

临床论著

青少年特发性脊柱侧凸后路矫形后远端交界区变化

邢泽军¹, 仇建国¹, 于斌¹, 刘勇¹, 刘景臣², 汪学松¹, 孙武¹, 赵丽娟¹, 邱贵兴¹

(1 中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院骨科 100730 北京市;

2 吉林大学中日联谊医院骨科 130031 吉林省长春市)

【摘要】目的:探讨青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者后路矫形术后远端交界区(LIV+2)在冠状面、矢状面和轴位上的变化。**方法:**2005年6月~2007年6月手术治疗 AIS 患者 32 例,男 6 例,女 26 例,年龄 10~19 岁,平均 14.4 岁。按 PUMC 分型,Ⅰc 1 例,Ⅱa 4 例,Ⅱb1 9 例,Ⅱb2 1 例,Ⅱc1 1 例,Ⅱc3 5 例,Ⅱd1 5 例,Ⅲa 5 例,Ⅲb 1 例。均采用后路全节段椎弓根螺钉系统矫形固定,其中远端融合椎(LIV)与稳定椎(SV)为同一椎体(A 组)15 例,LIV 与 SV 非同一椎体(B 组)17 例。术前和末次随访时摄站立位全脊柱正侧位 X 线片,测量冠状面上躯干偏移(TS),LIV 的倾斜度(LIVT),LIV 尾侧椎间盘开角(LIVA),冠状面和矢状面上远端交界区的 Cobb 角和椎体的旋转度(LIV+1 VR 和 LIV+2 VR)。**结果:**随访 24~36 个月,平均 29 个月。两组末次随访时的 TS 与术前比较均无显著性差异($P>0.05$)。A 组 LIVT 由术前 $20.2^{\circ}\pm 5.9^{\circ}$ 下降到末次随访时的 $4.7^{\circ}\pm 3.8^{\circ}$ ($P<0.001$),B 组由 $17.2^{\circ}\pm 5.5^{\circ}$ 下降到 $4.4^{\circ}\pm 2.7^{\circ}$ ($P<0.001$);A 组术前和末次随访时 LIVA 分别为 $7.5^{\circ}\pm 4.7^{\circ}$ 和 $3.9^{\circ}\pm 3.1^{\circ}$ ($P=0.056$);B 组分别为 $4.5^{\circ}\pm 3.4^{\circ}$ 和 $5.4^{\circ}\pm 3.2^{\circ}$ ($P=0.492$);Pearson's 相关分析显示两组远端融合椎倾斜度变化和其尾侧椎间盘开角变化之间相关性不显著(A 组 $r=-0.067$, $P=0.813$;B 组 $r=0.362$, $P=0.154$)。A 组远端交界区(LIV+2)冠状面上 Cobb 角由术前 $20.5^{\circ}\pm 9.6^{\circ}$ 矫正至末次随访时 $9.4^{\circ}\pm 7.3^{\circ}$ ($P<0.001$);B 组由 $13.8^{\circ}\pm 6.7^{\circ}$ 矫正至 $8.1^{\circ}\pm 4.7^{\circ}$ ($P=0.013$);A、B 组末次随访时远端交界区矢状面上 Cobb 角与术前比较均无显著性差异(分别为 $P=0.464$, $P=0.598$);Pearson's 相关分析显示 A 组末次随访时矢状面 Cobb 角和术前矢状面 Cobb 角之间相关性不显著($r=0.076$, $P=0.788$),B 组的相关性显著($r=0.803$, $P<0.001$)。两组末次随访时 LIV+1 VR 和 LIV+2 VR 与术前比较均无显著性差异($P>0.05$)。**结论:**AIS 患者应用后路全节段椎弓根螺钉系统矫正后远端交界区在冠状面上矫形明显,矢状面和轴位上矫形不明显,且远端融合椎倾斜度减小。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;椎弓根螺钉;远端交界区变化;后路矫形

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2010.01.07

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2010)-01-0029-05

Distal junctional changes in adolescent idiopathic scoliosis following posterior correction/XING Zejun, ZHANG Jianguo, YU Bin, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2010, 20(1): 29-33

【Abstract】Objective:To investigate distal junctional changes on the coronal, sagittal and axial plane in adolescent idiopathic scoliosis(AIS) undergoing posterior correction.**Method:**32 AIS cases from June 2005 to June 2007 undergoing surgery were reviewed retrospectively. There were 6 males and 26 females with an average age of 14.4 years (range, 10 to 19 years old). The curve types included PUMC Ⅰc 1 case, Ⅱa 4 cases, Ⅱb 9 cases, Ⅱb2 1 case, Ⅱc1 1 case, Ⅱc3 5 cases, Ⅱd1 5 cases, Ⅲa 5 cases, Ⅲb 1 case. All of them undergoing posterior correction using pedicle screw constructs alone were divided into 2 groups: group A, 15 cases, with the lowest instrumented vertebrae(LIV) of stable vertebrae(SV) ($SV=LIV$); group B, 17 cases, with LIV of not the stable vertebrae ($SV\neq LIV$). Radiographic measurements from standing antero-posterior and lateral radiographs before surgery and at final follow-up including trunk shift(TS), lowest instrumented vertebrae tilt(LIVT), distal disc angulation(LIVA), coronal and sagittal Cobb angle of distal junction(LIV+2), axial rotation of distal junction(LIV+1 vertebral rotation and LIV+2 vertebral rotation) were collected and analyzed.**Result:**The average follow-up was 29 months (range, 24 to 36 months). There were no statistic difference in TS before surgery and at final follow-up in both groups ($P>0.05$). The LIVT was corrected from $20.2^{\circ}\pm 5.9^{\circ}$ before surgery to $4.7^{\circ}\pm$

第一作者简介:男(1973-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)65296081 E-mail:xingzejun@yahoo.cn

通讯作者:邱贵兴 E-mail:qiugx@medmail.com.cn

3.8° at final follow-up ($P<0.001$) in group A and $17.2^\circ\pm 5.5^\circ$ to $4.4^\circ\pm 2.7^\circ$ ($P<0.001$) in group B. The LIV A was corrected from $7.5^\circ\pm 4.7^\circ$ before surgery to $3.9^\circ\pm 3.1^\circ$ at final follow-up ($P=0.056$) in group A and $4.5^\circ\pm 3.4^\circ$ to $5.4^\circ\pm 3.2^\circ$ ($P=0.492$) in group B. The LIV A change was not significantly correlated with the change of the LIV T in both group (group A: $r=-0.067$, $P=0.813$; group B: $r=0.362$, $P=0.154$). The coronal Cobb of LIV+2 improved significantly from $20.5^\circ\pm 9.6^\circ$ before surgery to $9.4^\circ\pm 7.3^\circ$ at final follow-up ($P<0.001$) in group A and $13.8^\circ\pm 6.7^\circ$ to $8.1^\circ\pm 4.7^\circ$ ($P=0.013$) in group B. There was no significant difference in sagittal curve correction of LIV+2 in both groups (group A: $P=0.464$, group B: $P=0.598$). The correlation of sagittal curve correction was not significant in group A ($r=0.076$, $P=0.788$) while significant in group B ($r=0.803$, $P<0.001$). There were no significant difference of LIV+2 curve axial correction in both groups ($P>0.05$). **Conclusion:** The distal junctional correction for AIS due to pedicle screw fixation is more significant on the coronal plane rather than the sagittal plane and axial plane, meanwhile the lowest instrumented vertebrae tilt is decreased after surgery.

【Key words】 Adolescent idiopathic scoliosis; Pedicle screw; Distal junctional changes; Posterior correction

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Peking Union Medical College Hospital, Peking Union Medical College, Chinese Academy of Medical Sciences, Beijing, 100730, China

随着后路椎弓根螺钉技术在脊柱侧凸矫形外科的应用,许多作者报道椎弓根螺钉系统不仅提高了矫形效果,而且可以尽可能多地保留远端运动节段^[1]。青少年特发性脊柱侧凸(AIS)后路椎弓根螺钉技术矫形后远端交界区变化的报道并不多见。本研究旨在分析使用后路椎弓根螺钉系统矫形 AIS 后远端交界区在冠状面、矢状面和轴向上平面上的变化,为术前预测远端融合椎(LIV)下方节段的发展变化提供一定的理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

病例入选标准:(1)根据症状、体征及常规 X 线检查诊断为 AIS;(2)经脊髓造影及 CTM 或 MRI 除外脊髓内畸形,如脊髓空洞、脊髓纵裂等;(3)冠状面 Cobb 角 $>40^\circ$ 但 $<80^\circ$;(4)使用后路全节段椎弓根螺钉系统进行矫形,远端融合椎在 L3 或以上;(5)所有手术的术者为同一位脊柱矫形外科医师。

2005 年 6 月~2007 年 6 月在我院住院手术且符合上述入选标准的 AIS 患者 32 例,其中男 6 例,女 26 例,年龄 10~19 岁,平均 14.4 岁。使用 PUMC(协和)分型系统对侧凸进行分型^[2], I c 1 例, II a 4 例, II b1 9 例, II b2 1 例, II c1 1 例, II c3 5 例, II d1 5 例, III a 5 例, III b 1 例。LIV 位置:T10 1 例,T11 3 例,T12 7 例,L1 10 例,L2 2 例,L3 9 例。根据 LIV 和稳定椎(SV)的位置关系将本组患者分为 2 组,A 组:LIV 与 SV 为同一椎体($LIV=SV$),共 15 例,其中男 4 例,女 11 例,年龄 12~19 岁,平均 15.3 ± 2.3 岁,Risser 征 0~5 级,

平均 2.80 ± 1.78 级;B 组:LIV 与 SV 不是同一椎体($LIV\neq SV$),共 17 例,其中 8 例 LIV 位于 SV 近端第一个椎体($LIV=SV-1$),9 例 LIV 位于 SV 近端第二个椎体($LIV=SV-2$),男 2 例,女 15 例,年龄 10~17 岁,平均 13.5 ± 1.8 岁,Risser 征 0~5 级,平均 3.29 ± 1.31 级。

1.2 手术技术

所有患者均采用单纯后路全节段椎弓根螺钉系统矫形,后正中入路显露计划融合的节段,保留远近端至少一个运动节段棘上韧带和棘间韧带的完整性,以减少术后出现交界性后凸。使用“徒手”椎弓根螺钉置入技术置入椎弓根螺钉^[3],至少在融合范围内椎体的一侧使用椎弓根螺钉,在上下锚定点至少使用一对万向椎弓根螺钉,其余节段使用单向螺钉。将矫形棒预弯成接近正常的生理曲度,通过去旋转和节段性撑开加压矫形等技术,使融合节段远端尽量保持水平,使用自体棘突碎骨粒和同种异体骨或含骨形态发生蛋白(BMP)的异种骨行 Moe 氏植骨。所有患者均未行胸廓成形术。

1.3 放射学评价

术前和末次随访时拍摄全脊柱站立前后位和侧位 X 线片。在前后位 X 线片上测量:(1)躯干偏移(TS),即 C7 中垂线和骶骨正中中线(CSVL)之间的距离;(2)LIV 倾斜度(LIVT),即 LIV 下终板和水平线之间的夹角;(3)LIV 尾侧椎间盘开角(LIVA),即 LIV 下终板和 LIV+1 椎体上终板之间的夹角,术前夹角向凸侧开角定义为“-”值,向凹侧开角定义为“+”值;(4)远端交界区(LIV+2)冠状面 Cobb 角,即 LIV 下终板和 LIV 相邻椎体

(LIV+2) 椎体上终板之间的 Cobb 角; (5) 采用 Perdrolle 法^[4]测量 LIV 远端第一个椎体的旋转度 (LIV+1 VR) 和 LIV 远端第二个椎体的旋转度 (LIV+2 VR)(图 1)。在侧位 X 线片上测量远端交界区 (LIV+2) 矢状面 Cobb 角 (图 1)。

1.4 统计学分析

测量数据以均数±标准差、最大值和最小值表示,用 SPSS 16.0 软件对数据进行处理和分析,术前和末次随访数据比较采用配对 *t* 检验,并对远端融合椎的倾斜度变化和其尾侧椎间盘的开角变化、术前矢状面 Cobb 角和末次随访矢状面 Cobb 角进行 Pearson's 相关分析, $P<0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

两组患者术前和末次随访时影像学测量结果见表 1。以 $TS\leq 2\text{cm}$ 为脊柱在冠状面上平衡,两组

患者末次随访时均获得较满意的临床结果;以 $TS>2\text{cm}$ 为躯干失代偿, A 组术前失代偿 2 例,末次随访时为 1 例; B 组术前失代偿 4 例,末次随访时为 1 例。A、B 两组末次随访时的 LIVT 均较术前明显减小 ($P<0.001$), LIVT 的矫形率分别为 70.8% 和 74.4%。

两组末次随访时的 LIVA 与术前比较均无显著性差异 (A 组 $P=0.056$, B 组 $P=0.492$)。将椎间盘开角大于 5° 定义为绝对楔形变, 术前远端融合椎尾侧椎间盘绝对楔形变在两组中各为 10 例; 末次随访时在 A 组为 4 例, B 组为 9 例。两组术前远端融合椎下终板与相邻节段终板平行 ($LIVA=0^\circ$) 共 6 例, 末次随访椎间盘的楔形变为 4 例。术前远端融合椎尾侧椎间盘开角较小 ($LIVA<5^\circ$) 者术后容易反向张开, 术前远端融合椎尾侧椎间盘开角较大 ($LIVA>5^\circ$), 术后椎间盘开角减小或反向张开。Pearson's 相关分析显示, A 组远端融合椎的倾

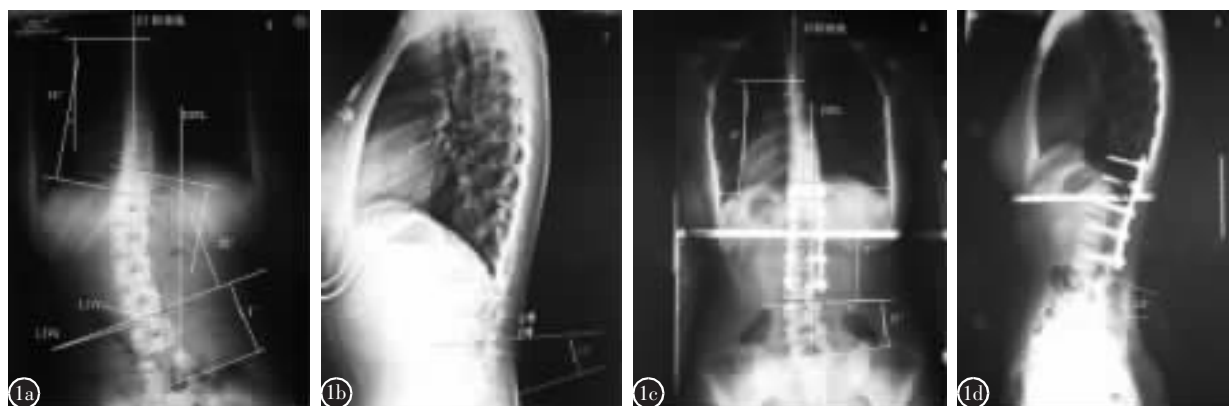


图 1 a 在术前站立前后位 X 线片上测量 T5~T11 冠状面 Cobb 角、T11~L3 冠状面 Cobb 角、远端融合椎倾斜度 (LIVT)、远端融合椎尾侧椎间盘开角 (LIVA)、远端融合椎 (LIV)+1 椎体旋转度、LIV+2 椎体旋转度、LIV+2 冠状面 Cobb 角 b 在术前侧位 X 线片上测量 LIV+2 矢状面 Cobb 角 c 在术后 26 个月站立前后位 X 线片上测量 T5~T11 冠状面 Cobb 角、T11~L3 冠状面 Cobb 角、LIVT、LIVA、LIV+1 椎体旋转度、LIV+2 椎体旋转度、LIV+2 冠状面 Cobb 角 d 在术后 26 个月侧位 X 线片上测量 LIV+2 矢状面 Cobb 角

表 1 两组患者术前和末次随访时影像学测量结果

	A 组 (LIV=SV, n=15)			B 组 (LIV≠SV, n=17)		
	术前	末次随访时	P 值	术前	末次随访时	P 值
TS (cm)	1.11±1.01 (0~3.4)	1.2±0.81 (0~2.2)	0.649	1.5±0.26 (0.4~4.2)	0.94±0.14 (0~2.5)	0.058
LIVT (°)	20.2±5.9 (12~30)	4.7±3.8 (0~12)	0.000	17.2±5.5 (4~26)	4.4±2.7 (0~8)	0.000
LIVA (°)	7.5±4.7 (0~14)	3.9±3.1 (0~11)	0.056	4.5±3.4 (0~10)	5.4±3.2 (0~14)	0.492
冠状面 LIV+2 Cobb 角 (°)	20.5±9.6 (1~36)	9.4±7.3 (2~30)	0.000	13.8±6.7 (4~28)	8.1±4.7 (2~17)	0.013
矢状面 LIV+2 Cobb 角 (°)	10.4±6.6 (2~26)	8.5±7.5 (0~25)	0.464	22.8±16.3 (0~46)	21.5±15.1 (8~42)	0.598
LIV+1 VR (°)	7.6±4.3 (0~15)	6.7±3.4 (3~15)	0.216	5.8±3.0 (0~12)	5.9±2.6 (0~10)	0.885
LIV+2 VR (°)	5.7±3.4 (0~10)	5.1±3.1 (0~10)	0.126	2.9±3.4 (0~12)	3.4±4.6 (0~15)	0.198

注: LIV, 远端融合椎; SV, 稳定椎; TS, 躯干偏移; LIVT, 远端融合椎倾斜度; LIVA, 远端融合椎尾侧椎间盘开角; LIV+2, LIV 远端第二个椎体; LIV+1 VR, LIV 远端第一个椎体的旋转度; LIV+2 VR, LIV 远端第二个椎体的旋转度

斜度变化和其尾侧椎间盘的开角变化相关性不显著($r=-0.067, P=0.813$, 图 2), B 组远端融合椎的倾斜度变化和其尾侧椎间盘的开角变化相关性也不显著($r=0.362, P=0.154$, 图 3)。

两组末次随访时远端交界区(LIV+2)冠状面 Cobb 角较术前均减小(A 组 $P<0.001$, B 组 $P=0.013$), 矢状面 Cobb 角与术前比较变化不明显(A 组 $P=0.464$, B 组 $P=0.598$)。Pearsons 相关分析显示, A 组术前矢状面 Cobb 角和末次随访时矢状面 Cobb 角之间相关性不显著($r=0.076, P=0.788$, 图 4), B 组术前矢状面 Cobb 角和末次随访时矢状面 Cobb 角之间的相关性显著($r=0.803, P<0.001$, 图 5)。两组末次随访时的 LIV+1 VR 和 LIV+2 VR 分别与术前比较均无显著性差异(A 组 $P=0.216$, B 组 $P=0.885$; A 组 $P=0.126$, B 组 $P=0.198$)。

3 讨论

AIS 手术矫形的目的是矫正冠状面上畸形、恢复矢状面上正常的生理曲度、轴位上去旋转而尽可能减少融合范围。与钩棒系统相比, 使用椎弓根螺钉系统矫正 AIS 不仅提高了胸弯的矫正率, 而且术后冠状面上失代偿的发生率下降^[5]。有研

究^[6]表明矫形力趋向于集中在远端融合椎, 会导致术后远端融合椎尾侧椎间盘的楔形变并致患者出现腰背痛等问题, 但是人们对 AIS 术后远端融合椎交界区的变化关注甚少。

虽然选择合适的远端融合椎受到很多因素的限制, 但是通过矫形力尽可能使远端融合椎倾斜度减小可能与特发性脊柱侧凸矫形后保持长期满意的临床效果有关。受矫形器械的影响, 对远端融合椎倾斜度矫形的程度不同。Shufflebarger 等^[7]和 Halm 等^[8]都认为使用椎弓根螺钉可以最大程度减少远端融合椎的倾斜度, 其原因是椎弓根螺钉的位置比椎板钩位置更靠外侧, 扭转力臂长, 相同的矫形力产生的扭转力矩大, 后者报道使用椎弓根螺钉远端融合椎倾斜度的矫正率为 81%。Liljenqvist 等^[9]发现全椎弓根螺钉组远端融合椎倾斜度的矫正率为 70%, 而钩棒系统组为 60%。在本研究中 A、B 两组患者术后远端融合椎的倾斜度明显减少, 矫正率分别为 70.8% 和 74.4%, 与文献报道基本一致。

当矫形力使远端融合椎倾斜度减少时, 其尾侧的椎间盘开角会发生变化。从本组资料可以看出受术前椎间盘开角的影响较大。从力学平衡的

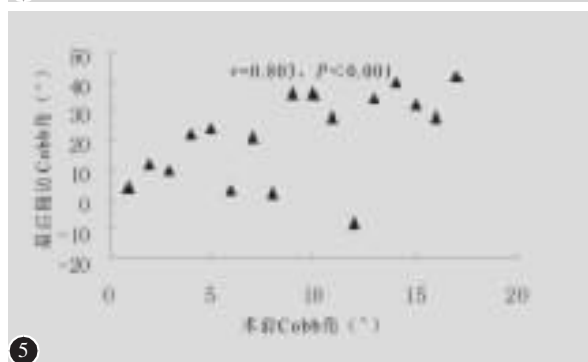
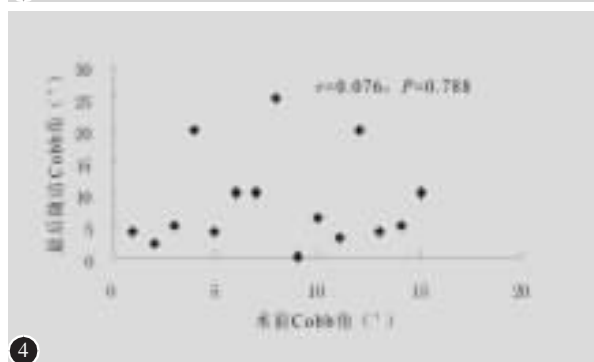
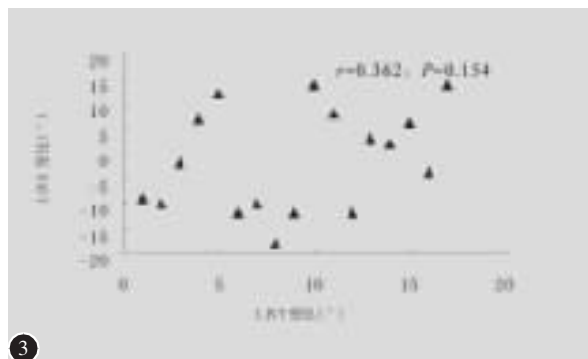
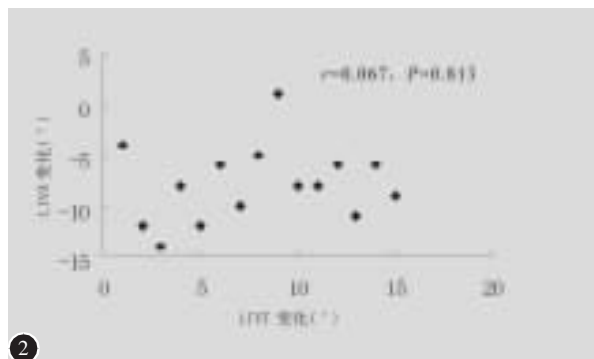


图 2 LIV 与 SV 为同一椎体组 (A 组) LIVT 变化与 LIVA 变化 Pearson 相关性分析 图 3 LIV 与 SV 不是同一椎体组 (B 组) LIVT 变化与 LIVA 变化的 Pearson 相关性分析 图 4 A 组术前与末次随访时矢状位上 LIV+2 Cobb 角的 Pearson 相关性分析 图 5 B 组术前与末次随访时矢状位上 LIV+2 Cobb 角的 Pearson 相关性分析

观点看,远端融合椎倾斜度的减小需要其相邻的椎间盘和椎体来代偿这种变化,导致椎间盘的开角减小或加大,甚至反向张开。Satake 等^[10]观察到如果术前远端融合椎尾侧椎间盘开角几乎平行而行短节段融合没有将下端椎包括在内,术后出现远端融合椎楔形变的几率很高,并在术后 2 年内楔形变的程度增大。Kaneda 等^[11]报道在胸腰弯/腰弯的 AIS 患者中行前路双棒短节段融合后出现远端融合椎尾侧椎间盘的楔形变,随访 2 至 4 年时平均为 6.6°。Bitan 等^[12]报道了 24 例胸腰弯/腰弯的 AIS 患者经短节段融合后,5 例患者在远端融合椎下方凸侧椎间盘出现楔形变,2 年随访没有变化。对脊柱侧凸矫形过程的分析显示,在去旋转过程中矫形力被认为是平均分配到整个侧凸节段内^[13],而使用节段性加压力使远端融合椎向顶椎方向移位,必然使其下方的椎间盘产生楔形变。Spiegel 等^[6]利用小牛前路脊柱融合模型证实固定端椎上骨-螺钉界面间的应力越高,传递到椎体上的应力越大,同时相对于远端融合椎上方节段矫形而在其尾侧椎间盘产生的自发矫形会导致其楔形变。本研究结果显示,使用椎弓根螺钉系统矫正 AIS 后 LIVA 的绝对楔形变的发生率下降,但是其变化与术前的开角方向及程度有关。

人们已经对选择性融合胸弯后代偿性腰弯的自发性矫形进行了大量研究。Ritzman 等^[14]报道选择性融合胸弯后轴位上腰弯自发性矫形为 49%。Suk 等^[15]对 203 例 AIS 患者选择性融合胸弯后随访 5 年以上,代偿性腰弯的矫形接近 66%。本研究结果同样显示远端交界区出现自发性矫形现象,但是在冠状面上矫形明显,而在矢状面和轴向平面内的矫形不明显,其原因可能与畸形本身和不同平面上的矫形力大小有关。

总之,使用后路全节段椎弓根螺钉系统不仅可以矫正脊柱侧凸获得较好的躯干平衡,而且远端交界区也可产生一定的自发性矫正,但是要避免术后远端融合椎尾侧椎间盘楔形变过大可能产生的潜在影响,同时需要长期随访资料来证实远端交界区的变化。

4 参考文献

1. Suk SI, Lee CK, Kim WJ, et al. Segmental pedicle screw fixation in the treatment of thoracic idiopathic scoliosis [J]. Spine, 1995, 20(12):1399-1405.
2. Qiu G, Zhang J, Wang Y, et al. A new operative classification of idiopathic scoliosis: a Peking Union Medical College method [J]. Spine, 2005, 30(12):1419-1426.
3. Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Free hand pedicle screw placement in the thoracic spine: is it safe [J]? Spine, 2004, 29(3):333-342.
4. Perdriolle R, Vidal J. Thoracic idiopathic scoliosis curve evaluation and prognosis [J]. Spine, 1985, 10(9):785-791.
5. Dobbs MB, Lenke LG, Kim YJ, et al. Selective posterior thoracic fusions for adolescent idiopathic scoliosis: comparison of Hooks versus pedicle screws [J]. Spine, 2006, 31(20):2400-2404.
6. Spiegel DA, Cunningham BW, Oda I, et al. Anterior vertebral screw strain with and without solid interspace support [J]. Spine, 2000, 25(21):2755-2761.
7. Shuffelbarger HL, Geck MJ, Clark CE. The posterior approach for lumbar and thoracolumbar adolescent idiopathic scoliosis: posterior shortening and pedicle screws [J]. Spine, 2004, 29(3):269-276.
8. Halm H, Niemeyer T, Link T, et al. Segmental pedicle screw instrumentation in idiopathic thoracolumbar and lumbar scoliosis [J]. Eur Spine J, 2000, 9(3):191-197.
9. Liljenqvist U, Lepsien U, Hackenberg L, et al. Comparative analysis of pedicle screw and hook instrumentation in posterior correction and fusion of idiopathic thoracic scoliosis [J]. Eur Spine J, 2002, 11(4):336-343.
10. Satake K, Lenke LG, Kim YJ, et al. Analysis of the lowest instrumented vertebra following anterior spinal fusion of thoracolumbar/lumbar adolescent idiopathic scoliosis: can we predict postoperative disc wedging [J]? Spine, 2005, 30(4):418-426.
11. Kaneda K, Shono Y, Satoh S, et al. New anterior instrumentation for the management of thoracolumbar and lumbar scoliosis [J]. Spine, 1996, 21(10):1250-1262.
12. Bitan FD, Neuwirth MG, Kuflik PL, et al. The use of short and rigid anterior instrumentation in the treatment of idiopathic thoracolumbar scoliosis [J]. Spine, 2002, 27(14):1553-1557.
13. Majd ME, Castro FP Jr, Holt RT. Anterior fusion for idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2000, 25(6):696-702.
14. Ritzman TF, Upasani VV, Bastrom TP, et al. Comparison of compensatory curve spontaneous derotation after selective thoracic or lumbar fusions in adolescent idiopathic scoliosis [J]. Spine, 2008, 33(24):2643-2647.
15. 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, 2005, 30(14):1602-1609.

(收稿日期:2009-08-07 修回日期:2009-11-23)

(英文编审 蒋欣)

(本文编辑 李伟霞)