

临床论著

Lenke 5 型青少年特发性脊柱侧凸患者
后路矫形术后颈椎矢状位曲度的改变

陈超,王征,崔赓,宋凯,苏晓静,张恒,齐鹏

(解放军总医院第一医学中心骨科 100853 北京市)

【摘要】目的:分析 Lenke 5 型青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者颈椎矢状位曲度(CSA)在后路矫形术后改变的特点。**方法:**回顾性分析 2011 年 7 月~2017 年 7 月解放军总医院脊柱外科收治的 43 例 Lenke 5 型 AIS 患者的临床资料。在术前、术后及末次随访时的 X 线片上测量颈椎前凸角(CL)、胸椎后凸角(TK)、胸腰段后凸角(TLK)、腰椎前凸角(LL)、融合节段内腰椎前凸角(LIF)、C7 矢状位垂直距离(SVA)。同时统计患者的基本资料,包括性别、年龄、Risser 征、随访时间、融合节段椎体数目(NVF)及术前胸腰段/腰弯(TL/L Curve, TL/L C)。依据患者术前 CSA 分为颈椎前凸组(L 组,术前 $CL < 0^\circ$)、颈椎后凸组(K 组,术前 $CL \geq 0^\circ$);依据患者末次随访时 CSA 较术前的改变分为颈椎前凸增加组(I 组)与颈椎前凸减少组(D 组)。使用 t 检验分析 L 组与 K 组、I 组与 D 组对应参数的差异性,使用 LSD- t 检验分析各组内术前、术后、末次随访时参数的差异。使用 Pearson 相关性检验分析 CL 与 I 组和 D 组各参数的相关性。检验水准为双侧 $\alpha=0.05$ 。**结果:**43 例患者中男 10 例,女 33 例;年龄 15.90 ± 4.98 岁,随访时间 22.84 ± 14.10 个月。L 组 15 例, K 组 17 例; I 组 26 例, D 组 17 例。L 组与 K 组、I 组与 D 组的基本资料无显著性差异。所有患者末次随访时 TK 较术前增加($P=0.000$);术后 TLK 与术前比较有显著性差异($P=0.000$);CL 在术前、术后及末次随访时无统计学差异。L 组与 K 组术前 CL($P=0.000$)、LIF($P=0.029$)、SVA($P=0.003$)差异有统计学意义($P < 0.05$)。K 组末次随访时 CL 较术前改善($P=0.025$),TK 较术前增加($P=0.000$);术后 TLK 较术前减小($P=0.002$)并维持至末次随访($P=0.002$)。I 组与 D 组术前 LL($P=0.043$)、CL($P=0.009$)有显著性差异($P < 0.05$)。I 组末次随访时 CL 较术前改善($P=0.008$),TK 较术前($P=0.000$)及术后($P=0.001$)增加;术后 TLK 较术前减小($P=0.005$)并维持到末次随访时($P=0.006$)。D 组术后 LL 较术前增加($P=0.011$)并维持到末次随访($P=0.001$)。I 组术前 CL 与 TK、SVA 有相关性;D 组 CL 术前与 LL、SVA,术后与 TLK、SVA,末次随访时与 TLK 有相关性。**结论:**术前颈椎后凸的患者较颈椎前凸的患者在术后 CSA 的改善更为明显;随访中 TK 增加、术后 TLK 改善可能有助于 CSA 的改善;术后只有 LL 增加而无 TK、TLK 的改变则可能不会引起 CSA 改善。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;Lenke 5 型;矫形手术;颈椎矢状位曲度

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2019.05.03

中图分类号:R682.3,R814.4 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-05-0400-07

Changes of cervical sagittal alignment after posterior correction surgery in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis/CHEN Chao, WANG Zheng, CUI Geng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(5): 400-406

【Abstract】Objectives: To analyze the changes of cervical sagittal alignment(CSA) in Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis(AIS) after posterior correction surgery. **Methods:** A total of 43 Lenke 5 adolescent AIS in Spine Department of PLA General Hospital from July 2011 to July 2017 was retrospectively analyzed. Cervical lordosis(CL), thoracic kyphosis(TK), thoracolumbar kyphosis(TLK), lumbar lordosis(LL), lordosis in fusion(LIF) and C7 sagittal vertical axis(SVA) were measured on lateral X-ray at preoperation, postoperation and last follow-up. The general data included gender, age, Risser score, the follow-up time, the number of vertebrae in fusion segment (NVF) and TL/L curve (TL/L C). According to the cervical sagittal alignment at preoperation, patients were divided into the lordotic group(L group, pre- $CL < 0^\circ$) and kyphotic group(K group, pre- $CL \geq 0^\circ$). According to the change of cervical sagittal alignment at last follow-up vs preoperation, patients were di-

第一作者简介:男(1986-),医师,医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66938302 E-mail:chenchaofmmu@163.com

通讯作者:王征 E-mail:wangzheng301@163.com

vided into the lordosis increased group(I group) and the lordosis decreased group(D group). *T*-test was used to analyze the differences of parameters between L group and K group, I group and D group. LSD-*t* test was used to analyze the differences of parameters at preoperation, postoperation and last follow-up. Pearson correlation test was used to analyze the correlation between CL and corresponding parameters in I and D group. $\alpha=0.05$ was defined in the two-sided test. **Results:** All the 43 patients, 10 males and 33 females, with age of 15.90 ± 4.98 years and follow-up of 22.84 ± 14.10 months, were divided into L group($n=15$) & K group($n=17$) preoperatively, and into I group($n=26$) & D group($n=17$) at last follow-up. No statistically significant difference of the general parameters was found between L group and K group, I group and D group. In all patients, the final TK increased when compared to preoperative TK($P=0.000$); the postoperative TLK was significantly different from preoperative TLK($P=0.000$), and no statistically significant difference was found among preoperative, postoperative and final CL. Subgroup comparisons between L group and K group showed significant differences ($P<0.05$) of preoperative CL($P=0.000$), LIF($P=0.029$) and SVA($P=0.003$). Intra-group comparisons in group K showed increased CL($P=0.025$) and TK($P=0.000$) at last follow-up, and smaller postoperative TLK($P=0.002$) which continued to last follow-up($P=0.002$). Subgroup comparisons between group I and group D showed significant differences ($P<0.05$) of preoperative LL($P=0.043$) and CL($P=0.000$). Final CL significantly increased when compared to preoperative CL($P=0.008$), and TK significantly increased compared to preoperative($P=0.000$) and postoperative TK($P=0.001$) in group I. TLK showed smaller at postoperation than at preoperation($P=0.005$), which was kept at last follow-up($P=0.006$) in I group. LL showed larger at postoperation than at preoperation ($P=0.011$), which was kept at last follow-up($P=0.001$) in D group. There were correlations between CL and TK, CL and SVA preoperatively in group I. CL was also correlated with LL and SVA preoperatively, with TLK and SVA postoperatively and with TLK at last follow-up in D group. **Conclusions:** Patients with kyphotic CSA preoperatively have their CL improved more significantly at last follow-up than that with lordotic CSA preoperatively. Increased TK during follow-up and appropriate TLK postoperatively might result in improved CSA finally. Increased LL postoperatively without the change of TK or TLK might not result in improved CSA finally.

[Key words] Adolescent idiopathic scoliosis; Lenke 5; Correction surgery; Cervical sagittal alignment

[Author's address] Department of Orthopaedics, Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100853, China

青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)是脊柱三维畸形,可伴有胸椎后凸角及腰椎前凸角的改变^[1-3]。Lenke 等^[4]在 2001 年规范了 AIS 分型及评估方法。随着三维矫形理论及椎弓根螺钉使用的普及,后路选择性融合成为治疗 Lenke 5 型 AIS 的主要手术方式,具有手术时间短、术中出血少、冠状面及矢状面畸形矫正率高等特点^[5,6]。然而,手术对颈椎序列的影响多样而广泛,但之前关于胸腰椎后路椎弓根螺钉固定选择性融合矫形手术对于 Lenke 5 型 AIS 患者颈椎序列影响的文献报道则比较少见。Yagi 等^[7]认为矫形手术对于颈椎曲度有明显的改善,但是 85% 的患者仍然有颈椎后凸或颈椎曲度减小。Charles 等^[8]认为术后颈椎曲度的改善和腰椎前凸的程度有关。我们对 Lenke 5 型 AIS 患者的影像学资料观察发现术前颈椎曲度减小的情况比较普遍,大多数患者术后颈椎曲度未能恢复至正常水平。由于此型患者主弯及融合固定节段主要在胸

腰段及腰椎,因此难以用之前以胸弯为主的 AIS 研究所得出的相关理论来解释我们观察到的现象。本研究旨在探索 Lenke 5 型 AIS 患者后路矫形手术后颈椎矢状位曲度(cervical sagittal alignment, CSA)的变化。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2011 年 7 月~2017 年 7 月我院脊柱外科收治的 Lenke 5 型 AIS 患者的临床资料。病例纳入标准:(1)符合 Lenke 5 型 AIS 的诊断^[9];(2)脊柱无既往手术史;(3)接受一期胸腰椎后路矫形椎弓根螺钉固定融合术;(4)术后无手术相关并发症;(5)有完整的术前、术后 1 周、末次随访时站立正、侧位脊柱全长 X 线片;(6)无其他引起脊柱畸形的因素。所有手术均由同样资历的 2 位主刀医生完成,所有资料数据由 1 位主治医师和 1 位硕士研究生负责测量和统计。

1.2 观察指标及分组

应用 Surgimap (Surgimap for Windows Version: 2.2.15.1) 软件在站立脊柱全长侧位 X 线片上测量术前、术后及末次随访时的: (1) 颈椎前凸角 (cervical lordosis, CL), C2 下终板与 C7 下终板切线之间的夹角, $CL \geq 0^\circ$ 为正值, $CL < 0^\circ$ 为负值; (2) 胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK), T5 上终板与 T12 下终板切线夹角, 前凸为负值, 后凸为正值; (3) 胸腰段后凸角 (thoracolumbar kyphosis, TLK), T10 上终板与 L2 下终板切线的夹角, 前凸为负值, 后凸为正值; (4) 腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL), L1 上终板与 S1 上终板切线夹角, 前凸为负值, 后凸为正值; (5) 融合节段内腰椎前凸角 (lordosis in fusion, LIF), 融合节段内 L1 椎体上终板与下固定椎下终板切线夹角, 前凸为负值, 后凸为正值; (6) C7 矢状位垂直距离 (C7 sagittal vertical axis, SVA), 经 C7 中心的铅垂线与 S1 后上缘的水平距离, 位于 S1 后上缘前方为正值, 后方为负值。同时收集患者的一般资料, 包括性别、年龄、Risser 征、末次随访时间、融合节段椎体数目 (the number of vertebrae in fusion segment, NVF) 及术前胸腰段/腰弯 (TL/L curve, TL/L C)。

依据患者术前 CSA 分为: 颈椎前凸组 (lordotic group, L 组), $CL < 0^\circ$; 颈椎后凸组 (kyphotic group, K 组), $CL \geq 0^\circ$ 。依据末次随访时患者 CSA 较术前的改变分为: 颈椎前凸增加组 (lordosis increased group, I 组, 图 1) 和颈椎前凸减少组 (lordosis decreased group, D 组, 图 2)。

1.3 统计学方法

所有数据使用 IBM SPSS 22.0 软件进行统计分析。数据使用 $\bar{x} \pm s$ 记录。使用 t 检验分析组间对应参数的差异性, 使用 LSD- t 检验分析各组内术前、术后和末次随访时参数的差异性。使用 Pearson 相关性检验分析 CL 与 I 组和 D 组各参数的相关性。检验水准为双侧 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 一般资料

共纳入 43 例患者, 男 10 例, 女 33 例。年龄 15.90 ± 4.98 岁, 随访时间为 22.84 ± 14.10 个月。所有患者术前、术后与末次随访时的脊柱矢状参数见表 1。术前与末次随访时的 TK ($P = 0.000$)、TLK ($P = 0.001$), 术前与术后 TLK ($P = 0.000$), 术后和末次随访时 TK ($P = 0.002$) 有统计学差异。术前、术



图 1 患者女, Lenke 5 型 AIS, 术前年龄 12 岁 a 术前 CL 为 -6.1° b T9~L4 胸腰椎后路矫形椎弓根螺钉固定融合术后 7d, CL 为 -18.3° c 术后 24 个月随访时, CL 为 -35.8° , 较术前有改善 图 2 患者女, Lenke 5 型 AIS, 术前年龄 13 岁 a 术前 CL 为 -18.2° b T10~L4 胸腰椎后路矫形椎弓根螺钉固定选择性融合手术后 6d, CL 为 -16.4° c 术后 66 个月随访时, CL 为 6.8° , 较术前有减少

Figure 1 A 12-year-old female patient with Lenke type 5 AIS a The preoperative CL was -6.1° b 7 days after the posterior correction and fusion of thoracolumbar scoliosis with pedicle screw instrumentation from T9 to L4, the CL was -18.3° c At the last follow-up of 24 months, the CL was improved to -35.8° **Figure 2** A 13-year-old female patient with Lenke type 5 AIS a The preoperative CL was -18.2° b 6 days after the posterior correction and fusion of thoracolumbar scoliosis with pedicle screw instrumentation from T10 to L4, the CL was -16.4° c At the last follow-up of 66 months, the CL was reduced to 6.8°

后、末次随访时 CL 及其他参数均无统计学差异。

L 组 15 例 (34.88%), K 组 28 例 (65.12%); I 组 26 例 (60.47%), D 组 17 例 (39.53%)。L 组与 K

组, I 组与 D 组患者术前年龄、性别、随访时间、Risser 征、融合节段椎体数目及术前胸腰段/腰弯 (TL/L Curve, TL/LC) 均无统计学差异 (表 2)。末次随访时 L 组保持前凸的 12 例患者中有 5 例 CSA 较术前改善, 7 例较术前减少, 3 例改变为后凸; K 组保持 CSA 后凸的 22 例患者中有 15 例 CSA 改善, 7 例曲度减小, 6 例改变为前凸。

2.2 L 组与 K 组影像学参数比较

见表 3。两组术前 CL ($P=0.000$)、LIF ($P=0.029$)、SVA ($P=0.003$) 有统计学差异。K 组术前与术后 TLK ($P=0.002$), 术前与末次随访时 TK ($P=0.000$)、TLK ($P=0.002$)、CL ($P=0.025$), 术后与末次随访时 TK ($P=0.002$) 的差异有统计学意义, 余参数差异无统计学意义。

2.3 I 组与 D 组影像学参数比较

见表 4。两组术前 LL ($P=0.043$)、CL ($P=0.009$) 差异有统计学意义。I 组术前与术后 TLK ($P=$

表 1 43 例患者手术前后和末次随访时的矢状位参数 ($\bar{x}\pm s$)

Table 1 Comparison of sagittal parameters at preoperation, postoperation and last follow-up of 43 cases

	术前 Preoperative	术后 Postoperative	末次随访 Last follow-up
CL(°)	7.80±12.76	7.81±13.17	4.41±13.77
TK(°)	18.90±10.35 ^①	21.97±9.92 ^①	30.73±12.84
TLK(°)	5.64±13.30 ^{①②}	-3.06±8.70	-2.19±9.41
LL(°)	-49.85±18.02	-55.60±10.85	-54.60±20.76
LIF(°)	-14.92±20.37	-23.07±17.81	-21.26±19.72
SVA(mm)	24.12±29.69	20.98±29.65	25.60±24.33

注: ①与末次随访时比较 $P<0.05$; ②与术后比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with last follow-up, $P<0.05$; ②Compared with postoperative, $P<0.05$

表 2 依据术前颈椎矢状位曲度和末次随访时颈椎矢状位曲度改变分组患者的一般资料 ($\bar{x}\pm s$)

Table 2 General parameters of patients grouped according to pre-CSA and the change of final CSA

	依据术前 CSA 分组 Groups with different pre-op cervical sagittal alignment lordosis			依据末次随访时 CSA 较术前的改变分组 Groups with different cervical sagittal alignment lordosis at last follow-up		
	L 组 (n=15) L group	K 组 (n=28) K group	P 值 P value	I 组 (n=26) I group	D 组 (n=17) D group	P 值 P value
年龄 (年) Age (year)	17.64±7.64	14.96±2.47	0.213	16.07±5.31	15.59±4.64	0.758
性别 男/女 Gender M/F	3/12	7/21	0.711	5/21	5/12	0.440
末次随访 (月) Last follow-up (mon)	20.53±17.90	23.71±11.80	0.542	21.00±8.14	25.06±20.18	0.440
Risser 征 Risser's Sign	3.27±1.16	3.43±1.53	0.700	3.46±1.50	3.24±1.25	0.610
融合节段椎体数目 (个) NVF(n)	7.07±1.39	8.07±2.16	0.072	7.85±1.91	7.64±2.06	0.748
术前 TL/L C(°) Pre-TL/L C	44.25±8.22	43.48±9.30	0.781	44.98±9.35	41.86±7.90	0.263

表 3 L 组与 K 组术前、后、末次随访矢状位参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

Table 3 Comparison of sagittal parameters at preoperation, postoperation and last follow-up of L&K groups

	L 组 (n=15) L group			K 组 (n=28) K group		
	术前 Preoperation	术后 Postoperation	末次随访 Last follow-up	术前 Preoperation	术后 Postoperation	末次随访 Last follow-up
CL(°)	-7.01±5.53 ^①	-3.33±5.53	-5.07±12.21	15.74±7.10 ^②	13.78±11.14	9.49±11.87
TK(°)	22.49±8.75	24.33±9.79	31.43±13.52	16.97±10.76 ^②	20.71±9.93 ^②	30.35±12.70
TLK(°)	3.77±12.43	-0.11±8.29	2.50±9.44	6.64±13.86 ^{②③}	-4.63±8.65	-4.70±8.53
LL(°)	-52.56±8.86	-58.03±9.83	-60.37±9.43	-48.40±21.41	-54.29±11.31	-51.51±24.41
LIF(°)	-24.11±18.69 ^①	-29.25±18.69	-28.97±11.83	-10.00±19.81	-19.75±19.76	-17.13±21.95
SVA(mm)	6.41±23.47 ^①	19.45±26.22	22.22±21.64	33.61±28.59	21.81±31.77	26.72±25.74

注: ①与 K 组同时点比较 $P<0.05$; ②与同组末次随访时比较 $P<0.05$; ③与同组术后比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with K group at the same time, $P<0.05$; ②Compared with last follow-up in the same group, $P<0.05$; ③Compared with postoperative in the same group, $P<0.05$

0.005),术前与末次随访时 TK($P=0.000$)、TLK($P=0.006$)、CL($P=0.008$),术后与末次随访时 TK($P=0.001$);D 组术前与术后 LL($P=0.011$)、术前与末次随访时的 LL($P=0.001$)均有统计学差异,余参数差异无统计学意义。

两组 CL 与其他参数的相关性分析见表 5。I 组术前 CL 与 TK ($r=-0.451, P=0.021$)、SVA ($r=0.420, P=0.033$)有相关性。D 组 CL 术前与 LL($r=0.487, P=0.047$)、SVA ($r=0.593, P=0.012$)有相关性,术后与 TLK ($r=-0.532, P=0.028$)、SVA ($r=0.691, P=0.002$),末次随访时与 TLK($r=-0.512, P=0.036$)有相关性。

3 讨论

3.1 手术对 CSA 的影响

Hilibrand 等^[3]的研究发现术前 89% 的 AIS 患者有 CSA 变直或后凸的情况。Canavese 等^[1]报道

32 例 AIS 患者平均 CL 为 4° 。Lee 等^[10]报道青少年的 CL 正常值为 $-4.8^\circ \pm 12^\circ$,而成人颈椎后凸正常值在 $-6.6^\circ \sim -22.2^\circ$ ^[11-13]。本研究中 43 例患者术前 CL 为 $7.80^\circ \pm 12.76^\circ$,CSA 后凸 28 例(65.12%),说明 Lenke 5 型 AIS 患者存在术前 CSA 后凸程度大,比例高的情况。

Legarreta 等^[14]报道 AIS 患者术后 2 年内 CSA 平均丢失为 $5.9^\circ \pm 12.5^\circ$ 。Ilharreborde 等^[15]报道末次随访时 CSA 与术前无统计学差异,且只有 24% 的患者恢复生理曲度。但王辉等^[16]发现术后所有患者 CSA 较术前都得到改善。与他们不同的是本研究只在 K 组(术前颈椎后凸组)及 I 组(末次颈椎前凸增加组)观察到末次随访时 CSA 曲度较术前改善有统计学意义。提示术前颈椎后凸的患者术后 CSA 改善更为明显;相对于前凸减少的患者(D 组)术后 CSA 的减退,前凸增加的患者(I 组)术后 CSA 改善更明显。叶峰等^[17]研究各型 AIS 后虽然

表 4 I 组与 D 组手术前后与末次随访矢状位参数比较

($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of sagittal parameters at preoperation, postoperation and last follow-up of I&D groups

	I 组(n=26) I group			D 组(n=17) D group		
	术前 Preoperation	术后 Postoperation	末次随访 Last follow-up	术前 Preoperation	术后 Postoperation	末次随访 Last follow-up
CL($^\circ$)	11.85 $\pm$ 11.66 ^{①②}	8.21 $\pm$ 11.98	1.91 $\pm$ 13.24	1.62 $\pm$ 12.17	7.21 $\pm$ 15.19	8.23 $\pm$ 14.07
TK($^\circ$)	17.24 $\pm$ 10.18 ^②	20.63 $\pm$ 10.36 ^②	30.90 $\pm$ 12.55	21.44 $\pm$ 10.38	24.04 $\pm$ 9.12	30.47 $\pm$ 13.66
TLK($^\circ$)	6.635 $\pm$ 14.41 ^{②③}	-2.71 $\pm$ 9.35	2.46 $\pm$ 10.18	4.11 $\pm$ 11.66	-3.59 $\pm$ 7.87	-1.77 $\pm$ 8.38
LL($^\circ$)	-42.27 $\pm$ 21.91 ^①	-53.18 $\pm$ 12.39	-54.19 $\pm$ 25.38	-52.27 $\pm$ 9.59 ^{②③}	-59.30 $\pm$ 6.71	-61.35 $\pm$ 6.69
LIF($^\circ$)	-12.50 $\pm$ 21.62	-20.27 $\pm$ 20.85	-17.85 $\pm$ 22.29	-18.62 $\pm$ 18.30	-27.35 $\pm$ 11.01	-26.47 $\pm$ 14.03
SVA(mm)	24.70 $\pm$ 31.44	14.04 $\pm$ 30.16	20.11 $\pm$ 20.80	23.24 $\pm$ 27.70	31.61 $\pm$ 26.23	32.48 $\pm$ 27.98

注:①与 D 组同时间点比较 $P<0.05$;②与同组末次随访时比较 $P<0.05$;③与同组术后比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with D group at the same time, $P<0.05$; ②Compared with last follow-up in the same group, $P<0.05$; ③Compared with postoperative in the same group, $P<0.05$

表 5 I 组和 D 组手术前后和末次随访 CL 与其他参数的相关分析

Table 5 Pearson correlation analysis results between CL and other sagittal parameters at preoperation, postoperation and last follow-up in I&D groups

	TK		TLK		LL		LIF		SVA	
	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value	P 值 P value	r 值 r value
术前 CL CL at preoperation										
I 组 I group	0.021	-0.451	0.452	-0.154	0.861	-0.036	0.847	0.040	0.033	0.420
D 组 D group	0.104	-0.408	0.876	0.041	0.047	0.487	0.280	0.278	0.012	0.593
术后 CL CL at postoperation										
I 组 I group	0.603	0.107	0.300	-0.211	0.627	0.100	0.276	0.222	0.093	0.336
D 组 D group	0.966	-0.011	0.028	-0.532	0.800	-0.066	0.285	0.275	0.002	0.691
末次随访时 CL CL at last follow-up										
I 组 I group	0.522	-0.131	0.060	-0.374	0.652	0.0923	0.642	0.096	0.193	0.264
D 组 D group	0.471	-0.187	0.036	-0.512	0.645	0.121	0.213	0.318	0.090	0.424

提出仅颈椎后凸组术后 CL 有统计学意义改变,但未说明何种改变。我们认为术后 TK 的增加使得术前颈椎后凸的患者更迫切的需要自发改善 CSA 曲度以达到平视。我们也观察到 K 组末次随访时 CSA 虽然较术前改善明显,但平均值依然大于 0° ,可能因为颈椎固有柔韧性差使得 CSA 改变有限^[1]。

3.2 TK、TLK 对 CSA 的影响

TK 与 CSA 的关系在之前的很多文献中已有讨论。Canavese 等^[11]认为 AIS 患者术后 TK 与 CSA 无关。Quan 等^[18]认为椎弓根螺钉固定术可导致侧凸矫正率过高并引起 TK 的减少。Legarreta 等^[14]发现 AIS 患者术后 TK 下降明显,进而引起颈椎后凸的增加。但这些研究包括各型 AIS 患者。与之前研究不同,本研究中所有患者末次随访时 TK 较术前明显增加,原因可能是未固定融合节段良好的柔韧度及活动度更容易获得生理曲度。Ilharreborde 等^[15]认为术前 AIS 患者 CSA 平直或后凸与其 TK 减少相关。本研究 K 组术前 TK 平均值为 16.97° ,表明术前颈椎后凸与 $TK < 20^\circ$ 有关^[10];所有患者、K 组、I 组末次随访时 TK 的增加及 CSA 前凸改善,提示手术对恢复 TK 有帮助。TK 在术后随访时有统计学意义的增加及改善可能有助于最终 CSA 的改善^[15,19]。

本研究中所有患者、K 组、I 组 TLK 改善发生在术后并维持到末次随访时。胸腰段在术后曲度改善后一直维持到末次随访,与其在 Lenke 5 型 AIS 后路胸腰椎手术融合节段内有关,也提示术者可以通过弯棒等技术纠正术前胸腰段前凸或后凸的角度,恢复术后胸腰段生理曲度,可能对末次随访时 CSA 恢复有影响。我们还发现 I 组术前 CL 与 TK, D 组术后和末次随访时 CL 与 TLK 有相关性,与 Hilibrand 等^[3]研究发现胸椎序列与颈椎序列呈负相关相印证,进一步说明了 TK、TLK 与 CSA 之间存在紧密的相互联系。

3.3 LL、LIF 对 CSA 的影响

Gille 等^[20]认为 AIS 患者术前后 3 个月腰椎曲度几乎不变,在术后 2 年随访时由于脊柱形态逐步稳定适应新平衡,腰椎前凸会产生明显的改变。本研究中所有患者术前、术后、末次随访时的 LL、LIF 无统计学差异。

有研究^[8,21]认为 AIS 患者中 LL 的大小可能与 CL 有关。本研究中 L 组与 K 组术前 LL 平均值小

于末次随访时 LL 平均值,但无统计学差异,只有 K 组末次随访时 CSA 前凸改善明显。叶峰等^[17]认为术前颈椎后凸组中 LL 减小可引起 CL 有统计学意义改变,与之不同的是我们发现术前颈椎后凸组末次随访时 LL 平均值增加且 CL 有统计学意义的改善。D 组术后与末次随访时 LL 均大于术前且差异有统计学意义,但是 D 组 TLK、TK 的改变无统计学意义,提示术后只有 LL 的增加若不能引起 TK 及 TLK 的改善,则可能不会引起术后 CSA 的改善。I 组与 D 组术前 LL 的差异提示术前腰椎前凸的大小可能与末次随访时 CSA 形态的改变有关。与 Kim 等^[22]所报道的 LL 可以预测整体矢状位形态及 CSA 相似。

Lenke 5 型 AIS 患者接受后路椎弓根螺钉固定融合矫形手术时,其 TL/LC 凸侧的椎体轴位去旋转并在冠状位上于接近骶骨中垂线位置重新排列,TL/L 段弧度由侧方部分转移至前方,导致 LIF 的增加。LIF 的增加引起了 LL 的增加,符合本研究中发现总体及各分组中末次随访时 LL 及 LIF 平均值均大于术前。但是本研究中所有患者术前与末次随访时的 LL 与 LIF 差异无统计学意义,也许是由于样本量不够大或者随访时间不够长引起,有待累积足够样本量后进一步探索。腰椎是 Lenke 5 型 AIS 后路手术必然固定融合的节段,术后 LIF 在一定范围内的改变可以由手术效果决定。Charles 等^[8]认为手术时增加 LIF 可以改善术后 CSA 后凸。术后 LIF 增加,LL 增加并引起 TK 的恢复及 TLK 的改善,导致 CSA 的改变,这样的“铰链连接”效应应在手术时予以足够重视。但是如果术后只有 LL 增加而 TK、TLK 没有明显改变,可能不会引起术后 CSA 的改善。

3.4 SVA 对 CSA 的影响

本研究中所有患者术前、术后、末次随访时的 SVA 无统计学差异。Charles 等^[8]发现 AIS 患者术后 SVA 减小了 9.5mm,并证明了 C7PL 的后移,但其研究包含了 Lenke 各分型的 AIS。本研究中 L 组与 K 组术前 CL、SVA 的差异提示术前 SVA 的大小可能与术前 CSA 的形态有关。I 组与 D 组术前 SVA 差异无统计学意义,可能提示术前 SVA 大小与术后 CSA 改善与否无关。我们还发现 I 组 CL 术前与 SVA, D 组 CL 术前、术后与 SVA 有相关性,与 Ha 等^[23]提出的 AIS 矫形术后 CL 改变与 SVA 改变相关联相似。提示可以通过患者术后

SVA来预估其随访中 CSA 形态可能的改变,并在随访中注意防范可能影响颈椎前凸减少的风险。

综上所述可以得出:(1)术前颈椎后凸的患者术后 CSA 改善更为明显,相对于部分患者术后颈椎曲度的减退另一部分患者术后颈椎曲度的改善更明显;(2)TK 在术后至末次随访时逐渐增加,术后 TLK 改善并维持到末次随访时,可能有助于 CSA 的改善;(3)术后只有 LL 增加则可能不会引起 CSA 的改善,术前 LL 可能与末次随访时 CSA 形态的改变有关;(4)可以通过患者术后 SVA 来预估其随访中 CSA 形态可能的改变,并在随访中注意防范可能会影响 CSA 曲度前凸减少的风险。但是本研究为回顾性研究,样本量不足,随访时间不够长。同时本研究没有纳入骨盆参数、椎体旋转度、上下固定椎等可能影响 CSA 形态的因素,有待在今后的研究中进一步探索和改进。

4 参考文献

- Canavese F, Turcot K, De RV, et al. Cervical spine sagittal alignment variations following posterior spinal fusion and instrumentation for adolescent idiopathic scoliosis[J]. Eur Spine J, 2011, 20(7): 1141-1148.
- Yu M, Silvestre C, Mouton T, et al. Analysis of the cervical spine sagittal alignment in young idiopathic scoliosis: a morphological classification of 120 cases[J]. Eur Spine J, 2013, 22(11): 2372-2381.
- Hilibrand AS, Tannenbaum DA, Graziano GP, et al. The sagittal alignment of the cervical spine in adolescent idiopathic scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 1995, 15(5): 627-632.
- Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83(8): 1169-1181.
- Abel MF, Singla A, Feger MA, et al. Surgical treatment of Lenke 5 adolescent idiopathic scoliosis: comparison of anterior vs posterior approach[J]. WJ Orthop, 2016, 7(9): 553-560.
- Okada E, Watanabe K, Pang L, et al. Posterior correction and fusion surgery using pedicle-screw constructs for Lenke type 5C adolescent idiopathic scoliosis: a preliminary report [J]. Spine, 2015, 40(1): 25-30.
- Yagi M, Iizuka S, Hasegawa A, et al. Sagittal cervical alignment in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine Deform, 2014, 2(2): 122-130.
- Charles YP, Sfeir G, Matter PV, et al. Cervical sagittal alignment in idiopathic scoliosis treated by posterior instrumentation and in situ bending[J]. Spine, 2015, 40(7): 419-427.
- Lenke LG, Edwards CC 2nd, Bridwell KH, et al. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine[J]. Spine, 2003, 28(20): S199-207.
- Lee CS, Noh H, Lee DH, et al. Analysis of sagittal spinal alignment in 181 asymptomatic children[J]. J Spinal Disord Tech, 2012, 25(8): E259-263.
- Park MS, Moon SH, Lee HM, et al. The effect of age on cervical sagittal alignment: normative data on 100 asymptomatic subjects[J]. Spine, 2013, 38(8): E458-463.
- Ames CP, Blondel B, Scheer JK, et al. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy[J]. Spine, 2013, 38(1): 149-160.
- Park JH, Cho CB, Song JH, et al. T1 slope and cervical sagittal alignment on cervical ct radiographs of asymptomatic persons[J]. J Korean Neurosurg, 2013, 53(6): 356-359.
- Legarreta CA, Barrios C, Rositto GE, et al. Cervical and thoracic sagittal misalignment after surgery for adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2014, 39(16): 1330-1337.
- Ilharreborde B, Vidal C, Skalli W, et al. Sagittal alignment of the cervical spine in adolescent idiopathic scoliosis treated by posteromedial translation[J]. Eur Spine J, 2013, 22(2): 330-337.
- 王辉, 杜蒙蒙, 裴新健, 等. Lenke 5 型特发性脊柱侧凸选择性固定融合术后矢状位颈椎曲度变化特点[J]. 中华灾害救援医学, 2018, 6(7): 380-384.
- 叶峰, 施建雄, 胡建新, 等. 青少年特发性脊柱侧凸术后颈椎矢状位参数变化的研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30(3): 336-342.
- Quan GM, Gibson MJ. Correction of main thoracic adolescent idiopathic scoliosis using pedicle screw instrumentation: does higher implant density improve correction [J]. Spine, 2010, 35(5): 562-567.
- Pesenti S, Blondel B, Peltier E, et al. Interest of T1 parameters for sagittal alignment evaluation of adolescent idiopathic scoliosis patients[J]. Eur Spine J, 2016, 25(2): 424-429.
- Gille O, Champain N, Benchik A, et al. Reliability of 3D reconstruction of the spine of mild scoliotic patients [J]. Spine, 2007, 32(5): 568-573.
- Zhao J, Chen Z, Yang M, et al. Does spinal fusion to T2, T3, or T4 affects sagittal alignment of the cervical spine in Lenke 1 AIS patients: a retrospective study [J]. Medicine, 2018, 97(5): e9764.
- Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: incidence and risk factor analysis of 410 cases [J]. Spine, 2007, 32(24): 2731-2738.
- Ha Y, Schwab F, Lafage V, et al. Reciprocal changes in cervical spine alignment after corrective thoracolumbar deformity surgery[J]. Eur Spine J, 2014, 23(3): 552-559.

(收稿日期:2019-01-17 末次修回日期:2019-04-10)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)