

退行性腰椎侧凸合并冠状位整体失平衡 矫形方式的初步研究

宋 凯, 吴 兵, 张子方, 王兆瀚, 成俊遥, 迟鹏飞, 王 征

(解放军总医院骨科 100853 北京市)

【摘要】目的:探索伴腰骶段畸形的退行性侧凸畸形的手术策略,以实现其冠状位失平衡的术中良好矫正,进而达到术后即刻的整体冠状位平衡。**方法:**2018 年 5 月~2018 年 9 月,对收治的 5 例伴腰骶段畸形的退变性脊柱侧凸患者行矫形手术。以患者术中俯卧位足跟连线中点、臀沟、C7 棘突三个标记点作为矫形参考,腰段及腰骶段顶椎凹凸双侧充分松解,首先矫正主弯,而后利用体位垫复位作用,配合内固定整体把持矫形力,进行腰骶段畸形的矫正,实现三标记点共线。测量患者矫形前后站立位脊柱全长 X 线片的冠、矢状位脊柱骨盆参数,并进行比较。**结果:**5 例患者均顺利完成手术,未发生严重并发症。患者术前冠状位失平衡距离、腰段主弯 Cobb 角、腰骶段代偿弯 Cobb 角、矢状位整体失平衡距离、骨盆入射角、骨盆倾斜角、腰椎前凸角、胸腰段后凸角、胸段后凸角分别为:3.9±1.1cm、35.3°±13.1°、24.5°±7.3°、11.0±9.2cm、49.8°±20.7°、33.8°±12.8°、8.7°±16.6°、11.3°±19.5°、14.4°±6.8°; 术后分别为:-0.1±1.0cm、11.5°±10.3°、3.3°±4.0°、3.7±6.4cm、49.8°±19.1°、22.6°±7.7°、32.3°±9.0°、2.2°±18.0°、23.5°±2.7°。患者术后冠状位及矢状位整体平衡良好,较术前明显改善($P<0.05$)。**结论:**术中俯卧位足跟连线中点、臀沟、C7 棘突三标记点的共线可作为术中冠状位是否平衡简单而实用的参考;凹凸双侧充分松解,体位复位及配合内固定的整体复位可实现腰骶椎畸形的良好矫正,进而恢复冠状位即刻的整体平衡。

【关键词】退行性腰椎侧凸畸形;腰骶段畸形;冠状位平衡

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2018.12.05

中图分类号:R682.3 文献标识码 A 文章编号:1004-406X(2018)-12-1083-06

A pilot study of surgery tactics in the treatment of lumbosacral deformity in degenerative lumbar scoliosis with coronal global imbalance/SONG Kai, WU Bing, ZHANG Zifang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2018, 28(12): 1083-1088

【Abstract】Objectives: To investigate the surgery tactics in the treatment of the degenerative lumbar scoliosis (DLS) with lumbosacral deformity, aiming to restore optimal coronal balance. **Methods:** From May 2018 to September 2018, orthopedic surgery was performed on 5 patients with degenerative scoliosis with lumbosacral deformity. Marked the midpoint of the heels, the gluteal fold and the spinous process of C7 as three reference points when patients were in prone position intra-operatively, and made thorough release in both concave and convex sides in apical vertebral areas. After corrected the main curve, corrected lumbosacral deformity by moving the posture pad to the opposite side and cooperating with controlling the internal fixation, to obtain the three points three points collinear. Parameters of coronal and sagittal alignments was measured in full-length spinal X-ray pre-and post-operatively. **Results:** All 5 patients successfully completed the operation without serious complications. The pre-operative coronal balance distance(CBD), lumbar Cobb, lumbosacral Cobb, sagittal vertical axis (SVA), pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT), lumbar lordosis (LL), thoracolumbar kyphosis (TLK), thoracic kyphosis (TK) were respectively 3.9±1.1cm, 35.3°±13.1°, 24.5°±7.3°, 11.0±9.2cm, 49.8°±20.7°, 33.8°±12.8°, 8.7°±16.6°, 11.3°±19.5° and 14.4°±6.8°; the post-operative values were respectively -0.1±1.0cm, 11.5°±10.3°, 3.3°±4.0°, 3.7±6.4cm, 49.8°±19.1°, 22.6°±7.7°, 32.3°±9.0°, 2.2°±18.0° and 23.5°±2.7°. Both coronal and sagittal balance was well after operation, which was obviously improved compared with that pre-operation($P<0.05$). **Conclusions:** The midpoint of the heels, the gluteal fold and the

第一作者简介:男(1984-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66938302 E-mail:songkai200018@163.com

通讯作者:王征 E-mail:wangzheng301@163.com

spinous process of C7 is good reference points to evaluate the global coronal balance in intra-operation. Thorough release in both concave and convex sides and postural reduction cooperating with internal fixation reduction is important to restore global coronal balance.✓

【Key words】 Degenerative lumbar scoliosis; Lumbosacral deformity; Coronal balance✓

【Author's address】 Department of Orthopaedics, Chinese PLA General Hospital, Beijing, 100853, China✓

成人脊柱畸形 (adult spinal deformity, ASD) 在人群中的发病率约为 32%, 在 60 岁以上人群中的发生率更是高达 68%^[1,2]。成人退变性腰椎侧凸 (degenerative lumbar scoliosis, DLS) 为 ASD 中最常见的一种类型。部分 DLS 畸形明显的患者其活动能力及生活质量严重下降^[1,2]。既往大量文献已证实矢状位序列平衡的丢失及重建与患者活动能力及生活质量的改变息息相关^[3-5]。尽管冠状位的相关研究存在争议且某种程度上被广大同行所忽视, 但仍有不少研究表明, 冠状位的失衡同样会影响 DLS 患者的活动能力及生活质量^[1,5-8]。鼓楼医院团队提出 DLS 的冠状位分型, 并指出: 当 C7 铅垂线 (C7 plumb line, C7PL) 位于主弯凸侧且偏离骶骨正中 line (central sacral vertical line, CSVL) 距离大于 3cm 时, 患者容易出现术后冠状位的进一步失衡, 且该类患者往往伴随明显的腰骶段畸形, 一般需固定至骨盆^[9-11]。临床实践中, 该类畸形手术所致冠状位失衡进一步加重的情况屡见不鲜, 其严重影响了患者术后的行走、站立等功能及生活质量, 部分病例甚至因此出现内固定失败。在此, 本研究对于该类伴腰骶段畸形 DLS 的矫形策略及即刻矫形效果进行初步介绍, 希望借此给大家提供一些思路。✓

✓

1 资料与方法✓

1.1 一般资料✓

2018 年 5 月~2018 年 9 月, 同一术者收治伴腰骶段畸形的退变性脊柱侧凸且冠状位分型均为鼓楼分型 C 型 (冠状位失衡方向在主弯凸侧且 > 3cm) 患者 5 例, 均为女性, 平均年龄 64.0 ± 7.6 岁, 患者均表现为不同程度的躯干偏移及腰腿痛, 下肢关节无明显不对称僵硬畸形。所有患者均采用后路减压矫形融合术; 近端 4 例固定至 T10, 1 例固定至 T11; 远端均固定融合至骨盆, 4 例至 S2 及髂骨 (S2AI), 1 例至 S1 及髂骨 (S1AI); 3 例行 L2~S1 的 4 间隙椎间松解、融合, 1 例行 L3~S1 的 3 间隙椎间松解、融合, 1 例行 L4~S1 的 2 间隙椎

间松解、融合。所有患者术前均行站立位全脊柱正侧位 X 线检查, 术后 3~7d 下地, 再次行站立位全脊柱正侧位 X 线检查。✓

1.2 手术方法✓

(1) 患者俯卧位, 胸部、骨盆、下肢下放置体位垫, 腹部悬空。正常体位下, 由于患者冠状位向一侧失衡 (图 1a), 患者表现为失衡侧下肢短缩 (图 1b); 矫正体位, 移动下肢方向, 使其表现对称等长, 足跟对称并拢 (双侧屈髋、屈膝、足跖屈对称一致), 避免一脚跟高一脚跟低 (图 1b、c)。连线双足跟中点及臀沟并沿线至躯干方向, 大致明确 C7 棘突术中应调整至的位置, 可予以手术床头前作标记 (图 1c)。✓

(2) 于主弯顶椎区域及腰骶段代偿弯凹凸双侧 (图 2a) 行 TLIF (椎间暂不植骨融合), 争取通过椎间隙的变化实现冠、矢状位的矫形, 尽可能避免三级截骨; 重视主弯及腰骶代偿弯前柱的凹侧松解, 处理椎间隙前, 要注意相邻椎体凹侧有可能已融合骨赘的断开。✓

(3) 首先矫正主弯 (矫形技术略)。而后, 连接并固定主弯及近端的融合节段, 将腰骶段畸形以上的躯干部分作为一个整体; 连接并固定 S1 及 S2AI 螺钉, 使其牢固连接, 骨盆及下肢作为另一个整体。此时, 台下助手将患者体位垫及躯干移向冠状位失衡的对侧, 使 C7 棘凸落于或微微超过手术床头标记位置, 与此同时, 术者同时使用加压钳及撑开钳分别于腰骶弯的凸侧及凹侧进行同步加压及撑开及平移 (图 2b) (或使用四个持棒钳固定上下两对主体钛棒, 进行冠状位的成角位移)。✓

(4) 术者及台下助手配合再次确定双足跟中点、臀沟、C7 棘凸是否共线 (图 1d)。如不能共线, 则继续调整并重复步骤 3。✓

(5) 于腰骶段代偿弯凹侧行椎间融合, cage 位置偏凹侧, 支撑不对称扩大的凹侧椎间隙, 交替棒固定所有融合节段 (图 2c)。可使用棒棒连接器或双头钉简化该过程 (图 2d、e)。✓

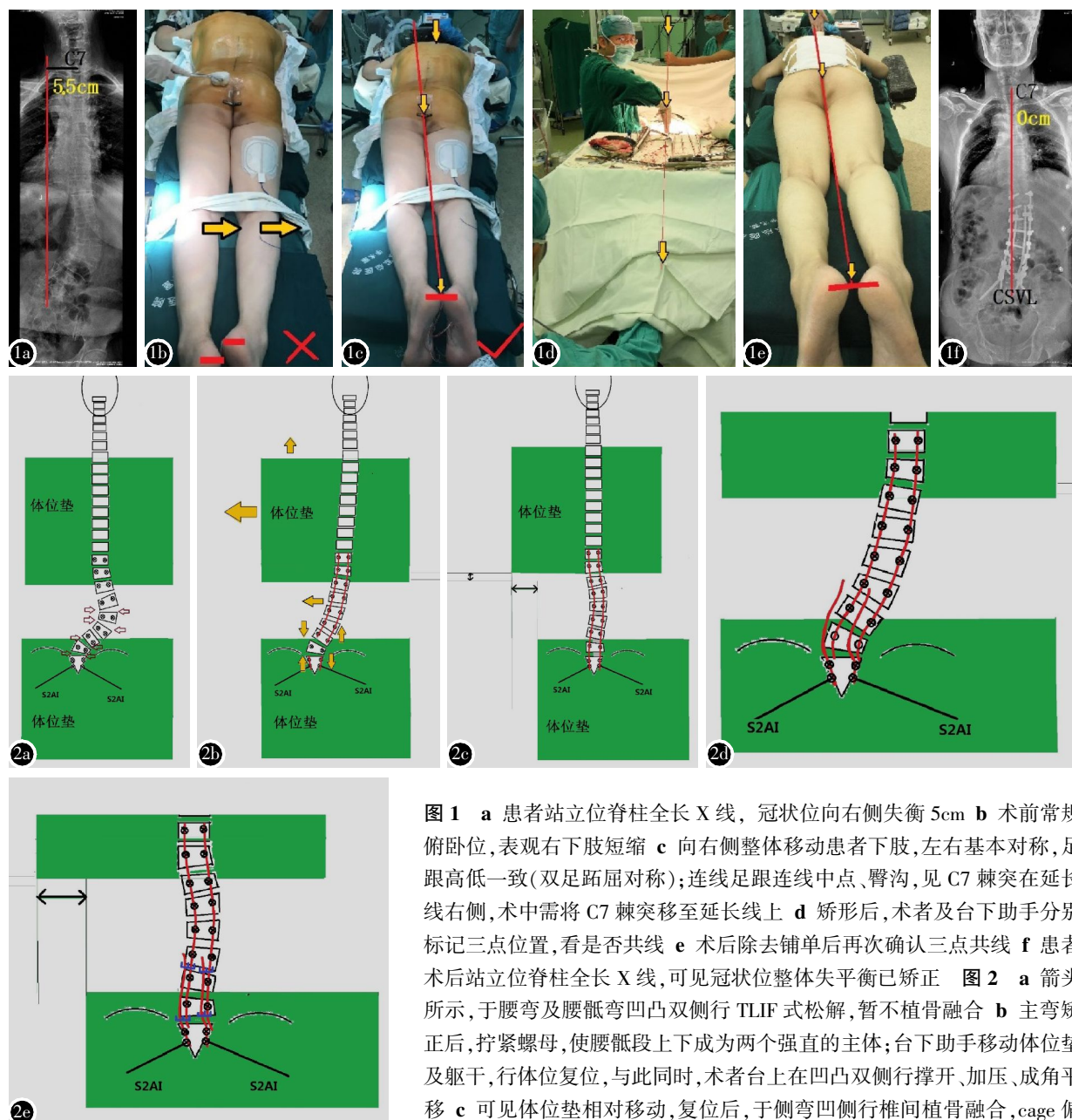


图1 a 患者站立位脊柱全长 X 线, 冠状位向右侧失衡 5cm b 术前常规俯卧位, 表观右下肢短缩 c 向右侧整体移动患者下肢, 左右基本对称, 足跟高低一致(双足跖屈对称); 连线足跟连线中点、臀沟, 见 C7 棘突在延长线右侧, 术中需将 C7 棘突移至延长线上 d 矫正后, 术者及台下助手分别标记三点位置, 看是否共线 e 术后除去铺单后再次确认三点共线 f 患者术后站立位脊柱全长 X 线, 可见冠状位整体失衡已矫正 图2 a 箭头所示, 于腰弯及腰骶弯凹凸双侧行 TLIF 式松解, 暂不植骨融合 b 主弯矫正后, 拧紧螺母, 使腰骶段上下成为两个强直的主体; 台下助手移动体位垫及躯干, 行体位复位, 与此同时, 术者台上在凹凸双侧行撑开、加压、成角平移 c 可见体位垫相对移动, 复位后, 于侧弯凹侧行椎间植骨融合, cage 偏向原侧弯凹侧, 现间隙凸侧 d 主弯矫正后, 除 L5 螺帽不拧紧, 其余螺帽均拧紧, 而后行腰骶段矫正复位, 同 b 步骤, 尽可能恢复 L4 与 L5 之间侧滑移 e 使用棒棒连接器固定, 避免交替换棒

Figure 1 a In standing posture, pre-operative CBD=5cm b In prone position, the right lower extremity appeared to be shortened due to scoliosis c The length of the lower extremities were leveled by moving both legs to the right side(the plantar flexion was symmetrical), then a line was drawn between the midpoint of heels and the midpoint of the gluteal sulcus, and the spinal process of C7 was to the right side of the line. The aim was to shift C7 to the line in the reduction d After reduction, it was checked whether the three points was in a line e And checked again when all the drapes were removed f In standing posture, post-operative CBD=0cm **Figure 2** a The arrow showed scoliosis released by TLIF on both concave and convex side without bone graft b After the correction of the lumbar curve, the surgeon tighten the screws to obtain two rigid sections at the proximal and the distal end, the assistant then moved the pad to the opposite side, while the surgeon was using the instruments to reduce the curve at the same time c After reduction, bone grafts and cages were implanted on the previous concave side d All the screws except L5 were tightened as shown in the figur, in attempt correct the lumbosacral curve as well as the lateral olisthy between L4 and L5 e Rod connectors were used to avoid changing rod repeatedly

(6) 术毕撤掉手术铺单, 再次确定双足跟中点、臀沟、C7 棘凸是否共线(图 1e)。术后站立位脊柱全长 X 线可见已实现冠状位平衡(图 1f)。

1.3 观测指标

矫形前后冠状位参数: 冠状位失平衡距离(coronal balance distance, CBD), 即骶骨中垂线(CSVL)距离 C7 铅垂线(C7PL)的水平距离; 腰弯 Cobb 角(lumber Cobb, L-Cobb); 腰骶段弯 Cobb 角(lumbosacral Cobb, LS-Cobb)。矢状位参数: 矢状位失平衡距离(sagittal vertical axis, SVA); 骨盆入射角(pelvic incidence, PI); 骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT); 腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL); 胸腰段后凸角(thoracolumbar kyphosis, TLK); 胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)。

1.4 统计方法

应用 SPSS 18.0 统计学软件, 术前、术后测量指标采用配对 *t* 检验进行统计学分析。 $P < 0.05$ 为有显著性差异。

2 结果

5 例患者均顺利完成手术, 无严重并发症发生。术后患者冠状位及矢状位局部及整体平衡均明显改善, CBD、L-Cobb、LS-Cobb、SVA、PT、LL、TLK 及 TK 与术前比较差异有统计学意义 ($P < 0.05$, 表 1、2)。

3 讨论

对于伴腰骶段冠状位失衡的退行性脊柱侧凸(DLS)患者而言, 术后即刻冠状位失衡加重, 其原因主要有三点: (1) 认识不足, 术者术前没有认识到术前患者冠状位失衡及术中主弯的矫正有可能

加重冠状位失衡; (2) 缺乏参考, 术者术中无法确定冠状位失衡是否已矫正或仍处于失衡状态; (3) 矫正无力, 术者明确术中患者冠状位失衡情况, 但矫形力度有限, 无法达到矫正目标。

3.1 冠状位失衡的评估

邱勇等提出了 DLS 的冠状位分型, 并指出: 当 C7 铅垂线(C7 plumb line, C7PL)位于主弯凸侧且偏离骶骨正中线(central sacral vertical line, CSVL)距离(coronal balance distance, CBD)大于 3cm 时, 患者容易出现术后下地即刻冠状位的进一步失平衡^[9-11]。因此, 了解患者术前冠状位的整体失平衡的类型十分重要。面对该类患者时, 术者不要执迷于主弯的矫正, 而忽略了腰骶段代偿弯的恢复。

冠状位重要的评估手段是患者的外观照及站立位脊柱全长 X 线片。特别需要强调的一点是, 与矢状位评估不同, 行站立位冠状位的评估时, 患者不应采取自然站立位, 而应强调髋、膝关节的伸直, 以确保冠状位脊柱全长 X 线片是建立在双下肢绝对的真实长度的基础上的。很多冠状位失衡患者为实现平衡姿态, 常屈曲对侧髋、膝关节缩短下肢力线实现平衡代偿, 在该状态下患者拍摄的 X 线片将给术者带来误导。因此, 对此类状况的忽略将严重影响术者对于患者术前冠状位失衡程度的预判。

很多医生通过 X 线骨盆水平化以排除此影响, 但事实上, 对于部分严重的冠状位失衡的 DLS 患者而言, 其骨盆、下肢已产生不可逆的代偿, 骨盆本身已不再水平^[12-14], 本研究中 5 位患者, 只有一位患者骨盆水平。因此, 由于患者的骨盆及下肢本身因为长期代偿, 已经倾斜, 倘若按水平化骨盆

表 1 5 例患者冠状位、矢状位矫形前后参数

Table 1 Pre-and post-operative coronal and sagittal spinal alignments of the 5 patients

	1		2		3		4		5	
	术前 Pre-	术后 Post-	术前 Pre-	术后 Post-	术前 Pre-	术后 Post-	术前 Pre-	术后 Post-	术前 Pre-	术后 Post-
冠状位失平衡距离 CBD(cm)	5.5	0	3.2	1.2	3.3	0.1	4.4	-1.5	3	-0.1
腰弯角度 L-Cobb(°)	51.2	16.1	31.1	2.3	47	27	24	9	23	3
腰骶角度 LS-Cobb(°)	37.1	4.2	24.6	1.5	21	10	20	0	20	1
矢状位失平衡距离 SVA(cm)	14.9	7.3	21.8	9.5	2.9	-5.2	15.3	7.8	0	-1
骨盆入射角 PI(°)	54	52	79	77	21	23	47	49	48	48
骨盆倾斜角 PT(°)	25.2	16	51	31	20	13	43	26	30	27
腰段前凸角 LL(°)	21.2	40.1	15.4	43.3	-11	22	-7	27	25	29
胸腰段后凸角 TLK(°)	-1.1	-10	-10	-23	41	16	16	19	11	9
胸段后凸角 TK(°)	8	19	7.1	26.4	18	24	16	24	23	24

表 2 矫形前后冠状位、矢状位序列 ($\bar{x} \pm s$)
 Table 2 Pre-and post-operative coronal and sagittal spinal alignments

	术前 Pre-operation	术后 Post-operation
冠状位失平衡距离(cm)CBD	3.9±1.1	-0.1±1.0 ^①
腰弯角度(°) L-Cobb	35.3±13.1	11.5±10.3 ^①
腰骶弯角度(°) LS-Cobb	24.5±7.3	3.3±4.0 ^①
矢状位失平衡距离(cm)SVA	11.0±9.2	3.7±6.4 ^①
骨盆入射角(°) PI	49.8±20.7	49.8±19.1
骨盆倾斜角(°) PT	33.8±12.8	22.6±7.7 ^①
腰椎前凸角(°) LL	8.7±16.6	32.3±9.0 ^①
胸腰段后凸角(°) TLK	11.3±19.5	2.2±18.0
胸椎后凸角(°) TK	14.4±6.8	23.5±2.7 ^①

注:①与术前比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$

来评估及调整冠状位平衡情况,反而是不对的。

3.2 冠状位平衡的参考依据

对于冠状位平衡,有学者仅凭术中透视,目测、经验预估,该法误差很大。有学者采取“T”型扳手或其加长改良等自制“T型仪”作为参考^[15,16]。笔者单位常规同样使用自制类“T型仪”作为术中冠状位平衡的参考标准,这通常是相对可靠的选择。但其缺点在于:(1)当面对部分下肢不等长或骨盆不对称的患者来说,此方法就比较烦琐,其需要不断地对比站立位冠状位 X 线骨盆倾斜度并在术中予以不断调整、匹配,左右侧方向的反复确定常令术者挠头。本研究中 5 例患者,有 4 例存在骨盆轻度倾斜,且不同标准存在差异。(2)“T型仪”基座微小的角度误差具有距离的放大效应,在骶骨骨盆处 1°的误差就会造成 C7 偏离骶骨正中 line(central sacral vertical line,CSVL)约 1cm 的距离(coronal balance distance,CBD)。除此之外,本单位有时会使用术中 CT 来对患者的冠状位平衡状况进行判断与调整,O 型臂 X 线机同样适用,但这均耗费了更多的成本与时间,患者也同样遭受了更多的射线暴露。

本研究推荐的方法看似粗糙,但其有自己独特优势:(1)其简单易行、无需透视,仅将患者足跟连线中点、臀沟、C7 棘凸三点共线即可;(2)该方法尤其适用于下肢不等长及骨盆不对称的患者,术前不准确的冠状位评估不会对此造成影响;(3)由于三点间隔距离很长,因此,其误差相对较小,不会产生“T型仪”基座角度调整误差带来的距离放大效应。

3.3 冠状位失衡的矫正

冠状位失衡矫正不佳常因矫正无力所致。所谓矫正无力,并非主弯矫正无力,而是指腰骶部代偿弯的矫正。一般情况下,该类畸形的代偿弯主要集中在 L4~S1,包含 L4、L5 两个椎体的楔形变、侧方滑移、L4/5 及 L5/S1 间隙不对称,该节段由于受限于远端固定锚点不足及弯本身的僵硬,故很难矫正。多数单位建议减小主弯的矫正率以实现其与腰骶椎代偿弯的匹配。该办法简单易行,但其矫形及临床效果是否可靠尚不确定,更为关键的一点,术者对于放弃辛辛苦苦已完成的主弯的矫正也通常心有不甘。刘臻等通过腰骶部水平化实现冠状位失衡的矫正:其首先在腰骶部代偿弯的凸侧行经椎间孔椎间融合术(TLIF),实现凸侧加压、凹侧松解,以此水平化腰骶部椎体,然后凸侧以平移技术恢复冠状面平衡,再进行主弯矫正^[11]。

本研究的理念与术中关键操作与既往方法不同,其特点在于:(1)凹凸双侧充分松解。不论是主弯顶椎区域,还是腰骶段代偿弯,我们均采用凹凸双侧 TLIF 松解,以避免增生小关节的交错纠缠影响矫形。除此之外,在顶椎区域及腰骶代偿弯的凹侧,松解椎间隙前,特别要注意凹侧椎体侧方有可能融合骨赘的切断。我们认为单纯凸侧的 TLIF 不足以实现凹侧彻底松解。(2)首先矫正主弯,而后矫正腰骶端代偿弯。尽管首先矫正主弯会加重冠状位的整体失平衡,但这会一定程度上减小腰骶段的畸形,这样可以减轻腰骶段代偿弯的矫正压力;但如果首先矫正腰骶段代偿弯,则会加重主弯,且其由于主弯的加重会反过来影响腰骶段代偿弯的矫正压力,从而引起术中腰骶段椎弓根螺钉的拔出或切割。(3)体位复位,整体矫形。我们的方案是连接并固定主弯及近端的融合节段,将腰骶段畸形以上的躯干部分作为一个主体;连接并固定 S1 螺钉、S2AI 螺钉,使骨盆及下肢作为另一个主体;台下助手将患者体位垫及躯干移向冠状位失衡的对侧,此过程术者同时使用加压钳及撑开钳分别于腰骶弯的凸侧及凹侧进行同步加压撑开(或使用四个持棒钳固定上下两个主体,进行冠状位的成角位移)。这样,腰骶段矫形的力来自两个整体的相对运动,其矫形力更强,矫形阻力更小。

我们矫正 DLS 腰骶段畸形的理念是将患者 L4~S1 以外的脊柱当作是强直的脊柱来对待,因

此体位复位是 DLS 整体冠状位失平衡矫正的关键,单纯利用局部个别螺钉的加压、撑开、平移来实现冠状位的整体矫形是不太可能的。我们认为, DLS 不同于青少年特发性脊柱侧凸 (AIS): (1) DLS 其脊柱各节段僵硬, 其活动度及代偿能力微乎其微, 局部撑开、加压的力很难向两端传导, 顶多实现局部序列的改善, 很难实现整体的平衡纠正; (2) 该类伴腰骶段畸形的 DLS 近端经常固定至胸椎, 远端基本需固定至骨盆, 因其代偿能力极弱, 术中矫形结果会基本保持到术后; 而 AIS 胸段代偿能力强, 且 AIS 几乎不会固定至骨盆, 其术中卧位冠状位平衡与站立位大不相同; (3) DLS 患者体重大, 矫形时体位阻力远远超过 AIS 患者, 且 DLS 患者多数骨质疏松, 其椎弓根螺钉的把持能力远远低于 AIS 患者, 单纯依靠内固定把持力进行体位矫正风险极大。因此, AIS 冠状位整体失衡患者通常不需要体位复位以实现冠状位整体失衡的矫正, 而 DLS 患者则恰恰相反。✓

本研究为初步研究, 由一名主刀完成, 仅涉及 DLS 冠状位分型 C 型患者, 样本量小, 且主要研究患者术前及术后即刻状态的影像学, 未涉及患者生活质量相关的临床评估, 且目前尚缺乏长期随访支持, 在未来的研究中, 我们会进一步将更完善的资料呈现给大家。由于本研究主要目的在于介绍腰骶段冠状位失衡的矫正方法, 故本研究未描述相关神经症状所致中央椎管及椎间孔的减压描述以及矢状位的矫正过程, 事实上, 这些均是必不可少的。✓

总之, 对于 DLS 而言, 术中俯卧位足跟连线中点、臀沟、C7 棘突三标记点的共线可作为冠状位是否平衡简单而实用的参考。对于伴腰骶段畸形的冠状位向腰弯侧失衡的 DLS 患者而言, 凹凸双侧充分松解, 体位复位及配合内固定的整体复位可实现腰骶椎畸形的良好矫正, 进而恢复冠状位即刻的整体平衡。✓

✓

4 参考文献

- Schwab FJ, Dubey A, Pagala M, et al. Adult scoliosis: a health assessment analysis by SF-36[J]. Spine, 2003, 28(6): 602-606. ✓
- Bess S, Line B, Fu K-M, et al. The health impact of symptomatic adult spinal deformity: comparison of deformity types to united states population norms and chronic diseases [J]. Spine, 2016, 41(3): 224-233. ✓
- Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity [J]. Spine, 2005, 30(4): 2024-2029. ✓
- Lafage V, Schwab FJ, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. Spine, 2009, 34(17): 599-606. ✓
- Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis[J]. Spine, 2013, 38(13): E803-812. ✓
- Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Does correction of pre-operative coronal imbalance make a difference in outcomes of adult patients with deformity? [J]. Spine, 2013, 38(6): 476-783. ✓
- Ploumis A, Liu H, Mehdor AA, et al. A correlation of radiographic and functional measurements in adult degenerative scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(15): E1581-1584. ✓
- Ploumis A, Simpson AK, Cha TD, et al. Coronal spinal balance in adult spine deformity patients with long spinal fusions: a minimum 2- to 5-year follow-up study[J]. J Spinal Disord Tech 2015, 28(9): E341-347. ✓
- 邱勇, 王斌, 朱峰, 等. 退变性腰椎侧凸的冠状面失衡分型及对截骨矫形术式选择的意义[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(5): 418-423. ✓
- Bao H, Yan P, Qiu Y, et al. Coronal imbalance in degenerative lumbar scoliosis: Prevalence and influence on surgical decision-making for spine osteotomy[J]. Bone Joint J, 2016, 98-B(9): 1227-1233. ✓
- 刘臻, 赵志慧, 胡宗杉, 等. 术中腰骶部水平化改善退变性腰椎侧凸术后冠状面平衡[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(4): 193-200. ✓
- Hwd H, Kim CK, WG, et al. Supra-acetabular line is better than supra-iliac line for coronal balance referencing: a study of perioperative whole spine X-rays in degenerative lumbar scoliosis and ankylosing spondylitis patients[J]. 2017, 17(12): 1837-1845. ✓
- Yagi M, Kaneko S, Yato Y, et al. Standing balance and compensatory mechanisms in patients with adult spinal deformity[J]. Spine, 2017, 42(10): E584-591. ✓
- Abe Y, Sato S, Abe S, et al. The impact of the leg-lengthening total hip arthroplasty on the coronal alignment of the spine[J]. Scoliosis, 2015, 10(Suppl 2): S4. ✓
- Kurra S, Metkar U, Yirenkyi H, et al. Assessment of coronal spinal alignment for adult spine deformity cases after intra-operative T square shaped use[J]. Spine Deformity, 2018, 6(3): 267-272. ✓
- Andras L, Yamaguchi Jr KT, Skaggs DL, et al. Surgical technique for balancing posterior spinal fusions to the pelvis using the T square of Tolo[J]. J Pediatr Orthop, 2012, 32(2): E63-66. ✓

(收稿日期: 2018-10-23 末次修回日期: 2018-12-23) ✓

(英文编审 郑国权/贾丹彤) ✓

(本文编辑 彭向峰)