

临床论著

远端固定椎-矢状面稳定椎位置关系对特发性胸椎侧凸矫形术后远端交界性后凸发生率的影响

徐 亮, 孙 旭, 史本龙, 陈忠辉, 陈 曦, 李 松, 秦晓东, 朱泽章, 邱 勇, 钱邦平

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

【摘要】目的:探讨远端固定椎(lowest instrumented vertebra, LIV)和矢状面稳定椎(sagittal stable vertebra, SSV)位置关系对特发性脊柱侧凸患者后路矫形选择性胸弯融合术后远端交界性后凸(distal junctional kyphosis, DJK)发生率的影响。方法:回顾性分析 153 例行后路主胸弯选择性融合术的 Lenke 1A 型青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者的临床资料。SSV 定义为骶骨后上角垂线接触的最远端下终板所在的椎体。根据术后远端固定椎(lowest instrumented vertebra, LIV)与 SSV 的关系分为两组:LIV 位于 SSV 近端椎体为 LIV<SSV 组, LIV 位于 SSV 或其远端椎体为 LIV $\geq$ SSV 组。测量患者术前、术后和随访时的冠状面主弯 Cobb 角和脊柱-骨盆矢状面相关参数, 比较两组患者术后 DJK 的发生率以及发生 DJK 与未发生 DJK 患者的影像学参数和 SRS-22 评分。结果:LIV<SSV 组 31 例, LIV $\geq$ SSV 组 122 例, 两组患者在性别、年龄、Risser 征、手术时间、手术出血量、融合节段数、随访时间、术前影像学参数及 SRS-22 评分均无统计学差异($P>0.05$)。术后随访 24~69 个月, 共有 13 例患者发生 DJK, 发生率为 8.4%, LIV<SSV 组患者 DJK 发生率(25.8%)高于 LIV $\geq$ SSV 组(4.1%)($\chi^2=12.320, P<0.001$)。发生 DJK 患者与未发生 DJK 患者术前影像学参数及 SRS-22 评分均无显著性差异($P>0.05$), 但末次随访时, 发生 DJK 患者的胸椎后凸角、胸腰段后凸角、矢状面轴向距离、远端交界角均高于未发生 DJK 患者, 且 SRS-22 疼痛评分低于未发生 DJK 患者, 差异均有统计学意义($P<0.05$)。结论:远端固定椎-矢状面稳定椎位置关系显著影响 Lenke 1A 型 AIS 患者术后 DJK 的发生率, 远端融合至 SSV 或其远端椎体可以显著降低术后 DJK 的发生率, 更好地维持矢状面平衡。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;矢状面稳定椎;远端交界性后凸;远端固定椎

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.06.09

中图分类号:R682.3, R687.3, R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2017)-06-0524-08

Relationship between lowest instrumented vertebra and sagittal stable vertebra: its influence on the distal junctional kyphosis in postoperative idiopathic thoracic scoliosis/XU Liang, SUN Xu, SHI Ben-long, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27(6): 524-531

【Abstract】Objectives: To investigate the influence of relationship between lowest instrumented vertebra(LIV) and sagittal stable vertebra(SSV) on the occurrence of distal junctional kyphosis(DJK) after posterior selective fusion in Lenke 1A scoliosis. Methods: A consecutive cohort of 153 patients with Lenke 1A scoliosis who had undergone posterior selective thoracic fusion was reviewed. SSV was defined as the last vertebra with inferior endplate touched by the posterior sacrum vertical line. According to the relationship between SSV and LIV, the patients were divided into two groups: LIV<SSV group and LIV $\geq$ SSV group. Parameters of main thoracic curve and sagittal spinal-pelvic alignment were measured in standing radiographs. Moreover, the incidence of DJK was also recorded and compared between these two groups. Results: The follow-up period ranged from 24 to 69 months. There were no significant differences in demographics, radiographs and scores of SRS-22 between two groups preoperatively. A total of 13 patients who presented with DJK(8.4%) was noted at final follow-up. The incidence of DJK in LIV<SSV group was significantly higher than that in LIV $\geq$ SSV group (25.8% vs. 4.1%, $\chi^2=12.320, P<0.001$). No significant differences were noted preoperatively in

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:81401848)

第一作者简介:男(1994-),研究生在读,研究方向:脊柱畸形

电话:(025)68182022 E-mail:saxuliang@163.com

通讯作者:邱勇 E-mail:scoliosis2002@sina.com

radiographic parameters and scores of SRS-22 between patients with and without DJK. However, at final follow-up, thoracic kyphosis, thoracolumbar kyphosis, sagittal vertical axis and distal junctional angle in DJK group were significantly larger than those in non-DJK group, with pain score of SRS-22 in DJK group significantly lower than that in non-DJK group ($P < 0.05$). **Conclusions:** The current study reveals the significant influence of the relationship between SSV and LIV on the incidence of DJK after selective fusion in patients with Lenke 1A scoliosis. A LIV selected at SSV or more caudal level can significantly decrease the incidence of DJK after selective fusion in patients with Lenke 1A curve.

[Key words] Adolescent idiopathic scoliosis; Sagittal stable vertebra; Distal junctional kyphosis; Lowest instrumented vertebra

[Author's address] Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

对于青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 这类三维脊柱畸形, 手术治疗策略和融合节段的选择与术后矫正效果及并发症的发生密切相关^[1-4]。目前, Lenke 1A 型 AIS 患者的畸形矫正术式主要为后路选择性胸弯融合术, 且术后矫正效果满意。但该术式远期随访时的并发症也不容忽视, 如矫正丢失、远端叠加现象、近端交界区后凸以及远端交界区后凸 (distal junctional kyphosis, DJK) 等^[5-9]。临床观察发现, AIS 选择性胸弯融合术中远端固定椎 (lowest instrumented vertebra, LIV) 的选择不仅会影响冠状面矫正效果和附加现象的发生, 还会对术后脊柱矢状面形态以及患者术后生活质量造成影响。Richards 等^[10]最早在研究中报道了特发性脊柱侧凸患者术后 DJK 的现象。邱勇等^[11]和 Kim 等^[12]发现 AIS 患者术后 DJK 的发生主要与术后胸椎后凸及胸腰椎交界区后凸角度增加密切相关。Lowe 等^[13]发现通过扩大远端融合范围可以有效降低 AIS 患者术后 DJK 的发生率。而在一项青少年休门氏病后凸畸形的研究中, Cho 等^[14]提出选择矢状面稳定椎 (sagittal stable vertebra, SSV) 作为 LIV 可以有效降低术后 DJK 的发生率, 同时可以更好地维持矢状面平衡。迄今为止, 不仅 Lenke 1A 型 AIS 患者的 SSV 分布位置未见报道, LIV 相对于 SSV 的位置关系对选择性胸弯融合术后矢状面形态重建的影响亦未曾提及。本研究回顾性分析在我院接受选择性胸弯融合术的 Lenke 1A 型 AIS 患者的临床及影像学资料, 旨在评估 Lenke 1A 型 AIS 患者行后路选择性胸弯融合术后 DJK 的发生率以及探讨 SSV 与 LIV 位置关系对术后 DJK 发生率的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究获本单位伦理委员会批准。病例纳入标准: (1) 2009 年 5 月~2013 年 6 月我院收治的 Lenke 1A 型 AIS 患者, 接受后路选择性胸弯融合手术; (2) 手术时年龄为 10~18 岁; (3) 术后随访大于 2 年, 且术前、术后即刻和末次随访时均有完整临床及影像学资料。排除标准: (1) 既往有脊柱手术或脊柱外伤病史的患者; (2) 合并髋、膝关节疾病以及双下肢不等长的患者。

参照 Cho 等^[14]在青少年休门氏病中提出的 SSV 定义, 将 Lenke 1A 型 AIS 患者 SSV 定义为骶骨后上角垂线接触的最远端下终板所在的椎体 (图 1)。根据手术中 LIV 位置与术前矢状面上 SSV 的关系, 将患者分为两组: LIV < SSV 组 (LIV 位于 SSV 近端椎体) 和 LIV ≥ SSV 组 (LIV 位于

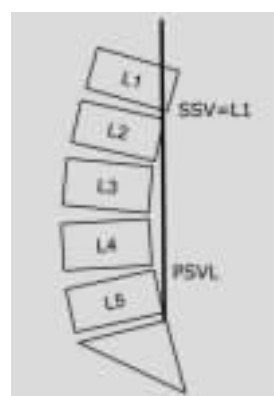


图 1 矢状面稳定椎判定方法示意图, 即骶骨后上角垂线相切的最远端下终板所在椎体 (图中所示矢状面稳定椎为 L1 椎体)

Figure 1 Illustration of SSV. SSV is the vertebra of which the inferior endplate was last touched by the posterior sacral vertical line

SSV或其远端椎体)。

1.2 手术方法

患者于全麻下取俯卧位,后正中纵形切口,根据术前制定的内固定范围显露需要融合的节段,显露时注意保护近端和远端交界区的棘上韧带和棘间韧带。其中近端固定椎的选择由主胸弯上端椎和肩平衡共同决定,LIV的选择由主胸弯下端椎和稳定椎的位置共同决定^[4,9]。所有患者采用椎弓根螺钉技术固定,使用徒手置钉技术对预先设定的固定节段进行置钉,并应用平移技术对脊柱侧凸进行矫形,尽力使 LIV 水平化。冲洗伤口,行固定区后外侧植骨融合,检查无活动性出血,逐层关闭切口,放置引流管。手术全程均在体感诱发电位和运动诱发电位监护下完成。

1.3 影像学测量指标

所有患者术前、术后 1 周和末次随访时均摄站立位全脊柱正侧位 X 线片,采用 Surgimap Spine 软件测量并计算脊柱冠状面和矢状面参数。所有参数均由 1 名脊柱外科医师独立测量,连续测量 2 次后计算平均值。

冠状面参数:(1)主弯侧凸 Cobb 角;(2)Risser 征。

矢状面参数:(1)胸椎后凸角,T5 椎体上终板与 T12 椎体下终板间成角,定义后凸为正值;(2)胸腰椎交界区后凸角,T10 椎体上终板与 L2 椎体下终板间成角,定义后凸为正值;(3)腰椎前凸角,L1 椎体的上终板与 S1 椎体上终板间成角,定义前凸为正值;(4)矢状面轴向距离,骶骨后上角垂线与 C7 铅垂线的水平距离,定义 C7 铅垂线位于骶骨后上角垂线前方时,测量结果为正值;(5)远端交界区后凸角,远端融合椎上终板与其下一个椎体的下终板之间成角^[15],定义后凸为正值。满足下述任意一条标准即诊断为 DJK:(1)术后远端交界区后凸角 $\geq 10^\circ$;(2)术后远端交界区后凸角较术前角至少增加 10° ^[15]。

1.4 生活质量评估

采用 SRS-22 量表评估患者生活质量情况。SRS-22 量表内容涵盖功能状况/活动能力、疼痛、自我形象、心理状况及治疗的满意度五个方面共 22 个问题,每个问题得分为 1~5 分,1 分为很差,5 分为很好。所有患者术前及末次随访时均填写 SRS-22 量表,以评价临床效果。由于治疗满意度为患者对诊疗过程的综合评价,故该维度项目仅

在末次随访时填写。

记录患者术后及随访时的并发症,包括断棒、断钉及感染等。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件(SPSS 公司,美国)进行统计学处理。计量资料采用均数 $\pm$ 标准差表示,对 LIV<SSV 组与 LIV $\geq$ SSV 组的影像学及临床量表评分采用独立样本 t 检验,各组术前、术后及末次随访时的比较采用配对 t 检验,运用 χ^2 检验及 Fisher 精确检验比较两组患者末次随访时 DJK 的发生率。检验水准均取双侧 0.05。

2 结果

2.1 一般资料

本研究共纳入 153 例患者,其中男 25 例,女 128 例,手术时年龄 10~18 岁(14.2 ± 2.2 岁),术前 Cobb 角 $41^\circ\sim 84^\circ$ ($51^\circ\pm 12^\circ$)。所有患者均顺利完成手术。术后 Cobb 角 $7^\circ\sim 19^\circ$ ($12^\circ\pm 5^\circ$);随访 24~69 个月(40.2 ± 9.3 个月),末次随访时 Cobb 角 $11^\circ\sim 22^\circ$ ($14^\circ\pm 6^\circ$)。术中神经电生理监测所有患者均无信号改变,术后无神经损伤,在随访中均无假关节形成、内固定失败等并发症;1 例患者伤口浅表感染,予以抗感染和伤口换药处理后治愈。

2.2 影像学指标评估

SSV 位于 T12 椎体近端 36 例,T12 57 例,L1 42 例,L1 远端 21 例;LIV 位于 T11 18 例,T12 54 例,L1 72 例,L2 远端 9 例。LIV<SSV 组 31 例(图 2),男 6 例,女 25 例;LIV $\geq$ SSV 组 122 例(图 3、4),男 19 例,女 103 例。两组患者年龄、Risser 征、手术时间、出血量、内固定节段、术前脊柱-骨盆参数和术后 1 周及随访主弯 Cobb 角等均无显著性差异(表 1、2)。末次随访时 LIV<SSV 组胸腰段后凸角、矢状面轴向距离和远端交界角均高于 LIV $\geq$ SSV 组,差异具有统计学意义($P<0.05$)。

共有 13 例患者发生 DJK,发生率为 8.4%(13/153)。LIV<SSV 组 8 例发生 DJK,LIV $\geq$ SSV 组 5 例发生 DJK,LIV<SSV 组术后 DJK 的发生率高于 LIV $\geq$ SSV 组(25.8% vs 4.1%),差异有统计学意义($\chi^2=12.320, P<0.001$)。发生 DJK(DJK 组)与未发生 DJK(非 DJK 组)患者影像学参数见表 3,两组患者术前脊柱-骨盆参数无显著性差异($P>0.05$),末次随访时 DJK 组患者胸椎后凸角、胸腰段后凸角、矢状面轴向距离和远端交界角均

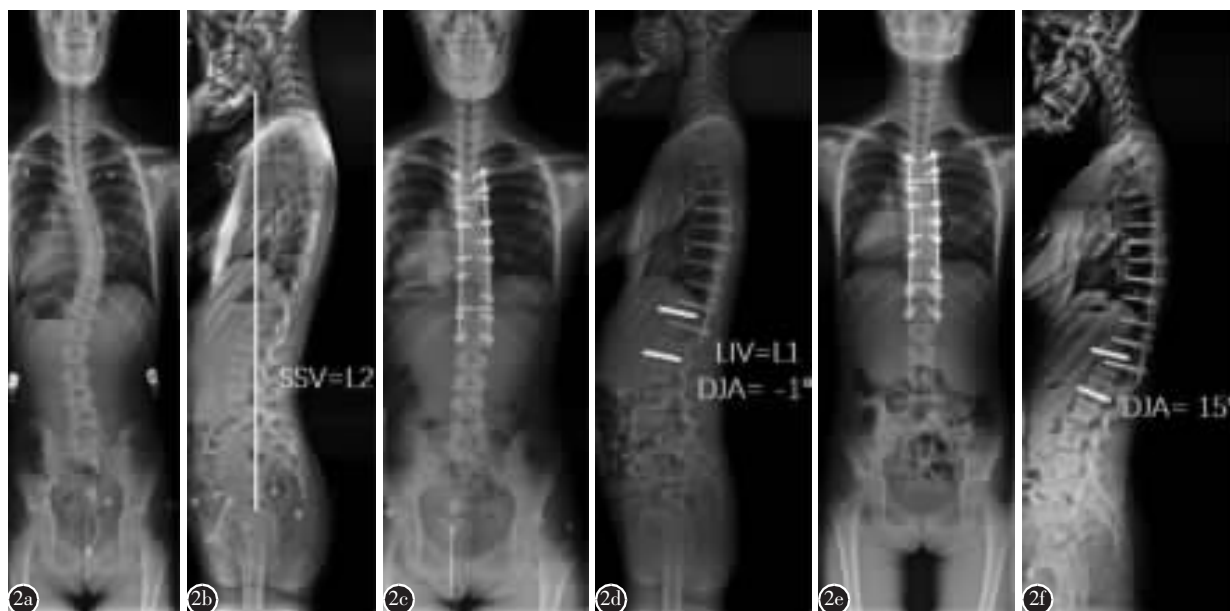


图 2 患者女,12 岁,Lenke 1A 型 AIS 患者,行后路选择性融合手术,手术 LIV<SSV **a** 术前正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 47° **b** 术前侧位 X 线片示 SSV=L2 **c** 术后 1 周正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 10° **d** 术后 1 周侧位 X 线片示 LIV=L1, DJA=1° **e** 术后 2.5 年随访正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 12° **f** 术后 2.5 年侧位 X 线片示 DJA=14°, 诊断 DJK

Figure 2 A 12-year-old girl of Lenke type 1A scoliosis received posterior selective fusion with LIV<SSV **a** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 47° before surgery **b** Radiograph showed SSV=L2 **c** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 10° after surgery **d** Radiograph showed LIV=L1 with DJA of 1° **e** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 12° at 2.5 year postoperatively **f** During the follow-up, DJK was detected with DJA aggravated to 14° at 2.5 year postoperatively



图 3 患者女,15 岁,Lenke 1A 型 AIS 患者,行后路选择性融合手术,术中 LIV=SSV **a** 术前正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 46° **b** 术前侧位 X 线片示 SSV=L1 **c** 术后 1 周正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 12° **d** 术后 1 周侧位 X 线片示 LIV=L1, DJA=-1° **e** 术后 2.8 年随访正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 13° **f** 术后 2.8 年侧位 X 线片示 DJA=1°

Figure 3 A 15-year-old girl of Lenke type 1A scoliosis received posterior selective fusion with LIV=SSV **a** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 46° before surgery **b** Radiograph showed SSV=L1 **c** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 12° after surgery **d** Radiograph showed LIV=L1 with DJA of -1° **e** Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 13° at 2.8 year postoperatively **f** Radiograph showed DJA was 1° at 2.8 year postoperatively



图 4 患者女, 14 岁, Lenke 1A 型 AIS 患者, 行后路选择性融合手术, 术中 LIV>SSV a 术前正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 48° b 术前侧位 X 线片示 SSV=T12 c 术后 1 周正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 14° d 术后 1 周侧位 X 线片示 LIV=L1, DJA=-1° e 术后 2.5 年随访正位 X 线片示主胸弯 Cobb 角 15° f 术后侧位 X 线片示 DJA=-1°

Figure 4 A 14-year-old girl of Lenke type 1A scoliosis received posterior selective fusion with LIV>SSV a Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 48° before surgery b Radiograph showed SSV=T12 c Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 14° after surgery d Radiograph showed LIV=L1 with DJA of -1° e Radiograph showed the Cobb angle of thoracic curve was 15° at 2.5 year postoperatively f Radiograph showed DJA was -1° at 2.5 year postoperatively

表 1 LIV<SSV 组与 LIV≥SSV 组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general information between LIV<SSV group and LIV≥SSV group

	LIV<SSV 组 LIV<SSV group(n=31)	LIV≥SSV 组 LIV≥SSV group(n=122)	t值/χ ² 值 t value/ χ ² value	P值 P value
年龄(岁) Age (year)	14.0±2.1	14.2±2.2	0.684	0.494
性别(男/女) Gender(male/ femal)	6/25	19/103	0.002	0.967
Risser征 Risser grade	3.0±1.0	2.5±1.2	1.972	0.054
手术时间(min) Surgical time	193.2±38.9	205.6±41.2	1.512	0.132
出血量(ml) Blood loss	512±187	537±215	0.509	0.611
融合节段数 Fusion level	10.5±2.1	10.9±2.5	1.534	0.126
随访时间(月) Follow-up	41.8±10.1	40.0±9.1	0.963	0.337
DJK发生率 (%) DJK incidence	25.8(8/31)	4.1(5/122)	12.320	<0.001

显著高于术前及术后即刻值($P<0.05$), 也显著高于未发生 DJK 患者($P<0.05$)。

2.3 生活质量评价

LIV<SSV 组与 LIV≥SSV 组患者在术前及末次随访时 SRS-22 各维度评分均无显著性差异(表 4)。发生 DJK 患者与未发生 DJK 患者在术前各维度评分中均无显著性差异, 但末次随访时发生 DJK 患者疼痛评分显著性低于未发生 DJK 者(表 5, $t=-2.709$, $P=0.019$)。

3 讨论

3.1 Lenke 1A 型 AIS 选择性胸弯融合术后 DJK 的发生率及其危险因素

目前 Lenke 1A 型 AIS 患者主要采用后路选择性胸弯融合手术, 但该术式可因融合节段选择不当导致术后 DJK 的发生也成为影响该类患者矫形术后远期疗效的重要因素之一^[16,17]。Richards 等^[10]和 McCance 等^[18]相继在早期的研究中报道了 AIS 患者术后发生 DJK 的现象。Lowe 等^[13]通过对行前、后路矫形手术的 AIS 患者进行随访, 发现前、后路手术术后 DJK 的发生率分别为 7.1% 和 14.6%, 且发生 DJK 的患者可因邻近节段生物力学的改变而导致腰背部疼痛、椎体不稳以及邻近

表 2 LIV<SSV 组与 LIV≥SSV 组影像学参数比较

Table 2 Comparison of radiological parameters between groups of LIV<SSV and LIV≥SSV

	LIV<SSV 组 LIV<SSV group (n=31)	LIV≥SSV 组 LIV≥SSV group (n=122)
术前 Pre-operatively		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	52.6±11.8	51.0±12.4
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	17.9±6.7	17.4±7.3
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	-2.3±3.6	-2.2±4.7
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	45.1±9.3	44.5±9.7
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-9.0±16.0	-10.6±14.8
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	-5.0±5.9	-3.5±4.7
术后 1 周 1 week post-operatively		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	13.8±8.5 ^①	12.2±4.2 ^①
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	18.7±4.8	17.5±5.9
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	-0.2±3.7	-1.8±4.7
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	44.8±9.2	45.1±10.1
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-11.1±14.9	-10.5±13.8
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	-0.3±2.6 ^①	-2.3±4.6 ^①
末次随访 Final follow-up		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	15.7±5.9 ^①	13.4±6.1 ^①
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	19.7±7.4	17.5±6.2
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	5.1±6.2 ^{①②③}	-1.3±4.7
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	45.1±8.9	44.7±10.3
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-22.5±28.4 ^{①②③}	-11.2±14.1
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	3.7±8.0 ^{①②③}	-0.8±6.8 ^{①②}

注: ①与术前比较 $P<0.05$; ②与术后 1 周比较 $P<0.05$; ③与 LIV≥SSV 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$; ②Compared with 1 week post-operation, $P<0.05$; ③Compared with LIV≥SSV group, $P<0.05$

椎间盘退变的进展,明显降低患者生活质量。本研究随访的 153 例 Lenke 1A 型 AIS 患者中,共 13 例患者发生 DJK,发生率为 8.4%,且末次随访时,发生 DJK 患者 SRS-22 疼痛评分显著低于未发生 DJK 患者,该结果与 Lowe 等^[13]研究结果一致,即 DJK 的发生会影响该类患者的远期生活质量。

表 3 DJK 与非 DJK 患者影像学参数比较

Table 3 Comparison of radiological parameters between patients with and without DJK

	DJK 患者 Patients with DJK (n=13)	非 DJK 患者 Patients without DJK (n=140)
术前 Pre-operatively		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	54.2±8.0	51.0±12.5
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	15.9±3.6	17.7±7.4
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	-3.8±4.4	-2.1±4.5
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	48.2±8.9	44.3±9.6
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-12.7±12.8	-10.1±15.2
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	-3.6±1.9	-3.8±5.2
术后 1 周 1 week post-operatively		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	12.6±8.4 ^①	12.5±5.0 ^①
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	19.0±3.4 ^①	17.6±5.9
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	1.0±6.3 ^①	-1.7±4.3
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	49.3±9.5	44.6±9.9
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-12.1±12.5	-10.4±14.2
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	1.3±2.5 ^①	-2.2±4.4 ^①
末次随访 Final follow-up		
主弯 Cobb(°) Main thoracic Cobb	17.6±6.2 ^{①②③}	13.6±6.0 ^{①②}
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis	26.0±4.0 ^{①②③}	17.2±6.2
胸腰椎交界后凸角(°) Thocolumbar kyphosis	10.6±3.3 ^{①②③}	-0.9±4.7 ^①
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis	47.3±7.6	44.6±10.2
矢状面轴向距离(mm) Sagittal vertical axis	-27.0±23.4 ^{①②③}	-12.2±17.5 ^{①②}
远端交界区后凸角(°) Distal junctional angle	15.8±1.6 ^{①②③}	-1.3±5.6 ^{①②}

注: ①与术前比较 $P<0.05$; ②与术后 1 周比较 $P<0.05$; ③与非 DJK 患者比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$; ②Compared with 1 week post-operation, $P<0.05$; ③Compared with patients without DJK, $P<0.05$

发生 DJK 的危险因素目前仍无明确定论。Lowe 等^[13]发现后路手术的 AIS 患者中,发生 DJK 患者术后胸腰椎后凸角度显著高于未发生 DJK 患者。邱勇等^[11]对 59 例 AIS 患者随访中也得出类似结论,即 DJK 的发生与矢状面胸椎后凸角度及胸腰椎交界区后凸角的增加呈正相关。本研究对

表 4 LIV<SSV 组与 LIV≥SSV 组患者术前和末次随
随时的 SRS-22 评分

Table 4 Comparison of SRS-22 scores between groups
LIV<SSV and LIV≥SSV

	LIV<SSV 组 LIV<SSV group (n=31)	LIV≥SSV 组 LIV≥SSV group (n=122)
术前 Pre-operatively		
功能/活动度 Function	3.58±0.61	3.66±0.63
疼痛 Pain	3.90±0.84	3.98±0.75
自我形象/外观 Self-image	3.54±0.87	3.83±0.73
精神健康 Mental	3.81±0.98	3.89±0.68
末次随访 Final follow-up		
功能/活动度 Function	3.73±0.76	3.68±0.74
疼痛 Pain	4.08±0.52	4.18±0.47 ^①
自我形象/外观 Self-image	4.24±0.75 ^①	4.38±0.63 ^①
精神健康 Mental	4.29±0.53 ^①	4.33±0.62 ^①
治疗满意度 Satisfaction	4.31±0.64	4.14±0.68

注:①与术前比较 $P<0.05$
Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$

153例 Lenke 1A 型 AIS 患者进行随访,发现发生 DJK 患者术后胸椎后凸角度和胸腰椎交界区后凸角度较术前及术后显著增加,且显著高于未发生 DJK 的患者。该结果验证了邱勇等^[11]和 Lowe 等^[13]的发现,即 DJK 的发生与术后胸椎后凸角度和胸腰椎交界区后凸角度增大呈正相关。

3.2 SSV 对降低术后 DJK 的意义

脊柱矢状面失平衡会严重影响患者的生活质量^[18,19],因此在脊柱矫形中,术后矢状面平衡的重建备受术者关注。为了更好地维持矢状面平衡,Cho 等^[14]最早在青少年休门氏病的患者中提出 SSV 的定义,即骶骨后上角垂线所触及的最近端腰椎。同时发现选择 SSV 作为 LIV 可有效降低该类患者术后 DJK 的发生率。笔者认为可能的原因在于若 LIV 未融合至 SSV,LIV 常有向骶骨后上角垂线后方偏移的趋势,显著升高术后矢状面轴向距离,导致 LIV 远端交界区代偿性后凸以维持矢状面平衡,最终导致 DJK 的发生。Lundine 等^[20]的研究也证明了在青少年休门氏病患者中,LIV 选择 SSV 可以显著降低术后 DJK 的发生率,且可更好地维持矢状面平衡。但截至目前,既往文献中尚无关于 Lenke 1A 型 AIS 患者 SSV 的定义及其

表 5 DJK 与非 DJK 患者术前和末次随访时的 SRS-
22 评分

Table 5 Comparison of SRS-22 scores between
patients with and without DJK

	DJK 患者 Patients with DJK (n=13)	非 DJK 患者 Patients without DJK (n=140)
术前 Pre-operatively		
功能/活动度 Function	3.69±0.32	3.64±0.65
疼痛 Pain	3.69±0.87	3.99±0.76
自我形象/外观 Self-image	4.00±0.70	3.75±0.77
精神健康 Mental	3.93±1.02	3.87±0.72
末次随访 Final follow-up		
功能/活动度 Function	3.82±0.52	3.68±0.76
疼痛 Pain	3.53±0.90 ^①	4.22±0.38
自我形象/外观 Self-image	4.17±0.89 ^②	4.37±0.63 ^②
精神健康 Mental	4.06±0.82 ^②	4.34±0.57 ^②
治疗满意度 Satisfaction	4.26±0.62	4.17±0.68

注:①与非 DJK 患者比较 $P<0.05$;②与术前比较 $P<0.05$
Note: ①Compared with patients without DJK, $P<0.05$; ②Compared with pre-operation, $P<0.05$

对术后 DJK 发生率和矫形效果影响的报道。本研究将 SSV 定义为骶骨后上角垂线所接触的最远端下终板所在的椎体。

选择性胸弯融合术中 LIV 选择多以 T12 和 L1 椎体多见^[21]。本研究的 153 例患者中,SSV 位于 T12、L1 及其近端的共 132 例。故 AIS 患者术中融合节段常常已包括 SSV,术后可获得较满意矢状面矫形效果。但对于 LIV 未融合至 SSV 的患者,其术后 DJK 的发生率常明显升高。本研究结果显示相比于 LIV 未融合至 SSV 的患者,LIV 融合至 SSV 可显著降低术后随访中 DJK 的发生率。此外,邱勇等^[11]发现 DJK 的发生与术后胸腰椎交界区后凸角度增大呈正相关;本研究发现 LIV 未融合至 SSV 的患者随访中胸腰椎后凸角显著高于 LIV 融合至 SSV 组患者,提示 LIV 未融合至 SSV 所导致的术后胸腰椎后凸角度的升高亦为 DJK 发生的风险因素之一。

此外,既往研究报道术后胸椎后凸角和腰椎前凸角的相关性也与术后 DJK 的发生密切相关。Yanik 等^[22]发现对于胸椎后凸较大而腰椎前凸重建不足的患者,DJK 的发生可能是为了代偿性增

加腰椎前凸,建议在术中将棒的远端弯成前凸形状以匹配腰椎前凸形态从而避免 DJK 的发生。但该弯棒方法有待在今后的临床工作及研究中进一步验证。

综上所述,在行后路选择性胸弯融合术的 Lenke 1A 型 AIS 患者中,术后 DJK 的发生率约为 8.4%,术后胸椎后凸角和胸腰椎交界区后凸角显著升高将增加患者术后 DJK 的发生率。LIV 选择 SSV 或其远端椎体可以更好地维持矢状面的平衡,同时降低术后 DJK 的发生率。术者在选择该类患者 LIV 时,应综合考虑 SSV 对术后矫形效果和并发症的影响,以期获得更好的矫形效果。

4 参考文献

1. Wang Y, Hansen ES, Høy K, et al. Distal adding-on phenomenon in Lenke 1A scoliosis: risk factor identification and treatment strategy comparison[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2011, 36(14): 1113-1122.
2. Zhang Y, Lin G, Zhang J, et al. Radiographic evaluation of posterior selective thoracolumbar or lumbar fusion for moderate Lenke 5C curves [J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2017, 137(1): 1-8.
3. 邱贵兴, 徐宏光, 王以朋, 等. 青少年特发性脊柱侧凸术后失代偿原因分析及处理[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(7): 414-417.
4. Cho RH, Yaszay B, Bartley CE, et al. Which Lenke 1A curves are at the greatest risk for adding-on... and why [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(16): 1384-1390.
5. 孙旭, 邱勇, 孙超, 等. 特发性胸椎侧凸选择性融合术后远端叠加现象[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(2): 103-108.
6. Qin X, Sun W, Xu L, et al. Selecting the last "substantially" touching vertebra as lowest instrumented vertebra in Lenke type 1A curve: radiographic outcomes with a minimum of 2-year follow-up[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016 41(12): E742-750.
7. Matsumoto M, Watanabe K, Hosogane N, et al. Postoperative distal adding-on and related factors in Lenke type 1A curve [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(9): 737-744.
8. Qiu Y, Zhu F, Wang B, et al. Comparison of surgical outcomes of lenke type 1 idiopathic scoliosis: vertebral coplanar alignment versus derotation technique [J]. J Spinal Disord Tech, 2011, 24(8): 492-499.
9. 丁旗, 邱勇, 孙旭, 等. 主胸腰弯或腰弯型青少年特发性脊柱侧凸行前路选择性融合术后胸弯失代偿的危险因素[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(6): 518-523.
10. Richards BS, Birch JG, Herring JA, et al. Frontal plane and sagittal plane balance following Cotrel-Dubousset instrumentation for idiopathic scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1989, 14(7): 733-737.
11. 邱勇, 夏才伟, 王斌, 等. 青少年特发性胸椎侧凸选择性融合术后的远端交界性后凸[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(2): 117-122.
12. Kim YJ, Lenke LG, Cho SK, et al. Comparative analysis of pedicle screw versus hook instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(18): 2040-2048.
13. Lowe TC, Lenke L, Betz R, et al. Distal junctional kyphosis of adolescent idiopathic thoracic curves following anterior or posterior instrumented fusion: incidence, risk factors, and prevention[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2006, 31(3): 299-302.
14. Cho KJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Selection of the optimal distal fusion level in posterior instrumentation and fusion for thoracic hyperkyphosis: the sagittal stable vertebra concept[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(8): 765-770.
15. Glatte RC, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcomes, and risk factor analysis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(14): 1643-1649.
16. Suk SI, Lee SM, Chung ER, et al. Selective thoracic fusion with segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis: more than 5-year follow-up[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(14): 1602-1609.
17. Rhee JM, Bridwell KH, Won DS, et al. Sagittal plane analysis of adolescent idiopathic scoliosis: the effect of anterior versus posterior instrumentation [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2002, 27(21): 2350-2356.
18. McCance SE, Denis F, Lonstein JE, et al. Coronal and sagittal balance in surgically treated adolescent idiopathic scoliosis with the King II curve pattern: a review of 67 consecutive cases having selective thoracic arthrodesis [J]. Spine(Phila Pa 1976), 1998, 23(19): 2063-2073.
19. Cho SK, Kim YJ, Lenke LG. proximal junctional kyphosis following spinal deformity surgery in the pediatric patient [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(7): 408-14.
20. Lundine K, Turner P, Johnson M, et al. Thoracic hyperkyphosis: assessment of the distal fusion level [J]. Global Spine J, 2012, 2(2): 65-70.
21. 刘臻, 邱勇, 朱泽章, 等. Lenke 1 型特发性脊柱侧凸选择性胸弯融合时的下端融合椎选择: T12 还是 L1[J]. 中国矫形外科杂志, 2012, 20(21): 1921-1925.
22. Yanik HS, Ketenci IE, Coskun T, et al. Selection of distal fusion level in posterior instrumentation and fusion of Scheuermann kyphosis: is fusion to sagittal stable vertebra necessary[J]. Eur Spine J, 2016, 25(2): 583-589.

(收稿日期:2017-04-07 末次修回日期:2017-06-02)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)