

临床论著

退变性脊柱侧凸长节段固定矫形融合术后
冠状面失平衡相关危险因素分析王华东¹, 尹欣¹, 杨亚锋¹, 汪大伟¹, 赵彦涛^{1,2}, 李利¹

(1 中国人民解放军总医院第四医学中心骨科医学部; 2 北京市骨科植入医疗器械工程技术研究中心 100048 北京市)

【摘要】目的:探讨退变性脊柱侧凸患者长节段固定矫形融合术后冠状面失平衡的相关危险因素。**方法:**回顾性分析 2014 年 1 月~2017 年 2 月在我院行长节段固定矫形融合术并具有完整影像学及随访资料的 61 例退变性脊柱侧凸患者。男 24 例,女 37 例;年龄 53~78 岁(59.0±6.1 岁);按鼓楼医院退变性脊柱侧凸分型:A 型 31 例,B 型 19 例,C 型 11 例。固定融合范围:T10~L5 18 例,T10~S1 6 例,T10~S2 6 例,T12~L5 14 例,L1~L5 8 例,L1~S1 7 例,L2~S1 2 例。随访 18~85 个月(平均 36.4 个月),根据末次随访时冠状面平衡情况将其分为平衡组和失平衡组,比较两组术前的主弯 Cobb 角、冠状平衡距离(CBD)、畸形矫正率和术前 L5 倾斜度、畸形分型、腰弯顶椎位置、顶椎旋转度、截骨级别、固定节段及数量、远端固定椎、腰骶弯 Cobb 角、主弯 Cobb 角与腰骶弯 Cobb 角比值等,将具有统计学差异的指标进行二元 Logistic 回归分析。**结果:**61 例患者中,末次随访时 8 例出现冠状面失平衡加重或新发失平衡。两组患者术前主弯 Cobb 角、CBD、顶椎旋转度、腰弯顶椎位置、截骨级别、固定节段及数量、远端固定椎无统计学差异($P>0.05$),术前腰骶弯 Cobb 角、术前主弯 Cobb 角与腰骶弯 Cobb 角比值、术前 L5 倾斜角、术后主弯 Cobb 角、术后 CBD、畸形矫正率及畸形分型有统计学差异($P<0.05$)。二元逻辑回归分析显示术后冠状面失平衡与术前主弯 Cobb 角、术前腰骶弯 Cobb 角、术前 L5 倾斜度呈正相关,OR 值分别为 1.158、1.210、1.322($P<0.05$),与畸形矫正率、顶椎旋转度、固定节段数量无显著相关性($P>0.05$)。**结论:**退变性脊柱侧凸长节段固定矫形融合术后可出现冠状面失平衡,术前主弯及腰骶弯 Cobb 角较大、L5 倾斜角较大是退变性脊柱侧凸术后冠状面失平衡或原有失平衡加重的危险因素。

【关键词】退变性脊柱侧凸;长节段固定融合;冠状面失平衡;危险因素

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.11.05

中图分类号:R682.3,R687.3,R619 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2021)-11-0992-07

Analysis of the risk factors related to coronal plane imbalance after correction of degenerative scoliosis/WANG Huadong, YIN Xin, YANG Yafeng, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(11): 992-998

【Abstract】 Objectives: To investigate the risk factors of postoperative coronal plane imbalance in patients with degenerative scoliosis after long-segment fixation and fusion. **Methods:** The data of 61 patients with degenerative scoliosis underwent long-segment fixation and fusion in our hospital from January 2014 to February 2017 and with complete imaging and follow-up data were reviewed retrospectively. There were 24 males and 37 females with a mean age of 59.0±6.1 (53-78 years) and a mean follow up period of 36.4 months (18-85 months). According to the classification of degenerative scoliosis of Nanjing Drum Tower Hospital, 31 cases were of type A, 19 cases of type B, and 11 cases were of type C. Ranges of segment fixation and fusion: T10-L5 in 18 cases, T10-S1 in 6 cases, T10-S2 in 6 cases, T12-L5 in 14 cases, L1-L5 in 8 cases, L1-S1 in 7 cases, and L2-S1 in 2 cases. The patients were divided into two groups of balance group and imbalance group according to the coronal plane conditions at the final follow up. The Cobb angle of main curvature, coronal balance distance(CBD), correction rate, L5 tilt, deformity classification,

基金项目:军队后勤科研计划重点项目(BLB20J001);解放军总医院转化项目(ZH19025、ZH19026);首都临床诊疗技术研究与转化应用项目(Z201100005520060)

第一作者简介:男(1968-),主任医师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)66848832 E-mail:ortho@yeah.net

通讯作者:李利 E-mail:lili304@163.com

apical vertebrae of lumbar curvature, rotation of apical vertebrae, grade of osteotomy, number of fixed segments, lower instrumented vertebra, Cobb angle of lumbosacral curvature, and ratio of Cobb angle of main curvature to Cobb angle of lumbo-sacral curvature before operation and at the final follow up were recorded and compared between the two groups, and the differences with statistical significance were analyzed with binary Logistic regression analysis. **Results:** Of the 61 patients, aggravated coronal plane imbalance or new-onset imbalance occurred in 8 cases at the final follow up. There were no statistical differences between the two groups in terms of preoperative Cobb angle of main curvature, CBD, apical vertebrae of lumbar curvature, rotation of apical vertebrae, grade of osteotomy, number of fixed segments, and lower instrumented vertebra ($P > 0.05$), while there were statistical differences in terms of preoperative Cobb angle of lumbosacral curvature, ratio of Cobb angle of main curvature to Cobb angle of lumbo-sacral curvature, postoperative Cobb angle of main curve, preoperative L5 tilt, deformity correction, and deformity classification ($P < 0.05$). The results of binary Logistic regression analysis showed that the postoperative coronal imbalance was positively correlated with the preoperative Cobb angle of main curvature, lumbosacral angle, and L5 tilt ($OR = 1.158, 1.210, 1.322; P < 0.05$), yet it was not correlated significantly with correction rate, rotation of the apical vertebrae, and the number of fixed segments. **Conclusions:** Coronal imbalance may occur after long-segment fixation and fusion surgery in the degenerative scoliosis patients. Large Cobb angles of main curvature and lumbosacral curvature before surgery, and large L5 inclination are the risk factors for postoperative coronal plane imbalance or aggravated coronal plane imbalance.

【Key words】 Degenerative scoliosis; Long-segment fixation and fusion; Coronal imbalance; Risk factor

【Author's address】 1 Senior Department of Orthopedics, The Fourth Medical Center of PLA General Hospital; 2 Beijing Engineering Research Center of Orthopedics Implants, Beijing, 100048, China

退变性脊柱侧凸 (degenerative scoliosis, DS) 是临床上常见的成人脊柱畸形, 通常发生于中老年, 以女性多见, 会引起严重的腰腿痛, 常伴有脊柱失平衡的状态, 需要进行手术治疗^[1]。目前, 多数研究针对矢状面平衡与患者健康相关生活质量的关系, 但有研究认为术后冠状面失平衡对生活质量影响更大, 导致手术治疗效果较差^[2-4]。因退变性脊柱侧凸是一种三维结构的畸形, 在生理性腰前凸减少的同时合并冠状面序列不良 (coronal malalignment) 或失平衡 (coronal imbalance), 如何进行三维矫形以恢复脊柱的平衡是术前规划的难点^[5,6]。腰骶弯 (compensatory lumbosacral fractional curve) 是主弯下方出现的代偿弯^[7], 在腰骶弯僵硬的情况下仅对主弯进行矫正会导致冠状面失衡进一步加重, 对术后冠状面平衡情况存在影响^[4,7]。为进一步分析退变性脊柱侧凸矫形术后导致冠状面失平衡的可能原因, 本研究回顾性分析在我院行后路长节段固定矫形融合手术治疗的腰/胸腰段主弯型退变性脊柱侧凸患者的影像学资料, 对术后冠状面失平衡加重或新发失平衡患者与平衡患者进行比较, 分析可能导致术后冠状面失平衡的相关危险因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

病例纳入标准: (1) 接受手术时患者年龄 > 50 岁, 且诊断为退变性脊柱侧凸畸形; (2) 有严重腰痛症状, 均接受后路长节段固定减压融合术, 固定节段 ≥ 5 个椎体; (3) 畸形主弯为腰主弯型 (侧凸顶点位于 L1~L4) 或胸腰主弯型 (侧凸顶点位于 T10~L1); (4) 有术前、术后站立位脊柱全长 X 线片及完整的随访资料; (5) 随访时间 > 12 个月。排除标准: (1) 翻修手术或既往有脊柱手术史患者; (2) 合并脊柱骨折、脊柱肿瘤、感染性疾病、强直性脊柱炎的患者; (3) 影像学上椎体显示不清无法准确测量的患者。收集我院 2014 年 1 月~2017 年 2 月因退变性脊柱侧凸行后路长节段固定矫形融合术的患者资料。本研究仅收集患者的临床资料, 不干预治疗计划, 不对患者的生理健康构成任何风险, 并获得解放军总医院伦理委员会批准, 所有患者均知情同意并签署知情同意书。

根据以上标准, 本研究共纳入 61 例患者。男 24 例, 女 37 例; 年龄 53~78 岁 (59.0 ± 6.1 岁)。按鼓楼医院退变性脊柱侧凸冠状面平衡分型^[8] (图 1), 术前 A 型 31 例; B 型 19 例; C 型 11 例。

1.2 手术策略

所有患者均在术前常规进行评估,包括侧凸畸形分型、冠状面失平衡程度、矢状面序列、主弯柔韧性、腰骶弯柔韧性。采用 SPO 截骨(SRS-Schwab 1 级截骨)、Ponte 截骨(SRS-Schwab 2 级截骨)或 PSO 截骨术(SRS-Schwab 3 级截骨)^[1],C 型侧凸选择在下腰椎或腰骶椎进行截骨,A 型和 B 型侧凸均在侧凸顶椎或周围进行截骨^[5,9]。近端固定椎(upper instrumented vertebrae,UIV)选择端椎,远端固定椎(lower instrumented vertebrae, LIV)根据 L4~S1 的僵硬程度、退变情况以及截骨位置进行选择^[10]。在远端的凹侧进行腰椎后路椎体间融合术(PLIF)或经椎间孔入路腰椎椎体间融合术(TLIF),实现 LIV 的水平化。固定融合范围:T10~L5 18 例;T10~S1 6 例;T10~S2 6 例;T12~L5 14 例;L1~L5 8 例;L1~S1 7 例;L2~S1 2 例。所有手术均由同一组脊柱外科医师完成。

1.3 观察指标

患者术前与术后的站立位脊柱全长 X 线片均录入我院数据库,其参数测量均使用 Surgimap (Nemaris, 美国)软件,由两位高年资脊柱外科医

生进行数据测量,取平均值。测量参数包括:(1)术前主弯 Cobb 角,X 线正位片上主弯上端椎与下端椎之间的夹角;(2)术前腰骶半弯 Cobb 角;(3)腰弯顶椎位置;(4)顶椎旋转度:正位 X 线片上,按照 Nash-Moe 法对顶椎的旋转进行测量,将 I 度至 IV 度按 0°~45°计算;(5)L5 倾斜度:X 线正位片上 L5 上终板与水平面的夹角(如存在骨盆倾斜时,取 L5 上终板与髂嵴最高点连线的夹角);(6)术前冠状面平衡距离(coronal balance distance, CBD):即 C7 铅垂线(C7PL)与骶骨中垂线(CSVL)之间的水平距离;(7)术后末次随访时的 CBD;(8)术后末次随访时的主弯 Cobb 角。计算术前主弯 Cobb 角与腰骶弯 Cobb 角比值;畸形矫正率=(术前主弯 Cobb 角-术后主弯 Cobb 角)/术前主弯 Cobb 角×100%。冠状面失平衡定义为全脊柱正位 X 线片上 CBD>30mm^[2],将患者根据术后冠状面平衡情况分为平衡组和失平衡组。统计两组患者术前冠状面平衡分型、顶椎位置、截骨级别、固定范围和节段数、远端固定椎。

1.4 统计学处理

采用 SPSS 26 统计软件(Inc Chicago, 美国)

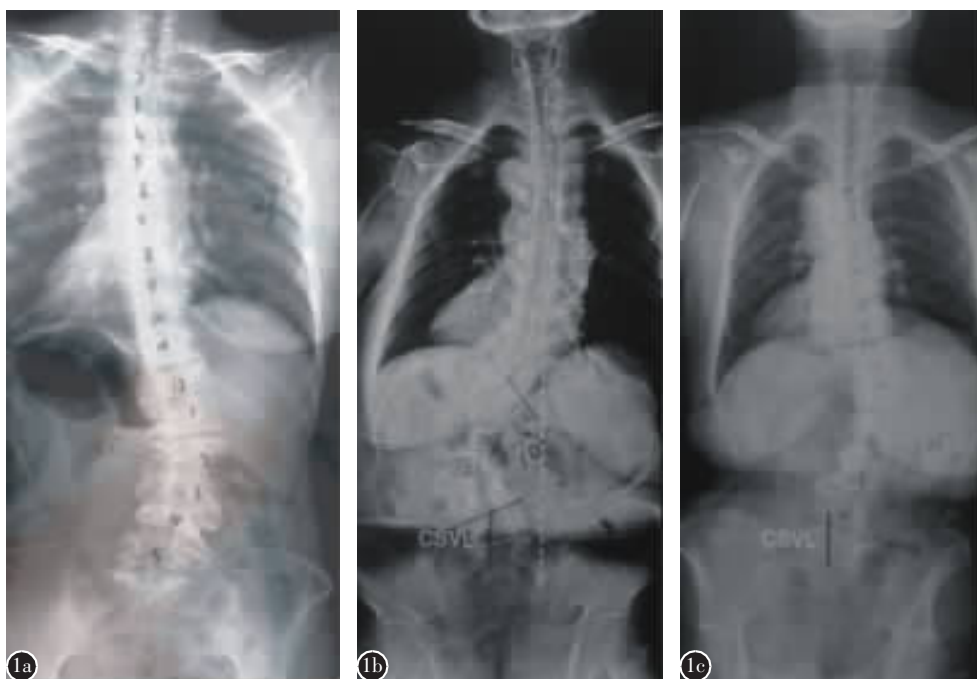


图 1 退变性脊柱侧凸冠状面平衡分型^[8] a A 型, 冠状面平衡距离 (CBD)<3cm b B 型, C7PL 向腰椎主弯凹侧偏距 CSVL>3cm c C 型, C7PL 偏向腰椎主弯凸侧偏距 CSVL>3cm

Figure 1 Coronal balance classification of degenerative lumbar scoliosis^[8] a Type A, C7PL-C7SVL(CBD)<3cm b Type B, C7PL located on the concave side of main lumbar curve, CBD>3cm c Type C, C7PL located on the convex side of main lumbar curve, CBD>3cm

进行统计学分析冠状面平衡组与失平衡组患者的组间比较,连续变量采用 Mann-Whitney U 检验(非正态分布)或配对 t 检验(符合正态分布),分类变量采用 χ^2 卡方检验(频数小于 5 使用 Fisher 精确检验)。二元非条件 Logistic 回归分析具有显著差异的侧凸畸形及手术形态学因素与术后冠状面失平衡发生的相关性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

61 例患者术后随访 18~85 个月(平均 36.4 个月),末次随访时 8 例(13.1%)出现冠状面失平衡加重或新发失平衡(图 2)(失平衡组),其中 2 例术后 1 年进行了翻修手术;53 例未出冠状面失平衡(平衡组)。两组患者术前和末次随访时的影像学参数比较见表 1。失平衡组患者术前主弯 Cobb 角、腰骶弯 Cobb 角、术前主弯 Cobb 角/腰骶弯 Cobb 角比值、术前 L5 倾斜角、末次随访时主弯 Cobb 角、末次随访时 CBD 与平衡组比较有统计学差异($P<0.05$),失平衡组患者术前和末次随访的主弯 Cobb 角更大,术前主弯 Cobb 角/腰骶弯 Cobb 角比值小于平衡组。两组术前 CBD、顶椎旋转度和矫形率无统计学差异($P>0.05$)。

两组形态学及手术相关因素比较见表 2。7 例(87.5%)术后冠状面失平衡患者为鼓楼医院退变性脊柱侧凸冠状面平衡分型 C 型,与平衡组畸形分型比较差异有显著性($P<0.05$)。术后冠状面失平衡组患者中畸形顶椎多位于腰段,但与平衡组比较无统计学差异($P>0.05$)。平衡组与失平衡组的截骨级别、固定节段数、远端固定椎的差异无统计学意义($P>0.05$)。

将具有显著性差异的相关变量(术前主弯 Cobb 角、术前 L5 倾斜度、术前主弯与腰骶弯 Cobb 角比值、术前腰骶弯角度)为自变量,术后是否发生失平衡的二分变量为因变量进一步进行二元 Logistic 回归分析,经检验模型有效($\chi^2=47.405, P<0.001$)。结果显示,术后冠状面失平衡与术前主弯 Cobb 角、术前腰骶弯 Cobb 角、术前 L5 倾斜度呈正相关,OR 值分别为 1.158、1.210、1.322($P<0.05$),与畸形矫正率、顶椎旋转度、固定节段数量无显著相关性($P>0.05$)。

3 讨论

退变性脊柱侧凸畸形的手术目的以减轻腰腿疼痛、改善功能为主,尽管有证据支持患者矢状面平衡与否对退变性脊柱侧凸患者术后健康相关生

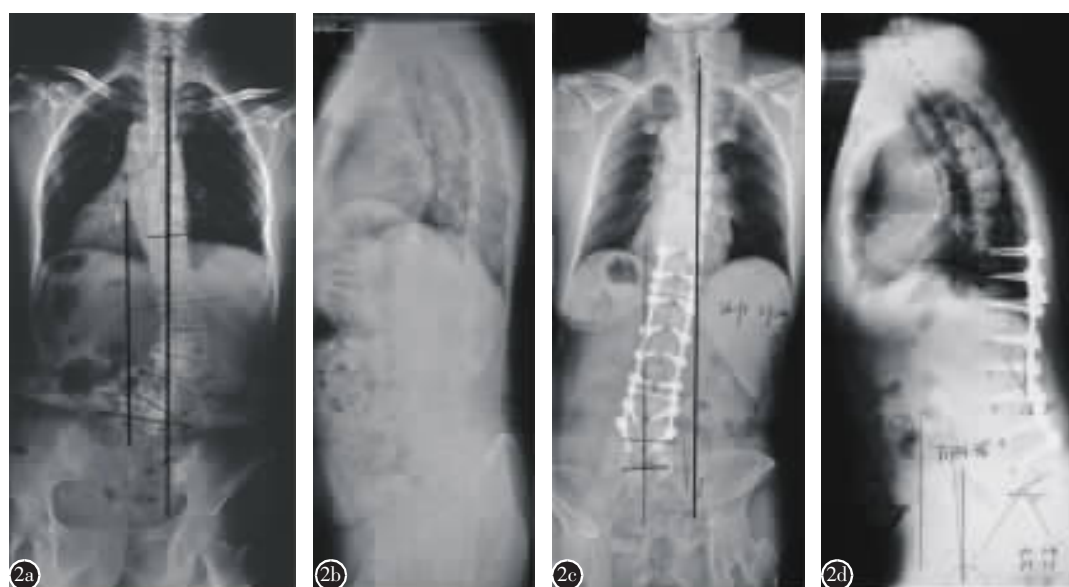


图 2 患者女性,64 岁,退变性脊柱侧凸 a、b 术前正侧位 X 线片示 T10~L5 Cobb 角 38°,L5 倾斜角 22°,冠状面平衡距离(CBD)2cm c、d T10~L5 椎弓根固定、L3~L5 椎板减压、侧凸矫形术后 3 个月正侧位 X 线片示 T10~L5 Cobb 角 6°,L5 倾斜角 9°,CBD 增加至 6cm,出现躯干倾斜

Figure 2 A 64-year old female, degenerative lumbar scoliosis a, b Pre-OP, X-ray showed T10~L5 Cobb angle 38°, L5 tilt 22°, and CBD 2cm c, d L3~L5 decompression, T10~L5 fusion with instrumentation, 3 months post-OP, X-ray showed T10~L5 Cobb angle 6°, L5 tilt 9°, CBD increased to 6cm, and the trunk shifted to the convex side

表 1 两组术前术后冠状面影像学参数比较

Table 1 Comparison of radiological parameters of coronal balance between two the groups

	冠状面平衡组 (n=53) Balanced group	冠状面失平衡组 (n=8) Imbalanced group	统计值 Statistic parameters
主弯 Cobb 角(°) Cobb angle of major curve			
术前 Pre-op	52.0±10.3	67.1±12.3	t=-3.766 P<0.001
末次随访 Last follow-up	16.8±4.2	22.0±5.5	t=-3.122 P=0.003
畸形率(%) Correction rate	67.4±6.5	62.5±17.9	Z=0.513 P=0.608
冠状面平衡距离(mm) Coronal balance distance			
术前 Pre-op	31.3±20.0	48.3±10.4	t=-0.575 P=0.568
末次随访 Last follow-up	8.5±5.7	44.8±7.6	Z=4.531 P<0.001
术前顶椎旋转度(°) Rotation angle of apical vertebra	19.5±11.0	21.9±12.6	t=-0.557 P=0.580
术前腰骶弯 Cobb 角(°) Cobb angle of fractional curve	27.0±8.2	48.3±10.4	t=-6.583 P<0.001
术前主弯 Cobb 角/腰骶弯 Cobb 角(°) Major curve Cobb angle/fractional curve Cobb angle	2.0±0.5	1.3±0.1	Z=-4.239 P<0.001
术前 L5 倾斜角(°) Coronal L5 tilt	12.7±7.6	24.2±7.0	t=-4.033 P<0.001

活质量有重要影响^[11,12],但术后冠状面失平衡也是临床中常见的棘手问题。Koller 等^[3]回顾性分析了 448 例成人脊柱侧凸患者,发现术后冠状面失平衡情况与临床治疗效果显著相关。患者对冠状面失平衡的耐受性极差,影响日常行走、端坐等功能。

在针对退变性脊柱侧凸畸形的分型系统中,部分分型以冠状面平衡情况进行描述。Obeid 等^[5]将冠状面失平衡定义为 C7PL-CSVL>20mm,并根据 C7PL 与主弯的关系分为 1 型与 2 型,其中 1 型为凹侧失平衡,即 C7PL 向弯的凹侧移位;2 型为凸侧失平衡,即 C7PL 向主弯的凸侧移位。Bao 等^[9]将退变性脊柱侧凸冠状面平衡情况分为三型:C7PL-CSVL 在 30mm 以内为 A 型,C7PL-CSVL>30mm 且 C7PL 在主弯凹侧时为 B 型,C7PL-CSVL>30mm 且 C7PL 在主弯凸侧时为 C 型。以上两种分型都指出向凸侧移位的冠状面失平衡如果只在主弯的顶椎进行矫形,术后冠状面失平衡将进一步加重。本研究将冠状面失平衡定

表 2 两组形态学和手术相关因素比较

Table 2 Univariate analysis of morphology and influencing factors between two the groups

	冠状面平衡组 (n=53) Balanced group	冠状面失平衡组 (n=8) Imbalanced group	统计值 Statistic parameters
畸形分型 Type of coronal imbalance			$\chi^2=13.887$ P=0.001
A 型 Type A	31(58.5%)	0	
B 型 Type B	18(34.0%)	1(12.5%)	
C 型 Type C	4(7.5%)	7(87.5%)	
腰弯顶椎位置 Location of apical vertebra			$\chi^2=3.765$ P=0.052
腰段 Lumbar	27(50.9%)	7(87.5%)	
胸腰段 Thoracolumbar	26(49.1%)	1(12.5%)	
截骨级别 Grade of osteotomy			$\chi^2=1.767$ P=0.413
1 级截骨 Grade 1	11(20.8%)	2(25.0%)	
2 级截骨 Grade 2	19(35.8%)	1(12.5%)	
3 级截骨 Grade 3	23(43.4%)	5(62.5%)	
固定节段 Segments of instrumentation			$\chi^2=10.434$ P=0.108
L1~L5	8(15.1%)	0	
L1~S1	7(13.2%)	0	
L2~S1	2(3.8%)	0	
T10~L5	17(32.1%)	1(12.5%)	
T10~S1	0	6(75.0%)	
T10~S2	5(7.5%)	1(12.5%)	
T12~L5	14(28.3%)	0	
远端固定椎 Lower instrumented vertebra			$\chi^2=2.128$ P=0.345
L5	39(73.6%)	1(12.5%)	
S1	9(17.0%)	6(75.0%)	
S2	5(9.4%)	1(12.5%)	
固定节段数(n) The number of instrumented vertebrae	7.0±1.5	7.6±2.1	Z=0.943 P=0.345

义为 CBD>30mm^[2],共纳入 61 例退变性脊柱侧凸患者,8 例在术后出现冠状面失平衡,其中 7 例为 C 型侧凸,与术后冠状面失平衡显著相关。围绕如何避免术后冠状面失平衡,关于退变性脊柱侧凸畸形的手术策略的制定与理想手术方式的选择仍存在争议。本研究的手术策略与以往报道相一致:针对僵硬、失平衡的 C 型侧凸选择腰骶弯进行矫形,从而恢复冠状面整体平衡,但仍存在 63.6%的 C 型侧凸患者出现术后冠状面失平衡的情况。Bao

等^[9]的研究也指出,在应用合理手术策略的情况下,C 型侧凸术后冠状面失平衡发生率较其他两型更为显著。Zhang 等^[6]回顾分析了 71 例融合到 S1 以下的退行性侧凸患者,同样发现 C 型侧凸是术后冠状面失平衡的危险因素。Shu 等^[13]报道了 74 例行截骨矫形的退行性侧凸患者的队列研究,其中 20 例出现术后冠状面失平衡,并指出下端固定椎旋转、冠状面躯干向主弯凸侧倾斜患者术后冠状面失平衡的风险更高。本研究结果显示,术后冠状面平衡组与失平衡组的主弯顶椎旋转度、截骨级别与远端固定椎的选择差异均无统计学意义。

以往的研究认为,术前主弯较大的 Cobb 角以及畸形的严重程度与术后冠状面失衡的发生相关^[14],这与本研究的结果一致。因为较大的 Cobb 角可能提示畸形的长期进展,以及脊柱柔韧性的丧失。腰骶代偿弯也被称为“半弯”或“片段弯”^[7],退变性脊柱侧凸畸形患者的症状往往来源于代偿弯凹侧的神经根受压引起的腰骶疼痛^[15]。本研究发现失平衡组患者 L5 倾斜度明显大于平衡组,腰骶弯 Cobb 角更大,且主弯 Cobb 角/腰骶弯 Cobb 角比值更小,提示腰骶代偿弯在术后失平衡发生中的重要性。Matsumura 等^[6]回顾性分析 66 例接受长节段固定的退行性脊柱侧凸患者,发现腰骶弯矫正不足影响了术后冠状面平衡情况,良好的腰骶弯矫正对术后冠状面失平衡有预防作用。L4~S1 是脊柱的基座,其水平化情况直接影响上方融合固定序列,僵硬的腰骶代偿弯无法在上方主弯校正后自发代偿,也可能使得远端椎固定节段选择不恰当的患者出现术后冠状面失平衡,这种不恰当通常在于选择 L3 或 L4 作为 LIV^[16]。本研究的 LIV 分布在 L5、S1 与 S2,两组患者间无显著性差异,即亦无证据支持为求腰骶弯的矫正而向 L5 以远端延长固定。在部分侧凸患者中,腰骶代偿弯十分僵硬,大角度的僵硬腰骶代偿弯使得 L4~S1 的水平化更为困难,通常需要进行 L4 或 L5 的不对称三柱截骨或单侧的支撑技术。Theologis 等^[17]报道了 C 型侧凸患者具有更大的腰骶弯,其在后路矫形的基础上利用 TLIF 矫正 C 型侧凸患者的腰骶代偿弯,有效改善了术后的冠状面序列。本研究发现术前 L5 倾斜度与术后冠状面失平衡相关,较大的术前 L5 倾斜度提示腰骶代偿弯的僵硬,与以往的相关研究一致^[18,19]。另

一种可能的术后冠状面失平衡机制是,当侧凸主弯与腰骶代偿弯比值较小时,对侧凸主弯的过度矫正会使得原有的冠状面平衡机制被破坏,代偿弯上方序列被迫向原主弯凸侧进一步移位,变为 C 型侧凸畸形。若 L5 倾斜未恰当矫正,即便远端固定至 S1 甚至 S2,也存在发生术后冠状面失平衡的风险。在远端的凹侧进行 PLIF 或 TLIF,实现 LIV 的水平化可能为更优的手术策略。

本研究同时分析了退行性脊柱侧凸的畸形类型及矢状面失平衡类型,结合矫形策略对术后失平衡的发生相关性进行了分析,结果显示腰骶弯角度与 L5 倾斜度在术后冠状面失平衡中的共同作用。提示对于胸腰段、腰段侧凸畸形程度较为严重的患者,应同时评估腰骶代偿弯的大小,以避免不协调矫形。对于腰骶代偿弯明显以及腰骶弯在 Bending 像表现为僵硬的患者,应重视骨盆固定技术、适当矫正腰骶弯,而不是一味延长远端固定椎至骨盆,而是应从优化 L4/5、L5/S1 间隙水平化及 TLIF 融合的质量入手,以减少术后冠状面失代偿的发生。本研究主要的局限在于单中心回顾性分析的本质,纳入病例数量相对较少,由于每个病例的术前设计存在特异性,无法系统分析手术决策因素对术后冠状面失平衡情况的影响。此外,本研究仅对末次随访时冠状面失平衡情况进行研究,仍需要相关研究来确定冠状面平衡情况是否会影响这些患者的融合率、翻修率及临床结局。

4 结论

本研究结果显示,术前主弯及腰骶弯 Cobb 角较大、L5 倾斜角较大是导致退变性脊柱侧凸术后冠状面失平衡或原有失平衡加重的危险因素。针对 C 型侧凸患者制定适宜的手术策略,在腰骶代偿弯不对称截骨或在凹侧合理应用支撑技术,以矫正腰骶代偿弯、实现 LIV 的水平化,对改善退变性脊柱侧凸患者术后冠状面失平衡具有重要意义。

5 参考文献

1. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E1.
2. Buell TJ, Smith JS, Shaffrey CI, et al. Multicenter assessment of surgical outcomes in adult spinal deformity patients with severe global coronal malalignment: determination of target coronal realignment threshold [J]. J Neurosurg Spine, 2020,

- Dec 4: 1–14. Online ahead of print.
3. Koller H, Pfan C, Meier O, et al. Factors influencing radiographic and clinical outcomes in adult scoliosis surgery: a study of 448 European patients[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(2): 532–548.
 4. Matsumura A, Namikawa T, Kato M, et al. Factors related to postoperative coronal imbalance in adult lumbar scoliosis[J]. *J Neurosurg Spine*, 2020, Sep 4: 1–7. Online ahead of print.
 5. Obeid I, Berjano P, Lamartina C, et al. Classification of coronal imbalance in adult scoliosis and spine deformity: a treatment-oriented guideline[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(1): 94–113.
 6. Zhang J, Wang Z, Chi P. Risk factors for immediate postoperative coronal imbalance in degenerative lumbar scoliosis patients fused to pelvis[J]. *Global Spine J*, 2021, 11(5): 649–655.
 7. Campbell PG, Nunley PD. The challenge of the lumbosacral fractional curve in the setting of adult degenerative scoliosis [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2018, 29(3): 467–474.
 8. 邱勇. 退变性脊柱侧凸的分型与治疗[J]. *中国骨与关节杂志*, 2013, 2(10): 541–545.
 9. Bao H, Yan P, Qiu Y, et al. Coronal imbalance in degenerative lumbar scoliosis: prevalence and influence on surgical decision-making for spinal osteotomy[J]. *Bone Joint J*, 2016, 98-B(9): 1227–1233.
 10. Berjano P, Lamartina C. Classification of degenerative segment disease in adults with deformity of the lumbar or thoracolumbar spine[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(9): 1815–1824.
 11. Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity—postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? an overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2010, 35(25): 2224–2231.
 12. Blondel B, Schwab F, Ungar B, et al. Impact of magnitude and percentage of global sagittal plane correction on health-related quality of life at 2-years follow-up[J]. *Neurosurgery*, 2012, 71(2): 341–348.
 13. Shu S, Jing W, Zhu Z, et al. Risk factors for postoperative coronal decompensation in adult lumbar scoliosis after posterior correction with osteotomy[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, Oct 15. Online ahead of print.
 14. Jimbo S, Kobayashi T, Aono K, et al. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community-based cohort study [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2012, 37(20): 1763–1770.
 15. Aebi M. The adult scoliosis[J]. *Eur Spine J*, 2005, 14(10): 925–948.
 16. 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.
 17. Theologis AA, Lertudomphonwanit T, Lenke LG, et al. The role of the fractional lumbosacral curve in persistent coronal malalignment following adult thoracolumbar deformity surgery: a radiographic analysis[J]. *Spine Deform*, 2021, 9(3): 721–731.
 18. Lewis SJ, Keshen SG, Kato S, et al. Risk factors for postoperative coronal balance in adult spinal deformity surgery [J]. *Global Spine J*, 2018, 8(7): 690–697.
 19. 牛晓健, 杨思振, 张莹, 等. 退变性腰椎侧凸后路长节段固定融合术后冠状面失平衡的危险因素分析[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33(4): 430–435.
- (收稿日期:2021-08-20 末次修回日期:2021-10-24)
(英文编审 谭 啸)
(本文编辑 卢庆霞)