

临床论著

后路寰枢椎融合术后颈椎矢状面参数变化
及相关因素分析刘少强¹, 黄清奇², 齐强³, 梁珪清¹, 陈伟¹, 刘伯龄¹, 王华锋¹, 陈齐勇¹

(1 厦门大学附属福州第二医院脊柱外科 350007 福州市; 2 福建中医药大学 350007 福州市;

3 北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:测量后路寰枢椎融合手术对颈椎矢状面参数的变化,并对其相关影响因素进行评估。方法:回顾性研究 2015 年 1 月~2017 年 12 月收治的寰枢椎脱位病例 18 例,男 8 例,女 10 例,年龄 25~72 岁,平均 49.6±13.7 岁。所有寰枢椎脱位患者均行单纯后路复位 C1~C2 固定融合术,随访时间为 5~17 个月,平均 7.4±3.7 个月。测量患者术前和末次随访时的枕颈角(C0~C2 角)、下颈椎前凸角(C2~C7 角)、颈椎前凸角(C0~C7 角)、颈椎矢状面轴向垂直距离(C2~C7 sagittal vertical axis, C2~C7 SVA)、C1~C2 角、T1 倾斜角(T1 slope, T1S)、颈部倾斜角(neck tilt, NT)和胸廓入口角(thoracic inlet angle, TIA)等颈椎矢状面参数。在末次随访时,术后 C2~C7 角比术前减小的病例归为下颈椎前凸度减小组(5 例),而术后 C2~C7 角比术前增加或不变的病例纳入下颈椎前凸度增加组(13 例)。采用卡方检验做下颈椎前凸度减小与性别、年龄(以 60 岁为界限)、术前 T1S(以 25°为界限)、术前 C2~C7 SVA(以 15mm 为界限)、术前 TIA(以 70°为界限)、术前 C2~C7 角(以 20°为界限)、术前 C0~C2 角(以 20°为界限)、术前 C0~C7 角(以 45°为界限)和术后 C1~C2 角(以 20°为界限)等临床因素相关性的单因素分析。采用 Logistic 回归对术后下颈椎前凸度减小的相关因素进行多因素分析。结果:所有患者术前和末次随访时的 C0~C2 角分别为 21.6°±16.4°和 28.3°±8.6°、C2~C7 角分别为 15.3°±12.9°和 16.4°±11.1°、C0~C7 角分别为 36.8°±19.7°和 44.9°±13.2°、C1~C2 角分别为 12.4°±17.6°和 17.5°±7.3°、C2~C7 SVA 分别为 13.4±14.7mm 和 15.1±11.7mm、T1S 分别为 22.8°±8.2°和 23.5°±7.3°、NT 分别为 50.8°±9.5°和 51.9°±8.9°、TIA 分别为 73.6°±11.1°和 75.4°±10.0°,以上这些颈椎矢状面参数在术前与末次随访的比较均无显著性差异($P>0.05$)。对两组患者术前和末次随访的颈椎矢状面参数进行比较,前凸减小组的术前 C2~C7 角明显大于前凸增加组(27.6°±10.5° vs 10.5°±10.5°, $P<0.05$),余参数比较无统计学差异。单因素卡方分析显示术后下颈椎前凸度减小与术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 有关($\chi^2=4.923$, $P=0.026$),多因素 Logistic 回归分析显示术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 并不是独立危险因素($OR=0.147$, $P=0.225$)。结论:后路寰枢椎融合术后有可能发生下颈椎前凸度减小,而术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 是术后下颈椎前凸度减小的危险因素。

【关键词】寰枢椎融合;下颈椎前凸度;矢状面平衡;因素分析

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.04.07

中图分类号:R687.3 文献标识码 A 文章编号:1004-406X(2019)-04-0336-07

Changes and related factors of cervical sagittal parameters after posterior atlantoaxial fusion/LIU Shaoqiang, HUANG Qingqi, QI Qiang, et al//*Chinese Journal of Spine and Spinal Cord*, 2019, 29(4): 336-342

【Abstract】 Objectives: To measure the changes of cervical sagittal parameters and evaluate the related factors after posterior atlantoaxial fusion. Methods: Eighteen patients (aged 25-72 years with mean age of 49.6±13.7 years) with atlantoaxial dislocation in Fuzhou Second Hospital Affiliated to Xiamen University between January 2015 and December 2017 were retrospectively analyzed. There were 8 males and 10 females patients. All patients with atlantoaxial dislocation underwent simple posterior reduction and C1-2 fixation.

基金项目:福建省自然科学基金(编号:2018J01362);福州市科技计划项目(编号:2016-S-123-17)

第一作者简介:男(1988-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0591)22169166 E-mail:shaoqiangliu@pku.edu.cn

通讯作者:梁珪清 E-mail:lgq1962@sina.com

They were followed up for 5 to 17 months, with an average of 7.4 ± 3.7 months. Cervical sagittal parameters including C0-C2 angle, C2-C7 angle, C0-C7 angle, C1-C2 angle, C2-C7 SVA, T1S, NT and TIA were measured before surgery and at the last follow-up. Chi-square test was used to analyze the relationship of lower cervical curvature lordosis and gender, age (bounded by 60 years old), preoperative T1S (bounded by 25°), preoperative C2-C7 SVA (bounded by 15mm), preoperative TIA (bounded by 70°), preoperative C2-C7 angle (bounded by 20°), preoperative C0-C2 angle (bounded by 20°), preoperative C0-C7 angle (bounded by 45°) and postoperative C1-2 angle (bounded by 20°). At the last follow-up, the subaxial lordosis loss group (5 cases) included the patients whose postoperative C2-C7 angle was reduced, and the subaxial lordosis increase group (13 cases) included the patients whose postoperative C2-C7 angle was increase. Logistic regression analysis was applied to analyze the factors related to the postoperative loss of subaxial lordosis after posterior atlantoaxial fusion. **Results:** The cervical sagittal parameters of preoperation and last follow-up were as follows respectively: C0-C2 angle $21.6^\circ \pm 16.4^\circ$ and $28.3^\circ \pm 8.6^\circ$, C2-C7 angle $15.3^\circ \pm 12.9^\circ$ and $16.4^\circ \pm 11.1^\circ$, C0-C7 angle $36.8^\circ \pm 19.7^\circ$ and $44.9^\circ \pm 13.2^\circ$, C1-C2 angle $12.4^\circ \pm 17.6^\circ$ and $17.5^\circ \pm 7.3^\circ$, C2-C7 SVA 13.4 ± 14.7 mm and 15.1 ± 11.7 mm, T1S $22.8^\circ \pm 8.2^\circ$ and $23.5^\circ \pm 7.3^\circ$, NT $50.8^\circ \pm 9.5^\circ$ and $51.9^\circ \pm 8.9^\circ$, TIA $73.6^\circ \pm 11.1^\circ$ and $75.4^\circ \pm 10.0^\circ$. There was no significant difference between the preoperative and last follow-up cervical sagittal parameters ($P > 0.05$). The cervical sagittal parameters of preoperative and final follow-up between two groups were compared, the preoperative C2-C7 angle of the subaxial lordosis loss group was bigger than the subaxial lordosis increase group ($27.6^\circ \pm 10.5^\circ$ vs $10.5^\circ \pm 10.5^\circ$, $P < 0.05$), but there was no statistical difference in other parameters. Univariate chi-square analysis showed that reduction of subaxial lordosis after posterior atlantoaxial fusion was associated with preoperative C2-C7 angle $\geq 20^\circ$ ($\chi^2 = 4.923$, $P = 0.026$). However, Logistic regression analysis showed that the preoperative C2-C7 angle $\geq 20^\circ$ was not an independent risk factor (OR=0.147, $P = 0.225$). **Conclusions:** Loss of subaxial lordosis can occur after posterior atlantoaxial fusion, and preoperative C2-C7 angle $\geq 20^\circ$ is a risk factor of postoperative loss of subaxial lordosis.

【Key words】 Atlantoaxial fusion; Subaxial lordosis; Cervical sagittal balance; Factor analysis

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Fuzhou Second Hospital Affiliated to Xiamen University, Fuzhou, 350007, China

寰枢椎后路融合术是治疗寰枢椎不稳或脱位的主要的手术方式,在临床上取得了很好的效果和较好的植骨融合率^[1]。但部分患者在寰枢椎融合术后出现下颈椎生理曲度变直、下颈椎前凸曲度减小、后凸畸形、鹅颈畸形,甚至引起椎体下关节突前移,关节囊撕裂和棘突间隙增大,造成半脱位^[1-3]。其中,下颈椎前凸曲度减小是指术后下颈椎前凸角(C2~C7角)的前凸度数较术前减小,或后凸角度增加^[4-6]。近年来,颈椎矢状面平衡被作为颈椎生理功能和手术疗效的重要评价指标引起了国内外学者的广泛关注^[7]。研究^[8]发现,多节段颈椎后路融合术后良好的颈椎矢状面平衡与术后神经功能的恢复和患者生活质量的改善显著相关。同样的,后路寰枢椎融合术后下颈椎曲度的改变对临床结局也存在一定的影响。寰枢椎融合术后出现下颈椎后凸的患者,其临床结局更差,下颈椎椎间盘退变性疾病的发生率也较高^[9]。类风湿关节炎患者寰枢椎融合术后下颈椎后凸或节段不稳可继发脊髓病,进而需要再次手术^[10,11]。本研究

测量后路寰枢椎融合手术对颈椎矢状面参数的变化,并对其相关影响因素进行评估。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究纳入因寰枢椎脱位于 2015 年 1 月~2017 年 12 月在厦门大学附属福州第二医院行后路寰枢椎固定融合手术患者 18 例,男 8 例,女 10 例,年龄 25~72 岁,平均 49.6 ± 13.7 岁。病因:外伤 15 例,齿状突不连 2 例,类风湿关节炎 1 例。(1)诊断为寰枢椎脱位的患者;(2)Wang 分型^[12]为型(动态复位)和型(牵引复位)。排除标准:(1)枕颈畸形患者(如颅底凹陷等);(2)寰枢关节后脱位、垂直脱位患者;(3)颈椎结核、感染和肿瘤患者;(4)强直性脊柱炎;(5)既往颈椎手术史者;(6)术前或术后随访资料缺失者;(7)有严重内科合并症者。

1.2 影像学测量指标

所有 18 例行后路寰枢椎融合手术患者获得

至少 5 个月随访, 随访时间为 5~17 个月, 平均 7.4 ± 3.7 个月。患者术前和末次随访时均行颈椎 X 线正侧位及屈伸侧位检查。通过院内影像归档与通信系统 (picture archiving and communication systems, PACS 系统) 进行颈椎矢状面参数测量 (图 1)。(1)枕颈角(C0~C2 角): 麦氏线(硬腭后上方与枕骨中线最低点的连线)和 C2 椎体下终板延长线的夹角;(2)C1~C2 角: 寰椎前后弓中点连线和 C2 下终板延长线的夹角;(3)下颈椎前凸角(C2~C7 角): C2 下终板和 C7 下终板延长线的夹角;(4)颈椎前凸角(C0~C7 角): 麦氏线和 C7 下终板延长线的夹角;(5)颈椎矢状面轴向垂直距离(C2~C7 sagittal vertical axis, C2~C7 SVA): 是指经过 C2 椎体几何中心的垂线至经 C7 后上角垂线的水平距离;(6)T1 倾斜角 (T1 slope, T1S): T1 上终板延长线与水平线的夹角;(7)颈部倾斜角 (neck tilt, NT): T1 上终板中点与胸骨上缘连线与垂直线的夹角;(8)胸廓入口角 (thoracic inlet angle, TIA): T1 椎体上终板中点与胸骨上缘连线与

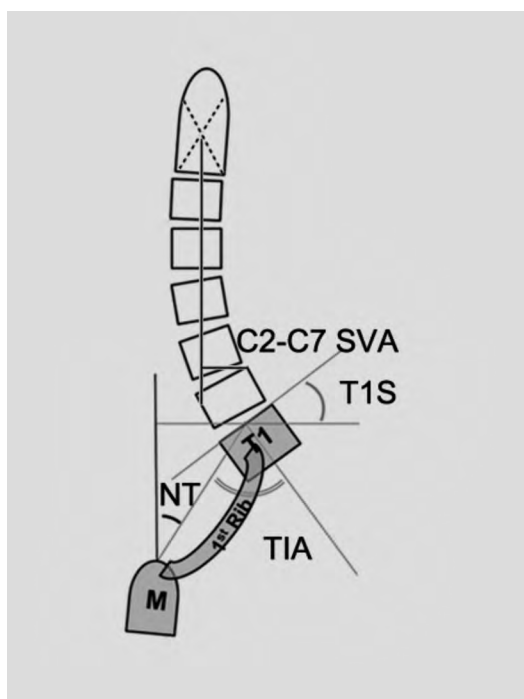


图 1 颈椎矢状面参数(C2~C7 SVA, 颈椎矢状面轴向垂直距离; T1S, T1 倾斜角; NT, 颈部倾斜角; TIA, 胸廓入口角; T1, T1 椎体; M, 胸骨柄; 1st Rib, 第一肋骨)

Figure 1 Cervical sagittal parameters (C2~C7 SVA, C2~C7 sagittal vertical axis; T1S, T1 slope; NT, neck tilt; TIA, thoracic inlet angle; T1, first thoracic vertebra; M, manubrium; 1st Rib, first rib)

经 T1 上终板中垂线的夹角。

由同一名研究人员对所有患者的颈椎矢状面参数进行两次测量, 并取两次测量结果的均值。在末次随访时, 术后 C2~C7 角比术前减小的病例归为下颈椎前凸度减小组, 而术后 C2~C7 角比术前增加或不变的病例归为下颈椎前凸度增加组。

1.3 数据分析处理

采用 SPSS 15.0 统计软件进行分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。术前和末次随访的各项颈椎矢状面参数之间的比较采用 t 检验。

对前凸减小组和前凸增加组两组资料比较卡方检验 (检验标准 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 表示有显著差异), 做临床因素与下颈椎前凸度减小相关性的单因素分析。单因素分析的因素包括性别、年龄 (以 60 岁为界限)、术前 T1S (以 25° 为界限)、术前 C2~C7 SVA (以 15mm 为界限)、术前 TIA (以 70° 为界限)、术前 C2~C7 角 (以 20° 为界限)、术前 C0~C2 角 (以 20° 为界限)、术前 C0~C7 角 (以 45° 为界限)、术后 C1~C2 角 (以 20° 为界限)。采用两分类 Logistics 回归分析对相关危险因素进行相关性分析, $P < 0.05$ 表示有统计学差异。

2 结果

在颈椎矢状面参数方面, 患者在末次随访时与术前相比差异无统计学差异 ($P > 0.05$, 表 1)。在末次随访时, 下颈椎前凸度减小患者共 5 例

表 1 术前和末次随访时颈椎矢状面参数 ($\bar{x} \pm s$, $n = 18$)

Table 1 Comparison of the cervical sagittal parameters between pre-operation and final follow-up

	术前 Pre- operation	末次随访 Final follow-up	t 值 t value	P 值 P value
C0-C2 ($^\circ$)	21.6 ± 16.4	28.3 ± 8.6	-1.536	0.137
C1-C2 ($^\circ$)	12.4 ± 17.6	17.5 ± 7.3	-1.124	0.273
C2-C7 ($^\circ$)	15.3 ± 12.9	16.4 ± 11.1	-0.292	0.772
C0-C7 ($^\circ$)	36.8 ± 19.7	44.9 ± 13.2	-1.453	0.157
C2-C7 SVA (mm)	13.4 ± 14.7	15.1 ± 11.7	-0.376	0.709
T1S ($^\circ$)	22.8 ± 8.2	23.5 ± 7.3	-0.258	0.798
NT ($^\circ$)	50.8 ± 9.5	51.9 ± 8.9	-0.361	0.720
TIA ($^\circ$)	73.6 ± 11.1	75.4 ± 10.0	-0.505	0.617

(27.8%), 而前凸增加共患者共 13 例(72.2%)。对两组患者术前和末次随访的颈椎矢状面参数进行比较, 前凸减小组的术前 C2~C7 角明显大于前凸增加组 ($27.6^{\circ}\pm 10.5^{\circ}$ vs $10.5^{\circ}\pm 10.5^{\circ}$, $P<0.05$), 余参数比较无统计学差异(表 2)。单因素卡方分析显示性别、年龄、术前 T1S、术前 C2~C7 SVA、术前 TIA、术前 C0~C2 角、术前 C0~C7 角、术后 C1~C2 角等因素与下颈椎曲度前凸减小相关性不明显(表 3), 而术前 C2~C7 角 $\geq 20^{\circ}$ 与下颈椎前凸曲度减小有关($P=0.026$), 多因素 Logistic 回归分析显示术前 C2~C7 角 $\geq 20^{\circ}$ 并不是独立危险因素(表 4)。典型病例见图 2。

3 讨论

正常的颈椎序列对于维持颈椎的生物力学和正常运动功能起决定性作用。尽管寰枢椎后路融合术的疗效满意, 但术后矢状面失衡可能是引起术后疼痛和功能丢失的原因之一。因此, 恢复颈椎的矢状面序列成为制定手术方案和评价术后效果的关键, 也越来越受到关注。

目前, 评估颈椎矢状面序列的常用参数主要有 C0~C2 角、C1~C2 角、C2~C7 角、C2~C7 SVA、T1S、NT 和 TIA 等, 且各参数之间存在一定的相

表 2 两组患者的术前颈椎矢状面参数比较

Table 2 Comparison of the cervical sagittal parameters between two groups before operation

	术前 Pre-operation		末次随访 Final follow-up	
	前凸减小组 Loss of subaxial lordosis	前凸增加组 Increase of subaxial lordosis	前凸减小组 Loss of subaxial lordosis	前凸增加组 Increase of subaxial lordosis
C0-C2 (°)	17.4±18.0	23.2±16.3 ^①	26.2±10.8	29.1±8.1 ^①
C1-C2 (°)	14.2±19.8	11.8±17.6 ^①	19.6±8.7	16.7±6.9 ^①
C2-C7 (°)	27.6±10.5	10.5±10.5	11.6±12.5	18.3±10.4 ^①
C0-C7 (°)	44.8±25.5	33.7±17.2 ^①	37.8±14.1	47.6±12.2 ^①
C2-C7 SVA(mm)	5.6±12.2	16.5±14.9 ^①	16.4±17.0	14.6±9.9 ^①
T1S (°)	25.8±7.6	21.7±8.4 ^①	22.6±11.5	23.9±5.5 ^①
NT (°)	49.4±9.0	51.3±10.0 ^①	54.6±9.7	50.9±8.8 ^①
TIA (°)	75.2±13.9	73.0±10.4 ^①	77.2±10.8	74.7±10.1 ^①

注: ①与前凸减小组比较 $P>0.05$

Note: ①Compared with Loss of subaxial lordosis, $P>0.05$

表 3 临床因素与下颈椎前凸曲度减小相关性的单因素分析

Table 3 Univariate analysis of correlation between clinical factors and loss of subaxial lordosis

	前凸减小病例 (n=5) Loss of subaxial lordosis	前凸增加病例 (n=13) Increase of subaxial lordosis	P
性别 Gender			0.410
男 Male	3	5	
女 Female	2	8	
年龄(岁) Age(years old)			0.648
<60	4	9	
≥ 60	1	4	
术前 T1S Preoperative T1S			0.952
<25°	3	8	
$\geq 25^{\circ}$	2	5	
术前 C2~C7 SVA Preoperative C2-C7 SVA			0.060
<15mm	4	9	
≥ 15 mm	1	4	
术前 TIA Preoperative TIA			0.710
<70°	2	4	
$\geq 70^{\circ}$	3	9	
术前 C2~C7 角 Preoperative C2-C7 angle			0.026
<20°	1	10	
$\geq 20^{\circ}$	4	3	
术前 C0~C2 角 Preoperative C0-C2 angle			0.377
<20°	2	7	
$\geq 20^{\circ}$	3	6	
术前 C0~C7 角 Preoperative C0-C7 angle			0.255
<45°	2	9	
$\geq 45^{\circ}$	3	4	
术后 C1~C2 角 Postoperative C1-C2 angle			0.137
<20°	2	10	
$\geq 20^{\circ}$	3	3	

表 4 临床因素与下颈椎前凸曲度减小相关性的多因素分析

Table 4 Multivariate analysis of correlation between clinical factors and loss of subaxial lordosis

	OR	P	95%CI of OR
术前 C2~C7 SVA Preoperative C2-C7 SVA	0.147	0.225	0.007-3.264
术前 C2~C7 角 Preoperative C2-C7 angle	9.138	0.143	0.475-175.879
术后 C1~C2 角 Postoperative C1-C2 angle	0.012	0.268	0.365-148.158

关性^[13-15]。TIA、T1S 和 NT 间存在几何关系,即 $TIA=T1S+NT$ 。其中,TIA 在成年后保持稳定,不随体位、姿势及脊柱的退变而改变;T1S 会随着 SVA 和上胸椎固有后凸曲度的变化而发生改变;通常,大 TIA 需要匹配大 T1S 和小 NT 来维持颈部生理曲度,反之亦然。王圣林等^[16]研究发现寰枢关节不稳或脱位的患者,C0~C2 角与 C2~C7 角间、C1~C2 角与 C2~C7 角间有负相关性。研究表明^[1,9,17],在寰枢椎后路融合术后 C1~C2 角与 C2~C7 角间、C1~C2 角与 C2~C7 角间同样存在负相关。本研究对比了 18 例行后路寰枢椎固定融合手术患者末次随访与术前的颈椎矢状面参数无明显变化,因此我们认为寰枢椎脱位行后路融合手术并不影响颈椎矢状面力线。

本研究单因素分析中各因素分类界限的确定,主要参照既往研究结果。Lee 等^[18]测量 77 名无症状韩国成年志愿者得出 TIA 平均约为 69.5°, T1S 为 25.7°。Iyer 等^[19]回顾性分析 120 名无颈背部症状的美国成人志愿者,测量得出 TIA 平均约为 79.8°, T1S 为 26.1°。张奎渤等^[20]测量 67 例轻微头颈部症状国人 TIA 平均约为 72.8°, T1S 为 22.3°。综合以上研究的测量结果,故选取术前 TIA 以 70°为界限,术前 T1S 以 25°为界限。Lee 等^[18]测量 77 例健康韩国人的 C0~C2 角约为 22.4°, C2~C7 角约为 9.9°。而赵文奎等^[21]测量 132 名健康成年国人的 C0~C2 角约为 15.13°, C2~C7 角约为 12.03°。Hardacker 等^[22]对 100 名健康美国成年人的研究得出 C0~C2 角平均约为 30°, C2~C7 角约

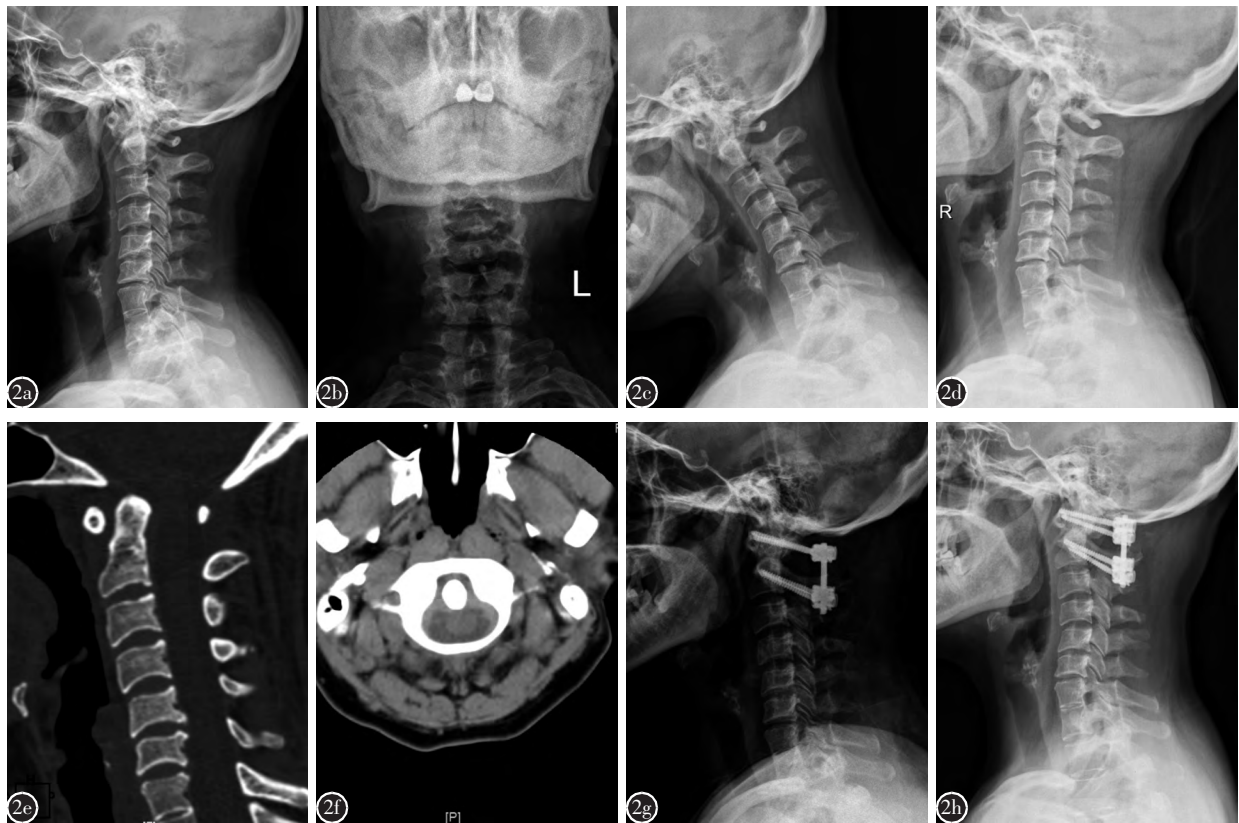


图 2 寰枢关节脱位型,女,51岁 a、b 术前颈椎侧位及开口位 X 线片,C2~C7 角为 8° c、d 术前颈椎过屈过伸动力位 X 线片示寰枢椎脱位,可自行部分复位 e、f 术前颈椎 CT 示寰枢椎脱位 g 术后 1 周 X 线片示脱位情况得到满意复位,C2~C7 角为 4° h 术后 7 个月 X 线片示下颈椎前凸曲度减小,C2~C7 角为 2°

Figure 2 Atlantoaxial dislocation(Type), female, 51 years old **a, b** Lateral and open-mouth view radiographs of cervical spine show that the C2-C7 angle was 8° **c, d** Flexion-extension radiographs of cervical spine indicated a partially reducible dislocation of the atlantoaxial joint **e, f** CT scan of the cervical spine also indicated the atlantoaxial dislocation **g** One month after operation, lateral radiograph of cervical spine showed that the dislocation had been fully reduced, and the C2-C7 angle was 8° **h** Seven months after operation, lateral radiograph of cervical spine showed the loss of subaxial lordosis and the C2-C7 angle was 2°

为 9.6° 。Harrison 等^[23]对 30 个颈椎侧位片采用 Cobb 法和后切法测量得出 C2~C7 角分别为 17° 和 26° 。综合以上研究的测量结果,选取术前 C2~C7 角以 20° 为界限,术前 C0~C2 角以 20° 为界限,术前 C0~7 角以 45° 为界限。正常健康成人 C2~C7 SVA 约为 20mm 左右,但不同年龄段的 C2~C7 SVA 也存在差异:20~39 岁为 28.5mm,40~59 岁为 18.2mm,而 >60 岁为 -22.4mm^[7,8]。结合本研究研究对象的年龄分布(年龄 25~72 岁,平均年龄 49.6 ± 13.7 岁),故选取术前 C2~C7 SVA 以 15mm 为界限。研究认为寰枢椎融合手术 C1~C2 的最佳融合角度应为 20° 。融合角度 $\geq 20^\circ$ 者,C1~C2 固定于过度前凸位,使颈椎前凸不足,导致下颈椎椎间盘退行性病变,术后随访 C1~C2 角度与 C2~C7 角度呈线性负相关;融合角度 $< 20^\circ$ 者,则无显著负相关^[24,25]。故选取术后 C1~C2 角以 20° 为界限。

研究认为^[24],寰枢椎后路融合术后下颈椎曲度的异常改变可能与年龄、寰枢椎融合角度、内固定技术有关。Passias 等^[26]研究发现,年龄是寰枢融合术后下颈椎序列曲度改变的重要独立影响因素并呈负相关,这可能是由于年轻人的脊柱更加灵活,使下颈椎能够更好地代偿上颈椎的改变,从而保证颈椎局部的平衡。但本研究的结果显示年龄与下颈椎曲度前凸减小相关性不明显。

Toyama 等^[27]发现如果 C1~C2 固定角度超过 30° ,则会出现下颈椎代偿性前凸减小。Kato 等^[24]研究了 28 例因类风湿关节炎造成寰枢关节半脱位而行寰枢椎后路融合术的患者,发现对于某些术前 C1~C2 角 $< 20^\circ$ 且复位角度 $> 30^\circ$ 的患者,完全复位或过度复位会导致 C2~C7 角度减小,导致下颈椎力线异常(前凸减小、后凸、鹅颈畸形)。但本研究的结果提示术后 C1~C2 角并不影响下颈椎力线改变。有研究表明,经寰枢关节间隙螺钉联合钛缆线圈捆扎内规定技术比 C1 侧块 C2 椎弓根螺钉内固定技术(Goel-Harms 技术)更易使寰枢椎固定融合于过度前凸位,进而造成术后下颈椎后凸畸形。我们所采用的术式均为 C1 侧块 C2 椎弓根螺钉内固定技术,也相应减少了术后下颈椎后凸畸形的发生。本研究通过单因素卡方分析显示术后下颈椎前凸曲度与术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 呈负相关,即术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 时容易引发术后下颈椎曲度减小。这可能是由于术前 C2~C7 角较大,导致术前 C1~C2 角较小以维持平视功能。当

寰枢椎融合术后 C1~C2 角得到部分恢复(由术前平均 12.4° 增加至术后 17.5°),由于 C1~C2 角与 C2~C7 角间存在负相关^[1,9,17],因此造成了术后 C2~C7 角的减小,即术后下颈椎曲度减小。但本研究多因素 Logistic 回归分析显示术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 并不是独立危险因素 (OR=0.147, $P=0.225$),说明除了术前 C2~C7 角外,可能还有其他对术后下颈椎前凸曲度减小有所影响的因素未被纳入本研究。但本研究纳入的寰枢椎脱位患者病例较少,随访时间较短,术后疼痛或者肌肉僵硬是否对结果产生影响,还有待更大病例规模和更长时间随访的研究进一步明确。

综上,后路寰枢椎融合术后有可能发生下颈椎前凸曲度减小,而术前 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 是术后下颈椎前凸曲度减小的危险因素。当术前的 C2~C7 角 $\geq 20^\circ$ 时,应警惕术后下颈椎前凸曲度减小的发生。在临床工作中,对于这类寰枢椎脱位患者,更应注意在术前充分考虑患者年龄、病因等因素,确定合适的寰枢椎融合角度,选择恰当的内固定方式,以避免术后下颈椎曲度异常^[24]。

4 参考文献

1. Yoshida G, Kamiya M, Yoshihara H, et al. Subaxial sagittal alignment and adjacent-segment degeneration after atlantoaxial fixation performed using C-1 lateral mass and C-2 pedicle screws or transarticular screws [J]. J Neurosurg Spine, 2010, 13(4): 443-450.
2. Toyama Y, Matsumoto M, Chiba K, et al. Realignment of postoperative cervical kyphosis in children by vertebral remodeling [J]. Spine(Phila Pa 1976), 1994, 19(22): 2565-2570.
3. Mukai Y, Hosono N, Sakaura H, et al. Sagittal alignment of the subaxial cervical spine after C1-C2 transarticular screw fixation in rheumatoid arthritis[J]. J Spinal Disord Tech, 2007, 20(6): 436-441.
4. Kang D, Lehman R, Wagner S, et al. Subaxial cervical sagittal alignment following C1-C2 fusion for atlanto-axial osteoarthritis [J]. Global Spine J, 2015, 05 (S01): S-0035-1554386.
5. Lippa L, Cacciola F. Loss of cervical lordosis: What is the prognosis?[J]. J Craniovertebr Junction Spine, 2017, 8(1): 9-14.
6. Kaptain GJ, Simmons NE, Replogle RE, et al. Incidence and outcome of kyphotic deformity following laminectomy for cervical spondylotic myelopathy [J]. J Neurosurg, 2000, 93(2 Suppl): 199-204.
7. 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.
8. Tang JA, Scheer JK, Smith JS, et al. The impact of standing regional cervical sagittal alignment on outcomes in posterior cervical fusion surgery [J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(3): 662-669.
 9. Passias PG, Wang S, Kozanek M, et al. Relationship between the alignment of the occipitoaxial and subaxial cervical spine in patients with congenital atlantoaxial dislocations [J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(1): 15-21.
 10. Clarke MJ, Cohen-Gadol AA, Ebersold MJ, et al. Long-term incidence of subaxial cervical spine instability following cervical arthrodesis surgery in patients with rheumatoid arthritis [J]. *Surg Neurol*, 2006, 66(2): 136-140.
 11. Abumi K, Takada T, Shono Y, et al. Posterior occipitocervical reconstruction using cervical pedicle screws and plate-rod systems[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1999, 24(14): 1425-1434.
 12. Wang S, Wang C, Yan M, et al. Novel surgical classification and treatment strategy for atlantoaxial dislocations [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(21): E1348-1356.
 13. Nojiri K, Matsumoto M, Chiba K, et al. Relationship between alignment of upper and lower cervical spine in asymptomatic individuals[J]. *J Neurosurg*, 2003, 99(1 Suppl): 80-83.
 14. Guo Q, Ni B, Yang J, et al. Relation between alignments of upper and subaxial cervical spine: a radiological study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2011, 131(6): 857-862.
 15. Sherekar SK, Yadav YR, Basoor AS, et al. Clinical implications of alignment of upper and lower cervical spine[J]. *Neurol India*, 2006, 54(3): 264-267.
 16. 王圣林, 王超, wood KB, 等. 寰枢关节不稳或脱位患者上颈椎曲度改变对下颈椎的影响[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(7): 502-505.
 17. Oshima S, Sudo H, Ito M, et al. Subaxial sagittal alignment after atlantoaxial fixation techniques[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2015, 28(1): E49-55.
 18. 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): E41-47.
 19. Iyer S, Lenke LG, Nemani VM, et al. Variations in occipitocervical and cervicothoracic alignment parameters based on age: a prospective study of asymptomatic volunteers using full-body radiographs[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2016, 41(23): 1837-1844.
 20. 张奎渤, 詹鸿锐, 于兵, 等. X 线与 CT 影像学测量成人颈椎矢状面参数的差异[J]. *第三军医大学学报*, 2015, 37(19): 1997-2000.
 21. 赵文奎, 于淼, 韦峰, 等. 无症状成人颈椎矢状位曲度分析及其与全脊柱矢状位参数的关系 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2015, 25(3): 231-238.
 22. Hardacker JW, Shuford RF, Capicotto PN, et al. Radiographic standing cervical segmental alignment in adult volunteers without neck symptoms [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 1997, 22(13): 1472-1480.
 23. Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2000, 25(16): 2072-2078.
 24. 黄季晨, 钱邦平, 邱勇. 寰枢椎后路融合术后下颈椎曲度及退变影响因素的研究进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(6): 545-548.
 25. 王健, 倪斌, 陶春生, 等. 寰枢椎后路融合角度与下颈椎曲度的相关性研究[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(11): 1036-1039.
 26. Passias PG, Wang S, Zhao D, et al. The reversibility of swan neck deformity in chronic atlantoaxial dislocations [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(7): E379-385.
 27. Kato Y, Itoh T, Kanaya K, et al. Relation between atlantoaxial (C1/2) and cervical alignment(C2-C7) angles with magerl and brooks techniques for atlantoaxial subluxation in rheumatoid arthritis[J]. *J Orthop Sci*, 2006, 11(4): 347-352.

(收稿日期:2018-09-23 修回日期:2019-03-08)

(英文编审 庄乾宇/贾丹彤)

(本文编辑 姜雅浩)