

· 临床研究 ·

## 单开门椎板成形术颈椎影像参数的变化

宋瑞鹏, 蔡一鸣, 范道洋, 肖阳, 孙俊辉, 刘亚飞, 王卫东\*

(郑州大学第一附属医院骨科, 河南郑州 450000)

**摘要:** [目的] 分析颈后路单开门椎板成形术后颈伸肌 (neck extensor muscle, NEM) 与颈椎矢状位参数变化, 探讨术后 NEM 萎缩与颈椎矢状位参数变化的相关性。[方法] 2015 年 1 月—2019 年 7 月于本院行颈后路单开门椎板成形术的患者共 128 例, 于术前、术后 1 周, 术后 1、2 年行影像检查, 测量 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、C<sub>2-7</sub> SVA、T<sub>1</sub> 斜率, 以及 NEM 的丰度 (SEA/VBA 和 DEA/VBA) 及脂肪变性率。并进行相关分析。[结果] 随时间推移, C<sub>2-7</sub> SVA、C<sub>2-7</sub> Cobb 角、T<sub>1</sub>S, 以及 SEA/VBA、DEA/VBA 和脂肪含量均显曲线变化, 各时间点间差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。Spearman 相关分析表明, SEA/VBA 和 DEA/VBA 均与 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的变化呈正相关 ( $P < 0.05$ )。NEM 脂肪含量与 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的变化呈负相关 ( $P < 0.05$ )。C<sub>7</sub>/T<sub>1</sub> 的 NEM 脂肪含量与 T<sub>1</sub>S 的变化呈正相关 ( $P < 0.05$ )。[结论] 颈后路单开门椎板成形术后颈椎出现后凸改变的趋势, NEM 萎缩与颈椎矢状位参数的变化具有相关性。

**关键词:** 颈后路椎板成形术, 颈椎矢状面参数, 颈伸肌丰度, 肌肉脂肪变性率

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2022) 06-0566-04

**Variations of cervical imaging parameters secondary to unilateral open-door laminoplasty** // SONG Rui-peng, CAI Yi-ming, FAN Dao-yang, XIAO Yang, SUN Jun-hui, LIU Ya-fei, WANG Wei-dong. Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450000, China

**Abstract:** [Objective] To analyze the changes of neck extensor muscle (NEM) and cervical sagittal parameters secondary to posterior unilateral open-door laminoplasty, and to explore the correlation between postoperative NEM atrophy and cervical sagittal parameters. [Methods] A total of 128 patients underwent posterior cervical unilateral open-door laminoplasty in our hospital from January 2015 to July 2019. Imaging examinations were performed before surgery, 1 week after surgery, 1 year after surgery and 2 years after surgery to measure the C<sub>2-7</sub> Cobb angle, C<sub>2-7</sub> SVA and T<sub>1</sub>S, additionally the SEA/VBA and DEA/VBA, which presented the abundance of NEM, as well as the fat content of the NEM. Correlation analysis was conducted between the sagittal plan parameters and the NEM measurements. [Results] The C<sub>2-7</sub> SVA, C<sub>2-7</sub> Cobb angle, T<sub>1</sub>S, as well as SEA/VBA, DEA/VBA and NEM fat content had curve variations over time, which were statistically significant among time points ( $P < 0.05$ ). As consequences of Spearman analysis, the SEA/VBA and DEA/VBA were significantly positively correlated with C<sub>2-7</sub> Cobb angle and C<sub>2-7</sub> SVA ( $P < 0.05$ ), whereas the NEM fat content was significantly negatively correlated with the C<sub>2-7</sub> Cobb angle ( $P < 0.05$ ), and the fat content of C<sub>7</sub>/T<sub>1</sub> NEM was positively correlated with T<sub>1</sub>S ( $P < 0.05$ ). [Conclusion] The cervical spine presents a trend of lordosis after posterior unilateral open-door laminoplasty, and NEM atrophy is correlated with the changes of cervical sagittal parameters.

**Key words:** posterior cervical unilateral open-door laminoplasty, cervical sagittal plane parameters, neck extensor muscle abundance, muscular steatosis rate

颈椎后路单开门手术于 1978 年由日本学者 Hirabayashi 等首次报道<sup>[1]</sup>。颈后管扩张型椎板成形术减压范围广泛, 手术操作相对简单, 术后并发症相对较少, 得到了世界范围内的广泛应用<sup>[2, 3]</sup>。

该手术通过一侧椎板门轴为支点打开多个节段的椎板和黄韧带, 从而达到解除压迫, 扩大椎管的目

的。已有大量临床研究证实, 颈椎椎板成形术对改善神经功能具有良好的疗效<sup>[1-4]</sup>。颈后路单开门术后, 由于颈椎部分后方结构被切除, 重心前移, 可能导致生理颈椎曲度丧失, 甚至后凸, 可导致术后颈椎矢状面失衡<sup>[5]</sup>。研究表明, 多种因素会影响颈椎矢状面平衡, 其中颈部伸肌 (neck extensor muscle, NEM) 的重

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.06.19

作者简介: 宋瑞鹏, 博士研究生, 研究方向: 脊柱外科, (电话)13513713659, (电子信箱)songruipeng\_zzu@163.com

\* 通信作者: 王卫东, (电子信箱)wangweidongzzu@163.com

要作用已经被既往研究证实<sup>[6]</sup>。然而，颈椎椎板成形术后颈椎肌肉变化对颈椎矢状面平衡的影响尚未得到充分阐明。本研究旨在分析 NEM 萎缩与颈后路单开门术后颈椎矢状位参数变化之间的关系，现报道如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

收集 2015 年 1 月—2019 年 7 月于本院行颈后路单开门椎板成形术的患者资料。共纳入 128 例患者，其中，男 74 例，女 54 例；年龄为 43~76 岁，平均(56.84±10.72)岁；多节段脊髓型颈椎病 58 例，多节段后纵韧带骨化症 56 例，退行性颈椎管狭窄症 14 例；临床症状的持续时间为 6~42 个月。本研究得到了医院伦理委员会的批准，所有患者均知情同意。

### 1.2 手术方法

全身麻醉后，取俯卧位，颈部适当屈曲，头高脚低倾斜 20°。行后路正中切口，切开皮肤，暴露深筋膜。骨膜下剥离双侧椎旁肌肉，暴露双侧椎板和小关节。选择右侧作为铰链侧，左侧作为开门侧。使用高速磨钻在右侧关节内侧切除椎板外侧皮层制作门轴，

在左侧使用超声骨刀将椎板与内侧小关节切断开门。离断连接在头部尾部的黄韧带；以铰链侧为支点，轻轻地夹紧薄板小心完成链侧。确认开门角度及距离合适。使用高速磨钻在棘突及椎板相应位置打孔，穿钛缆并固定。在椎管扩大后检查脊髓受压解除，椎旁肌点对点缝合完全止血后，放置 1 根负压引流管，逐层缝合肌肉、筋膜和皮肤。术后嘱患者佩戴颈托 2~3 周，早期进行颈部功能锻炼，以合理运动方式坚持颈部康复运动 2 年。

### 1.3 评价指标

对所有患者于术前、术后 1 周、术后 1 年、术后 2 年 4 个时间点，拍摄 X 线片分别测量患者颈椎矢状位参数(图 1a)，包括 C<sub>2-7</sub> Cobb 角、C<sub>2-7</sub> 矢状垂直轴(sagittal vertical axis, SVA)、T<sub>1</sub> 上椎板与水平面之间的夹角(T<sub>1</sub>slope, T<sub>1</sub>S)。

于 C<sub>2-7</sub> 椎体下终板水平 MRI 轴位图像，采用 IMAGE J 软件，测量浅层 NEM 横截面积(superficial extensor area, SEA)、深层 NEM 横截面积(deep extensor area, DEA)，与对应椎体横截面积(vertebra body area, VBA)，测量方法参见图 1b, 1c；此外，测量肌肉脂肪含量，SEA/VBA 及 DEA/VBA 为 NEM 丰度。

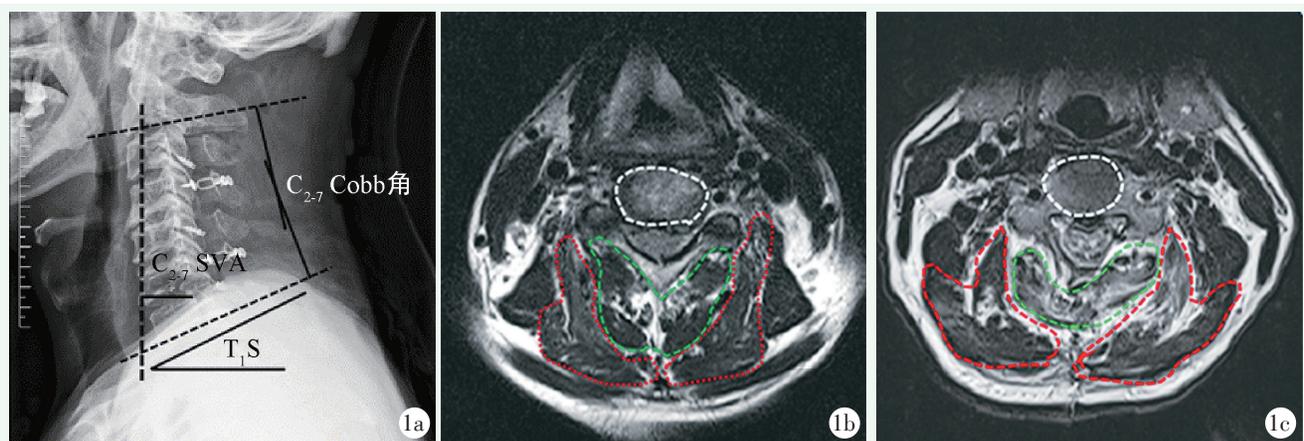


图 1 影像测量方法 1a: 患者术后颈椎 X 线矢状位参数测量方法，包括 C<sub>2-7</sub> Cobb 角，C<sub>2-7</sub> SVA 和 T<sub>1</sub>S 1b: 术前 MRI 测量，红色圈内面积为该层面的 SEA，绿色圈内面积为该层面的 DEA，白色圈内面积为该层面的 VBA 1c: 术后 MRI 测量，向左侧开门，可见磁共振高信号提示脂肪含量增加

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件分析进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示，资料呈正态分布时，采用单因素方差分析，两两比较采 LSD 法。资料呈非正态分布时，采用秩和检验。矢状位参数与 NEM 参数行 Spearman 秩相关分析。P<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 矢状面对线参数

128 例患者均获随访，随访时间 24~60 个月，平均(35.54±7.69)个月。128 例患者颈椎矢状位影像

结果测量见表1, 可见 C<sub>2-7</sub> SVA、C<sub>2-7</sub> Coob 角和 T1S 随时间推移, 均显曲线变化, 不同时间点间差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。与术前相比, 术后1周 C<sub>2-7</sub> Cobb 角显著减少, 而 C<sub>2-7</sub> SVA 和 T1S 显著增加 ( $P<0.05$ ), 之后 C<sub>2-7</sub> Cobb 角再度增加, 而 C<sub>2-7</sub> SVA 和 T1S 再度减小。

表1 128例患者颈椎矢状位参数变化 ( $\bar{x}\pm s$ ) 与比较

时间点	C <sub>2-7</sub> SVA (mm)	C <sub>2-7</sub> Coob 角 (°)	T1S (°)
术前	17.92±8.94	15.89±9.73	20.17±7.32
术后1周	21.63±9.86	11.55±10.64	27.64±8.26
术后1年	19.35±9.64	13.28±10.22	23.54±7.34
术后2年	18.21±8.68	15.52±9.67	21.08±6.97
<i>P</i> 值	<b>0.027</b>	<b>0.031</b>	<b>0.039</b>

## 2.2 患者 NEM 变化情况

128 例患者 NEM 测量结果见表2, 可见随时间推移, C<sub>3/4</sub>~C<sub>7</sub>~T<sub>1</sub> 的 SEA/VBA、DEA/VBA 和脂肪含量均呈曲线状变化, 各时间点间差异均有统计学意义

( $P<0.05$ )。与术前相比, 术后1周 SEA/VBA、DEA/VBA 降至最低 ( $P<0.05$ ), 而脂肪含量升至最高 ( $P<0.05$ ); 之后 SEA/VBA 和 DEA/VBA 再次增加, 而脂肪含量升再次下降。相应时间点, 不同平面的 SEA/VBA 和 DEA/VBA 的差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 而不同平面和脂肪含量的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

## 2.3 矢状平衡参数与 NEM 指标的相关性

Sperman 相关分析表明, C<sub>3/4</sub> 肌肉 DEA/VBA 与 C<sub>2-7</sub> SVA 的变化呈正相关 ( $R=0.382, P<0.05$ ), C<sub>3/4</sub> 肌肉脂肪含量与 C<sub>2-7</sub> SVA 的变化呈负相关 ( $R=-0.494, P<0.05$ )。C<sub>3/4</sub> ( $R=0.452, P<0.05$ )、C<sub>4/5</sub> ( $R=0.379, P<0.05$ )、C<sub>5/6</sub> ( $R=0.234, P<0.05$ ) 的 SEA/VBA 均与 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的变化呈正相关。C<sub>3/4</sub> ( $R=0.417, P<0.05$ )、C<sub>4/5</sub> ( $R=0.266, P<0.05$ ) 的 DEA/VBA 均与 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的变化呈正相关。C<sub>3/4</sub> 颈后肌脂肪含量与 C<sub>2-7</sub> Cobb 角的变化呈负相关 ( $R=-0.352, P<0.05$ )。C<sub>7</sub>T<sub>1</sub> 的颈后肌脂肪含量与 T1S 的变化呈正相关 ( $R=0.406, P<0.05$ )。

表2 NEM 肌肉丰度及脂肪含量变化情况

指标	时间点	C <sub>3/4</sub>	C <sub>4/5</sub>	C <sub>5/6</sub>	C <sub>6/7</sub>	C <sub>7</sub> T <sub>1</sub>	<i>P</i> 值
SEA/VBA	术前	4.25±0.84	3.96±1.27	3.17±1.02	2.97±0.89	2.68±0.84	<b>0.009</b>
	术后1周	3.57±0.94	3.33±0.89	2.98±1.13	2.46±0.76	2.17±0.94	<b>0.018</b>
	术后1年	3.78±0.87	3.56±1.22	3.05±0.87	2.64±0.91	2.33±1.21	<b>0.038</b>
	术后2年	4.09±0.91	3.87±1.19	3.12±0.76	2.83±0.69	2.62±0.87	<b>0.042</b>
	<i>P</i> 值	<b>0.028</b>	<b>0.041</b>	<b>0.039</b>	<b>0.033</b>	<b>0.037</b>	
DEA/VBA	术前	1.27±0.29	1.94±0.34	1.63±0.17	1.65±0.22	1.46±0.53	<b>0.046</b>
	术后1周	1.08±0.44	1.63±0.56	1.41±0.22	1.39±0.42	1.31±0.29	<b>0.022</b>
	术后1年	1.13±0.27	1.72±0.43	1.52±0.28	1.51±0.33	1.39±0.41	<b>0.039</b>
	术后2年	1.31±0.34	1.88±0.59	1.68±0.29	1.55±0.37	1.44±0.51	<b>0.034</b>
	<i>P</i> 值	<b>0.044</b>	<b>0.035</b>	<b>0.038</b>	<b>0.034</b>	<b>0.045</b>	
脂肪含量 (%)	术前	22.34±5.77	23.59±2.58	24.64±2.94	23.59±3.87	20.19±4.33	0.398
	术后1周	28.69±7.89	27.64±6.59	28.78±5.17	26.83±4.78	28.37±5.43	0.275
	术后1年	26.38±6.53	25.44±5.71	26.17±3.85	24.31±3.29	26.33±4.17	0.417
	术后2年	23.69±4.78	24.17±2.88	25.22±2.16	24.38±3.54	22.64±4.29	0.362
	<i>P</i> 值	<b>0.021</b>	<b>0.029</b>	<b>0.017</b>	<b>0.019</b>	<b>0.007</b>	

## 3 讨论

颈椎椎板成形术对改善多发性颈椎狭窄患者的神经功能和生活质量有良好的效果。经后路手术中, 为了充分减压, 较大范围的肌肉剥离会在不同程度上造成脊柱后柱的稳定性下降; 导致脊柱前凸的角度减小, 增加了颈椎后凸的风险<sup>[7]</sup>。Wen 等<sup>[8]</sup>发现, 术

前颈椎弯曲正常、稳定的成年患者在椎板切除术后发生畸形的可能性较低。另一方面, 预先存在的后凸会增加颈椎椎板成形术后畸形的风险。苏楠等<sup>[9]</sup>的研究表明, 颈椎椎板成形术后 C<sub>2-7</sub> CA 的丢失与 C<sub>2-7</sub> SVA 和 T<sub>1</sub> 斜率相关。这一观点在本研究中也得到了证实, 3 个最常用的矢状面参数都发生了变化。颈椎前凸角减小, 矢状面纵轴距离增加, T<sub>1</sub> 倾斜角增加, 但不符合颈椎后凸的诊断标准。64 例患者中有 2 例术

前出现后凸,但术后后凸程度增加,症状无明显改善;1例患者接受翻修,另1例患者因高龄,未进行再手术并继续保守治疗。

关于颈椎矢状面参数的变化是否与术前后肌肉的变化相关,最近许多研究使用CT和MRI等成像技术探索了这种相关性<sup>[10-12]</sup>。当肌肉萎缩发生时,脂肪变性的增加是由于蛋白质降解水平的增加,MRI检查可检测肌肉数量及变性的程度。Hiyama等<sup>[11]</sup>认为,椎旁肌肉的功能可以通过ImageJ软件和MRI肌肉轴向图像对椎旁肌肉进行分析。在此基础上,使用信号强度、肌肉组织中脂肪灰度尺度和皮下脂肪组织的范围来表示肌肉脂肪变性的数量<sup>[13]</sup>。作者采用上述方法分析颈椎椎板成形术前后的肌萎缩率,发现颈椎椎板成形术后颈部后伸肌萎缩明显,深层及浅层伸肌肌肉含量均降低,且脂肪含量与术后1周及术后1年时测量值差异均有统计学意义。从本研究结果中可以看出,颈椎矢状面体位参数的变化与术后肌肉的脂肪化相关。

总之,颈后路椎板成形术后颈椎矢状面参数变化,颈椎出现向后凸改变的趋势。颈后伸肌萎缩与颈椎矢状位参数的变化有一定的相关性。患者坚持术后颈部肌肉锻炼可有效恢复远期颈部肌肉,可改善颈后路单开门术后颈椎矢状位参数的变化。

#### 参考文献

[1] Kim KR, Lee CK, Park JY, et al. Preoperative parameters for predicting the loss of lordosis after cervical laminoplasty [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (21): 1476-1484.  
[2] Tamai K, Grisdela P Jr, Romanu J, et al. The impact of cervical spinal muscle degeneration on cervical sagittal balance and spinal degenerative disorders [J]. *Clin Spine Surg*, 2019, 32 (4): 206-213.  
[3] 杨鹏,温冰涛,格日勒,等.不同类型颈椎病患者颈伸肌肌容量

与颈椎矢状位参数的差异及相关性研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30 (6): 516-522.  
[4] Usami Y, Nakaya Y, Hayama S, et al. Impact of multifidus muscle swelling on C<sub>5</sub> palsy after cervical laminoplasty [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45 (1): 10-17.  
[5] 梁昌详,梁国彦,昌耘冰,等.改良椎板成形术治疗颈椎后纵韧带骨化术后颈椎矢状位参数变化与临床疗效关系[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30 (3): 240-247.  
[6] Hiyama A, Katoh H, Sakai D, et al. The correlation analysis between sagittal alignment and cross-sectional area of paraspinal muscle in patients with lumbar spinal stenosis and degenerative spondylolisthesis [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2019, 20 (1): 352.  
[7] 杨占华,蔡军,张忠河.单开门椎间孔扩大术治疗脊髓神经根颈椎病[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (15): 1376-1380.  
[8] Wen BT, Liu BG. Association between changes in sagittal X-ray measurements and neck extensor muscle atrophy after cervical laminoplasty [J]. *Neurochirurgie*, 2020, 66 (6): 442-446.  
[9] 苏楠,王炳强,杨雍,等.颈椎单开门椎管扩大成形侧块螺钉内固定术后颈椎矢状位参数变化及平衡代偿机制分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2019, 18 (13): 1435-1439.  
[10] Woodroffe RW, Helland L, Hollatz C, et al. Impact of the inclusion of C<sub>2</sub> in posterior cervical fusions for cervical myelopathy on sagittal cervical alignment [J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33 (4): 141-146.  
[11] Hiyama A, Katoh H, Sakai D, et al. Correlation analysis of sagittal alignment and skeletal muscle mass in patients with spinal degenerative disease [J]. *Sci Rep*, 2018, 8 (1): 15492.  
[12] Aoyama R, Shiraishi T, Yamane J, et al. The dural tube continues to expand after muscle-preserving cervical laminectomy [J]. *Spine Surg Relat Res*, 2018, 3 (2): 136-140.  
[13] Passias PG, Segreto FA, Bortz CA, et al. Fatty infiltration of cervical spine extensor musculature: is there a relationship with cervical sagittal balance [J]. *Clin Spine Surg*, 2018, 31 (10): 428-434.

(收稿:2021-12-01 修回:2022-01-20)

(本文编辑:宁桦)