

·临床研究论著·

Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸病人矫形术后肩平衡的相关因素分析

孙泽宇¹ 李波¹ 简月奎¹ 罗旭²

【摘要】 目的 探讨术前右肩高 Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸 (adolescent idiopathic scoliosis, AIS) 病人术后的肩关节高度变化, 并分析术后肩平衡的影响因素。方法 回顾性分析 2015 年 1 月至 2017 年 12 月于我院手术治疗的术前右肩高 Lenke 1 型 AIS 病人 41 例, 根据术后肩部平衡状态分为双肩平衡组和双肩失衡组。分别测量两组病人术前、术后 3 个月及术后 2 年的影像学肩关节高度差 (radiographic shoulder height, RSH)、上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、锁骨角、胸廓锁骨角度差 (clavicle chest cage angle difference, CCAD) 和 T₁ 倾斜角, 并计算主胸弯矫正率、上胸弯矫正率、主胸弯柔韧度、上胸弯柔韧度等; 分析双肩失衡组病人末次随访时 RSH 与术前影像学指标的相关性。结果 双肩失衡组术前的锁骨角和 CCAD 值均高于双肩平衡组, 上胸弯柔韧度低于双肩平衡组 ($P < 0.05$)。Pearson 相关分析显示术前锁骨角、CCAD 与术后 RSH 呈正相关 ($P < 0.05, r > 0$); 上胸弯柔韧度与术后 RSH 呈负相关 ($P < 0.05, r < 0$); 锁骨角变化、主胸弯及上胸弯矫正率、主胸弯角度变化与 RSH 变化呈正相关 ($P < 0.05, r > 0$)。Logistic 回归分析未见双肩失衡的独立危险因素。结论 术前锁骨角、CCAD 及上胸弯柔韧度是 Lenke 1 型 AIS 病人术后 RSH 的预测因素, 应避免主胸弯过度矫正导致术后肩失衡的发生。

【关键词】 青少年特发性脊柱侧凸; 肩平衡; 主胸弯矫正率; 上胸弯柔韧度

Related Factors of Postoperative Shoulder Balance in Adolescent Idiopathic Scoliosis after Surgery.

SUN Ze-yu¹, LI Bo¹, JIAN Yue-kui¹, LUO Xu². ¹Department of Orthopaedics, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang 550002, China; ²Guizhou Medical University, Guiyang 550001, China

Corresponding author: LI Bo, E-mail: libo3@medmail.com.cn

【Abstract】 **Objective** To investigate the changes of shoulder height in Lenke 1 adolescent idiopathic scoliosis (AIS) patients with preoperative right - elevated shoulder after surgery and to analyze the factors associated with postoperative shoulder balance. **Methods** A total of 41 Lenke 1 AIS patients with preoperative right - elevated shoulder treated in our hospital from January 2015 to December 2017 were retrospectively analyzed. They were divided into balance group and imbalance group according to the postoperative shoulder balance status. The X-rays were taken to measure radiographic parameters, including radiographic shoulder height (RSH), the proximal thoracic curve Cobb angle, the main thoracic curve Cobb angle, clavicle angle, clavicle chest cage angle difference (CCAD) and T₁ tilt angle at 3rd month after operation and the last follow-up. The correction of main thoracic curve, the correction of proximal thoracic curve, the main thoracic curve flexibility and the proximal thoracic curve flexibility were calculated. The correlations between the RSH and preoperative radiographic parameters were evaluated. **Results** The preoperative clavicular angle and CCAD were greater, and the proximal thoracic curve flexibility was lower in the imbalance group than that in the balance group ($P < 0.05$). Preoperative clavicular angle and CCAD were positively correlated with the last follow-up RSH ($P < 0.05, r > 0$), and the proximal thoracic curve flexibility was negatively corrected with the last follow-up RSH ($P < 0.05, r < 0$). The change of clavicular angle, the change and correction of main thoracic curve and the correction of proximal thoracic curve were significantly correlated with the change of RSH ($P < 0.05, r > 0$). No independent risk factors were found in the Logistic regression analysis ($P > 0.05$). **Conclusion** Preoperative clavicular angle, CCAD and the proximal thoracic curve flexibility are predictors of postoperative RSH in patients with Lenke 1 AIS. The occurrence of postoperative shoulder imbalance caused by

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.06.003

基金项目: 黔科合支撑[2019]2798号

作者单位: 1. 贵州省人民医院骨科, 贵阳 550002; 2. 贵州医科大学, 贵阳 550001

通信作者: 李波, E-mail: libo3@medmail.com.cn

overcorrection of the main thoracic curve should be avoided.

【Key words】 Adolescent idiopathic scoliosis; Shoulder balance; Correction of main thoracic curve; Proximal thoracic curve flexibility

青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)是指青少年时期发生的原因不明的脊柱三维畸形,包括整体平衡异常和区域平衡异常,其中躯干外观的矫正严重影响 AIS 病人的术后满意度^[1-2]。手术治疗可以矫正脊柱三维畸形、恢复脊柱正常序列及重建躯干稳定性,是目前治疗 AIS 的主要手段^[3]。对于矫形手术,以往仅仅对角度的纠正已不能满足病人的需求,术后躯干平衡尤其是双肩平衡的矫正和维持越来越受到临床医生的关注。近年来国内外学者不断探索肩平衡的影响因素以期指导手术方案的制定和实施,目前对于术前影像学指标与术后肩平衡相关性的研究尚未达成共识,该领域仍存在争议^[4]。本文回顾性分析 2015 年 1 月至 2017 年 12 月于我院手术治疗的术前为右肩高的 Lenke 1 型 AIS 病人的临床资料,探讨术后肩平衡的相关影响因素,为临床手术方案制定提供理论依据。

资料与方法

一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①术前明确诊断为右肩高的 Lenke 1 型 AIS 病人;②行单纯后路椎弓根螺钉内固定矫形手术;③年龄为 12~18 岁;④主胸弯 Cobb 角 $< 90^\circ$;⑤术前为凸侧肩高的病人;⑥术前全脊柱正侧位 X 线片、左右 Bending 位 X 线片完善者。

排除标准:①行 II 级以上截骨矫形者;②影像随访资料不全或失访的病人;③其他类型的脊柱侧凸病人。

二、一般资料

本研究共纳入 41 例病人,按照术后肩部平衡状态^[5]分为两组。双肩平衡组 32 例,其中男 6 例,女 26 例;年龄为 (15.72 ± 1.35) 岁;胸椎前凸角为 $43.42^\circ \pm 1.32^\circ$,胸椎后凸角为 $28.41^\circ \pm 4.24^\circ$ 。双肩失衡组 9 例,其中男 1 例,女 8 例;年龄为 (15.93 ± 2.19) 岁;胸椎前凸角为 $43.50^\circ \pm 1.91^\circ$,胸椎后凸角为 $26.51^\circ \pm 2.73^\circ$ 。两组病人年龄、性别、术前各影像学指标等一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

三、手术方法

所有手术由同一位医生主刀完成。病人俯卧位,全麻消毒铺巾后行后入路切口,逐层切开分离皮肤、皮下组织和椎旁肌肉,显露双侧椎板、上下关节

突。根据前期研究,本研究中的近端固定椎选择上端椎或上端椎的上一个椎体^[6],远端固定椎选择参照 Ishikawa 等^[7]提出的固定方法。所有病人都采用徒手置入椎弓根螺钉固定技术^[8],选择合适大小的螺钉置入,“C”型臂 X 线机证实置钉位置良好,然后按胸椎生理后凸预弯的钛棒置入侧弯凹侧,利用平移矫正力将主胸弯顶椎区的脊柱往中线方向推压,同时纠正侧凸和恢复矢状面形态,再于凸侧置入维持棒,对融合节段内的各个椎体进行撑开或加压,再次行“C”型臂 X 线机透视见畸形在冠状面、矢状面矫正均满意。术区冲洗、彻底止血、两侧椎板去皮质化、植入自体碎骨、留置引流管 2 根,并逐层严密关闭切口。手术全程监测神经电生理,术毕行唤醒试验。

四、观察指标

所有指标均由 3 位脊柱外科医生独立测量获得,取均值。术前、术后 3 个月及术后 2 年随访摄脊柱全长正侧位 X 线片,测量并记录下列影像学指标:①侧弯的 Cobb 角^[9],分别平行于侧弯上端椎的上终板和下端椎的下终板画直线,这 2 条直线的垂线之夹角即为 Cobb 角;②锁骨角^[10],连接双侧锁骨最高点的连线与水平线之间的夹角;③影像学肩关节高度差(radiographic shoulder height, RSH)^[10],双侧肩锁关节上方软组织影的垂直高度差;④T₁倾斜角^[11],T₁椎体上终板与水平线所成的夹角,左侧高为正值、右侧高为负值;⑤锁骨胸廓角度差(clavicle chest cage angle difference, CCAD)^[12],站立位脊柱全长 X 线片上 T₁椎体中点与 T₁₂椎体中点之连线的垂线与双侧锁骨中点连线的角度差(图 1)。

术后矫正指标包括主胸弯矫正率和上胸弯矫正率,计算公式为:(术前 Cobb 角-术后末次随访 Cobb 角)/术前 Cobb 角 $\times 100\%$ 。术前柔韧度包括主胸弯柔韧度和上胸弯柔韧度,计算公式为:(术前 Cobb 角-术前 Bending 位 Cobb 角)/术前 Cobb 角 $\times 100\%$ 。

五、统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件(SPSS 公司,美国)对数据进行统计学分析,计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,数据保留小数点后两位,组内术前术后各影像学指标的对比采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验。采用 Pearson 相关分析研究术前各影

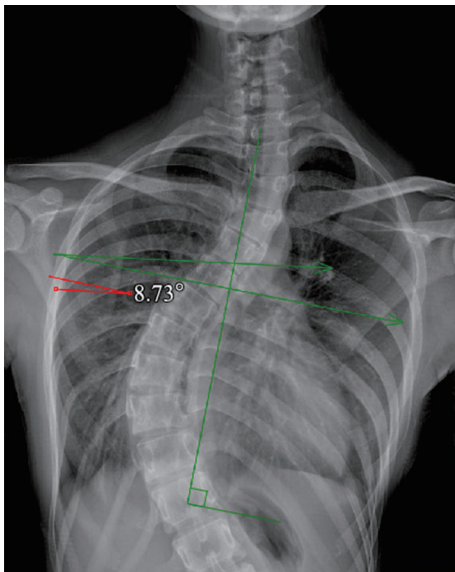


图1 锁骨胸廓角度差(CCAD)的测量方法示意图,站立位脊柱全长X线片上T₁椎体中点与T₂椎体中点之连线的垂线与双侧锁骨中点连线的角度差

影像学指标与双肩失衡组末次随访时RSH的相关性,以及胸弯相关指标变化与RSH变化的相关性。*Logistic* 回归分析术后肩失衡的危险因素。 $P < 0.05$ 为差异存在统计学意义。

结 果

一、矫形效果

41 例病人术后上胸弯 Cobb 角和主胸弯 Cobb 角均得到了一定程度的矫正,与术前相比,差异有统计学意义($P < 0.05$, 表 1)。9 例肩关节失衡病人均为左肩高,术后肩失衡发生率为 24.32%,其中 8 例轻度肩失衡,1 例中度肩失衡。随访期间均无严重并发症发生,如严重神经损害,内固定物松动、断裂。

二、两组病人术前上胸弯柔韧度、主胸弯柔韧度的比较

双肩失衡组术前的上胸弯柔韧度为(25.93±5.32)%,显著低于双肩平衡组的(38.17±8.97)%,差异有统计学意义($P < 0.05$);但两组术前主胸弯柔韧度比较[(45.21±8.24)% vs. (46.09±5.07)%],差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表1 41 例病人的术后矫形效果($\bar{x} \pm s$)

指标	术前	术后3个月	术后2年
上胸弯 Cobb 角(°)	28.65±5.75	18.03±3.70*	15.14±3.06*
主胸弯 Cobb 角(°)	57.81±5.76	22.28±5.23*	20.78±1.93*
RSH(mm)	-19.28±4.69	6.58±7.19*	5.81±5.98*

注:与术前相比,* $P < 0.05$

三、两组病人术前术后各影像学指标的比较

术后 3 个月及术后 2 年,两组的 RSH、上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、锁骨角和 CCAD 比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),术前两组的锁骨角、CCAD 比较,差异存在统计学意义($P < 0.05$)。T₁ 倾斜角在术前和术后各时间点的组间比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。术前 RSH、上胸弯 Cobb 角和主胸弯 Cobb 角比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。术后各时间点的 RSH、上胸弯 Cobb 角、主胸弯 Cobb 角、锁骨角、T₁ 倾斜角与术前比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);但手术前后的 CCAD 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。详见表 2。

四、影响术后 RSH 及其变化的相关因素

双肩失衡组病人的术前锁骨角和 CCAD 与术后 RSH 呈正相关($P < 0.05, r > 0$),而上胸弯柔韧度与术后 RSH 呈负相关($P < 0.05, r < 0$),详见表 3。

双肩失衡组病人锁骨角变化、上胸弯矫正率、主胸弯矫正率和主胸弯角度变化与 RSH 变化呈正相关($P < 0.05, r > 0$, 表 4),同时主胸弯矫正率、主胸弯角度变化同锁骨角变化呈正相关($P < 0.05, r > 0$,

表2 两组病人术前术后各影像学指标的比较($\bar{x} \pm s$)

指标	双肩平衡组 (32例)	双肩失衡组 (9例)	P 值
术前			
RSH(mm)	-19.11±4.47	-19.88±5.67	0.671
上胸弯 Cobb 角(°)	29.15±5.65	27.12±2.20	0.110
主胸弯 Cobb 角(°)	58.59±5.55	55.02±5.96	0.101
锁骨角(°)	-2.01±0.42	-2.57±0.44	0.001
CCAD(°)	2.72±1.24	8.65±2.55	<0.001
T ₁ 倾斜角(°)	-5.91±2.05	-5.01±0.99	0.111
术后3个月			
RSH(mm)	3.08±2.54*	16.12±3.78*	<0.001
上胸弯 Cobb 角(°)	19.22±3.18*	12.65±0.89*	<0.001
主胸弯 Cobb 角(°)	24.81±2.03*	13.30±2.14*	<0.001
锁骨角(°)	0.16±0.50*	1.48±0.24*	<0.001
CCAD(°)	2.65±1.47	8.07±2.03	<0.001
T ₁ 倾斜角(°)	5.28±1.49*	4.39±1.45*	0.115
术后2年			
RSH(mm)	3.05±2.76*	15.61±3.30*	<0.001
上胸弯 Cobb 角(°)	19.05±3.56*	12.07±0.84*	<0.001
主胸弯 Cobb 角(°)	23.75±2.07*	11.88±0.93*	<0.001
锁骨角(°)	0.55±0.53*	1.41±0.28*	<0.001
CCAD(°)	2.68±1.26	7.55±1.67	<0.001
T ₁ 倾斜角(°)	5.23±1.66*	4.49±1.31*	0.221

注:与术前比较,* $P < 0.05$

表 5)。Logistic 回归分析结果显示锁骨角 ($P=0.996$)、CCAD ($P=0.992$) 和上胸弯柔韧度 ($P=0.994$) 都不是术后肩失衡的独立危险因素。

典型病例见图 2、3。

表 3 术后 RSH 与术前各影像学指标的相关性分析

变量	r 值	P 值
锁骨角	0.996	<0.001
CCAD	0.982	<0.001
T ₁ 倾斜角	-0.443	0.232
术前上胸弯 Cobb 角	0.473	0.119
术前主胸弯 Cobb 角	0.090	0.577
上胸弯柔韧度	-0.702	0.035
主胸弯柔韧度	0.127	0.429

表 4 RSH 变化与各影像学指标变化的相关性分析

变量	r 值	P 值
锁骨角变化	0.990	<0.001
上胸弯角度变化	0.644	0.061
上胸弯矫正率	0.708	0.033
主胸弯角度变化	0.992	<0.001
主胸弯矫正率	0.958	<0.001

表 5 锁骨角变化与各影像学指标变化的相关性分析

变量	r 值	P 值
上胸弯角度变化	0.574	0.106
上胸弯矫正率	0.626	0.071
主胸弯角度变化	0.971	<0.001
主胸弯矫正率	0.915	0.001

讨 论

随着人们对 AIS 矫形手术认识的不断深入,躯干平衡的重塑与侧弯角度的纠正变得同等重要,而肩部平衡的矫正与维持更是其中的重点之一^[13]。Lenke 1 型 AIS 是 Lenke 分型中以结构性主胸弯为特点的单胸弯类型,也是发病率最高的类型,手术关键在于侧弯矫形和躯体平衡的矫正与维持,其中结构性主胸弯的矫正是毋庸置疑的重点,也是保证术后疗效的关键和前提。但过度的主胸弯矫正反而会造术后肩失衡,对于此,本研究与以往研究结果相同^[14-15],本研究术后双肩失衡组病人的肩关节抬高方向均为术前右肩高向术后左肩高改变,作者认为在主胸弯凸侧方向与右肩高一一致时,对主弯的矫正势必带来左肩抬高,最终过度的矫正造术后肩失衡。同时进一步分析数据后发现术后双肩失衡组的主胸弯矫正率均高于 75%,作者认为这一数值可能是界定 Lenke 1 型 AIS 主胸弯是否过度矫正的标准。

上胸椎通过胸锁关节、肩锁关节和周围肌肉等结构与肩关节在解剖上关系密切,同时近年来临床工作中也发现术后肩平衡与上胸弯的处理密切相关。对于上胸弯的矫形策略一直存在争议,Lenke 等^[13]将 AIS 进行分型并定义结构性上胸弯为:上胸弯在凸侧 Bending 像上 Cobb 角 $\geq 25^\circ$ 或 T₂~T₅ 的矢状面后凸 $\geq 20^\circ$ 时为结构性弯曲,此时上胸弯需要融合固定。而 Kuklo 等^[5]认为术前右肩高的病人,无论

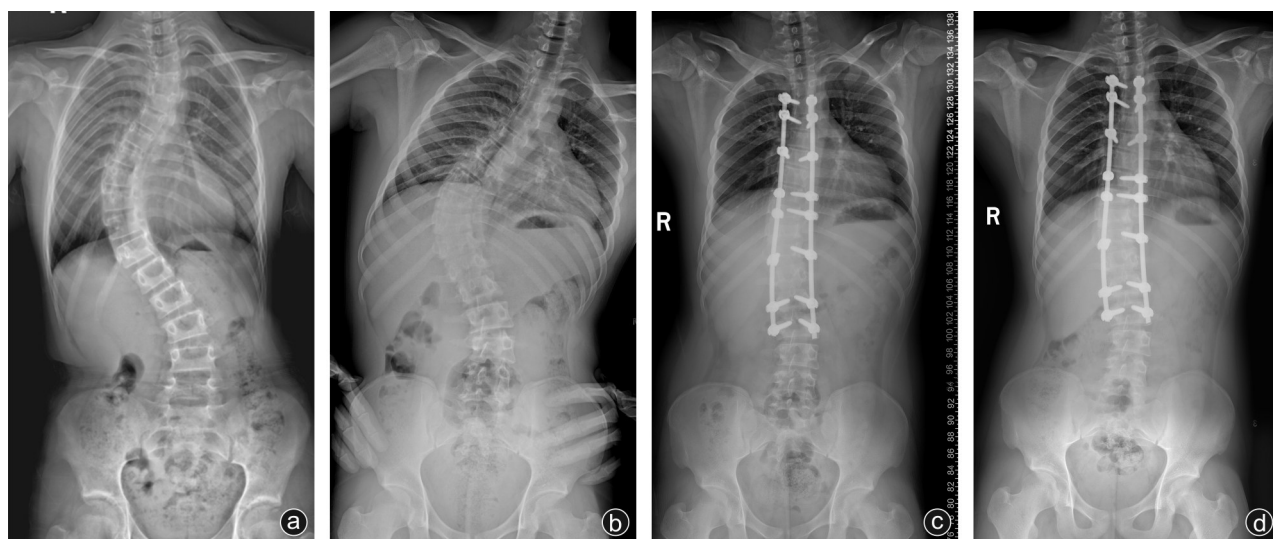


图 2 病人,男,16岁,Lenke 1 型 AIS,由于上胸弯僵硬伴主胸弯过度矫正,导致术后肩失衡 a: 术前全脊柱正位片示主胸弯 Cobb 角为 54.87° (T₆~L₁), 上胸弯 Cobb 角为 32.61° (T₁~T₅), RSH 为 -12.28 mm; b: 术前上胸弯柔韧度为 28.21%; c: 术后 3 个月随访时病人主胸弯 Cobb 角为 11.49° , 上胸弯 Cobb 角为 10.24° , RSH 为 15.21 mm; d: 术后 2 年时病人主胸弯 Cobb 角为 11.83° , 主胸弯矫正率为 78.33%, 上胸弯 Cobb 角为 10.76° , RSH 为 14.16 mm

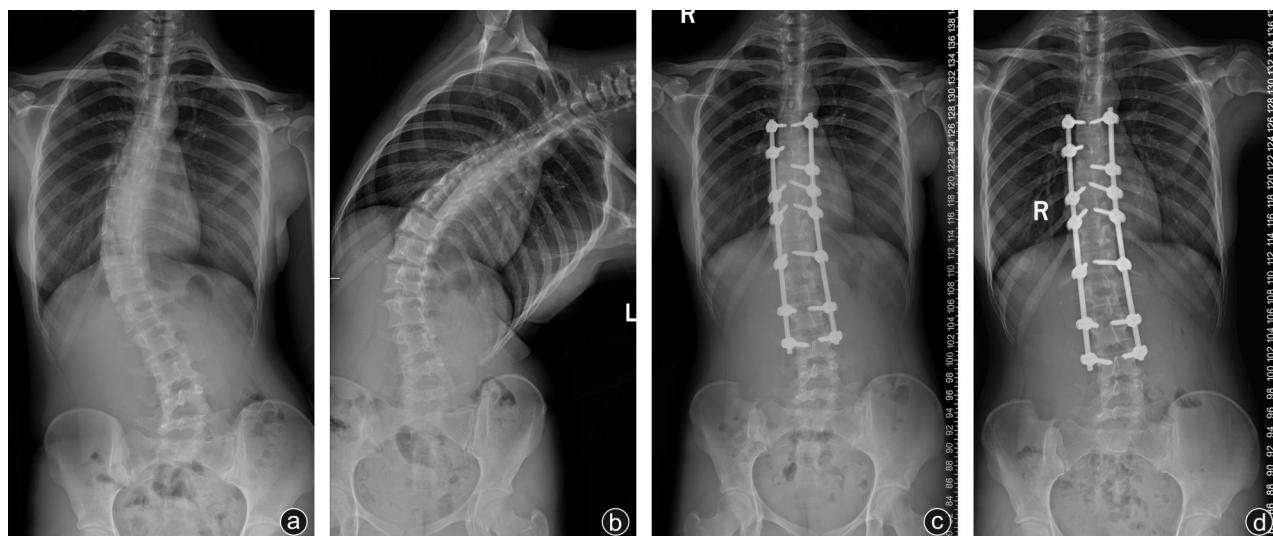


图3 病人,女,14岁,Lenke 1型AIS,上胸弯柔韧且主胸弯矫正率适当,术后随访过程中肩平衡保持良好 a:术前全脊柱正位片示主胸弯Cobb角为 44.37° ($T_6\sim L_2$),上胸弯Cobb角为 13.74° ($T_1\sim T_5$),RSH为 -18.91 mm;b:术前上胸弯柔韧度为 77.07% ;c:术后3个月随访时病人主胸弯Cobb角为 12.93° ,上胸弯Cobb角为 4.95° ,RSH为 6.76 mm;d:术后2年时病人主胸弯Cobb角为 14.76° ,主胸弯矫正率为 70.86% ,上胸弯Cobb角为 6.57° ,RSH为 5.24 mm,达到双肩平衡

上胸弯是否为结构性侧弯都不需要对其进行固定融合。同时,国内外学者大多认为柔韧度良好的非结构性上胸弯且术前右肩高的病人,上胸弯也不需要特殊加强固定^[16-18]。本研究发现,术后双肩失衡组病人术前的上胸弯柔韧度均明显较双肩平衡组差,作者认为传统的Lenke 1型AIS的非结构性上胸弯也存在一类相对僵硬的情况,此类病人术后更易出现肩失衡现象,需要重点关注。同时我们观察到随访过程中双肩失衡组病人肩关节高度有一定程度的自发性矫正,但未见统计学意义,分析这也是由于上胸弯较僵硬导致其自发性矫正能力不足,最终出现术后肩失衡残留。对于Lenke 1型AIS,近端固定椎的选择是影响矫正效果尤其是肩平衡的重要因素,本研究的前期研究已表明近端固定椎选择在主胸弯的上端椎或上端椎的上一个椎体对术后肩平衡无明显影响^[6],故本研究对近端固定椎的选择方案同前期研究,以减少试验偏倚。

为了制定更精准的手术方案,研究者们开始探索术前影像学指标对术后肩平衡的影响。Kuklo等^[5]认为术前锁骨角是术后双肩失衡的最佳预测因素。此后锁骨角一直被许多学者认为与AIS病人术后RSH相关^[17,19]。本研究结果提示锁骨角变化与RSH变化呈正相关,作者认为锁骨角虽是反映上胸弯的指标,但由于Lenke 1型AIS主胸弯角度远远大于上胸弯,锁骨角变化可以间接反映主胸弯矫正情况。同时,临床工作中时常发现 T_1 倾斜并不能代表术前肩关节倾斜方向,且 T_1 倾斜角与术后RSH无明

显相关性已成为学术界较为认可的观点,本研究与以往研究结果相同^[20-22]。而CCAD是目前较新的AIS观察指标,Han等^[23]认为Lenke 1型AIS病人的RSH和外观均与CCAD密切相关。但上述研究的肩失衡定义为RSH大于2 cm,可能会纳入比实际情况少的肩失衡病例数量,造成研究结果的不确定性;本研究采用Kuklo等^[5]提出的分组标准,增加病例数和试验可信度,并得到了相同结论,因而作者也认为CCAD可以很好反映肩平衡的状态。

综上所述,我们认为对于术前右肩高Lenke 1型AIS病人,术前锁骨角、CCAD及上胸弯柔韧度是术后RSH的预测因素,主胸弯过度矫正是术后双肩失衡的危险因素。同时,本研究未发现术前影像学指标中对于术后肩失衡的独立危险因素,作者认为目前术后肩平衡问题仍是一个复杂的多维问题。但本研究仍存在一定不足,首先是纳入病例数量仍较少,后期需要增加样本或多中心联合研究提高研究结果可信度。其次,未对术后RSH与美观指标的相关性进行研究,日后可增加这一方面的研究。

术前右肩高的Lenke 1型AIS病人,应充分关注术前锁骨角、CCAD和上胸弯柔韧度并制定合理矫正方案,同时避免术中对主胸弯的过度矫正。

参 考 文 献

- [1] 肖斌, 阎凯, 张延, 等. 使用EOS影像系统评价Lenke 5型青少年特发性脊柱侧凸的手术矫正效果[J]. 中国骨与关节杂志, 2021, 10(1): 19-23.
- [2] 朱泽章. 青少年特发性脊柱侧凸病因学研究进展[J]. 医学研究

- 生学报, 2016, 29(2): 126-132.
- [3] 卢昌怀, 刘志军, 晏峻峰, 等. Lenke1AN 型青少年特发性脊柱侧凸不同置棒顺序矫形的有限元分析[J]. 中国矫形外科杂志, 2019, 27(19): 1780-1784.
- [4] 蒋军, 钱邦平, 邱勇, 等. Lenke 2 型青少年特发性脊柱侧凸患者非选择性胸弯矫正术后即刻发生肩关节失衡的影像学因素分析[J]. 中国骨与关节外科杂志, 2017, 6(1): 5-9.
- [5] 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 (Phila Pa 1976), 2002, 27(18): 2013-2020.
- [6] 朱欢叶, 李波, 孙泽宇, 等. Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧弯矫形术中不同近端固定椎的疗效分析[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(1): 41-48.
- [7] Ishikawa M, Cao K, Pang L, et al. Onset and remodeling of coronal imbalance after selective posterior thoracic fusion for Lenke 1C and 2C adolescent idiopathic scoliosis (a pilot study)[J]. Scoliosis Spinal Disord, 2017, 12(1): 16-25.
- [8] 刘政, 李宏伟, 王爽, 等. 胸腰椎椎弓根螺钉置入技术的比较分析与展望[J]. 中国组织工程研究, 2017, 21(19): 3102-3107.
- [9] Chan CYW, Lee SY, Ch'ng PY, et al. Learning curve for a dual attending surgeon strategy in posterior spinal fusion (psf): An analysis of 105 severe adolescent idiopathic scoliosis patients (cobb angle $\geq 90^\circ$)[J]. Spine (Phila Pa 1976), 2021, 46(12): E663-E670.
- [10] 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-E750.
- [11] 蒋军, 邱勇, 钱邦平, 等. 选择性胸弯融合治疗右肩高的 Lenke2 型青少年特发性脊柱侧凸患者术后肩关节平衡的分析[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2015, 8(1): 21-26.
- [12] Yagi M, Takemitsu M, Machida M. Clavicle chest cage angle difference (CCAD): a novel predictor of postoperative shoulder imbalance in patient with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(12): E705-E712.
- [13] 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.
- [14] Jian YM, Yang SH, Hu MH. Assessment of change of shoulder balance in patients with adolescent idiopathic scoliosis after corrective surgery[J]. Orthop Surg, 2018, 10(3): 198-204.
- [15] Lee CS, Hwang CJ, Lim EJ, et al. A retrospective study to reveal factors associated with postoperative shoulder imbalance in patients with adolescent idiopathic scoliosis with double thoracic curve[J]. J Neurosurg Pediatr, 2016, 25(6): 744-752.
- [16] Rose PS, Lenke LG. Classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: treatment guidelines[J]. Orthop Clin N Am, 2007, 38(4): 521-529.
- [17] 仇建国. 特发性脊柱侧凸上胸弯的处理及其与术后双肩平衡的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(4): 294-297.
- [18] 邱勇. 重视青少年特发性脊柱侧凸上胸弯融合选择与双肩平衡问题[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(4): 289-291.
- [19] 孙晓飞, 陈自强, 杨武, 等. Lenke1 型青少年特发性脊柱侧凸患者术后双肩失衡的影像学评估[J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23(9): 779-783.
- [20] Bjerke BT, Cheung ZB, Shifflett GD, et al. Do current recommendations for upper instrumented vertebra predict shoulder imbalance? An attempted validation of level selection for adolescent idiopathic scoliosis[J]. HSS J, 2015, 11(3): 216-222.
- [21] Matsumoto M, Watanabe K, Kawakami N, et al. Postoperative shoulder imbalance in Lenke Type 1A adolescent idiopathic scoliosis and related factors[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2014, 15: 366.
- [22] Kwan MK, Wong KA, Lee CK, et al. Is neck tilt and shoulder imbalance the same phenomenon? A prospective analysis of 89 adolescent idiopathic scoliosis patients (Lenke type 1 and 2)[J]. Eur Spine J, 2016, 25(2): 401-408.
- [23] Han X, Liu Z, Qiu Y, et al. Clavicle chest cage angle difference. Is it a radiographic and clinical predictor of postoperative shoulder imbalance in lenke i adolescent idiopathic scoliosis? [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2016, 41(17): 1346-1354.

(收稿日期: 2021-06-26)

(本文编辑: 陈姗姗)

引用格式

孙泽宇, 李波, 简月奎, 等. Lenke 1 型青少年特发性脊柱侧凸病人矫形术后肩平衡的相关因素分析[J]. 骨科, 2021, 12(6): 499-504. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.06.003.