

专家论坛

青少年特发性脊柱侧凸上胸弯与术后双肩平衡的相关问题探讨

Issues on proximal thoracic curve and postoperative shoulders balance
in adolescent idiopathic scoliosis

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.04.02

中图分类号: R682.3 文献标识码: 文章编号: 1004-406X(2014)-04-0292-09

对青少年特发性脊柱侧凸保持术后双肩平衡的几点认识

How to maintain postoperative shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis

张永刚(解放军总医院骨科 100853 北京市)

肩部平衡是青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)畸形评估的重要内容。有学者认为,肩部平衡、肩胛骨畸形及腰部不对称占整体畸形评估的 75%,显著影响患者的自身满意度。由于肩部平衡与上胸弯的关系密切,正确处理上胸弯、合理选择融合上端椎至关重要。然而,AIS 矫形术后肩部不平衡、甚至加重的情况时有发生,国内外报道其发生率约为 16%~38%^[1-3]。深入认识 AIS 患者肩部平衡机制,合理处理上胸弯,是 AIS 矫形术中需要把握的重要环节。

为保证术后肩部平衡,早期的研究主要集中在正确识别结构性上胸弯上。Moe 等将上胸弯定义为:在双主胸弯的特发性脊柱侧凸中,上端椎通常为 T1 或 T2、下端椎通常为 T5 或 T6 的弯。Ginsburg 等特别强调了 T1 正性倾斜这一术语,即 T1 椎体的左上角高于右上角。此后,这一概念长期影响 AIS 矫形术中上胸弯的处理策略。1983 年 King 将胸椎侧凸分为 5 型^[4],其中双胸弯为 V 型,主要特征是 T1 正性倾斜,上胸弯顶椎位于中线左侧,在侧屈像上柔韧性差,认为该型患者仅融合主胸弯会导致双肩失衡,应同时固定双胸弯。但是,Winter 等^[5,6]和 Lee 等^[7]认为,T1 正性倾斜并不意味着上胸弯一定为结构性弯而需要融合。临床上也经常发现,T1 倾斜与双肩平衡与否、胸壁高位剃刀背等现象并不完全一致。

1994 年 Lenke 等^[7]提出当上胸弯 Cobb 角 $>30^\circ$ 、在 Bending 像上 $>20^\circ$ 、顶椎旋转超过 I 度、顶椎偏距 $\geq 1\text{cm}$ 、外观左肩高于右肩或 T1 正性倾斜,以及双胸弯移行椎位于 T6 或以下时,可认定为结构性上胸弯,应融合至 T2。2001 年 Lenke 等^[8]进一步提出了 AIS 三维分型标准,认为上胸弯在侧屈像上 $\geq 25^\circ$ 或 T2~T5 的矢状面后凸 $\geq 20^\circ$ 时为结构性弯,需要进行融合固定。该标准得到了普遍的推广,但其仍存在较多的争议。目前,包括 Lenke 本人在内的一些学者均认为,Lenke 分型中的非结构性上胸弯在某些情况下仍需要固定融合或部分固定融合。也有研究显示,以 Lenke 分型为标准来识别结构性上胸弯,其中 30% 的认定存在争议。邱勇等^[9]也认为上胸弯的界定是影响 Lenke 分型一致性的最大因素,高于结构性腰弯及主胸弯的界定。

早在 1989 年 Winter 等^[6]就提出,如何处理上胸弯,需要将影像学与外观相结合进行判断,二者缺一不可。如左侧斜方肌更饱满、前屈时左胸壁剃刀背、T1~T5 后凸、左肩高等情况,就提示可能需要固定融合上胸弯。Rose 等^[10]也发现在非结构性上胸弯中也存在左肩高现象,对该类患者也要融合上胸弯。Suk 等^[11]认为上胸弯超过 25° 、双肩等高或左肩高提示需要融合上胸弯。而在肩部影像学参数与肩部外观不一致时,肩部外观的因素就显得更为重要。值得关注的是,实际情况可能更为复杂,右肩高时可能上胸弯在侧屈像上 $\geq 25^\circ$;左肩高时可能上胸弯在侧屈像上 $<25^\circ$,且柔韧度 $>30\%$;而双肩等高时,上胸弯可能是柔软的,也可能是僵硬的。因此,在影像学检查的基础上,注重肩部外观的观察,才能正确识别结构性上胸弯。

上胸弯的结构性质与肩部平衡与否并不完全一致,而如何处理上胸弯的重要目的之一就是要恢复

肩部平衡,因而,学者们逐渐倾向于将术前肩部平衡情况作为独立的因素进行分析,来制定胸弯融合策略。术后是否发生双肩不平衡,取决于术前双肩平衡情况及上胸弯、主胸弯的矫正程度,而术前双肩平衡情况尤为重要^[1,5,9]。如果术前患者右肩高,则可仅融合主胸弯,抬高左肩并与右肩实现平衡;如术前左肩高或左侧斜方肌突出,仅融合右主胸弯将进一步抬高左肩,因而需融合双胸弯;对于双肩等高的患者,如上胸弯比主胸弯僵硬,则需同时融合双弯以保持双肩平衡,如果上胸弯较柔韧,仅融合主胸弯即可达到矫形目的。Suk 等^[11]对影响术后双肩平衡的相关因素进行了回归分析,发现术前肩部平衡情况与术后肩部平衡恢复密切相关。Kuklo 等^[12]则认为如果术前双肩平衡,是否融合上胸弯对术后双肩的平衡影响较小。Rose 等^[10]建议,对于非结构性上胸弯,若术前右肩高则不需融合上胸弯,上端椎选择 T4 或 T5;如术前双肩平衡,则需要选择至 T3;若术前左肩高,则需固定至 T1 或 T2。对于结构性上胸弯,如果术前左肩高,需要固定到 T2;若术前双肩平衡,可部分融合上胸弯至 T3;而如果术前右肩高,考虑到上胸弯的柔韧性较差,仍需部分融合上胸弯至 T3。

笔者认为,若仅以双肩高度差 $\geq 1\text{cm}$ 作为术前肩部失衡的标准判断是否需要融合上胸弯,其科学性 & 精确度有待商榷。在解剖学上,肩部与脊柱通过关节与肌肉韧带间接连接,前方为胸锁关节及肩锁关节,后方为活动性较大的肩胛骨-胸廓关节。理论上,肩部在脊柱固定于某一状态时,可以在一定范围内活动;肩部平衡在术后一段时间内也可能通过上述关节进行适度调整。笔者随访 56 例手术治疗的特发性脊柱侧凸患者 2~5 年,术后肩部平衡总体有较明显改善,最大调整度为 1.69cm。尤其是对于多数术前双肩平衡和左肩高的患者,在上胸弯选择了较传统策略更少的融合椎后,术后即刻出现左肩抬高,但末次随访均基本获得满意的效果,即术后肩部平衡存在自行调整的现象,这一现象在处理上胸弯时可能是需要充分考虑的一个重要因素。

参考文献

1. 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.
2. Li M, Gu S, Ni J, et al. Shoulder balance after surgery in patients with Lenke type 2 scoliosis corrected with the segmental pedicle screw technique[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(3): 214-219.
3. Yagi M, Takemitsu M, Machida M. CCAD and rotation of main thoracic curve are the independent risk factors of post-op shoulder imbalance in surgically treated patients with AIS[J]. Spine, 2013, [Epub ahead of print].
4. King H, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(9): 1302-1313.
5. Winter RB, Denis F. The King V curve pattern: its analysis and surgical treatment[J]. Orthop Clin North Am, 1994, 25(2): 353-362.
6. Winter RB. The idiopathic double thoracic curve pattern: its recognition and surgical management[J]. Spine, 1989, 14(12): 1287-1292.
7. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, et al. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation[J]. Spine, 1994, 19(14): 1589-1597.
8. 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.
9. 邱勇, 朱泽章, 朱锋, 等. 青少年特发性脊柱侧凸 King、Lenke 和 PUMC(协和)分型的可信度和可重复性比较及意义[J]. 中华骨科杂志, 2007, 27(10): 748-752.
10. Rose PS, Lenke LG. Classification of operative adolescent idiopathic scoliosis: treatment guidelines[J]. Orthop Clin North Am, 2007, 38(4): 521-529.
11. Suk SI, Kim WJ, Lee CS, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation [J]. Spine, 2000, 25(18): 2342-2349.
12. 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.

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

Treatment of proximal thoracic curve and its relationship with postoperative shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis

仇建国(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)

青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)是常见的脊柱三维畸形。近年来随着内固定器械的发展以及矫形技术的进步,尤其是椎弓根螺钉的广泛应用以及直接去旋转技术(direct vertebra rotation, DVR)的出现, AIS 的矫形效果得到较大提高,但在如何识别并处理上胸弯方面仍存在争议。由于上胸弯的处理对术后双肩平衡以及患者的满意度影响较大,笔者将就这一问题提出自己的看法。

上胸弯最早由 Ponseti 和 Friedmann^[1]提出,他们将之定义为颈胸弯,但实际上其上端椎常为 T1 或 T2,很少是颈椎。1970 年, Moe 等在分析使用 Milwaukee 支具治疗特发性脊柱侧凸时再次描述了上胸弯,其上端椎通常为 T1 或 T2、下端椎通常为 T5 或 T6,同时指出上胸弯对 Milwaukee 支具治疗反应不佳^[2]。1977 年 Ginsburg 等^[3]报道了针对上胸弯的研究,并提出了 T1 倾斜这一定义:T1 倾斜是指 T1 上终板与水平线之间的夹角。正性 T1 倾斜是指存在右胸主弯的时候, T1 上终板的左侧高于右侧。他们认为在右胸主弯的患者,如果存在正性 T1 倾斜,则存在完整的上胸弯;若 T1 椎体两侧等高或左侧低于右侧,则不存在上胸弯。1983 年 King 等^[4]在对 AIS 进行分型时对上胸弯进行了定义,他指出上胸弯存在于双胸弯(King V 型)中,其具有以下特征:(1)高位左胸弯,顶椎通常位于 T3,上端椎位于 T1 或 T2,下端椎位于 T5 或 T6;(2)下位右胸弯,上端椎位于 T5 或 T6,顶椎位于 T8、T9 或 T10,下端椎位于 T11、T12、L1 或者 L2;(3)上胸弯以及主胸弯均为结构性弯曲,在 Bending 像上柔韧性差;(4)存在正性 T1 倾斜;(5)上胸弯顶椎位于 C7 椎体中心铅垂线中线左侧。Winter 等^[5,6]指出,在确定是否存在上胸弯时,除了影像学评估外,还需要考虑查体发现。左侧斜方肌丰满、高位左胸区剃刀背、左侧肋骨明显旋转、上胸段(T1~T5)后凸提示存在上胸弯。Suk 等^[7]通过对 40 例特发性脊柱侧凸的患者进行分析研究后提出上胸弯的标准为:侧凸 $>20^\circ$,伴左肩高或双肩等高。

1994 年, Lenke 等通过病例对照研究后指出,上胸弯 $>30^\circ$,在凸侧 Bending 像上 $>20^\circ$;顶椎旋转度(apical vertebral rotation, AVR) ≥ 1 度或顶椎偏距(apical vertebral translation, AVT) >1 cm;临床检查左肩高于右肩或为正性 T1 倾斜;移行椎在 T6 或以下的侧凸存在真正的上胸弯^[8]。2001 年 Lenke 等^[9]提出的 Lenke 分型中,上胸弯存在于 2 型以及 4 型中,为结构性侧凸,其定义为:凸侧 Bending 像上上胸弯 $\geq 25^\circ$ 或 T2~T5 后凸 $\geq 20^\circ$ 。2003 年邱贵兴等^[10]提出了 AIS 的 PUMC 分型。在这个分型系统中,对于上胸弯的定义使用了国际脊柱侧凸研究会(Scoliosis Research Society, SRS)的侧凸的定义,即站立脊柱正位 X 线片上胸椎偏离中线(AVT >0), Cobb 角 $>10^\circ$ 。根据 PUMC 分型,在 II a、III a、III b 中包含有上胸弯。

上胸弯以及双肩平衡的评估对于手术决策以及术后效果有着重大影响。Kirk 等^[11]通过研究发现,在评估上胸弯的柔韧性时,仰卧位牵引像上胸弯的柔韧性往往比凸侧 Bending 像要好(24° vs 30°);因而他们认为在评估上胸弯柔韧性时,仰卧位牵引像更有优势。

在评估上胸弯以及双肩关系时, Ginsburg 等^[3]最早提出 T1 倾斜的概念,定义为 T1 上终板与水平线的夹角;当 T1 上终板左侧高时定义为 T1 正性倾斜。但 Ilharreborde 等^[12]发现 T1 倾斜与术后双肩平衡情况无明显关联。Kuklo 等^[13]通过研究提出一系列指标用于评估上胸弯:(1)锁骨角,两侧锁骨最高点连线与水平线的交角,当左侧高时定义为正性锁骨角;(2)影像学肩高度(radiographic shoulder height, RSH),肩锁关节至垂直上方软组织阴影的高度差,分为明显不平衡(>3 cm)、中度不平衡($2\sim 3$ cm)、轻度不平衡($1\sim 2$ cm)和平衡(<1 cm),左侧高定义为正性;此外,他们还使用了喙突高度差、斜方肌高度、第一肋锁骨高度差等来评估上胸弯以及双肩平衡情况。通过研究,他们指出在所有指标中,锁骨角是预测术后双肩平衡情况最好的影像学参数。Winter 等^[5,6]强调在评估上胸弯以及双肩平衡时应充分使用查体以

及患者大体像上相关指标,包括斜方肌丰满度、左侧肋骨突出度以及左肩抬高程度。Suk 等^[7]通过评估 X 线片上锁骨外侧端的上表面来确定上胸弯以及双肩关系,当左肩高于右肩时为正值,反之为负值;两侧高度差超过 5mm 时定义为双肩不平衡。2012 年 Takasi 等^[14]通过对 113 例 AIS 进行分析后指出,在预测术后双肩平衡方面,斜方肌的丰满度比锁骨角更有意义。邱勇等^[15]也指出在评估 AIS 患者上胸弯以及双肩平衡情况时,在进行影像学测量的同时要注重大体测量,对可反映患者外观的指标,例如内侧双肩高度差、外侧双肩高度差、肩部面积指数、肩角以及腋窝角等进行评估,可作为手术决策时影像学评估的一种补充。2013 年, Yagi 等^[16]提出一个新的指标——锁骨胸廓角度差 (clavicle chest cage angle difference, CCAD), 其影像学测量方法为:在站立位 X 线正位像上自 T1 椎体中点至 T12 椎体中点作连线,并作该线的垂线,之后作双侧锁骨内外端中点的连线,双侧锁骨线与胸廓垂线的角度差即 CAAD。他们通过对 89 例患者的研究发现 CAAD 在预测术后双肩平衡方面是准确、稳定的。因此,对用何种参数来评估双肩平衡情况并无一致观点。

由于上胸弯的定义尚存争论,对于其融合的标准目前也缺乏统一的标准。由于 Harrington 系统、CD 系统以及现代三维矫形系统矫形原理不同,因此对于上胸弯的处理标准也不同。在使用 Harrington 撑开系统时, King 等^[4]提出,对于存在 T1 正性倾斜、侧凸在凸侧 Bending 像上为结构性弯时需融合上胸弯。Winter 等^[5,6]则提出,当 T1 存在正性倾斜或上胸弯的顶椎楔形变时,考虑上胸弯为结构性弯曲,若上胸弯凸侧 Bending 像上 Cobb 角与主胸弯矫正后 Cobb 角相当,则可选择性融合主胸弯而无需融合上胸弯,术后也可达到双肩平衡。他们还指出, T1 正性倾斜并不能完全反映双肩不平衡的情况,患者外观上双肩高度情况对于上胸弯是否需要融合以及术后双肩的平衡情况有很重要的指导意义。通过研究他们发现术前左肩高或者左侧斜方肌突起的患者,单纯融合主胸弯会加重左肩高,此时应当融合上胸弯。而右肩高的患者在融合主胸弯时,凹侧的撑开以及凸侧的加压会矫正右肩高;因而可不融合上胸弯。在这种情况下,右肩与左肩高度差越大,主胸弯的矫正度可越大。对于双肩等高的患者,需要对上胸弯以及主胸弯的柔韧性进行评估;如上胸弯柔韧性差,融合双胸弯;若上胸弯柔韧性良好,可考虑选择性融合主胸弯,但是要注意防止主胸弯的过度矫正导致术后失平衡。

1994 年 Lenke 等^[8]对使用 CD 器械进行矫形的 AIS 患者进行回顾性研究,提出了上胸弯融合的标准:胸弯 $>30^{\circ}$ 并且在凸侧 Bending 像上 $>20^{\circ}$;侧凸顶椎椎体旋转超过 I 度;顶椎偏距 $>1\text{cm}$;上胸弯远端移行椎位于 T6 或以下;T1 正性倾斜;左肩抬高。术前右肩高但上胸弯为结构性侧凸的患者,如果准备对主胸弯进行 90° 去旋转矫形时应融合上胸弯。当不能确定时,他们推荐行 Push-Prone 像检查以评价上胸弯在主胸弯全力矫形下的反应。当左肩或左侧第 1 肋在此操作下抬高时,应融合上胸弯以确保双肩和冠状面平衡。

随着以椎弓根螺钉为代表的三维矫形内固定器械以及椎体 DVR 等三维矫形技术的出现, AIS 矫形效果获得了明显的提高。对于上胸弯融合的标准也发生了变化。2001 年, Lenke 等^[9]指出上胸弯在凸侧 Bending 像上 $\geq 25^{\circ}$ 或 T2~T5 后凸 $\geq 20^{\circ}$ 时需要融合上胸弯。Cil 等^[17]通过对 37 例患者的对照研究,将患者分为上胸弯融合组以及非融合组(术前平均 Cobb 角 25.9° vs 13.9°),两组患者凸侧 Bending 像均小于 25° ;结果显示两组术后冠状面平衡以及双肩平衡情况无差异。据此他们认为 Lenke 所提出的上胸弯的融合标准是正确的。到目前为止, Lenke 上胸弯融合标准尚缺乏大样本的临床验证。此外,笔者认为 Lenke 的上胸弯融合标准存在一定的缺陷,例如未考虑到术前双肩平衡情况;而且由于肩胛骨的遮挡,在 X 线侧位像上很难准确评价 T2~T5 的后凸情况。Suk 等^[7]对使用全椎弓根螺钉固定治疗的 40 例特发性脊柱侧凸患者进行了回顾性研究,认为上胸弯超过 25° 、双肩等高或左肩高时应当融合双胸弯;而若左肩低于右肩,尤其是高度差超过 12mm 时,无需融合上胸弯。邱贵兴等^[18]对 26 例患者进行了回顾性研究,所有患者均存在按照 SRS 的标准所界定的上胸弯,通过分析他们提出当存在下列任何一种情况时,应当融合上胸弯:(1)上胸弯 $>30^{\circ}$;(2)凸侧 Bending 像 $>20^{\circ}$;(3)术前存在左肩高或者双肩等高。该标准的优点在于同时考虑了影像学表现与患者术前的双肩平衡情况,但目前也缺乏大样本的验证。

需要指出的是,已经有学者报道前路手术与后路手术相比,上胸弯需融合的几率要低。2001 年

Kuklo 等^[19]报道行主胸弯前路矫正手术的患者上胸弯要比接受后路矫正手术的患者代偿能力强。2011 年 Lee 等^[20]报道了 40 例存在上胸弯的双胸弯 AIS 患者的前路矫形结果, 他们指出对于上胸弯 $<30^{\circ}$ 、左肩高于右肩 $<20\text{mm}$ 者可单纯行前路手术矫正主胸弯; 他们认为在进行前路主胸弯矫正时, 上胸弯的代偿能力更强, 其机理还需进一步研究。

总之, 目前大多数对上胸弯定义的文献报道都是基于是否融合的考虑, 这容易产生一些疑惑, 即那些达不到融合标准的上胸弯该如何界定? 我们认为用 SRS 关于侧凸的定义来定义上胸弯较不容易产生分歧, 即上胸椎偏离经 C7 的铅垂线并且 Cobb 角 $>10^{\circ}$, 上端椎通常为 T1 或 T2、下端椎通常为 T5 或 T6, PUMC 分型也使用了这一标准。由于椎弓根螺钉的广泛应用使矫形力大大提高, 与第一、二代矫形技术相比, 使术后上胸弯的自动矫正不能平衡下胸弯矫正的机会增加, 因而增加了术后双肩不平衡的风险。在决定是否行上胸弯融合时, 比较一致的标准是: (1) 上胸弯 Cobb 角 $>30^{\circ}$; (2) 凸侧 Bending 像上 $>20^{\circ}$; (3) 左肩高或 T1 呈阳性倾斜。符合上述标准之一就应行上胸弯融合, 同时还需要结合患者大体双肩平衡以及斜方肌对称情况。在目前文献报道的评价双肩平衡的各种影像学指标中, 锁骨角和 CCAD 有预测作用。当术中不能确定双肩高度时, 术中 X 线透视对明确双肩的平衡情况有一定帮助。

参考文献

1. Ponseti IV, Friedmann B. Prognosis in idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1950, 32(2): 381-395.
2. Moe JH, Kettleson DN. Idiopathic scoliosis: analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in 169 patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(8): 1509-1533.
3. Ginsburg H, Goldstein L, DeVanny J, et al. An evaluation of the upper thoracic curve in idiopathic scoliosis: guidelines in the selection of the fusion area[R]. Presented at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society. Hong Kong: 1977.
4. King H, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(9): 1302-1313.
5. Winter RB. The idiopathic double thoracic curve pattern: its recognition and surgical management[J]. Spine, 1989, 14(12): 1287-1292.
6. Winter RB, Denis F. The King type V curve pattern: its analysis and surgical treatment[J]. Orthop Clin North Am, 1994, 25(2): 353-362.
7. Suk SI, Kim WJ, Kim JH, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2000, 25(18): 2342-2349.
8. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MIT, et al. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation[J]. Spine, 1994, 19(14): 1589-1597.
9. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthodesis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83(8): 1169-1181.
10. 邱贵兴, 仇建国, 王以朋, 等. 特发性脊柱侧凸的 PUMC(协和)分型系统[J]. 中华骨科杂志, 2003, 23(1): 1-9.
11. Kirk KL, Kuklo TR, Poly DW Jr. Traction versus side-bending radiographs: is the proximal thoracic curve the stiffer curve in double thoracic curves[J]. Am J Orthop, 2003, 32(7): 284-288.
12. 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(18): 733-739.
13. Kuklo TR, Lenke LG, Graham EJ, et al. Correlation of radiographic, clinical, and patient assessment of shoulder balance following fusion versus non-fusion of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2002, 27(24): 2013-2020.
14. Takashi O, Bastrom TP, Newton PO. Defining 2 components of shoulder imbalance: clavicle tilt and trapezial prominence[J]. Spine, 2012, 37(24): E1511-E1516.
15. 邱勇, 邱旭升, 马薇薇, 等. 青少年特发性双胸弯患者肩部影像学平衡与美学平衡的相关性研究[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(4): 299-304.
16. Yagi M, Takemitsu M, Machida M. Clavicle chest cage angle difference(CCAD): a novel predictor of postoperative shoulder imbalance in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2013, 38(12): E705-E702.
17. Cil A, Pekmezci M, Yazici M, et al. The validity of Lenke criteria for defining structural proximal thoracic curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2005, 30(22): 2550-2555.
18. 邱贵兴, 王以朋, 于斌, 等. 含有上胸弯的青少年特发性脊柱侧凸患者的矫形效果分析[J]. 中华外科杂志, 2007, 45(8): 520-524.
19. 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.

20. 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.

特发性脊柱侧凸上胸弯的鉴别及其意义

Differentiation of proximal thoracic curve and its significance in adolescent idiopathic scoliosis

李 明(第二军医大学附属长海医院骨科 200003 上海市)

特发性脊柱侧凸(idiopathic scoliosis, IS)是一种原因不明的脊柱三维畸形,可造成患者躯体的各种畸形,如双肩不平、剃刀背、腰部不对称等。手术的主要目的是防止脊柱侧凸的进一步加重及纠正畸形。特发性脊柱侧凸的弯曲类型包括上胸弯(PT)、主胸弯(MT)及胸腰弯/腰弯(TL/L)。对于上胸弯的识别和处理具有重要的意义——与患者的双肩平衡密切相关。上胸弯处理不当往往会导致患者双肩失平衡,影响手术效果。

Ponseti 等^[1]最早描述了上胸弯,并将其称为“颈胸弯”。Moe 等^[2]具体描述了这一弯曲类型:上端椎通常为 T1 或 T2、下端椎通常为 T5 或 T6。Ginsburg 等^[3]特别讨论了这一弯曲类型,提出了 T1 倾斜这一概念:T1 倾斜是指 T1 上终板与水平线之间的夹角。对于主胸弯是典型右胸弯的患者,T1 正性倾斜是指 T1 上终板连线左侧在上、右侧在下。他们认为如果存在 T1 正性倾斜,则上胸弯是一个完整的弯曲;相反,如果 T1 椎体两侧等高或左侧低于右侧,则认为其不是一个真正的弯曲。

King 分型的提出为上胸弯的识别和处理做了较为详细的指导。King 等^[4]将 V 型侧凸定义为结构性胸椎双侧弯,并描述了其特点:T1 正性倾斜、左肩高等,需要对两个弯曲都进行融合。Lenke 等^[5]通过自己的研究,对结构性上胸弯做了进一步的定义:上胸弯大于 35°,且 Bending 像仍大于 20°;顶椎旋转度大于 I 度;第一肋升高;双胸弯的移行椎在 T6 或以下。Suk 等^[6]认为在应用全椎弓螺钉系统固定治疗 AIS 时,上胸弯超过 25°、左肩高或双肩等高患者认定为存在上胸弯。

Lenke 等^[7]在 2001 年提出了 AIS 的 Lenke 分型系统,这一系统对上胸弯是否是结构性弯做了严格的定义:上胸弯在 Bending 像上 $\geq 25^\circ$ 或 T2~T5 矢状面后凸 $\geq 20^\circ$,则其为结构性,需要进行融合。Cil 等^[8]验证了 Lenke 分型系统中关于判断结构性上胸弯标准的有效性,认为这一标准可以有效地判断哪些上胸弯需要融合及哪些上胸弯不需要融合。Ilharreborde 等^[9]根据上胸弯及主胸弯在 Bending 像上的角度、T1 倾斜及术前双肩平衡情况制定了更为详细的上胸弯融合节段选择方案,并取得了良好的治疗效果。

虽然 Lenke 分型明确定义了上胸弯融合的指征,但是,上胸弯及主胸弯的处理不当仍然会导致术前双肩失平衡的改善不良或出现术后双肩失平衡。Kuklo 等^[10]将影像学肩膀高度(radiographic shoulder height, RSH)作为评价肩部平衡的指标。RSH 根据站立前后位 X 线片确定,是指位于肩锁关节上方软组织阴影的高度差。Kuklo 等^[11]根据 RSH 大小将肩部失平衡分级,分为明显不平衡($>3\text{cm}$)、中度不平衡($2\sim 3\text{cm}$)、轻度不平衡($1\sim 2\text{cm}$)和平衡($<1\text{cm}$)。术后双肩平衡与否主要取决于术前双肩水平及上胸弯和主胸弯的矫正情况,而术前双肩水平是处理上胸弯的重要参考指标。

对于典型右主胸弯的 Lenke 2 型 AIS 患者,如果术前左肩高,在进行双弯融合后,术前双肩失平衡可得到明显改善^[7,12],仅融合主胸弯会加重术后双肩的不平衡。但是要注意,为使双肩平衡,上胸弯的矫形要多,主胸弯的矫形要少。对于术前右肩高的 Lenke 2 型患者,也可以单纯融合主胸弯,因为右主胸弯矫正后会抬高左肩,未融合的上胸弯可自发矫正。上胸弯越僵硬,主胸弯的矫形越小一些;术前右肩抬高越多,主胸弯的矫正越多一些。对于双肩等高的 Lenke 2 型患者,要仔细分析两个弯的柔韧性:如果上胸弯比主胸弯更僵硬,应融合双弯以保持双肩平衡;如果上胸弯很柔韧,不融合上胸弯也可使双肩平衡,但主胸弯不能过度矫正^[13]。

对于典型右主胸弯的 Lenke 1 型 AIS 患者,如果术前右肩高,只需要单纯融合主胸弯,术前右肩抬

高越多,主胸弯的矫正越多一些;如果术前双肩平衡,仅需要融合主胸弯,但是,对于上胸弯具有“结构性弯”倾向(上胸弯角度较大,移行椎在 T6 或以下,T1 正性倾斜)的患者,要注意主胸弯的适度矫正。因为这种具有“结构性弯”倾向的上胸弯往往比较僵硬,如果主胸弯过度矫正,上胸弯不能产生与主胸弯相匹配的自发矫正,导致术后左肩高于右肩,出现肩部不平衡。如果术前左肩高,即使上胸弯是非结构性弯,仍然需要进行双弯融合,因为单纯融合主胸弯会进一步使左肩抬高,导致双肩不平衡加重。

关于术后肩部不平衡的发生率,Suk 等^[6]观察了 40 例 AIS 患者,其中 10 例发生了术后肩部不平衡,发生率为 25%。Kuklo 等^[10]随访了 44 例 AIS 患者,其中 6 例发生了术后肩部不平衡,发生率为 13.6%。我们统计了 165 例 Lenke 1/2 型患者,其中 23 例发生了术后肩部不平衡,发生率为 13.9%。可见术后肩部不平衡在临床上并不少见。

我们的研究表明,有 3 个与肩部不平衡相关的危险因素:使用全椎弓根螺钉固定技术;术前上胸弯角度在 20°~40°;术前双肩水平。使用椎弓根螺钉易致术后肩部不平衡的原因是由于全椎弓根螺钉固定的应用使主胸弯的矫正率有了很大提高。如果上胸弯柔韧性较差,而主胸弯过度矫正,在进行选择性主胸弯融合时,上胸弯不能产生与主胸弯相匹配的自发矫正,从而导致了肩部不平衡;而采用钉钩混合系统或钩系统固定时,主胸弯矫正有限,上胸弯可以产生与主胸弯相匹配的自发矫正。当上胸弯角度小于 20°时,上胸弯柔韧性良好,可以达到 40%以上^[6],无论主胸弯矫正率如何,上胸弯可获得良好的自发矫正,术后双肩不平衡的可能性小;当上胸弯角度>40°时,一般为结构性,上胸弯和主胸弯都需融合。一般来说,两个弯的矫正率可以良好匹配,术后双肩不平衡的可能性小;当上胸弯角度在 20°~40°时,上胸弯较为僵硬,不可控因素较多,术后双肩不平衡的可能性大。如果患者术前左肩高,大部分为 Lenke 2 型,需要进行双弯融合,术后不平衡出现少;如果患者术前右肩高,大部分为 Lenke 1 型,只需要选择性融合主胸弯,术后肩部不平衡的发生率也比较低;如果患者术前双肩水平,需综合考虑上胸弯角度、柔韧性、主胸弯的适度矫正等多种因素,术后易出现肩部不平衡。

上胸弯的鉴别和处理对于维持或改善患者的双肩平衡具有重要意义。我们需要综合各方面的资料,妥善处理上胸弯,才有可能避免术后双肩不平衡的发生。但是,为了维持或改善患者的双肩平衡,不能单纯考虑上胸弯的处理,主胸弯的适度矫正也是需要考虑的重要方面,尤其对于使用全椎弓根螺钉固定的患者。但是,目前仍然缺乏主胸弯如何进行“适度”矫形的研究。

参考文献

1. Ponseti IV, Friedmann B. Prognosis in idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1950, 32(2): 381-395.
2. Moe JH, Kettleson DN. Idiopathic scoliosis: analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in 169 patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(8): 1509-1533.
3. Ginsburg H, Goldstein IJ, DeVanny J, et al. An evaluation of the upper thoracic curve in idiopathic scoliosis: guidelines in the selection of the fusion area[C]. Presented at the Annual Meeting of the Scoliosis Research Society. Hong Kong: 1977.
4. King H, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(9): 1302-1313.
5. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, et al. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation[J]. Spine, 1994, 19(14): 1589-1597.
6. Suk SL, Kim WJ, Kim JH, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2000, 25(18): 2342-2349.
7. 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.
8. Cil A, Pekmezci M, Yazici M, et al. The validity of Lenke criteria for defining structural proximal thoracic curves in patients with adolescent idiopathic scoliosis[J]. Spine, 2005, 30(22): 2550-2555.
9. 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.
10. Kuklo TR, Lenke LG, Won D, 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.
11. 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.
12. Li M, Gu S, Fang X, et al. Shoulder balance after surgery in patients with Lenke type 2 scoliosis corrected with the segmental pedicle screw technique[J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(3): 214–219.
13. Lee CK, Denis F, Winter RB, et al. Analysis of upper thoracic curve in surgically treated idiopathic scoliosis: a new concept of double thoracic curve pattern[J]. Spine, 1993, 18(12): 1599–1608.

青少年特发性脊柱侧凸结构性上胸弯与双肩平衡的关系

Structural proximal thoracic curve and its relationship with shoulder balance in adolescent idiopathic scoliosis

张 宏(Texas Scottish Rite Hospital for Children, Dallas, Texas, USA)

1950 年 Iowa 小儿骨科医师 Ponseti 等^[1]最早提出特发性脊柱侧凸上胸弯的概念;1970 年 Moe 等^[2]将上胸弯确认为:双主胸弯型的特发性脊柱侧凸中上端椎在 T1 或 T2,下端椎在 T5 或 T6 之间的弯度。笔者认为讨论结构性上胸弯时应明确以下几点:(1)结构性上胸弯只有在双主胸弯的侧凸中存在;(2)由于典型的 AIS 主胸弯都是右侧弯,所以结构性上胸弯一般是左侧弯;(3)结构性上胸弯之所以重要是因它被认为与双肩的平衡有关,特别是和左肩的高低有关。

在 Harrington 脊柱内固定系统被广泛应用的 20 世纪 80 年代初,King 等^[3]提出了 AIS 的 King 分型,将双主胸弯列为 King V 型。King 依据 T1 椎体的倾斜度和上胸弯的柔软度来确定上胸弯是否为结构性弯。他认为若 T1 椎体向右侧(上胸弯凹侧)倾斜,上胸弯较僵硬,即上胸弯的角度大于下胸弯的 Bending 角度,该上胸弯即为结构性弯,并建议应用 Harrington 脊柱内固定技术对结构性上胸弯进行矫正融合。1993 年, Lee 等^[4]依据 King 分型对双主胸弯进行研究发现, T1 椎体倾斜和肩平衡没有相关性。他认为以 T1 的倾斜来确定上胸弯为结构性弯并进行固定融合并不能解决双肩失衡的问题,建议以左肩的高低来判断上胸弯是否为结构性弯以及是否需要融合,即:(1)左肩抬高的上胸弯是结构性弯,需固定融合;(2)左肩低右肩高的上胸弯无需融合,只行下胸弯的适度矫正有利于肩的平衡;(3)对于双肩等高的双主胸弯,融合节段应以两个弯的柔软度来决定,如果上胸弯比下胸弯僵硬,应融合固定双弯;如果上胸弯较柔软,可只融合下胸弯,且下胸弯不能过度矫正,以免将左肩抬高。

时间进入 Cotrel-Dubousset(CD)脊柱内固定时代。1994 年, Lenke 等^[5]总结应用 CD 钩棒系统治疗双主胸弯的经验后认为,符合以下标准的上胸弯应为结构性弯:(1)上胸弯角度大于 30°且 Bending 位下仍在 20°以上;(2)上胸弯顶椎旋转 ≥ 1 度(Nash-Moe);(3)上胸弯顶椎中点到 C7 铅垂线(C7PL)的距离 > 1 cm;(4)左肩抬高且 T1 椎体向右侧倾斜;(5)上胸弯的下端椎在 T6 或 T6 以下。Lenke 建议对结构性上胸弯上端要固定到 T2,对右肩高的结构性上胸弯也要固定到 T2,但在下胸弯的矫正中要有 90°旋棒以利于双肩的平衡。2001 年, Lenke 等^[6]提出 AIS 的 Lenke 分型并将结构性上胸弯修正为:(1)仰卧位 Bending 像上上胸弯角度 $\geq 25^\circ$;(2)矢状位 T2~T5 后凸角度 $\geq 20^\circ$ 。

韩国的 Suk 医师是节段性椎弓根螺钉治疗脊柱畸形积极倡导人之一。2000 年, Suk 等^[7]报告了应用节段性椎弓根螺钉固定技术治疗双主胸弯的经验,并建议:(1)对角度大于 25°并伴随有左肩抬高或双肩等高的上胸弯为结构性弯应固定融合;(2)如果左肩低尤其是左肩低于右肩超过 12mm,上胸弯最好不要固定融合。2012 年, Sucato 等^[8]依据 Lenke 分型中结构性上胸弯的评判标准,采用节段性椎弓根螺钉固定技术,对结构性上胸弯进行手术治疗发现,椎弓根螺钉固定可有效矫正结构性上胸弯的 Cobb 角,但不能纠正肩部失衡。

如果说左肩抬高有可能是结构性上胸弯造成的,那为什么结构性上胸弯的 Cobb 角得到很好的矫正后抬高的左肩还是降不下来?对于一个躯干及胸廓向右倾斜、胸廓向右旋转的双主胸弯,矫正过程一定是将向右倾斜的躯干和胸廓向左拉向中线,这样就会造成不同程度的左肩抬高。右主胸弯 Cobb 角越大,躯干和胸廓向右倾斜越重,手术矫正越完全,左肩抬高越多。从某种意义上讲,术后左肩抬高就像药

物的副作用一样,是纠正 Cobb 角及躯干和胸廓倾斜的“副作用”,有可能无法避免。近端固定到 T2 对结构性上胸弯进行矫正有可能降低左肩的高度,但还是抵抗不过这种副作用。这也是为什么手术医师喜欢术前右肩抬高的患者的原因,因为作为术后“副作用”的左肩抬高正好平衡双肩。然而,术前左肩高或双肩等高的双主胸弯,术后都会不同程度地加重左肩的抬高。

在过去的半个多世纪里,脊柱外科医师对结构性上胸弯的认识经历了从 T1 椎体的倾斜,到左肩的高低再到仰卧位 Bending 像上的 25° ,手术矫正方法也从 Harrington 到 CD,再到现在的节段性椎弓根螺钉固定技术。过去,临床医师更多依赖 T1 的倾斜和双肩的高低来判断上胸弯的结构性,手术方法是 Harrington 或 CD 系统固定矫形。需要指出的是,Harrington 和 CD 对局部弯度的矫正远不如现在的椎弓根螺钉,也许正是因为这一点,Harrington 和 CD 可以用损失局部弯度的矫正来换取双肩的平衡。目前,节段性椎弓根螺钉固定技术被广泛使用,脊柱外科医生利用椎弓根螺钉可以很好地矫正侧凸的 Cobb 角,纠正严重的躯干倾斜,有效阻止畸形进展和防止角度丢失,但却不能很好地恢复肩部平衡。矫正力度更强的椎弓根螺钉有可能是恢复肩部平衡的不利因素,这样也给结构性上胸弯失衡的治疗带来了新的挑战。

目前,定义结构性上胸弯集中在以下三方面:(1)上胸弯仰卧位 Bending 像 $\geq 25^\circ$;(2)矢状位 T2~T5 后凸角度 $\geq 20^\circ$;(3)上胸弯和下胸弯交界处有交界性后凸。从阻止畸形进展,防止交界性后凸的角度来看,对结构性上胸弯均建议固定到 T2。但是,对于术前双肩等高或者已有左肩高的患者,如何通过固定上胸弯来恢复双肩的平衡仍是我们需要解决的难题。

参考文献

1. Ponseti IV, Friedman B. Prognosis in idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1950, 32(2): 381-395.
2. Moe JH, Kettleson DN. Idiopathic scoliosis: analysis of curve patterns and the preliminary results of Milwaukee-brace treatment in one hundred sixty-nine patients[J]. J Bone Joint Surg Am, 1970, 52(8): 1509-1533.
3. King HA, Moe JH, Bradford DS, et al. The selection of fusion levels in thoracic idiopathic scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1983, 65(9): 1302-1313.
4. 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.
5. Lenke LG, Bridwell KH, O'Brien MF, et al. Recognition and treatment of the proximal thoracic curve in adolescent idiopathic scoliosis treated with Cotrel-Dubousset instrumentation[J]. Spine, 1994, 19(14): 1589-1597.
6. 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.
7. Suk SI, Kim WJ, Lee CS, et al. Indications of proximal thoracic curve fusion in thoracic adolescent idiopathic scoliosis: recognition and treatment of double thoracic curve pattern in adolescent idiopathic scoliosis treated with segmental instrumentation [J]. Spine, 2000, 25(18): 2342-2349.
8. Sucato DJ, McClung A. Inclusion of the proximal thoracic curve does not provide better shoulder balance in all Lenke 2 curves (Paper #9)[C]. Presented in Scoliosis Research Society 47th Annual Meeting. Chicago, Illinois, USA, 2008.

(收稿日期:2014-03-03)

(本文编辑 卢庆霞)