

## 临床论著

## Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸患者不同上端融合椎对术后双肩平衡的影响

江 华, 钱邦平, 邱旭升, 孙 旭, 蒋 军, 朱泽章, 王 斌, 邱 勇

(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:探讨不同上端融合椎对术前双肩水平的 Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者术后双肩平衡的影响。方法:选取 2006 年 6 月~2009 年 6 月在我院行后路主胸弯融合术并有 2 年以上完整影像学随访资料的 32 例 Lenke 1 型 AIS 患者。所有患者术前均表现为双肩水平,其中男 6 例,女 26 例,手术时年龄 13~19 岁,平均 14.9 岁,上胸弯 Cobb 角平均为  $23.7^{\circ} \pm 8.0^{\circ}$  ( $10^{\circ} \sim 36^{\circ}$ ),主胸弯 Cobb 角平均  $47.5^{\circ} \pm 6.9^{\circ}$  ( $40^{\circ} \sim 62^{\circ}$ )。按照上端融合椎不同将 AIS 患者分为两组:A 组,上端融合椎为 T3, 19 例;B 组,上端融合椎为 T4, 13 例。A 组患者的手术时年龄、Risser 征、上胸弯及主胸弯柔韧度与 B 组比较均无统计学差异 ( $P > 0.05$ )。采用方差分析比较两组患者术前、术后 1 年和末次随访时的上胸弯及主胸弯 Cobb 角、顶椎及躯干偏移距离、影像学肩关节高度差(radiographic shoulder height, RSH)、喙突高度差(CPH)和锁骨角(CA)。结果:A 组随访时间 2~4.5 年,平均  $3.6 \pm 1.3$  年;B 组随访时间 2~4.8 年,平均  $3.1 \pm 2.1$  年,两组比较无统计学差异 ( $P > 0.05$ )。术前、术后 1 年和末次随访时,A 组患者的上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、顶椎及躯干偏移距离、RSH、CPH 及 CA 与 B 组比较均无统计学差异 ( $P > 0.05$ )。A、B 两组患者术后 1 年和末次随访时的上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、顶椎及躯干偏移距离、RSH、CPH、CA 分别与术前比较均有显著性改善 ( $P < 0.05$ );末次随访时,两组患者的上胸弯 Cobb 角及 RSH、CPH、CA 较术后 1 年均显著减小 ( $P < 0.05$ ),均获得较满意的双肩平衡。结论:对于术前双肩水平的 Lenke 1 型 AIS 患者,上端融合椎为 T3 或 T4 对重建术后双肩平衡的疗效无明显差别;对此类患者上端融合至 T4 即可获得良好的矫形效果和满意的双肩平衡。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;Lenke 1 型;双肩平衡;上端融合椎

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.08.07

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2013)-08-0706-05

**Influence of upper fused vertebra on postoperative shoulder balance for Lenke type 1 adolescent idiopathic scoliosis/JIANG Hua, QIAN Bangping, QIU Xusheng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(8): 706-710**

【Abstract】**Objectives:** To analyze the influence of upper fused vertebra on postoperative shoulder balance in Lenke type 1 adolescent idiopathic scoliosis(AIS) patients with preoperative leveled shoulders. **Methods:** A total of 32 Lenke type 1 AIS patients with preoperative leveled shoulders was included in the study. There were 6 boys and 26 girls with an average age of 14.9 years old(range, 13-19 years). The average preoperative proximal thoracic curve was  $23.7^{\circ} \pm 8.0^{\circ}$ (range  $10^{\circ} \sim 36^{\circ}$ ), and the average preoperative main thoracic curve was  $47.5^{\circ} \pm 6.9^{\circ}$ (range  $40^{\circ} \sim 62^{\circ}$ ). Thirty-two patients undergoing posterior thoracic fusion were divided into two groups: group A( $n=19$ ) included those who had a proximal fusion to T3; group 2( $n=13$ ) included those who had a proximal fusion to T4. There was no significant difference in demographics or baseline characteristics between group A and B including age at operation, Risser stage, flexibility of proximal and main thoracic (PT and MT) curves( $P > 0.05$ ). Based on analysis of variance, radiographic parameters were compared among preoperation, 1 year follow-up and the final follow-up including PT and MT curve Cobb angle, apical vertebral translation(AVT), trunk shift, radiographic shoulder height(RSH), coracoids process height(CPH) and clavi-

基金项目:卫生部公益性行业专项基金资助(编号:201002018)

第一作者简介:男(1980-),在读博士研究生,研究方向:脊柱畸形(现在广西医科大学第一附属医院脊柱骨病外科工作)

电话:(025)83105121 E-mail:drjianghua@163.com

通讯作者:邱勇 E-mail:scoliosis2002@sina.com

cle angle(CA). **Results:** In group A, the follow-up time ranged from 2 to 4.5 years with an average time of  $3.6 \pm 1.3$  years; while in group B, the follow-up time ranged from 2 to 4.8 years with a mean time of  $3.1 \pm 2.1$  years, which showed no difference between two groups( $P > 0.05$ ). At preoperation, 1 year follow-up and the final follow-up, there were no significant differences in radiographic outcomes between group A and B including PT and MT curve Cobb angle, AVT, trunk shift, RSH, CPH and CA( $P > 0.05$ ). For all patients, PT and MT curve Cobb angle, AVT, trunk shift, RSH, CPH and CA at 1 year follow-up and the final follow-up were both better than those before surgery(all  $P < 0.05$ ); while the values of RSH, CPH and CA at final follow-up were lower than those at 1 year follow-up( $P < 0.05$ ). All patients obtained the balanced shoulders after surgery. **Conclusion:** For the Lenke type 1 AIS patient with leveled shoulder, proximal fusion to T4 can produce equivalent correction of scoliosis and shoulder balance.

**[Key words]** Adolescent idiopathic scoliosis; Lenke type 1; Shoulder balance; Upper fused vertebra

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

融合节段的选择是影响青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者脊柱畸形矫正和整体平衡恢复的重要因素。正确选择上端融合椎能恢复 AIS 患者的双肩平衡和提高手术满意度<sup>[1,2]</sup>。研究表明主胸弯矫正后可导致左肩抬高,故对于术前双肩水平的 Lenke 1 型 AIS 患者,融合主胸弯时上端融合椎的选择与术后双肩平衡状态密切相关<sup>[3]</sup>。Lenke 团队<sup>[4]</sup>认为术前双肩水平的 Lenke 1 型 AIS 患者上端需融合至 T3 或 T4,但此观点目前仍存在争议,需临床随访研究进行验证。同时由于上胸椎区域显露困难、螺钉误置率高,在此区域减少融合节段有着重要的临床意义。因此,本研究针对术前双肩水平的 Lenke 1 型 AIS 患者进行观察,以验证 Lenke 团队提出的融合策略,并进一步比较不同上端融合椎(T3 或 T4)对重建此类患者术后双肩平衡的疗效是否存在差异。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2006 年 6 月~2009 年 6 月在我院行后路主胸弯融合术并有 2 年以上完整影像学随访资料的 32 例 Lenke 1 型 AIS 患者,其中 1A-型 5 例,1AN 型 8 例,1B-型 4 例,1BN 型 10 例,1C-型 2 例,1CN 型 3 例。所有患者术前均表现为双肩水平,其中男 6 例,女 26 例,手术年龄 13~19 岁,平均 14.9 岁,上胸弯 Cobb 角平均为  $23.7^\circ \pm 8.0^\circ$  ( $10^\circ \sim 36^\circ$ ),主胸弯 Cobb 角平均为  $47.5^\circ \pm 6.9^\circ$  ( $40^\circ \sim 62^\circ$ ),随访 2~4.8 年,平均 2.6 年。所有手术由同一团队完成,内固定均为椎弓根螺钉系统(TSRH 或

CDH Legacy, Medtronic, 美国)。按照不同上端融合椎将 AIS 患者分为两组:A 组,上端融合椎为 T3,19 例,主要在 2008 年 5 月前入院,其中男 4 例,女 15 例;B 组,上端融合椎为 T4,13 例,主要在 2008 年 5 月后入院,其中男 2 例,女 11 例。

### 1.2 观察指标

回顾分析所有患者术前、术后 1 年及末次随访时的站立位全脊柱正侧位 X 线片,记录术前上胸弯和主胸弯的 side-bending 位 Cobb 角,术前、术后 1 年和末次随访时的上胸弯和主胸弯 Cobb 角。同时,通过 PACS workstation 在站立位全脊柱正位 X 线片上测量下列影像学指标:(1)影像学肩关节高度差(radiographic shoulder height, RSH)<sup>[5]</sup>:双侧肩锁关节上方软组织影的垂直高度差。RSH < 10mm 代表术前双肩水平或术后双肩平衡;10~20mm 为术后轻度失衡;20mm < 术后中度失衡  $\leq$  30mm; > 30mm 为术后重度失衡。(2)喙突高度差(coracoids process height, CPH)<sup>[6]</sup>:两侧喙突最高点之间的垂直高度差。(3)锁骨角(clavicle angle, CA)<sup>[5]</sup>:连接双侧锁骨最高点的连线与水平线之间的夹角。(4)顶椎偏移距离:胸弯顶椎中点与骶骨平分线之间的距离。(5)躯干偏移距离:经 C7 铅垂线与骶骨正中线的距离。

### 1.3 统计学方法

所有指标均由一位未参与手术治疗的脊柱外科医师独立测量 2 次,取平均值。肩关节影像学参数 RSH、CPH、CA 均以绝对值表示。各组资料以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,A、B 组间比较采用  $t$  检验,同时采用单向方差分析(One-Way ANOVA)对两组患者在术前、术后 1 年及末次随访时的影

像学指标进行两两比较。所有资料采用 SPSS 14.0 统计软件进行分析,  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

A 组随访时间 2~4.5 年, 平均  $3.6\pm1.3$  年; B 组随访时间 2~4.8 年, 平均  $3.1\pm2.1$  年; 两组比较无统计学差异 ( $P>0.05$ )。

A 组患者手术时年龄、Risser 征、上胸弯及主胸弯柔韧度与 B 组比较均无统计学差异 ( $P>0.05$ , 表 1)。术前、术后 1 年和末次随访时, A 组的上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、顶椎及躯干偏移距离、RSH、CPH、CA 与 B 组比较均无统计学差异 ( $P>0.05$ , 表 2)。A、B 两组患者术后均获得双肩平衡 (图 1、2), 术后 1 年和末次随访时的上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、顶椎及躯干偏移距离、RSH、CPH、CA 分别与术前比较均显著减小 ( $P<0.05$ ); 末次随访时, 两组患者的上胸弯 Cobb 角、RSH、CPH 及 CA 较术后 1 年均显著减小 ( $P<0.05$ )。

3 讨论

正确选择上端融合椎是避免 Lenke 1 型 AIS 患者术后出现双肩失衡的关键因素<sup>[7,8]</sup>。2005 年, Suk 等<sup>[9]</sup>在回顾性分析 170 例单胸弯病例后, 认为在防止主胸弯过度矫正的前提下, 将上端固定至

主胸弯上端椎的上位, 绝大部分患者术后可获得良好的双肩平衡。Matsumoto 等<sup>[10]</sup>比较了 Lenke 1 型的主胸弯上端融合椎选择的常规策略 (固定至上端椎) 和短节段策略 (固定至上端椎的下一位), 结果显示短节段策略能更好地维持术后双肩平衡。但是, 上述研究存在纳入的病例较混杂, 患者术前双肩状态不一致等缺陷。理论上, 由于主胸弯的矫正必然产生左肩抬高效应, 故不同的术前双肩状态对术后双肩平衡的维持或恢复有着重要影响。Lenke 团队的最新观点<sup>[4]</sup>认为在确定 Lenke 1 型的主胸弯上端融合椎时, 应充分考虑患者的术前双肩状态, 术前双肩水平的患者上端需固定至 T3 或 T4。然而, 上述观点目前仍存在争议, 且国内外尚无临床随访研究对其进行验证。此外, 由

表 1 两组患者术前一般资料比较

Table 1 Comparison of demographics and baseline characteristics between two groups

	A组(n=19) Group A	B组(n=13) Group B
手术时年龄(岁) Age(years)	15.4±2.2	14.4±3.1 <sup>①</sup>
Risser征(级) Risser stage(degree)	3.1±1.5	3.3±1.3 <sup>①</sup>
上胸弯柔韧度(%) Flexibility of proximal thoracic curve	59.0±18.7	61.4±14.6 <sup>①</sup>
主胸弯柔韧度(%) Flexibility of main thoracic curve	51.0±14.4	53.0±14.5 <sup>①</sup>

注: ①与 A 组比较  $P>0.05$   
Note: ①Compared with group A,  $P>0.05$

表 2 两组患者术前、术后 1 年及末次随访时影像学指标的比较

Table 2 Comparison of radiographic parameters before and after surgery between two groups

	A组(n=19) Group A			B组(n=13) Group B		
	术前 Before surgery	术后 1 年 1 year follow-up	末次随访 Final follow-up	术前 Before surgery	术后 1 年 1 year follow-up	末次随访 Final follow-up
上胸弯 Cobb 角(°) Proximal thoracic curve Cobb angle	25.4±7.3	15.3±5.9 <sup>①</sup>	11.6±6.4 <sup>①②</sup>	21.6±8.2 <sup>④</sup>	14.1±6.3 <sup>①④</sup>	10.9±4.6 <sup>①②④</sup>
主胸弯 Cobb 角(°) Main thoracic curve Cobb angle	48.3±6.2	16.1±7.9 <sup>①</sup>	14.3±6.6 <sup>①③</sup>	47.2±7.6 <sup>④</sup>	13.4±6.5 <sup>①④</sup>	12.6±6.0 <sup>①③④</sup>
肩关节影像学高度差(mm) Radiographic shoulder height	4.8±2.8 (0~8.9)	3.3±4.1 <sup>①</sup> (0~7.8)	1.2±2.1 <sup>①②</sup> (0~4.5)	5.2±4.4 <sup>④</sup> (0~8.3)	3.9±3.7 <sup>①④</sup> (0~7.6)	1.6±2.5 <sup>①②④</sup> (0~4.5)
喙突高度差(mm) Coracoids process height	3.6±3.3 (0~9.1)	5.3±6.2 <sup>①</sup> (3~7.9)	2.4±3.7 <sup>①②</sup> (0~7.5)	4.2±6.0 <sup>④</sup> (0~8.6)	4.6±5.1 <sup>①④</sup> (2~8.2)	2.7±3.3 <sup>①②④</sup> (0~6.0)
锁骨角(°) Clavicle angle	1.2±1.3 (0~4.0)	2.1±2.0 <sup>①</sup> (0~4.0)	0.7±1.6 <sup>①②</sup> (1~3.3)	1.5±1.8 <sup>④</sup> (1~5.0)	2.8±1.4 <sup>①④</sup> (1~6.0)	1.2±2.3 <sup>①②④</sup> (0~4.2)
顶椎偏移距离(mm) Apical vertebral translation	35.8±10.2	8.5±6.6 <sup>①</sup>	9.6±3.5 <sup>①③</sup>	32.8±9.7 <sup>④</sup>	7.3±7.1 <sup>①④</sup>	7.7±5.2 <sup>①③④</sup>
躯干偏移距离(mm) Trunk shift	15.2±8.3	7.8±5.1 <sup>①</sup>	8.2±3.1 <sup>①③</sup>	16.1±10.3 <sup>④</sup>	7.1±6.3 <sup>①④</sup>	6.8±3.8 <sup>①③④</sup>

注: ①与术前比较  $P<0.05$ ; ②与术后 1 年比较  $P<0.05$ ; ③与术后 1 年比较  $P>0.05$ ; ④与 A 组比较  $P>0.05$   
Note: ①Compared with the radiographic parameters before surgery,  $P<0.05$ ; ②Compared with the radiographic parameters at 1 year follow up,  $P<0.05$ ; ③ $P>0.05$ ; ④Compared with group A,  $P>0.05$



图1 男性,15岁,Lenke 1AN型AIS患者 a 术前正位X线片示上胸弯Cobb角25°,主胸弯Cobb角58°,术前双肩水平(RSH=0mm) b 上端固定至T3,术后1年时正位X线片示上胸弯Cobb角15°,主胸弯Cobb角16°,左肩略高于右肩(RSH=6mm) c 末次随访(术后2年3个月)时正位X线片示上胸弯Cobb角12°,主胸弯Cobb角16°,左肩略高于右肩,RSH减小至3mm,双肩平衡良好 图2 女性,14岁,Lenke 1AN型AIS a 术前正位X线片显示上胸弯Cobb角30°,主胸弯Cobb角60°,术前双肩水平(RSH=0mm) b 上端固定至T4,术后1年时正位X线片示上胸弯Cobb角15°,主胸弯Cobb角10°,左肩略高于右肩(RSH=4mm) c 末次随访(术后2年9个月)时正位X线片示上胸弯Cobb角13°,主胸弯Cobb角12°,双肩基本恢复水平(RSH=0mm)

**Figure 1** A 15-year-old male was diagnosed as adolescent idiopathic scoliosis(Lenke 1AN) a Preoperative standing film showed a 25° proximal thoracic curve and a 58° main thoracic curve, and radiographic shoulder height(RSH) was 0mm b At 1 year after posterior thoracic fusion(proximal fusion to T3), proximal thoracic curve and main thoracic curve were corrected to 15° and 16° respectively, and RSH was 6mm c The film showed that proximal thoracic curve and main thoracic curve were 12° and 16° respectively, and RSH reduce to 3mm at the final follow up(2 years and 3 months postoperatively) **Figure 2** A 14-year-old female was diagnosed as adolescent idiopathic scoliosis(Lenke 1AN) a Preoperative standing film showed a 30° proximal thoracic curve and a 60° main thoracic curve, and RSH was 0mm b At 1 year after posterior thoracic fusion(proximal fusion to T4), proximal thoracic curve and main thoracic curve were corrected to 15° and 10° respectively, and RSH was 4mm c The film showed that proximal thoracic curve and main thoracic curve were 13° and 12° respectively, and RSH reduce to 0mm at the final follow up(2 years and 9 months postoperatively)

于上胸椎区域置钉存在显露困难、出血多、螺钉误置率高等风险,在此区域减少融合节段可明显降低并发症的发生,故我们认为比较不同上端融合椎(T3或T4)对重建术后双肩平衡的疗效是否存在差异有着重要的临床意义。

肩关节相关影像学指标是评估双肩平衡的重要依据<sup>[11]</sup>。RSH是以肩锁关节的软组织阴影高度差作为参照,能比较准确反映患者肩部特殊的骨及软组织覆盖情况,是目前评价双肩平衡的重要指标之一<sup>[5]</sup>。此外,Bago等<sup>[6]</sup>和Kuklo等<sup>[12]</sup>发现CPH、CA等指标与双肩高度差的相关性较好,在一定程度上也能反映真实的双肩平衡状态。因此,本研究采用RSH、CPH、CA等指标评估患者的双肩平衡。本研究结果显示所有患者术后1年、末次随访时的RSH、CPH、CA、上胸弯Cobb角、主胸弯

Cobb角、顶椎及躯干偏移距离较术前均显著性减小( $P<0.05$ )。上述结果提示对于术前双肩水平的Lenke 1型AIS患者而言,无论上端融合椎是T3还是T4,行主胸弯融合术后均可取得令人满意的双肩平衡和矫形效果。

本研究纳入的病例均为术前双肩水平的Lenke 1型AIS患者,根据不同的上端融合椎(T3或T4)分为A组和B组。通过对两组患者手术时年龄、Risser征、术前RSH、CPH、CA、上胸弯和主胸弯Cobb角,以及上胸弯和主胸弯柔韧度的比较,我们发现两组病例间的术前数据均无统计学差异,在一定程度上有效控制了患者术前的混杂因素,能更准确地比较上端融合椎的选择策略对术后双肩平衡的影响。在比较两组患者术后1年和末次随访时的肩关节影像学指标时,发现A组

患者的 RSH、CPH、CA 略小于 B 组患者,但两组间无统计学差异( $P < 0.05$ )。末次随访时,A 组患者的 RSH 为  $1.2 \pm 2.1\text{mm}$ 、CPH 为  $2.4 \pm 3.7\text{mm}$ 、CA 为  $0.7^\circ \pm 1.6^\circ$ ,而 B 组患者的 RSH 为  $1.6 \pm 2.5\text{mm}$ 、CPH 为  $2.7 \pm 3.3\text{mm}$ 、CA 为  $1.2^\circ \pm 2.3^\circ$ ,提示两组患者间双肩平衡无显著性差异。值得注意的是,本研究对所有患者术后 1 年和末次随访时的上胸弯 Cobb 角、RSH、CPH、CA 等指标进行比较,结果提示患者末次随访时的双肩高度差较术后 1 年时呈显著性减小趋势,我们谨慎地推测 Lenke 1 型 AIS 患者在术后一段时间内,可能具有一定的双肩平衡自主矫正能力。患者通过柔软的上胸弯进行适度代偿,使术后双肩状态存在一种趋向平衡的自然转归<sup>[13]</sup>,但这一现象需要大样本病例对照研究以及更长时间的随访观察以进一步证实。

综上所述,对于术前双肩水平的 Lenke 1 型 AIS 患者,上端融合椎为 T3 或 T4 对重建术后双肩平衡的影响无明显差别;对此类患者上端融合至 T4 即可获得良好的矫形效果和满意的双肩平衡。此外,本研究提示 Lenke 1 型 AIS 患者由于上胸弯较柔软,在术后可能具有一定的双肩平衡自主矫正能力。

#### 4 参考文献

- Maurice B, Jean-Marie G, Jean-Michel T. Taking the shoulders and pelvis into account in the preoperative classification of idiopathic scoliosis in adolescents and young adults (a constructive critique of King's and Lenke's systems of classification) [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(10): 1780-1787.
- Qiu XS, Ma WW, Li WG, et al. Discrepancy between radiographic shoulder balance and cosmetic shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis patients with double thoracic curve[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(1): 45-51.
- Smyrnis PN, Sekouris N, Papadopoulos G. Surgical assessment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(4): 522-530.
- Rose PS, Lenke LG. Classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: treatment guidelines[J]. *Orthop Clin North Am*, 2007, 38(4): 521-529, vi.
- Kuklo TR, Lenke LG, Won DS, et al. Spontaneous proximal thoracic curve correction after isolated fusion of the main thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Spine*, 2001, 26(18): 1966-1975.
- Bago J, Carrera L, March B, et al. Four radiological measures to estimate shoulder balance in scoliosis[J]. *J Pediatr Orthop B*, 1996, 5(1): 31-34.
- Lee CS, Chung SS, Shin SK, et al. Changes of upper thoracic curve and shoulder balance in thoracic adolescent idiopathic scoliosis treated by anterior selective thoracic fusion using VATS[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2011, 24(7): 462-468.
- 倪春鸿, 李明, 戴炳华, 等. 特发性脊柱侧凸患者肩部失平衡的临床分析及其意义[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(6): 576-581.
- 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.
- Matsumoto M, Watanabe K, Ogura Y, et al. Short fusion strategy for Lenke type 1 thoracic curve using pedicle screw fixation[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2013, 26(4): 93-97.
- Akel I, Pekmezci M, Hayran M, et al. Evaluation of shoulder balance in the normal adolescent population and its correlation with radiological parameters[J]. *Eur Spine J*, 2008, 17(3): 348-354.
- Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, et al. Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus nonfusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis [J]. *Spine*, 2002, 27(18): 2013-2020.
- Frez R, Cheng JC, Wong EM. Longitudinal changes in trunkal balance after selective fusion of King II curves in adolescent idiopathic scoliosis[J]. *Spine*, 2000, 25(11): 1352-1359.

(收稿日期:2012-12-18 末次修回日期:2013-05-29)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)