

青少年特发性脊柱侧凸术后肩部外观可塑性与融合策略

唐翔宇, 张永刚, 郑国权, 张雪松, 毛克亚, 崔 康, 王 征, 王 岩

(解放军总医院骨科专科医院脊柱外科 100853 北京市复兴路 28 号)

【摘要】目的:本研究旨在探讨青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)术后肩部外观可塑性, 分析基于该现象的胸弯融合上端椎选择策略。**方法:**对 56 例 Lenke I 型 AIS 患者进行回顾性研究, 术后随访 2~5 年。术前 Cobb 角主胸弯 $57.65^{\circ} \pm 12.28^{\circ}$ 、上胸弯 $20.34^{\circ} \pm 9.52^{\circ}$ 。根据术前肩部平衡、上胸弯柔韧度情况, 主胸弯融合上端椎选择方案为: 术前右肩抬高非僵硬性上胸弯(柔韧度 $>30\%$)患者 10 例, 选择端椎下位椎(端椎-1); 僵硬性上胸弯(柔韧度 $\leq 30\%$)患者 7 例, 选择端椎。术前双肩平衡非僵硬性上胸弯患者, 7 例选择端椎上位椎(端椎+1), 7 例选择 T3; 僵硬性上胸弯患者, 5 例选择 T4, 6 例选择 T3。术前左肩抬高非僵硬性上胸弯患者 4 例, 选择端椎上位椎(端椎+1); 僵硬性上胸弯患者, 1 例选择 T4, 9 例选择 T3。配对 t 检验比较术后即刻、末次随访外观肩高(CSD), 评估术后肩部外观可塑性。并对术后肩部平衡进行主观评价, 其中患者和家属一方或双方认为肩部外观未恢复平衡, 为主观评价不满意。通过分析外观 CSD 变化、影像学冠状面平衡及 T2~T5 后凸角, 患者及家属主观评价, 总结基于肩部外观可塑性的上端椎选择策略。**结果:**末次随访 Cobb 角主胸弯 $19.16^{\circ} \pm 10.34^{\circ}$ 、上胸弯 $11.83^{\circ} \pm 8.65^{\circ}$, 冠状面平衡 $0.67 \pm 0.56\text{cm}$, T2~T5 后凸角 $17.23^{\circ} \pm 7.28^{\circ}$ 。1 例患者 2 年内随访主观评价左肩抬高, 其余患者无并发症发生。术前、术后即刻、末次随访时, CSD 值: $1.04 \pm 0.24\text{cm}$ 、 $0.92 \pm 0.22\text{cm}$ 、 $0.63 \pm 0.16\text{cm}$; CSD $\geq 1\text{cm}$ 患者例数: 31 例、23 例、5 例。术后即刻与末次随访 CSD 存在显著差异($t=7.98, P<0.001$), 最大肩部外观可塑性 ΔCSD 为 1.69cm 。随访中肩部恢复平衡的上端椎选择方案: 术前右肩抬高非僵硬性上胸弯患者选择端椎-1, 右肩抬高僵硬性上胸弯患者选择端椎, 双肩平衡非僵硬性上胸弯患者选择端椎+1 或 T3, 双肩平衡僵硬性上胸弯患者选择 T3 后, 患者末次随访 CSD 均 $<1\text{cm}$, 主观评价满意; 术前左肩抬高非僵硬性上胸弯患者选择端椎+1 后 1 例末次随访 CSD 为 1.06cm , 左肩抬高僵硬性上胸弯患者选择 T3 后 1 例末次随访 CSD 为 1.02cm , 主观评价满意。随访中肩部未恢复平衡的上端椎选择方案: 术前双肩平衡僵硬性上胸弯患者选择 T4 后, 2 例 CSD 分别为 1.45cm 、 1.54cm , 其中 1 例随访 2 年内主观评价左肩抬高; 术前左肩高僵硬性上胸弯患者选择 T4, 1 例 CSD 较大为 1.52cm 。**结论:** AIS 患者术后肩部外观存在可塑性, 基于该特性 Lenke I 型 AIS 患者胸弯融合上端椎策略为: 术前右肩抬高非僵硬性上胸弯患者选择端椎-1, 僵硬性上胸弯患者选择端椎; 双肩平衡非僵硬性上胸弯患者选择端椎+1, 僵硬性上胸弯患者选择 T3; 左肩抬高非僵硬性上胸弯患者选择端椎+1, 僵硬性上胸弯患者选择 T3。

【关键词】 脊柱侧凸; 肩部平衡; 手术治疗

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.04.05

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2014)-04-0313-08

Spontaneous shoulder correction and instrumentation strategy of upper thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis/TANG Xiangyu, ZHANG Yonggang, ZHENG guoquan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(4): 313-320

【Abstract】Objectives: To evaluate the spontaneous correction of shoulder cosmetic difference(SCSC) in adolescent idiopathic scoliosis(AIS) and the strategy of choosing upper instrumented vertebra(UIV). **Methods:** 56 consecutive Lenke I AIS patients followed up for 2 to 5 years were enrolled, the preoperative main thoracic (MT) Cobb angle was $57.65^{\circ} \pm 12.28^{\circ}$ and proximal thoracic(PT) Cobb angle was $20.34^{\circ} \pm 9.52^{\circ}$. Preoperative shoulder balance, flexibility of PT, and UIV were defined as following, when lifting right shoulder, 10 patients

第一作者简介: 男(1984-), 主治医师, 博士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (010)66938302 E-mail: tangxiangyu003@126.com

通讯作者: 张永刚 E-mail: zhangyg301@hotmail.com

with non-rigid PT were chosen the vertebra just below the end vertebra(EV-1); 7 patients with rigid PT were chosen the end vertebra(EV). When encountering shoulder balance and non-rigid PT, 7 patients were chosen the vertebra just above end vertebra(EV+1), 7 patients were chosen T3. For patients with rigid PT, 5 of them were chosen T4, 6 of them were chosen T3. When lifting left shoulder, 4 patients with non-rigid PT were chosen EV+1; Patients with rigid PT, 1 of them was chosen T4, 9 of them were chosen T3. T-test was used to evaluate the difference of shoulder cosmetic difference (SCD) after surgery immediately and at final follow-up. The subjective evaluations of shoulder balance from patients and parents were also recorded. Poor subjective evaluation was got when patient or parent considered shoulder unbalanced. Photographs, radiographic images and subjective evaluation were assessed to summarize the strategy to choose UIV based on SCCS.

Results: The correction rate was $(66.76 \pm 10.21)\%$ at final follow-up. Coronal balance improved to $0.67 \pm 0.56\text{cm}$, and T2-T5 kyphosis was $17.23^\circ \pm 7.28^\circ$. 1 patient had the subjective perception of left shoulder lifted in two years of follow-up, all the other patients were satisfied with their shoulder balance and had no experience of other complication. At preoperation, postoperation immediately and final follow-up, the SCD was $1.04 \pm 0.24\text{cm}$, $0.92 \pm 0.22\text{cm}$ and $0.63 \pm 0.16\text{cm}$ respectively, number of patients with $\text{SCD} \geq 1\text{cm}$ was 31, 23 and 5 respectively. There was significant difference between SCD after surgery immediately and that at final follow-up($t=7.98$, $P<0.001$). The maximum correction of shoulder cosmetic(SCD) was 1.69cm. Patients with successful results and the strategies to choose UIV: patients with preoperative right shoulder lifted and non-rigid PT when choosing EV-1, patients with preoperative right shoulder lifted and rigid PT when choosing EV, patients with preoperative balanced shoulder and non-rigid PT when choosing EV+1 or T3, patients with preoperative balanced shoulder and rigid PT when choosing T3, all got $\text{CSD} < 1\text{cm}$ and subjective satisfaction of shoulder balance. Patients with preoperative left shoulder lifted and non-rigid PT when choosing EV+1, 1 of whom had CSD as 1.06cm, but gained subjective satisfaction. Patients with preoperative left shoulder lifted and rigid PT when choosing T3, 1 of whom had CSD as 1.02cm, gained subjective satisfaction. Patients with unsuccessful results and the strategies to choose UIV: Patients with preoperative balanced shoulder and rigid PT when choosing T4, 2 of whom had CSD as 1.45cm and 1.54cm, 1 of the two considered left shoulder lifted in two years follow-up. Patients with preoperative left shoulder lifted and rigid PT when choosing T4 had CSD as 1.52cm at final follow-up. **Conclusions:** Cosmetic shoulder balance maybe developed in most patients after surgery. The strategy to choose UIV based on SCSC is as follow, when lifting right shoulder, patients with non-rigid PT should choose EV-1, while rigid PT choosing EV. When encountering shoulder balance, patients with non-rigid PT should choose EV+1, while rigid PT choosing T3. When lifting left shoulder, patients with non-rigid PT choose EV+1, while rigid PT choosing T3.

[Key words] Scoliosis; Shoulder balance; Surgical management

[Author's address] Department of Orthopedics, General Hospital of People's Liberation Army, Beijing, 100853, China

青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者常同时存在着脊柱弯曲、肩部不平衡、肩胛骨畸形、骨盆倾斜等情况。在融合矫正脊柱弯曲后,影像学双肩平衡与代偿弯曲、躯干偏移、骨盆倾斜等均有一定的自发调整^[1-4]。临床中也发现,矫形术后患者肩部外观平衡常可有不同程度的改善(图 1),即术后可能存在肩部外观可塑性。2007 年 Rose 和 Lenke 的 AIS 脊柱矫形融合指导方案^[5]建议,为实现 Lenke I 型患者术后肩部平衡,术前右肩高时胸弯融合上端椎需选择 T4~T5,双肩等高时需延长至 T3 或 T4,左肩

高则需延长至 T2。然而,若将术后肩部外观可塑性纳入考虑,则可能在达到较好手术效果的同时减少上端椎融合数。本研究对 56 例 AIS 进行回顾性分析,对术后肩部外观可塑性及基于该现象的胸弯融合上端椎选择策略进行初步探索。由于肩部影像学与外观存在不一致性^[6,7],而患者与家属对外观更为关注,因而本研究将外观肩高(cosmetic shoulder difference, CSD)作为主要研究指标进行分析。

1 资料与方法

1.1 一般资料

将 2008 年 6 月~2010 年 9 月,在我院接受脊柱后路椎弓根螺钉内固定矫形术,随访至少 2 年的 56 例含右主胸弯 Lenke I 型 AIS 患者作为研究对象,进行回顾性研究分析。男性 8 例,女性 48 例,年龄 12~18 岁。资料包括患者术前、术后、末次随访的后前位脊柱全长 X 线片及后向站立位肩背部外观照。脊柱全长 X 线片及站立外观照,要求患者均处于放松直立状态。患者顶椎范围:主胸弯 T8~T10,上胸弯 47 例为 T3,9 例为 T3/4 椎间盘。排除标准为:术前含左主胸弯,术后佩带支具,下肢不等长,骨盆倾斜 $\geq 2.0\text{cm}$,既往脊柱、肩部外伤及手术者。

1.2 胸弯融合上端椎选择方案

按双肩高度差 $\geq 1\text{cm}$ 为双肩不平衡标准,将患者按术前外观肩高情况分为 3 类,右肩抬高患者($\text{CSD} \leq -1.0\text{cm}$),双肩平衡患者($-1.0\text{cm} < \text{CSD} < 1.0\text{cm}$),左肩抬高患者($\text{CSD} \geq 1.0\text{cm}$)。柔韧度 $> 30\%$ 为非僵硬性上胸弯,柔韧度 $\leq 30\%$ 为僵硬性上胸弯。手术方案为:

右肩抬高,非僵硬性上胸弯患者 10 例,上端椎选择主胸弯端椎下位椎(端椎-1)。僵硬性上胸弯患者 7 例,上端椎选择主胸弯端椎。

双肩平衡,非僵硬性上胸弯患者 14 例,其中 7 例上端椎选择主胸弯端椎上位椎(端椎+1);7 例选择 T3。僵硬性上胸弯患者 11 例,其中 5 例上端椎选择 T4,6 例选择 T3。

左肩抬高,非僵硬性上胸弯患者 4 例,该类患

者上胸弯柔韧度均 $< 40\%$,上端椎融合至主胸弯端椎上位椎(端椎+1)。僵硬性上胸弯患者 10 例,其中 1 例上端椎融合至 T4,9 例上端椎融合至 T3。

1.3 参数测量及评估

CSD 即 Qiu 等^[9]所定义的外肩高度差(SHo),自背部两侧腋中的最高腋引水平线,交左右上臂于 P、Q,引颈部中线交 PQ 于 G,自 PG、GQ 的外三等分点 E、F 引垂线交肩部上缘于 A、B,A、B 所引水平线的垂直高度差值为 CSD(图 2)。外观照片上测量患者术前、术后即刻与末次随访时的 CSD,左侧抬高时值为正,反之为负;术后肩部外观平衡改善值即可塑值 $\Delta\text{CSD} = | \text{术后即刻 CSD} | - | \text{末次随访外观肩高} |$ 。

脊柱全长 X 线片上,测量术前、术后即刻、末次随访上胸弯(PT)Cobb 角、主胸弯(MT)Cobb 角及 T2~T5 后凸角。上胸弯柔韧度(PTF)=(PT Cobb 角-Bending PT Cobb 角)/PT Cobb 角。术后主胸弯矫正率=(术前主胸弯 Cobb 角-术后主胸弯 Cobb 角)/术前主胸弯 Cobb 角。冠状面平衡(coronal balance,CB)为 C7 垂线与 S1 中线的水平距离。

术后随访 2 年始,对肩部外观主观评价进行调查。患者及家属双方均认为术后肩部外观实现平衡,为主观评价满意;患者和家属一方认为或双方均认为术后肩部外观未实现平衡,为主观评价不满意。

1.4 统计学方法

配对 t 检验对比术后即刻、末次随访的 CSD



图 1 女性,18 岁,青少年特发性脊柱侧凸患者 Lenke I 型,术后随访 2 年 a 术前外观肩高 0.86cm b 术后即刻外观肩高 3.14cm c 术后 2 年外观肩高 1.45cm,主观满意 图 2 外观肩高度差

Figure 1 18 years old female, Lenke I curve, 2 years follow up a Pre-operation CSD is 0.86cm b Post-operation CSD is 3.14cm c 2 years after operation CSD is 1.45cm Figure 2 Cosmetic shoulder difference(CSD)

有无统计学差异。对 3 组患者 CSD 及 ΔCSD 进行统计学描述, 探讨不同融合上端椎选择对肩部外观可塑性及末次随访 CSD 的影响, 其中, CSD 取绝对值进行描述分析。统计分析采用 SPSS 12.0 统计软件, $P<0.001$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 参数及评估结果

外观及影像学测量结果见表 1~4。术前上胸弯 Bending 像 Cobb 角为 $10.14^{\circ} \pm 5.19^{\circ}$ ($0.00^{\circ} \sim 19.37^{\circ}$), 上胸弯柔韧度为 $(50 \pm 26)\%$ ($12\% \sim 100\%$)。

术前右肩高者 17 例, 10 例右肩高 $\geq 1.5\text{cm}$, 左肩高者 14 例, 3 例左肩高 $\geq 1.5\text{cm}$, 双肩平衡者 25 例(表 2~4); 术后即刻, 右肩高者 0 例, 左肩高者 23 例, 8 例左肩高 $\geq 1.5\text{cm}$, 双肩平衡者 33 例; 末次随访, 右肩高者 0 例, 左肩高者 5 例, 2 例左

肩高 $\geq 1.5\text{cm}$, 双肩平衡者 51 例。术后即刻 CSD 与末次随访 CSD 的差异有统计学意义($t=7.98, P<0.001$), 术后肩部外观可塑性存在。

其中, 1 例患者术后 2 年内随访主观评价左肩抬高, 4 年随访时肩部外观大体满意; 其余患者及家属对术后肩部平衡均较为满意。

2.2 方案选择及肩部外观平衡恢复情况

3 类患者 CSD 变化及 ΔCSD 的统计描述见表 2~4。

(1) 肩部外观恢复平衡的患者及方案

右肩抬高僵硬性上胸弯患者, 上端椎选择端椎后, 术后即刻最大 CSD 为 0.84cm , 末次随访最大 CSD 为 0.63cm 。

右肩抬高非僵硬性上胸弯患者, 上端椎选择端椎-1 后, 术后即刻最大 CSD 为 1.23cm ; 双肩平衡非僵硬性上胸弯患者, 上端椎选择端椎+1 后术后即刻最大 CSD 为 1.15cm (图 3), 选择 T3 或 T4

表 1 外观肩高及影像学参数测量结果

Table 1 Summary of cosmetic shoulder difference and radiographic parameters

	术前 Pre-operation	术后即刻 Post-operation	末次随访 Final follow-up
外观肩高(cm) CSD(cm)	$1.04 \pm 0.24 (-2.37 \sim 1.67)$	$0.92 \pm 0.22 (-0.84 \sim 3.14)$	$0.63 \pm 0.16 (-0.56 \sim 1.54)$
主胸弯($^{\circ}$) MT($^{\circ}$)	$57.65 \pm 12.28 (40.28 \sim 94.28)$	$18.27 \pm 9.96 (5.23 \sim 45.74)$	$19.16 \pm 10.34 (5.54 \sim 46.12)$
主胸弯矫正率(%) Correction rate of MT	/	$68.31 \pm 11.68 (53.12 \sim 88.47)$	$66.76 \pm 10.21 (52.56 \sim 86.32)$
上胸弯($^{\circ}$) PT($^{\circ}$)	$20.34 \pm 9.52 (1.68 \sim 40.47)$	$11.64 \pm 8.41 (1.19 \sim 25.27)$	$11.83 \pm 8.65 (1.23 \sim 25.55)$
T2-T5 后凸角($^{\circ}$) T2-T5 kyphosis($^{\circ}$)	$9.58 \pm 4.93 (1.53 \sim 20.31)$	$14.65 \pm 5.28 (4.85 \sim 26.34)$	$17.23 \pm 7.28 (6.02 \sim 30.25)$
冠状面平衡(cm) Coronal balance(cm)	$1.52 \pm 1.25 (0.12 \sim 5.35)$	$1.83 \pm 1.35 (0.00 \sim 3.99)$	$0.67 \pm 0.56 (0.00 \sim 1.85)$

注: CSD, 外观肩高; MT, 主胸弯; PT, 上胸弯

Note: CSD, cosmetic shoulder difference; MT, main thoracic curve; PT, proximal thoracic curve

表 2 术前右肩抬高患者外观肩高及术后可塑值 ($\bar{x} \pm s, \text{cm}$)

Table 2 Cosmetic shoulder difference and spontaneous correction of cosmetic shoulder difference in AIS with preoperative right shoulder lifted(cm)

上胸弯 柔韧性 PTF	上端椎 UIV	n	外观肩高 CSD			
			术前 Pre-operation	术后即刻 Post-operation	末次随访 Final follow-up	可塑值 ΔCSD
非僵硬性 NR	EV-1(T5-T7)	10	$1.61 \pm 0.34 (1.05 \sim 2.06)$	$0.74 \pm 0.31 (0.21 \sim 1.23)$	$0.49 \pm 0.27 (0.16 \sim 0.92)$	$0.25 \pm 0.21 (-0.10 \sim 0.72)$
僵硬性 R	EV(T5-T6)	7	$1.64 \pm 0.42 (1.06 \sim 2.37)$	$0.56 \pm 0.21 (0.23 \sim 0.84)$	$0.42 \pm 0.13 (0.24 \sim 0.63)$	$0.14 \pm 0.20 (-0.19 \sim 0.61)$

注: PTF, 上胸弯柔韧性。NR, 为非僵硬性(上胸弯), 柔韧度 $>30\%$; R, 为僵硬性(上胸弯), 柔韧度 $\leq 30\%$ 。UIV, 胸弯融合上端椎。EV, 主胸弯端椎。CSD, 外观肩高; ΔCSD, 肩部外观可塑值

Note: PTF, flexibility of proximal thoracic curve. NR, non-rigid, flexibility $>30\%$; R, rigid, flexibility $\leq 30\%$. UIV, upper instrumented vertebrae. EV, end vertebra. CSD, cosmetic shoulder difference; ΔCSD, correction of cosmetic shoulder

术后即刻最大 CSD 为 1.02cm;双肩平衡僵硬性上胸弯患者,上端椎选择 T3 后,术后即刻最大 CSD 为 2.45cm。而经术后肩部外观可塑后,以上患者末次随访最大 CSD 均<1cm。

左肩抬高非僵硬性上胸弯患者,上端椎选择端椎+1 后,末次随访最大 CSD 为 1.06cm;左肩抬高僵硬性上胸弯患者,上端椎选择 T3 后,末次随访最大 CSD 为 1.02cm。患者及家属对肩部外观主观满意,未发现双肩不平衡。

(2) 肩部外观平衡未恢复的患者及方案

双肩平衡僵硬性上胸弯患者,上端椎选择 T4 后,术后即刻左肩抬高,最高 3.14cm,虽然随访中 1 例患者出现最大可塑值 1.69cm,但同时 2 例患者随访中出现肩部外观负性可塑,末次随访 2 例患者 CSD>1cm,分别为 1.45cm、1.54cm;其中,末次随访 CSD 为 1.54cm 的患者及家属,术后 2 年随访主观评价左肩抬高,4 年随访肩部外观大体

满意。

左肩高僵硬性上胸弯患者,上端椎选择 T4 共 1 例,尽管术后患者及家属主观未发现肩部不等,但末次随访 CSD 较大为 1.52cm。

3 讨论

AIS 是青少年常见的疾病之一,而其中双肩外观的不平衡是患者及家属较为关注的局部特征,也是预测侧凸畸形程度较为重要的三个内容之一^[8]。而对于中度及中度以上的脊柱侧凸患者,手术矫形是唯一有效的治疗方式。

3.1 肩部外观可塑性

学者发现,手术矫形使融合弯曲得到直接矫正的同时,其他畸形局部会有不同程度的自发调整。Frez 等^[9]研究显示,脊柱侧凸患者术后 1 年内躯干偏移、双肩平衡、骨盆倾斜均得到进一步自发矫正^[3]。Pratt 等^[9]研究表明,右胸弯患者行胸弯融

表 3 术前双肩平衡患者外观肩高及术后可塑值

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

Table 3 Cosmetic shoulder difference and spontaneous correction of cosmetic shoulder difference in AIS with preoperative balanced shoulder(cm)

上胸弯 柔韧性 PTF	上端椎 UIV	n	外观肩高 CSD			
			术前 Pre-operation	术后即刻 Post-operation	末次随访 Final follow-up	可塑值 Δ CSD
非僵硬性 NR	EV-1	7	0.59±0.23(0.09~0.84)	0.71±0.15(0.36~1.15)	0.50±0.15(0.10~0.79)	0.21±0.13(0.02~0.87)
	T3-T4	7	0.60±0.11(0.36~0.77)	0.62±0.16(0.41~1.02)	0.45±0.14(0.23~0.68)	0.17±0.28(-0.16~0.68)
僵硬性 R	T4	5	0.53±0.13(0.37~0.86)	1.11±0.31(0.31~3.14)	0.97±0.23(0.32~1.54)	0.14±0.36(-0.44~1.69)
	T3	6	0.28±0.09(0.17~0.41)	1.31±0.31(0.97~2.45)	0.81±0.07(0.62~0.90)	0.50±0.22(0.18~1.55)

注:PTF,上胸弯柔韧性。NR,为非僵硬性(上胸弯),柔韧度>30%;R,为僵硬性(上胸弯),柔韧度≤30%。UIV,胸弯融合上端椎。EV,主胸弯端椎。CSD,外观肩高; Δ CSD,肩部外观可塑值

Note: PTF, flexibility of proximal thoracic curve. NR, non-rigid, flexibility>30%; R, rigid, flexibility≤30%. UIV, upper instrumented vertebrae. EV, end vertebra. CSD, cosmetic shoulder difference; Δ CSD, correction of cosmetic shoulder

表 4 术前左肩高患者外观肩高及术后可塑值

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

Table 4 Cosmetic shoulder difference and spontaneous correction of cosmetic shoulder difference in AIS with preoperative left shoulder lifted(cm)

上胸弯 柔韧性 PTF	上端椎 UIV	n	外观肩高 CSD			
			术前 Pre-operation	术后即刻 Post-operation	末次随访 Final follow-up	可塑值 Δ CSD
非僵硬性 NR	EV+1	4	1.17±0.06(1.08~1.25)	1.19±0.12(0.95~1.38)	0.85±0.11(0.68~1.06)	0.34±0.07(0.10~0.45)
僵硬性 R	T4	1	1.18	1.62	1.52	0.10
	T3	9	1.34±0.20(1.07~1.67)	1.22±0.31(0.82~1.65)	0.68±0.27(0.23~1.02)	0.54±0.18((0.15~0.76)

注:PTF,上胸弯柔韧性。NR,为非僵硬性(上胸弯),本类患者,30%<柔韧度<40%;R,为僵硬性(上胸弯),柔韧度≤30%。UIV,胸弯融合上端椎。EV,主胸弯端椎。CSD,外观肩高; Δ CSD,肩部外观可塑值

Note: PTF, flexibility of proximal thoracic curve. NR, non-rigid, flexibility>30%; R, rigid, 30%<flexibility<40%. UIV, upper instrumented vertebrae. EV, end vertebra. CSD, cosmetic shoulder difference; Δ CSD, correction of cosmetic shoulder

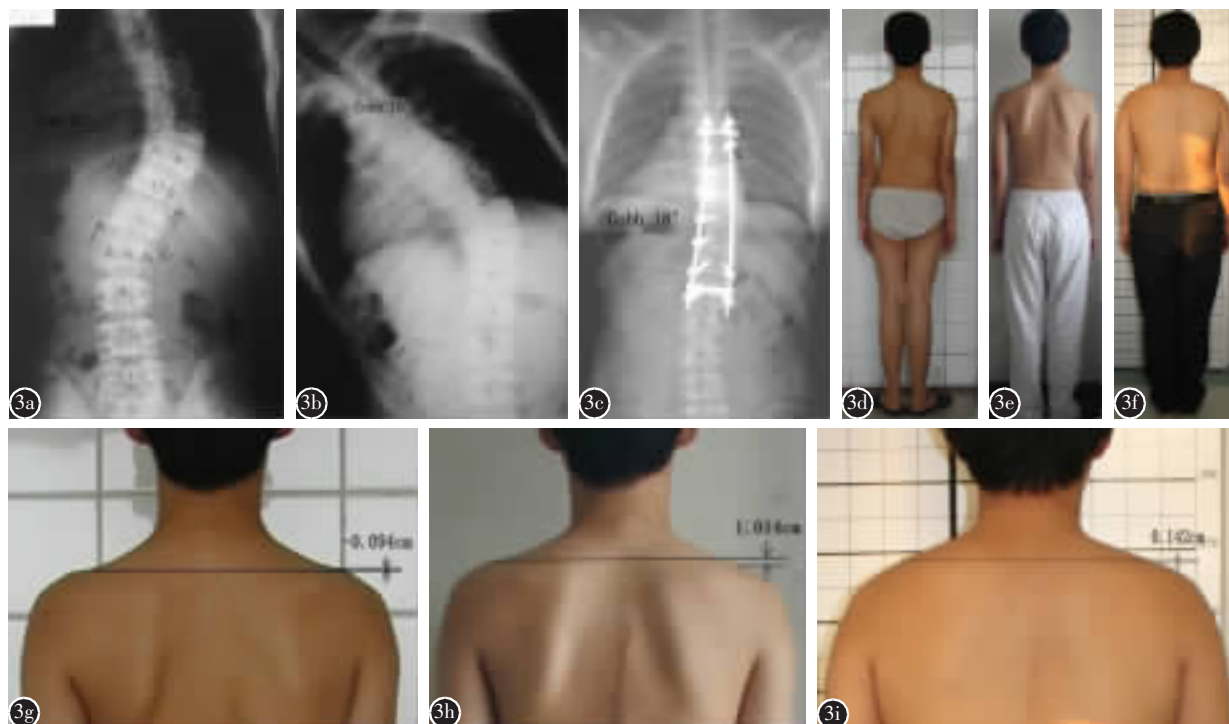


图 3 男性, 17 岁, Lenke I 型青少年特发性脊柱侧凸患者, 术前双肩平衡, 行 T6~L1 融合固定矫形, 较 Rose 和 Lenke 上端椎选择指导方案减少融合 3 椎, 术后随访 5 年, 肩部平衡主观评价满意 **a** 术前正位脊柱 X 线片示主胸弯 Cobb 角 52.23° **b** 术前脊柱 Bending 像 **c** 术后随访 5 年正位脊柱 X 线片示术后主胸弯 Cobb 角 18.08°, 矫正率 65.38% **d-f** 术前、术后即刻、术后随访 5 年整体外观照 **g** 术前背部外观照示外观肩高 -0.09cm **h** 术后即刻背部外观照示外观肩高 1.01cm **i** 术后随访 5 年背部外观照示外观肩高 0.14cm, 术后肩部可塑值 0.87cm

Figure 3 17 years old male, Lenke I curve with preoperative shoulder balanced, 5 years followed up. Surgery strategy: T6~L1 vertebra were instrumented, 3 vertebra less than Rose and Lenke strategy and gaining subjective satisfaction of shoulder balance. **a** Preoperative spinal X-ray, the main thoracic curve Cobb° was 52.23°; **b** Spinal Bending X-ray; **c** Spinal X-ray 5 years after operation, the main thoracic curve Cobb° was 18.08°, with correction rate 65.38%. **d** Preoperative photograph of the whole body; **e** Photograph of the whole body immediately after operation; **f** Photograph of the whole body 5 years after operation; **g** Preoperative photograph of shoulder, CSD -0.09cm; **h** Photograph of shoulder immediately after operation, CSD 1.01 cm; **i** Photograph of shoulder 5 years after operation, CSD 0.14cm, ΔCSD was 0.87cm

合后, 背部影像学及外观的矫正效果可有不同程度的丢失。

解剖学上, 肩部通过关节、肌肉及韧带等与脊柱连接, 前方为半活动关节胸锁关节和肩锁关节, 后方为活动性较大的肩胛骨-胸廓关节。当脊柱融合固定后, 理论上肩部可以在一定范围内活动, 并在术后一段时间内进行平衡的适度调整。Kuklo 等^[4]发现, 脊柱侧凸患者主胸弯融合后, 在上胸弯自发矫正的同时, 可发生放射学肩部高度差 RSH (Radiographic shoulder height) 的调整改善。

本研究以外观肩高 CSD 作为研究对象, 通过配对 t 检验, 发现脊柱侧凸患者术后即刻至末次随访期间肩部外观存在明显改善 ($t=7.98, P<$

0.001), 证明了术后肩部外观可塑性的存在。本组 56 例患者术后即刻左肩高者 (CSD $\geq$ 1cm) 23 例, 至末次随访左肩高者仅 5 例; 所有患者外观肩高平均改善 0.29cm, 最大改善可达 1.69cm, 即术后肩部外观可塑性在本组研究患者术后肩部平衡恢复的过程中起到重要作用。

3.2 胸弯融合上端椎选择策略

对于脊柱侧凸上胸弯融合的选择, 一直以来是学者们关注的重点之一。Lenke 在脊柱侧凸 Lenke 分型的基础上, 提出需融合的结构上胸弯标准为: 上胸弯 Bending 像上 $\geq$ 25°, 或 T2~T5 矢状后凸 $\geq$ 20°^[10]。然而, 研究者在工作中发现以 Lenke 的结构弯标准, 决定上胸弯融合与否不够

全面;上胸弯融合的选择,应同时关注术前双肩平衡状态。Lee 等^[11]认为患者左肩高应融合上胸弯,以避免术后左肩高进一步加重。而在双肩平衡时,Kuklo 等^[12]认为上胸弯融合与否不影响双肩平衡,可以不予融合。Ilharreborde 等^[13]认为术后 T1 倾斜可能导致颈部顽固性疼痛,对于右肩高上胸弯柔韧度差的患者需融合至 T3 或 T2,而左肩高者建议融合至 T1。2007 年,Rose 和 Lenke 在一篇青少年特发性脊柱侧凸矫形指导原则的文章中^[5],根据 Lenke 分型、双肩平衡情况、弯曲柔韧度等,更为详细地对融合节段选择进行介绍,建议 Lenke I 型患者右肩高则不需融合上胸弯,上端椎选择 T4~T5;双肩等高选择融合至 T3 或 T4;左肩高则需融合至 T2。较之前研究,该融合方案有更强地指导意义,然而仍需临床研究进一步证实。

本研究术中充分考虑术后肩部外观可塑性,对胸弯融合的上端椎进行选择,在实现较好手术效果的同时减少了上端椎融合椎数。患者术后冠状面及矢状面平衡较术前有所改善,并未发生肩部平衡以外的局部失衡、Adding-on 现象及其他并发症。

(1)右肩抬高,非僵硬性上胸弯患者上端椎选择端椎-1,该策略与 Matsumoto 等方案相同^[14],较 Rose 和 Lenke 选择 T4~T5 保留了 1~2 个活动节段;僵硬性上胸弯患者上端椎选择端椎,所有患者经手术矫形及肩部可塑后恢复较好的肩部平衡。

(2)双肩平衡,非僵硬性上胸弯患者,上端椎选择端椎+1,较 Rose 和 Lenke 选择 T3 或 T4 更多保留了活动节段^[5],术后即刻平均左肩较术前轻度抬高,但在随访中肩部外观不断改善,获得平均较术前更为平衡的状态;上端椎选择 T3 患者,末次随访仅较选择端椎+1 更为平衡,但均在双肩平衡范围之内,因而该类患者上端椎选择端椎为宜,特殊情况可继续向上延长融合范围。

双肩平衡僵硬性上胸弯患者,上端椎选择 T4,部分患者出现肩部外观负性可塑,末次随访 2 例患者外观肩高>1cm,其中 1 例患者 2 年内左肩抬高明显;上端椎选择 T3 时,术后肩部外观出现较大的可塑性,平均肩部外观改善 0.50cm,因而该类患者上端椎选择 T3 为宜。

(3)左肩高非僵硬性上胸弯患者,上端椎选择端椎+1,较 Rose 和 Lenke 选择 T2、Lee 等完全融合上胸弯更多保留了活动节段^[5],术后即刻双肩

平衡改善不明显,随访中肩部外观显示明显的可塑性,应是目前理想融合策略;特殊情况可继续向上延长融合范围。

左肩高僵硬性上胸弯患者,上端椎融合至 T4 共 1 例,末次随访双肩仍不等高;左肩高僵硬性上胸弯患者,上端椎融合至 T3,较 Rose 和 Lenke 选择 T2 多保留了 1 个活动节段^[5],随访中肩部外观显示较大的可塑性,平均肩部外观改善 0.54cm,应是目前理想融合策略。

3.3 总结及研究不足

本研究充分考虑术后肩部外观可塑性对胸弯融合上端椎进行选择,56 例 Lenke I 型患者中 51 例经手术矫形及肩部外观可塑后,实现了大多学者们共识的双肩平衡标准<1.0cm,而外观肩高>1.0cm 的 5 例患者中,4 例患者及家属在随访过程中并未关注到双肩不等高,证实了肩部外观可塑性的存在及其临床意义。表 5 总结了基于肩部外观可塑性 Lenke I 型患者胸弯融合上端椎选择新策略,同时包括了仍需考虑的特殊情况及处理建议,共 3 组 9 亚类,较 2007 年 Rose 和 Lenke 指导方案减少融合椎数分别为:右肩抬高患者 1~2 椎、双肩平衡患者 0~2 椎、左肩抬高患者 1~4 椎。

不足之处有以下几点:仅讨论了 Lenke I 型特发性脊柱侧弯患者肩部外观可塑情况,其他类型患者尚未列入研究范围;由于病例数有限,未能对患者情况进行对比研究;对于左肩高于 1.67cm 患者,融合策略的选择需进一步探讨;由于影响术后肩部平衡因素较多,以往简单分类常使脊柱科医师同时面临着融合椎过少而致肩部失衡或融合椎过多而致手术创伤大的风险,本研究根据多因素将 Lenke I 型患者进行详细分类,旨在达到理想手术效果的同时最大化减少融合节段、降低手术创伤,但同时由于所分类别较多,增大了执行策略的难度,尚待未来进一步改进。

4 参考文献

1. Jansen RC, van Rhijn LW, Duinkerke E, et al. Predictability of the spontaneous lumbar curve correction after selective thoracic fusion in idiopathic scoliosis[J]. Eur Spine, 2007, 16 (9): 1335-1342.
2. Patel PN, Upasani VV, Bastrom TP, et al. Spontaneous lumbar curve correction in selective thoracic fusions of idiopathic scoliosis: a comparison of anterior and posterior approaches[J]. Spine, 2008, 33(10): 1068-1073.

表 5 基于肩部外观可塑性的 Lenke I 型 AIS 胸弯融合上端椎选择策略

Table 5 Strategy to choose UIV in Lenke I curve based on the spontaneous correction of cosmetic shoulder difference

术前肩高 Preoperative SD	上胸弯柔韧性 PTF	特殊情况 Special cases	上端椎选择 UIV	Rose PS Lenke LG	减少融合椎数 Vertebra lessen
右肩高 Right shoulder lifted	NR		EV-1 (T5-T7)	T4-T5	1-2
	R		EV (T5-T6)	T4-T5	1
	NR		EV+1 (T4-T6)	T3 或 T4	0-2
双肩等高 Shoulder balanced	NR	SD→1cm PTF→30%	EV+2 (T3-T5)	T3 或 T4	0-1
	R		T3	T3 或 T4	0
	R	SD→-1cm PTF→30%	T4	T3 或 T4	0
	NR		EV+1 (T4-T6)	T2	2-4
左肩高 Left shoulder lifted	NR	SD>1.5cm PTF→30%	EV+2~4 (T3-T5)	T2	1-3
	R		T3	T2	1

注:SD 为肩高,左侧抬高时值为正,反之为负;右肩抬高,SD≤-1.0cm;双肩平衡,-1.0cm<SD<1.0cm;左肩抬高,SD≥1.0cm。NR,为非僵硬性(上胸弯),柔韧度>30%;R,为僵硬性(上胸弯),柔韧度≤30%。PTF,上胸弯柔韧性。符号“→”意义为“接近”。UIV,胸弯融合上端椎。EV,为主胸弯端椎。本策略左肩高患者适用范围为左肩抬高≤1.67cm

SD, shoulder difference, positive value means left shoulder higher than right; Right shoulder lifted, SD≤-1.0cm; Shoulder balanced,-1.0cm<SD<1.0cm; Left shoulder lifted, SD≥1.0cm. NR, non-rigid, flexibility>30%; R, rigid, flexibility≤30%. PTF, flexibility of proximal thoracic curve. “→” means “ be closed to”; UIV, upper instrumented vertebrae. EV, end vertebra. The strategy does not apply to cases that left shoulder lifted more than 1.67cm

3. Frez R, Cheng JC, Wong EM. Longitudinal changes in trunk-al balance after selective fusion of King II curves in adoles-cent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2000, 25(11): 1352-1359.

4. 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.

5. Rose PS, Lenke LG. Classification of operative adolescent id-iopathic scoliosis: treatment guidelines[J]. Orthop Clin North Am, 2007, 38(4): 521-529.

6. Qiu XS, Ma WW, Qiu Y, et al. Discrepancy between radio-graphic shoulder balance and cosmetic shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis patients with double thoracic curve[J]. Eur spine J, 2009, 18(1): 45-51.

7. Yang S, Feuchtbaum E, Werner BC, et al. Does anterior shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis correlate with posterior shoulder balance clinically and radiographically [J]? Eur Spine J, 2012, 21(10): 1978-1983.

8. Raso VJ, Lou E, Hill DL, et al. Trunk distortion in adoles-cent idiopathic scoliosis[J]. J Pediatr Orthop, 1998, 2(2):222-226.

9. Pratt RK, Webb JK, Burwell RG, et al. Changes in surface and radiographic deformity after Universal Spine System for right thoracic adolescent idiopathic scoliosis: is rib-hump re-assertion a mechanical problem of the thoracic cage rather than an effect of relative anterior spinal overgrowth?[J] Spine, 2001, 6(16): 1778-1787.

10. Lenke LG, Betz RR, Harm J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. J Bone Jiont Surg Am, 2001, 83-A(8): 1169-1181.

11. Lee CK, Denis F, Winter RB, et al. Analysis of the upper thoracic curve in surgically treated idiopathic scoliosis. A new concept of the double thoracic curve pattern [J]. Spine 1993, 18(12): 1599-1608.

12. Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, et al. Correlation of ra-diographic, clinical, and patient assessment of shoulder bal-ance following fusion versus nonfusion of the proximal tho-racic curve in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2002, 18(18): 2013-2020.

13. Ilharreborde B, Even J, Lefevre Y, et al. How to determine the upper level of instrumentation in Lenke types 1 and 2 adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 132 patients[J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28(7): 733-739.

14. 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(2): 93-97.

(收稿日期:2014-02-16 修回日期:2014-03-28)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)