

## 颈椎后路单开门椎管成形术后颈椎矢状位的影像学变化

彭兵<sup>1</sup> 程招军<sup>2</sup> 李巍<sup>1</sup> 宋红艳<sup>1</sup> 李帮<sup>1</sup> 杨驰<sup>1</sup> 翁伽<sup>1</sup> 雷濡萌<sup>1</sup> 熊波<sup>1△</sup>

**[摘要]** 目的:探讨脊髓型颈椎病患者行颈椎后路单开门椎管成形术后颈椎矢状位影像学参数变化。方法:回顾性分析本院 2012 年 1 月至 2016 年 11 月 59 例接受颈椎后路单开门椎管扩大成形术的脊髓型颈椎病患者,随访 12~24 个月,术前常规行颈椎动力位片(站立位)摄片、颈椎 CT、颈椎 MRI 及末次随访时行颈椎正侧位(站立位)摄片,并测量颈椎矢状位参数,其中包括  $C_2\sim C_7$  Cobb 角、 $T_1$  倾斜角( $T_1$ -Slope  $T_1S$ )、 $C_2\sim C_7$  矢状位轴向距离( $C_2\sim C_7$  Sagittal Vertical Axis,  $C_2\sim C_7$  SVA),颈椎曲度丢失。根据术前  $T_1S$  值中位数的大小分为较大的  $T_1S$  值组( $T_1S\geq 23.0^\circ$ ,  $n=29$ )与较小的  $T_1S$  值组( $T_1S<23.0^\circ$ ,  $n=30$ )。结果:共有 59 例入选:其中男 30 例,女 29 例;年龄 32~74 岁,平均( $57.12\pm 10.09$ )岁。随访 12~24 个月,平均( $14.4\pm 3.9$ )个月。手术节段为  $C_{3\sim 7}$  50 例,  $C_{3\sim 6}$  9 例,手术时间( $136.69\pm 42.65$ )min,出血量( $178.81\pm 105.12$ )mL,男女性别无差异。 $T_1S$  由术前的  $24.15^\circ\pm 8.22^\circ$  降为  $21.00^\circ\pm 6.44^\circ$ ,Cobb 角由术前的  $21.51^\circ\pm 8.08^\circ$  降为  $14.25^\circ\pm 5.01^\circ$ ,  $C_2\sim C_7$  SVA 由术前的( $14.63\pm 6.79$ )mm 增至( $19.31\pm 7.37$ )mm,且三个参数术前及末次随访相比差异有统计学意义。将术前的  $T_1S$  的中位数的大小分为 A 组( $T_1S<23.0^\circ$ )与 B 组( $T_1S\geq 23.0^\circ$ )。两组组间对比发现术前的 Cobb 角( $t=2.803$ ,  $P=0.007$ )和  $C_2\sim C_7$  SVA( $t=1.889$ ,  $P=0.064$ )。同时两组组间对比发现术后的 Cobb 角( $t=2.295$ ,  $P=0.025$ )、 $C_2\sim C_7$  SVA( $t=0.998$ ,  $P=0.323$ )和 LcL( $t=2.465$ ,  $P=0.017$ )。术前颈椎矢状位参数相关性: $T_1S$  与  $C_2\sim C_7$  SVA( $r=0.313$ ,  $P=0.160$ )、Cobb 角( $r=0.592$ ,  $P<0.001$ )两者存在相关性,而  $C_2\sim C_7$  SVA 与 Cobb 角( $r=-0.029$ ,  $P=0.829$ )两者不存在相关性。结论:颈椎后路单开门椎管成形术后会造成颈椎曲度的丢失,术前较大的  $T_1S$  值( $T_1S\geq 23.0^\circ$ )有更多的颈椎前凸角,但术后发生颈椎曲度丢失的可能性较大。

**[关键词]** 单开门椎管成形术;矢状位参数;脊髓型颈椎病

**[中图分类号]** R681.5 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1005-0205(2018)01-0039-04

## Morphological Changes of Sagittal Position after Cervical Expansive Open-door Laminoplasty

PENG Bing<sup>1</sup> CHENG Zhaojun<sup>2</sup> LI Wei<sup>1</sup> SONG Hongyan<sup>1</sup> LI Bang<sup>1</sup>  
YANG Chi<sup>1</sup> WENG Jia<sup>1</sup> LEI Rumeng<sup>1</sup> XIONG Bo<sup>1△</sup>

<sup>1</sup>Liuyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Liuyang 410300, Hunan China;

<sup>2</sup>Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China.

**Abstract Objective:** To investigate the changes of cervical sagittal parameters in patients with cervical spondylosis myelopathy after cervical expansive door-open laminoplasty. **Methods:** A retrospective analysis was performed in 59 patients with cervical spondylotic myelopathy who undergoing cervical open-door laminoplasty in our hospital during January 2012 November 2016. The follow-up time was 12~24 months. The cervical flexion-extension X-ray, cervical CT scan and MRI before operation and the anteroposterior and lateral radiographs (standing shooting) at the last follow-up were routinely performed. And the cervical sagittal parameters including  $C_2\sim C_7$  Cobb's angle,  $T_1$ -Slope,  $C_2\sim C_7$  sagittal vertical axis ( $C_2\sim C_7$  SVA) and loss of cervical curvature were measured. According to the median size of  $T_1S$  value before operation,

it was divided into larger  $T_1S$  group ( $T_1S\geq 23.0^\circ$ ,  $n=29$ ) and smaller  $T_1S$  group ( $T_1S<23.0^\circ$ ,  $n=30$ ). **Results:** A total of 59 patients were selected, including 30 males and 29 females, aged 32~74 years, mean ( $57.12\pm 10.09$ ) years,

<sup>1</sup> 湖南浏阳市中医医院(湖南 浏阳, 410300)

<sup>2</sup> 天津中医药大学

<sup>△</sup>通信作者 E-mail: 422542031@qq.com

followed up for 12~24 months, mean ( $14.4 \pm 3.9$ ) months. There were 50 cases of  $C_{3-7}$  and 9 cases of  $C_{3-6}$ . The operation time was ( $136.69 \pm 42.65$ ) min and the amount of bleeding was ( $178.81 \pm 105.12$ ) mL, and there was no difference between male and female.  $T_1S$  decreased from  $24.15^\circ \pm 8.22^\circ$  before operation to  $21.00^\circ \pm 6.44^\circ$ , Cobb angle decreased from  $21.51^\circ \pm 8.08^\circ$  to  $14.25^\circ \pm 5.01^\circ$ , and  $C_2 \sim C_7$  SVA increased from preoperative ( $14.63 \pm 6.79$ ) mm to ( $19.31 \pm 7.37$ ) mm, and the three parameters before the operation were statistically different from that of the last follow-up. The median value of preoperative  $T_1S$  was divided into group A ( $T_1S \geq 23.0^\circ$ ) and B ( $T_1S < 23.0^\circ$ ). Between the two groups, there were statistically significant differences in the Cobb angle ( $t = 2.803, P = 0.007$ ) and  $C_2 \sim C_7$  SVA ( $t = 1.889, P = 0.064$ ) before the operation, and there were statistical differences in the Cobb angle ( $t = 2.295, P = 0.025$ ),  $C_2 \sim C_7$  SVA ( $t = 0.998, P = 0.323$ ) and LcL ( $t = 2.465, P = 0.017$ ) after the operation. The correlation of preoperative cervical sagittal parameters: there was a correlation between  $T_1S$  and  $C_2 \sim C_7$  SVA ( $r = 0.313, P = 0.160$ ) and Cobb angles ( $r = 0.592, P < 0.001$ ). There is no correlation between  $C_2 \sim C_7$  SVA and Cobb angle ( $r = 0.029, P = 0.829$ ). **Conclusion:** The posterior open-door laminoplasty can cause the loss of cervical curvature. Despite the more cervical lordosis preoperatively, the patients with larger values of  $T_1S$  ( $T_1S \geq 23.0^\circ$ ) have the possibility of a larger loss of cervical curvature.

**Keywords:** expansive door-open laminoplasty; sagittal parameters; cervical spondylotic myelopathy

颈椎后路单开门椎管成形术(Expansive Open-door Laminoplasty, EOLP)主要是运用于多节段脊髓型颈椎病( $\geq 3$ 个节段)、发育性及退变性颈椎管狭窄、后纵韧带骨化的患者,能够到达后路充分减压的目的,保留了术后颈椎的即可稳定性<sup>[1]</sup>。然而 EOLP 会造成颈椎生理曲度的丢失、后凸畸形、轴性症状等相应的术后并发症<sup>[2]</sup>,而颈椎生理曲度的丢失及后凸畸形主要是源于颈椎矢状位序列的失衡。据报道颈椎矢状位参数对于维持整个生理平衡起着重要作用,并且颈椎矢状位参数变化与患者术后生活质量相关<sup>[3,4]</sup>。其中  $T_1$  倾斜角( $T_1$ -Slope,  $T_1S$ )在颈椎矢状位平衡中具有重要的作用<sup>[5,6]</sup>。本研究旨在通过对术前  $T_1S$  角的大小及颈椎矢状位参数术后变化来分析 EOLP 对多节段脊髓型颈椎病术后颈椎曲度丢失的影响,为临床颈椎后路手术的恢复程度提供参考,现报告如下。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

回顾性分析本院脊柱外科 2012 年 1 月至 2016 年 11 月因脊髓型颈椎病接受 EOLP 术的患者。

### 1.2 纳入标准

1)符合脊髓型颈椎病的症状、体征及影像学检查并提示存在多节段脊髓型颈椎病,同时至少经 3 个月以上保守治疗无效;2)至少术后有 12 个月的随访时间且随访资料完整。

### 1.3 排除标准

1)有颈椎手术史;2)骨折导致的颈椎畸形、肿瘤、感染;3)强直性脊柱炎及类风湿性关节炎;4)术前及术后无法测量  $T_1S$  及 Cobb 角。

## 1.4 方法

**1.4.1 手术方法** 本研究纳入病例均由同一组医师完成,麻醉满意后,患者取俯卧位,身下垫枕,颈部中立位略前屈固定, $C_2 \sim C_7$  后正中切口,长约 10 cm,依次切开皮肤、皮下组织和深筋膜,于双侧头夹肌之间切至棘上。电刀紧贴棘突切断双侧软组织附着点,并做骨膜下顿性剥离,显露  $C_3 \sim C_7$  椎板至双侧小关节突水平,后于  $C_{2-3}$  及  $C_7$ /胸 1 水平切断棘上、棘间及黄韧带,显露硬膜。沿  $C_{3-7}$  椎板距棘突根部 0.8 cm 开槽,并将右侧保留骨板及部分松质骨,左侧内外骨板均咬透,将  $C_{3-7}$  由左向右掀开实现“单开门”,在掀开的过程中将硬膜及椎板内壁之间粘性分离。取 5 枚锚钉固定于  $C_{3-7}$  左侧侧块及掀开椎板,冲洗伤口,逐层缝合伤口。术后 6 周内外出需佩戴颈托进行保护,鼓励早期进行颈椎后部肌肉的锻炼。

**1.4.2 颈椎矢状位参数测量方法** 所有参数均由一名脊柱外科医生和一名放射科医生(医生对研究内容不知情)均通过我院 PACS 系统(沈阳 东软)中测量得出并取其平均值。所有患者于术前均常规行颈椎动力位片、颈椎 CT 及颈椎 MRI 及术后随访行颈椎正侧位片。 $C_2 \sim C_7$  Cobb 角为  $C_2$  下终板垂线与  $C_7$  下终板垂线的夹角; $T_1$  倾斜角( $T_1$ -Slope,  $T_1S$ )为  $T_1$  上终板的延长线与水平线之间的夹角; $C_2 \sim C_7$  矢状位轴向距离( $C_2 \sim C_7$  Sagittal Vertical Axis,  $C_2 \sim C_7$  SVA)为  $C_2$  椎体的几何中心铅垂线到  $C_7$  上终板的上后角的水平距离;颈椎曲度丢失(Cervical Loss of Lordosis, LcL)为术前颈椎曲度 Cobb 角与术后 Cobb 角之差(图 1)。根据术前  $T_1S$  值中位数的大小分为 A 组( $T_1S < 23.0^\circ$ )与 B 组( $T_1S \geq 23.0^\circ$ ),此分组不是临床标准的分组,而是本研究需要<sup>[6]</sup>。

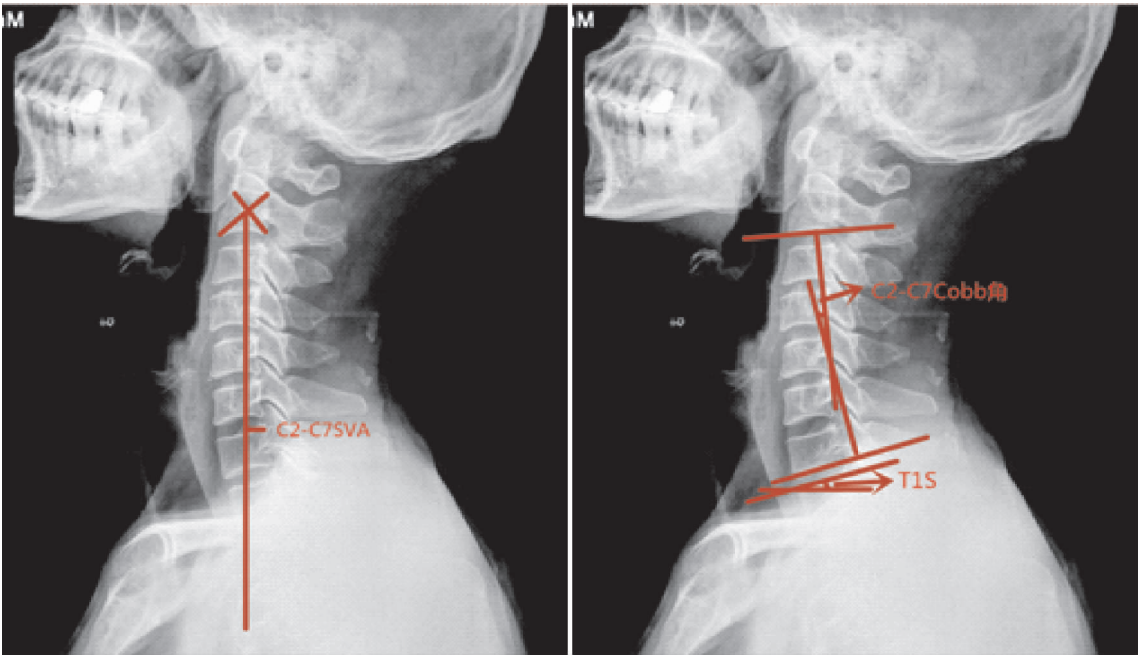


图1 颈椎矢状位参数测量方法

1.5 统计学方法

应用 SPSS21.0 统计软件包进行统计学分析,计量资料采用  $\bar{x}\pm s$  表示,连续性变量进行正态性检验,统计分析符合正态分布,性别差异用  $\chi^2$  检验进行分析,组内不同时间段的比较用配对样本  $t$  检验,组间比较用独立样本  $t$  检验,术前各个参数之间的相关性分析用 Pearson 相关性分析,并计算其  $r$  值, $P<0.05$  差异有统计学意义,检验水准  $\alpha=0.05$ .

2 结果

2.1 一般资料

共有 59 例入选:其中男 30 例,女 29 例;年龄 32~74 岁,平均( $57.12\pm10.09$ )岁。随访 12~24 个月,平均( $14.4\pm3.9$ )个月。手术节段为  $C_3\sim_7$  50 例, $C_3\sim_6$  9 例,手术时间( $136.69\pm42.65$ )min,出血量( $178.81\pm105.12$ )mL,男女性别无差异。

2.2 颈椎矢状位参数的变化

$T_1S$ 由术前的  $24.15^\circ\pm8.22^\circ$ 降为  $21.00^\circ\pm6.44^\circ$ ,Cobb 角由术前的  $21.51^\circ\pm8.08^\circ$ 降为  $14.25^\circ\pm5.01^\circ$ , $C_2\sim C_7$  SVA 由术前的( $14.63\pm6.79$ )mm 增至 ( $19.31\pm7.37$ )mm,且三个参数术前及末次随访相比差异均有统计学意义。

将术前的  $T_1S$ 的中位数的大小分为 A 组( $T_1S<23.0^\circ$ )与 B 组( $T_1S\geq23.0^\circ$ )。两组组间对比术前的 Cobb 角( $t=2.803,P=0.007$ )和  $C_2\sim C_7$  SVA( $t=1.889,P=0.064$ )。同时两组组间对比术后的 Cobb 角( $t=2.295,P=0.025$ ), $C_2\sim C_7$  SVA( $t=0.998,P=0.323$ )和 LcL( $t=2.465,P=0.017$ )。

术前颈椎矢状位参数相关性: $T_1S$ 与  $C_2\sim C_7$  SVA( $r=0.313,P=0.160$ )、Cobb 角( $r=0.592,P<0.001$ )二者存在相关性,而  $C_2\sim C_7$  SVA 与 Cobb 角( $r=-0.029,P=0.829$ )二者不存在相关性,见表 1~3。

表 1 术前及末次随访时矢状位参数的变化( $\bar{x}\pm s$ )

参数	例数	术前	末次随访	$t$	$P$
$T_1S(^{\circ})$	59	$24.15\pm8.22$	$21.00\pm6.33$	3.686	0.001
Cobb 角( $^{\circ}$ )	59	$21.51\pm8.08$	$14.25\pm5.01$	12.765	$<0.001$
$C_2\sim C_7$ SVA(mm)	59	$14.63\pm6.79$	$19.31\pm7.37$	7.507	0.001

注: $P<0.05$  差异有统计学意义。

表 2 A 组与 B 组术前及末次随访时颈椎矢状位参数组间及组内比较( $\bar{x}\pm s,n=59$ )

参数	A 组( $T_1S<23.0^\circ$ )	B 组( $T_1S\geq23.0^\circ$ )	$t$	$P$
例数	30	29		
$T_1S$ (术前)( $^{\circ}$ )	$17.77\pm3.44$	$30.76\pm6.23$		
Cobb 角(术前)( $^{\circ}$ )	$18.77\pm6.87$	$24.34\pm8.35$	2.803	0.007
$C_2\sim C_7$ SVA(术前)(mm)	$13.03\pm4.58$	$16.30\pm8.26$	1.889	0.064
Cobb 角(术后)( $^{\circ}$ )	$12.83\pm4.38$	$15.72\pm5.26$	2.295	0.025
$C_2\sim C_7$ SVA(术后)(mm)	$18.37\pm6.02$	$20.29\pm8.55$	0.998	0.323
LcL( $^{\circ}$ )	$5.93\pm3.81$	$8.62\pm4.53$	2.465	0.017

注: $P<0.05$  差异有统计学意义。

表3 术前各个矢状位参数之间的相关性

参数	<i>r</i>	<i>P</i>
T <sub>1</sub> S 值与 C <sub>2</sub> ~C <sub>7</sub> SVA	0.313	0.160
Cobb 角与 C <sub>2</sub> ~C <sub>7</sub> SVA	-0.029	0.829
T <sub>1</sub> S 值与 Cobb 角	0.592	<0.001

### 3 讨论

近几年来,颈椎矢状位平衡越来越受到脊柱外科医生的重视,有报道称颈椎矢状位失衡是术后功能丧失及疼痛的主要原因之一,并严重影响患者对手术的满意度<sup>[5-7]</sup>。且有研究报道称 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 与 NDI 存在正相关,且当 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA>40 mm 时行后路椎板成形术的患者颈部疼痛的概率增加<sup>[6,8,9]</sup>。为此对于颈椎手术来说,恢复颈椎的矢状位具有至关重要作用。EOLP 虽有效的解除了脊髓及神经根受压的情况,缓解患者的症状,但同时患者术后出现后凸畸形及曲度丢失的报道也时有发生<sup>[7]</sup>。

有研究指出:正常成年人的颈椎曲度维持在 20°~25°之间,这种正常的生理前凸对于吸收震荡、增加缓冲、维持脊髓正常的运动功能及生理功能具有重要作用<sup>[10]</sup>。本研究发现末次随访时的 T<sub>1</sub>S 及 Cobb 角都较术前减小,而 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 较术前增大,且三者都具有统计学意义,这与 Cho 等<sup>[6]</sup>研究基本一致。这说明通过平均随访 14 个月后,EOLP 术对脊髓型颈椎病患者颈椎曲度有明显影响。有可能是颈椎后路手术破坏防止颈椎后凸的项韧带、颈后肌等结构,从而造成颈椎矢状位失衡,但有研究对 90 例行颈椎后路椎板成形术的脊髓型颈椎病患者随访研究发现 T<sub>1</sub>S 值由术前的 25.1°±0.7°增加到 26.2°±0.7°,C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 值由术前的(20.7±1.1)mm 增加到(23.0±1.2)mm,主要的差异性在于不同椎板的固定形式也会造成颈椎曲度的差异性,钛板的固定方式较锚钉的固定方式对于维持术后颈椎曲度有更好的改善<sup>[1,10]</sup>。同时术前 T<sub>1</sub>S 与 Cobb 角及 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 都存在相关性,而 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 与 Cobb 角之间无显著相关性,说明较高的 T<sub>1</sub>S 需要更多的颈椎曲度来补充更多的能源支出并且预测更多颈椎后路的改变。通过对 T<sub>1</sub>S 值的中位数进行分组后研究发现术前较大的 T<sub>1</sub>S 值其术前有较大的颈椎前凸角,这与 T<sub>1</sub>S 与 Cobb 角成正相关关系相符合。同时也发现术前较大的 T<sub>1</sub>S 有更多的颈椎曲度的丢失。说明 T<sub>1</sub>S 在一定程度上影响了颈椎曲度的改变,较大的 T<sub>1</sub>S 需要更多的颈后力量来维持更多的颈椎前凸从而确保头部处于平衡的状态,当同等条件下,较大的 T<sub>1</sub>S 在头部及颈椎整体重力发生改变下更易于发生颈椎曲度的丢失<sup>[11]</sup>,所以术前 T<sub>1</sub>S 值大小对术后恢复提供了一个参考。有研究报道称 EOLP 术后颈椎曲度的丢失与术前较大的 T<sub>1</sub>S 和 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA

等因素相关<sup>[12]</sup>,这与本研究结果基本符合。同时福嘉欣等<sup>[5]</sup>通过对 96 例行颈椎后路单开门椎管成形术术后患者进行为期 21.2 个月的随访研究发现术前较高的 T<sub>1</sub>S 值,术后发生颈椎后凸的可能性较大,虽在神经功能恢复上二者并无差别,但术前较高的 T<sub>1</sub>S 因颈椎曲度的改变,所以相比之下更易发生轴性症状,从而影响患者对手术的满意度。同时张浩等<sup>[13]</sup>通过对 68 例颈椎后纵韧带骨化患者研究发现末次随访时的 T<sub>1</sub>S、Cobb 角及 C<sub>2</sub>~C<sub>7</sub> SVA 均较术前有所增大,且都具有统计学意义,而这与本研究具有差异性,其中的原因可能在于颈椎后纵韧带骨化患者通过颈椎后路手术后保留了颈部的活动,但也可能降低颈椎柔韧性,从而限制了颈椎整体活动。

综上所述,EOLP 术会导致颈椎曲度的丢失,术前较大的 T<sub>1</sub>S 值(T<sub>1</sub>S≥23.0°)其术前有更多的颈椎前凸,同时术前 T<sub>1</sub>S 较大时术后颈椎曲度丢失的可能性较大,所以术前应充分对 T<sub>1</sub>S 进行评估,从而制定更优的手术方案。同时本研究还存在不足之处:样本量少,随访时间较短,可能对统计数据的结果造成一定程度的偏倚,未来需要对大样本数据进行分析。

### 参考文献

- [1] 李玉伟,王海蛟,严晓云,等. 颈椎单开门椎管扩大成形术不同椎板固定方法治疗多节段脊髓型颈椎病的疗效分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志,2013,23(11):973-978.
- [2] Suk KS, Kim KT, Lee JH, et al. Sagittal alignment of the cervical spine after the laminoplasty[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(23):E656-E660.
- [3] Yang M, Yang C, Ni H, et al. The Relationship between T1 Sagittal Angle and Sagittal Balance: A Retrospective Study of 119 Healthy Volunteers[J]. PLoS One, 2016, 11(8):e160957.
- [4] Lee SH, Kim KT, Seo EM, et al. The influence of thoracic inlet alignment on the craniocervical sagittal balance in asymptomatic adults[J]. J Spinal Disord Tech, 2012, 25(2):E41-E47.
- [5] 福嘉欣,江毅,江汉,等. T<sub>1</sub> 斜坡角度与颈后路单开门椎管扩大成形术后颈椎曲度变化关系的探讨[J]. 中国矫形外科杂志,2015,23(15):1360-1364.
- [6] Cho JH, Ha JK, Kim DG, et al. Does preoperative T1 slope affect radiological and functional outcomes after cervical laminoplasty? [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(26):E1575-E1581.
- [7] Lin S, Zhou F, Sun Y, et al. Changes of sagittal balance of cervical spine after open-door expansive laminoplasty[J]. Zhonghua Yi Xue Za Zhi, 2014, 94(35):2726-2730.

(上接第 42 页)

- [8] Roguski M, Benzel EC, Curran JN, et al. Postoperative cervical sagittal imbalance negatively affects outcomes after surgery for cervical spondylotic myelopathy[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2014, 39(25):2070-2077.
- [9] Smith JS, Lafage V, Ryan DJ, et al. Association of myelopathy scores with cervical sagittal balance and normalized spinal cord volume: analysis of 56 preoperative cases from the AOSpine North America Myelopathy study[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2013, 38(22 Suppl 1):S161-S170.
- [10] 苗洁, 申勇, 王林峰, 等. 颈椎后路三种手术方式对改善多节段颈椎病生理曲度及疗效的远期观察[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(11):978-981.
- [11] 臧法智, 陈华江, 王建喜, 等. T<sub>1</sub> 倾斜角对颈椎后纵韧带骨化患者后路单开门椎板成形术后颈椎曲度的影响[J]. 脊柱外科杂志, 2016, 14(1):26-29.
- [12] Zhang JT, Li JQ, Niu RJ, et al. Predictors of cervical lordosis loss after laminoplasty in patients with cervical spondylotic myelopathy[J]. Eur Spine J, 2017, 26(4):1205-1210.
- [13] 张浩, 周文超, 陈元元, 等. 颈椎后纵韧带骨化症单开门椎管扩大成形术后颈椎矢状位参数变化与疗效的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(3):206-210.

(收稿日期:2017-07-07)