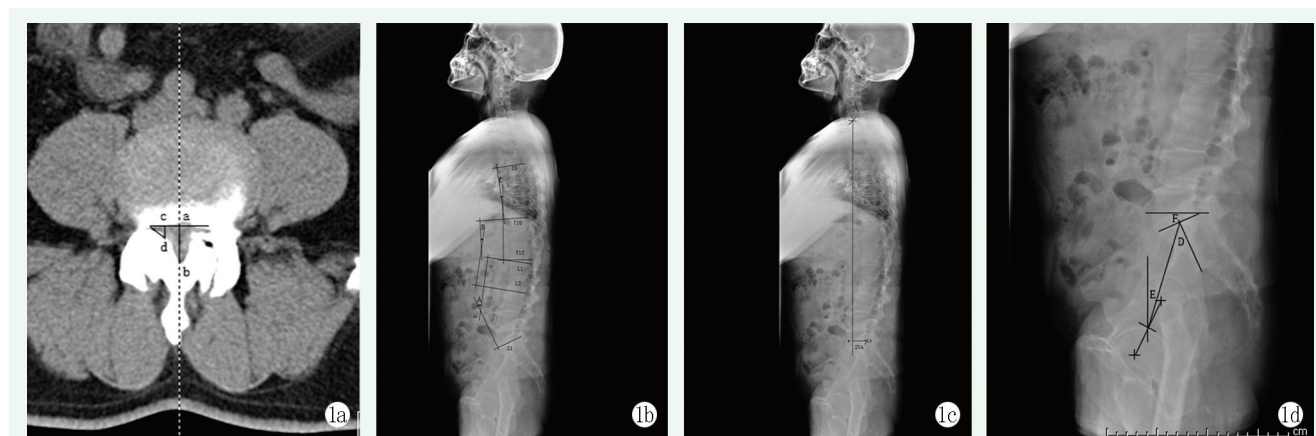


图 1. 脊柱-骨盆影像学测量方法示意图。1a: DLSS 患者腰椎间盘 CT 平扫: ab 为腰椎管矢状径, cd 为侧隐窝矢状径; 1b: 脊柱矢状面参数;  $\angle A$  为 LL,  $\angle B$  为 TLK,  $\angle C$  为 TK; 1c: 脊柱矢状面偏移; 1d: 骨盆矢状面参数;  $\angle D$  为 PI,  $\angle E$  为 PT,  $\angle F$  为 SS。

Figure 1. Spinal pelvic imaging measurement. 1a: Cross-sectional CT of lumbar intervertebral disc in DLSS; 1b: Spinal sagittal plane parameters,  $\angle A$  is lumbar lordosis (LL),  $\angle B$  is thoracolumbar kyphosis (TLK),  $\angle C$  is the thoracic kyphosis (TK); 1c: Sagittal vertical axis; 1d: Pelvic sagittal plane parameters,  $\angle D$  is pelvic incidence (PI),  $\angle E$  is pelvic tilt (PT),  $\angle F$  is sacral slope (SS).

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行统计学分析。计量数据采用  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 三组间比较采用单因素方差分析, 两两比较采用 LSD 法; 资料不符合正态分布, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床参数比较

192 患者中, 单节段组 72 例 (37.5%)、双节段组 63 例 (32.8%)、多节段组 57 例 (29.7%)。三组患者年龄、性别、BMI、腰痛 VAS 评分、腿痛 VAS

评分、ODI 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。但是, 多节段组病程明显长于单节段组 ( $P<0.001$ )

及双节段组 ( $P=0.005$ ), 而双节段组病程也明显长于单节段组 ( $P=0.004$ ), 见表 1。

表 1. 三组患者临床资料比较  
Table 1. Comparison of clinical data among the three groups

指标	单节段组 (n=72)	双节段组 (n=63)	多节段组 (n=57)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	55.9±8.3	57.6±7.3	57.1±6.4	0.395
性别 (例, 男/女)	35/37	33/30	28/29	0.898
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	25.9±3.3	25.3±2.9	26.2±2.9	0.270
病程 (月, $\bar{x} \pm s$ )	30.5±35.2	55.9±44.4	82.3±70.0	<0.001
腰痛 VAS 评分 (% , $\bar{x} \pm s$ )	6.1±1.5	6.2±1.5	6.3±1.5	0.689
腿痛 VAS 评分 (% , $\bar{x} \pm s$ )	7.0±1.5	7.2±1.6	7.3±1.5	0.543
ODI 评分 (% , $\bar{x} \pm s$ )	51.2±8.7	52.1±10.8	52.4±10.5	0.755

## 2.2 影像测量参数比较

脊柱矢状面参数方面, 三组间 LL 比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 其中多节段组 LL 显著小于单节段组 ( $P<0.001$ ) 及双节段组 ( $P=0.001$ ), 而单节段组与双节段组差异无统计学意义 ( $P=0.138$ )。三组间 TK 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 其中多节段组显著小于单节段组 ( $P<0.001$ ) 及双节段组 ( $P<0.001$ ), 而单节段组与双节段组差异无统计学意义 ( $P=0.616$ )。三组间 TLK、SVA 的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表 2。

骨盆矢状面参数方面: 三组间 PI 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。三组间 PT 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 其中多节段组显著大于单节段组 ( $P=0.003$ ) 及双节段组 ( $P=0.007$ ), 而单节段组与双节段组差异无统计学意义 ( $P=0.817$ )。三组间 SS 差异具有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 其中多节段组显著小于单节段组 ( $P<0.001$ ) 及双节段组 ( $P=0.001$ ), 而单节段组与双节段组差异无统计学意义 ( $P=0.138$ ), 见表 2。

表 2. 三组患者影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较  
Table 2. Comparison of imaging data among the three groups ( $\bar{x} \pm s$ )

指标	单节段组 (n=72)	双节段组 (n=63)	多节段组 (n=57)	P 值
LL ( $^\circ$ )	43.4±10.4	41.1±7.6	35.6±8.4	<0.001
TLK ( $^\circ$ )	12.6±5.1	12.6±5.8	11.5±5.1	0.406
TK ( $^\circ$ )	28.6±7.1	27.9±7.6	23.2±7.3	<0.001
SVA (cm)	5.3±3.4	4.7±3.0	4.5±3.1	0.304
PI ( $^\circ$ )	52.6±5.6	51.4±5.6	50.9±5.7	0.234
PT ( $^\circ$ )	21.6±7.0	21.8±4.2	24.9±6.5	0.005
SS ( $^\circ$ )	31.0±6.2	29.6±5.0	26.0±5.1	<0.001

## 3 讨论

脊柱-骨盆矢状面上的平衡使个体在最低能耗下完成各种生理姿势<sup>[5]</sup>。脊柱-骨盆矢状面失衡会在脊柱原有疾病的基础上, 额外产生肌肉疲劳和背痛, 影响活动能力<sup>[6]</sup>。

脊柱矢状面平衡对维持正常的脊柱生物力学至关重要。本研究发现, 多节段 DLSS 患者 LL 及 TK 较单、双节段 DLSS 患者明显减小。椎间盘退变作为 DLSS 始动性病理变化会引起椎间隙高度降低, 同时人体为避免突出椎间盘压迫神经引起的疼痛刺激产生了姿势性保护, 从而引起 LL 的减小<sup>[7-9]</sup>。多节段 DLSS 患者存在更多节段椎间盘严重退变、椎间隙高度明显减小, 从而引起 LL 减小更为明显。退变性腰椎疾病患者因为 LL 的丢失会使躯干前倾, 而 TK 的减小则能使躯干后仰, 从而起到代偿作用<sup>[7]</sup>。多节段 DLSS 患者病程较长, 代偿改变过程更久, 导致 TK 减小更为明显。

骨盆平衡的改变会影响脊柱在矢状面的重力传送线<sup>[10]</sup>。本研究发现多节段患者 PT 增大及 SS 减小较单、双节段患者更明显。PT 和 SS 是反映骨盆姿势的相关性参数, PT 反映矢状面代偿程度, SS 反映骨盆体位。脊柱-骨盆矢状面失衡主要依靠 TK 减小、相邻活动单元的过伸及骨盆后旋代偿, 其中骨盆后旋是骨盆以双侧股骨头为中心由前向后旋转, 骶骨平台更趋向水平, 即 PT 增大、SS 减小, 从而使前移的躯干重心恢复到正常范围, 代偿 LL 丢失引起的脊柱前倾、矢状面失衡<sup>[11]</sup>。多节段 DLSS 患者 LL 减小更为明显, 需要骨盆进一步后旋来代偿因 LL 减小所引起的矢状面失衡, 出现 PT 增大、SS 减小。随着骶骨

向水平方向倾斜, PT 增大、SS 减小, 这也增加了腰椎剪切力, 增加了下腰椎小关节的应力, 加速小关节退化, 也会加重腰椎管狭窄。

脊柱-骨盆矢状位形态与脊柱手术策略的制定密切相关<sup>[12, 13]</sup>。脊柱手术时改善患者的骨盆过度后倾及恢复合适的腰椎前凸, 有助于缓解脊柱后方肌肉韧带的紧张, 减少术后慢性腰痛的残留, 改善术后屈髋功能, 减少邻近节段退变的发生<sup>[14, 15]</sup>。多节段患者 LL、TK、SS 减小及 PT 增大最为明显, 行腰椎手术时应尽量恢复其合适的 LL, 纠正骨盆的过度后倾, 注意重建脊柱矢状面平衡。

多节段患者较单、双节段患者腰椎前凸及胸椎后凸减小, 骨盆代偿性后倾, 脊柱-骨盆矢状位呈生理曲度减小的高耗能状态。在脊柱手术方案制定中应考虑脊柱-骨盆矢状位变化, 争取更好的疗效。由于本研究样本量小, 病例来源于单一中心, 尚需多中心、大样本的研究验证上述结论。

#### 参考文献

- [1] Gu G, Zhang H, He S, et al. A novel classification and minimally invasive treatment of degenerative lumbar spinal stenosis [J]. *Turk Neurosurg*, 2016, 26 (2) : 260-267. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.9173-13.2.
- [2] 张顺聪, 莫国业, 袁凯, 等. 脊柱骨盆参数与椎体成形术后邻近节段新发骨折的关系 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (18) : 1642-1646. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.18.03.  
Zhang GC, Mo GY, Yuan K, et al. Correlation between spino-pelvic alignment and adjacent vertebral new fractures after percutaneous vertebroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2017, 25 (18) : 1642-1646. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2017.18.03.
- [3] 何立江, 黄杰苗, 林其仁, 等. 经皮椎体成形术后矢状面有限元分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (16) : 1500-1504. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.16.15.  
He LJ, Huang JM, Lin QR, et al. A finite element analysis on variation in sagittal plane secondary to percutaneous kyphoplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (16) : 1500-1504. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.16.15.
- [4] Horton WC, Brown CW, Bridwell KH, et al. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 36° radiograph? A critical comparison of three techniques [J]. *Spine*, 2005, 30 (4) : 427-433. DOI: 10.1097/01.brs.0000153698.94091.f8.
- [5] 卜聿凡, 黄广鑫, 赵畅. 全髋关节置换术脊柱-骨盆-髋关节矢状面关系 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (19) : 1769-1773. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.19.09.  
Bu YF, Huang GX, Zhao C, et al. Spine-pelvis-hip sagittal relationship in total hip arthroplasty [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (19) : 1769-1773. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.19.09.
- [6] Yin J, Ma X, Lin T, et al. Characteristics and treatment of dynamic sagittal imbalance in adult spinal deformity [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29 (9) : 2340-2353. DOI: 10.1007/s00586-020-06459-8.
- [7] Barrey C, Roussouly P, Perrin G, et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20 (5) : 626-633. DOI: 10.1007/s00586-011-1930-3.
- [8] 尹刚辉, 朱玲湘, 陈瑞松, 等. 成人脊柱-骨盆矢状面分型的初步研究 [J]. *中华外科杂志*, 2013, 51 (6) : 522-526. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2013.06.008.  
Yin GH, Zhu LX, Chen RS, et al. Preliminary study for classification of spino-pelvic sagittal alignment in adult volunteers [J]. *Chinese Journal of Surgery*, 2013, 6 (51) : 522-526. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0529-5815.2013.06.008.
- [9] Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane consideration and the pelvis in the adult patients [J]. *Spine*, 2009, 34 (17) : 1828-1833. DOI: 10.1097/brs.0b013e3181a13e08.
- [10] Chenh G, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up [J]. *Arthroscopy*, 2007, 32 (20) : 2253-2257. DOI: 10.1097/brs.0b013e31814b2d8e.
- [11] Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management [J]. *Eur Spine J*, 2010, 19 (11) : 1824-1836. DOI: 10.1007/s00586-010-1476-9.
- [12] Kim HJ, Chun HJ, Shen F, et al. Analysis of pelvic compensation for dynamic sagittal imbalance using motion analysis [J]. *Eur spine J*, 2020, 29 (3) : 428-437. DOI: 10.1007/s00586-019-06267-9.
- [13] 李玉乔, 方钊, 张东亮, 等. 退变性及峡部裂性腰椎滑脱患者手术前后矢状位参数与生活质量相关性研究 [J]. *中华医学杂志*, 2022, 102 (3) : 228-234. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20210720-01614.  
Li YQ, Fang Z, Zhang DL, et al. Correlation between the pre- and post-operative sagittal parameters and the quality of life in patients with degenerative and isthmic spondylolisthesis [J]. *National Medical Journal of China*, 2022, 102 (3) : 228-234. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20210720-01614.
- [14] Kim MK, Lee SH, Kim ES, et al. The impact of sagittal balance on clinical results after posterior interbody fusion for patients with degenerative spondylolisthesis: a pilot study [J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2011, 12 (1) : 69. DOI: 10.1186/1471-2474-12-69.
- [15] 薛鹏飞, 金胡日查, 徐冠华, 等. 脊柱-骨盆矢状位参数与关节突矢状化对腰椎融合术后近端邻近关节突退变的影响 [J]. *中华骨科杂志*, 2022, 42 (22) : 1506-1513. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220830-00497.  
Xue PF, Jin HRC, Xu GH, et al. Effect of spine-pelvis sagittal parameters and sagittal orientation of facet joint on degeneration of cranial adjacent facet joint after posterior lumbar interbody fusion [J]. *Chinese Journal of Orthopaedics*, 2022, 42 (22) : 1506-1513. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20220830-00497.

(收稿:2023-09-14 修回:2024-01-22)

(同行评议专家:付存磊,王辉,马雷)

(本文编辑:闫承杰)