

临床论著

腰骶半弯对成人脊柱畸形术后冠状面失平衡的影响

王孝宾, 王 冰, 李 晶, 吕国华, 康意军, 卢 畅

(中南大学湘雅二医院脊柱外科 410011 湖南省长沙市)

【摘要】目的:分析成人胸腰椎/腰椎畸形矫正术后冠状面失平衡的原因和危险因素,探讨腰骶半弯(L4-S1)对术后失平衡的影响。**方法:**回顾性分析 2008 年 1 月~2018 年 9 月间在我院接受手术治疗的成人脊柱畸形患者,病例入选标准:(1)年龄 ≥ 20 岁;(2)影像学检查胸腰弯/腰弯为主弯(顶椎位于 T12-L4 之间),腰骶半弯为代偿弯;(3)胸腰弯/腰弯冠状面 Cobb 角度 $\geq 30^\circ$;(4)脊柱内固定融合 ≥ 5 个节段;(5)随访时间 6 个月以上且具有完整影像资料。统计分析患者的人口学特点、手术方式、影像学参数、冠状面平衡与腰骶半弯的关系,以及治疗效果的健康相关生活质量评分改善情况。**结果:**共有 157 例成人胸腰椎脊柱畸形患者纳入本研究,包括男性 52 例,女性 105 例,平均年龄 56.5 岁(26~77 岁)。病因学诊断包括先天性脊柱畸形 39 例,成人特发性脊柱畸形 35 例,退行性脊柱侧凸 83 例。术后总共有 24 例(15.3%)患者发生了冠状面失平衡,失平衡患者的 ODI 和 SF-12 PCS 评分较术前无明显改善。影像学评估冠状面平衡组与失平衡组患者的主弯 Cobb 角与柔韧性,腰骶半弯 Cobb 角与柔韧性,以及 L4、L5 椎体术前的倾斜角,手术截骨方式,上、下固定点选择,主弯矫正度和残余角度,腰骶半弯矫正度均没有统计学差异($P>0.05$)。平衡组患者的腰骶半弯残余角度明显小于失平衡组患者(6.3° vs 12.2° , $P=0.000$),L4 和 L5 椎体倾斜度明显小于失平衡组的患者(L4: 8.2° vs 17.3° , $P=0.000$; L5: 6.4° vs 15.2° , $P=0.000$)。术前冠状面向腰弯凸侧偏移的患者发生冠状面失平衡的概率显著增加(23.2%)。**结论:**冠状面失平衡以后患者的健康相关生活质量受到明显影响。术前冠状面向腰弯凸侧偏移,术后腰骶半弯残余角度过大,术后 L4、L5 椎体过度倾斜倾是发生冠状面失平衡的危险因素。

【关键词】腰骶半弯;成人脊柱畸形;冠状面平衡;脊柱侧凸矫正;并发症

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.06.03

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2019)-06-0490-08

Lumbosacral fractional curve effected on the postoperative coronal imbalance in adult spinal deformity/WANG Xiaobin, WANG Bing, LI Jing, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2019, 29(6): 490-497

【Abstract】 Objectives: To investigate the risk factors for postoperative coronal imbalance after adult thoracolumbar/lumbar spinal deformity surgery, and evaluate the impact of lumbosacral fractional curve(L4-S1, LFC) on the postoperative coronal imbalance. **Methods:** Patients with adult spinal deformity who received correction treatment from January 2008 to September 2018 were retrospectively reviewed. Inclusion criteria included age older than twenty years, major thoracolumbar/lumbar curve(Cobb angle $\geq 30^\circ$) with apex located between T12-L4, and compensatory lumbosacral fractional curve. All the patients underwent long segment fusion (more than 5 levels), and had at least six months follow-up. Demographic and radiographic data, surgical parameters, health-related quality of life (HRQOL) outcomes, as well as the relationship between lumbosacral fractional curve and postoperative coronal imbalance were analyzed. **Results:** A total of 157 adult spinal deformity patients were included in this study, 52 males and 105 females, with an average age of 56.4 years old(range, 26-77 years). There were 39 cases of congenital deformity, 35 cases of idiopathic scoliosis and 83 cases of de novo scoliosis. Twenty-four patients(15.3%) occurred coronal imbalanced after surgery, in whose postoperative ODI and SF-12 PCS outcomes had no significantly changed when compared with the

基金项目:国家自然科学基金(编号:81871748,81802211)

第一作者简介:男(1983-),主治医师,医学博士,研究方向:脊柱外科基础与临床研究

电话:(0731)85295624 E-mail:wxbspine@hotmail.com

通讯作者:王冰 E-mail:bingwang20021972@aliyun.com

preoperative level. In radiographic analysis, there was no significant difference($P>0.05$) of the following parameters between balance group and imbalance group, including major curve angle and flexibility, LFC angle and flexibility, preoperative L4, L5 vertebral tilt, osteotomy method, upper and lower instrumentation level, correction rate and remnant angle of the major curve. There was significant difference of the following parameters between balance and imbalance group, including remnant angle of LFC curve(6.3° vs 12.2° , $P=0.000$), postoperative L4 tilt(8.2° vs 17.3° , $P=0.000$), and postoperative L5 tilt(6.4° vs 15.2° , $P=0.000$). The incidence of postoperative coronal imbalance significantly increased in patients with coronal C7 plumb line at convexity side of the major thoracolumbar/lumbar curve(23.2%). **Conclusions:** The health-related quality of life (HQOL) is significantly affected in patient with postoperative coronal imbalance. Preexist C7 plumb line at convexity side of the major thoracolumbar/lumbar curve, large remnant angle of LFC, large postoperative L4 and L5 tilt are risk factors of postoperative coronal imbalance.

[Key words] Lumbosacral fractional curve; Adult spinal deformity; Coronal balance; Scoliosis correction; Complication

[Author's address] Department of Spine Surgery, the Second Xiangya Hospital of Central South University, Changsha, 410011, China

腰骶半弯(lumbosacral fractional curve)的概念最早由 Jackson 提出,指在胸腰弯/腰弯远端出现的半弧形侧弯,位于 L4~S1 节段^[1,2]。由于累及的节段少,无法形成一个完整的弧形侧弯,也没有顶椎存在,因此称为“腰骶半弯”^[3]。腰骶段是整个脊柱的基座,任何轻度的侧弯都可能导致躯干整体在冠状面上的偏移。Brown^[4]和 Bao 等^[5]均报道成人脊柱畸形长节段固定以后,如果腰骶半弯处理不当,会导致冠状面失平衡,并最终需要翻修手术。本研究回顾性分析我院近十年来成人脊柱畸形的临床资料,旨在评价腰骶半弯对术后冠状面平衡的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析 2008 年 1 月~2018 年 9 月在我院接受手术治疗的成人脊柱畸形患者,病例入选标准包括:(1)年龄 ≥ 20 岁;(2)影像学检查胸腰弯/腰弯为主弯(顶椎位于 T12~L4 之间),腰骶半弯为代偿弯;(3)胸腰弯/腰弯冠状面 Cobb 角度 $\geq 30^{\circ}$;(4)脊柱内固定融合 ≥ 5 个节段;(5)随访时间 6 个月以上且具有完整影像资料。

排除标准:(1)主弯为胸弯的患者;(2)腰骶段有先天畸形的患者;(3)强直性脊柱炎患者;(4)神经肌肉型脊柱畸形;(5)术后冠状面平衡,但随访过程中由于螺钉松动、断裂、融合失败等原因导致再次失平衡的病例。

手术指征为:(1)严重外观畸形或者畸形持续

进展;(2)局部顽固性疼痛,并且疼痛引起功能障碍,ODI 功能障碍指数大于 40%^[6];(3)畸形原因引起神经压迫症状。

1.2 手术方法

全部采用一期或者分期的后路手术,通过仰卧后前位 X 线片,左右 Bending 片评价畸形的柔韧性。对于未发生前方融合,柔韧性 $\geq 50\%$ 的畸形,采用一期后路多节段附件截骨,椎弓根螺钉固定矫形;对于已有前方融合,柔韧性 $<50\%$ 的僵硬性或先天性畸形,采用一期后路广泛松解加顶椎区域三柱截骨,椎弓根螺钉固定矫形术;如果预计手术时间超过 8h,失血量超过 3000ml,则在一期后路广泛松解、置钉以后关闭切口,二期再行顶椎区域的三柱截骨固定矫形术。

1.3 影像学 and 临床改善评估

术后即刻的 X 线片由于患者疼痛、肌肉紧张、体位保护等原因,很难获得“真实”的冠状面平衡状态,因此本研究比较分析术前与术后 6 个月随访时的影像学资料。影像学测量指标包括:(1)术前冠状面主弯 Cobb 角及柔韧性;(2)腰骶半弯(L4~S1)Cobb 角及柔韧性;(3)术后主弯及腰骶半弯的矫正角度和矫正率;(4)L4, L5 椎体倾斜角:L4, L5 上终板与双侧髂嵴水平连线的夹角(图 1a, 1b);(5)冠状面平衡:C7 铅垂线(C7PL)距离骶骨正中垂线(CSVL)的水平距离;(6)矢状面平衡(SVA):C7 铅垂线距离骶骨后上角的水平距离(位于骶骨后上角前方为正值,后方为负值)。临床症状改善情况采用健康相关生活质量评分量表

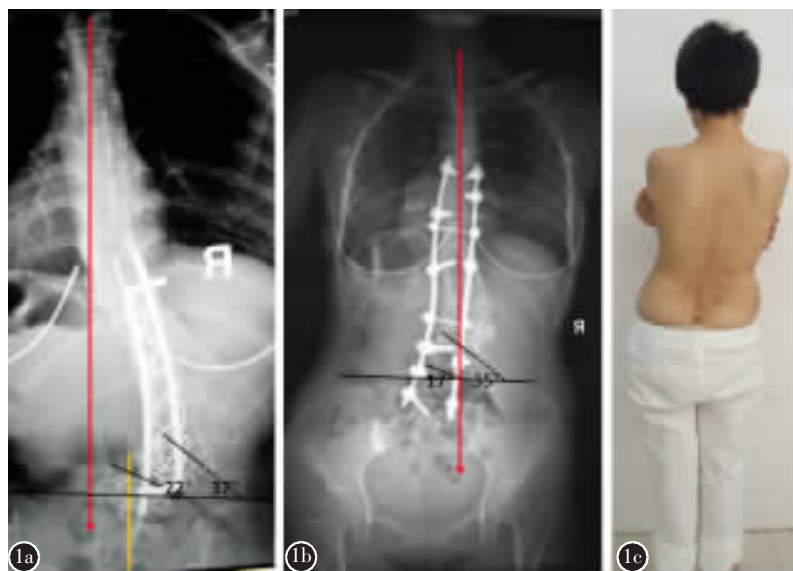


图 1 CM 1 型,先天性脊柱畸形术后翻修 a 术前 L4、L5 倾斜度分别为 37°、22° b 一期后路 L2 全脊椎切除侧凸矫形,术后 L4、L5 倾斜度分别为 35°、17°,出现冠状面失平衡 c 患者术后 6 个月的外观大体像,明显躯干倾斜。

Figure 1 Type CM 1. Revision surgery of a congenital spinal deformity a L4 tilt 37° and L5 tilt 22° b L4 tilt 35° and L5 tilt 17° after single stage posterior L2 vertebral resection and scoliosis correction, presenting with coronal imbalanced. c Clinic picture at 6 months follow-up showed trunk leaned to right side

SF-12 物理学评估(SF-12 PCS)和 Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)来评定。

1.4 分组方法

根据 Obeid 对成人脊柱畸形的冠状面分型^[7],将患者术前的冠状面平衡分为三种情况:CM 1 型:C7 铅垂线偏离骶骨正中垂线(CSVL)与主弯凹侧方向一致(图 1);CM 2 型:C7 铅垂线偏离 CSVL 与主弯凸侧方向一致(图 2、3);CM 0 型:C7 铅垂线恰好与 CSVL 重叠(图 4)。

根据 Glassman 的研究^[8],将冠状面失平衡的标准定义为 C7 铅垂线距离骶骨正中垂线(CSVL)的距离 $\geq 4\text{cm}$ 。根据术后 6 个月随访时的全脊柱站立正位 X 线片判断冠状面是否失平衡,将所有患者分为平衡组与失平衡组。统计比较两组的人口学与影像学资料的差异,分析术后发生冠状面失平衡的原因和危险因素。

1.5 统计学方法

冠状面平衡组与失平衡组患者的组间比较,连续变量采用独立样本 t 检验,分类变量采用 χ^2 检验(如果频数小于 5 则使用 Fisher 精确检验)。数据分析采用统计学软件 SPSS 24.0 (Inc., Chicago, IL), $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

共有 157 例成人胸腰椎脊柱畸形患者纳入本研究,包括男性 52 例,女性 105 例,平均年龄 56.5 岁(26~77 岁)。病因学诊断包括先天性脊柱畸形

39 例(24.8%),成人特发性脊柱畸形 35 例(22.3%),退行性脊柱侧凸 83 例(52.9%)。患者均以胸腰弯/腰弯为主弯(顶椎位于 T12~L4 之间),腰骶半弯为代偿弯。主弯 Cobb 角平均 56.8° ($28^\circ \sim 85^\circ$),腰骶半弯平均 22.5° ($18^\circ \sim 31^\circ$)。术前冠状面平衡 CM 1 型 74 例,CM 2 型 69 例,CM 0 型 14 例。手术方式采用多节段附件截骨矫形 109 例,采用三柱截骨(经椎弓根截骨或全椎切除截骨)矫形 48 例。一期手术患者 132 例,分期手术 25 例。平均随访时间 26 个月(6~72 个月)。

术前有 54 例(34.4%)患者存在冠状面失平衡,其中 45 例(83.3%)术后得到矫正,9 例(16.7%)术后仍然存在冠状面失平衡。术前冠状面平衡患者 103 例(65.6%),其中 15 例(14.6%)术后出现新发的冠状面失平衡。术后冠状面失平衡与患者术前是否存在冠状面失平衡无相关性(16.7% vs 14.6%, $P = 0.728$)。

术后总共有 24 例(15.3%)患者发生了冠状面失平衡,将冠状面平衡组患者与冠状面失平衡组患者的术前资料进行比较,发现两组患者的年龄,性别,病因学,主弯 Cobb 角与柔韧性,腰骶半弯 Cobb 角与柔韧性,以及 L4、L5 椎体术前的倾斜角均没有统计学差异(表 1),但 CM 2 型患者术后发生冠状面失平衡的概率显著增高(23.2%, $P = 0.015$)。

将冠状面平衡组患者与冠状面失平衡组患者的手术参数和术后影像学资料进行比较(表 2),发现截骨方式,上、下固定点选择,主弯矫正度和

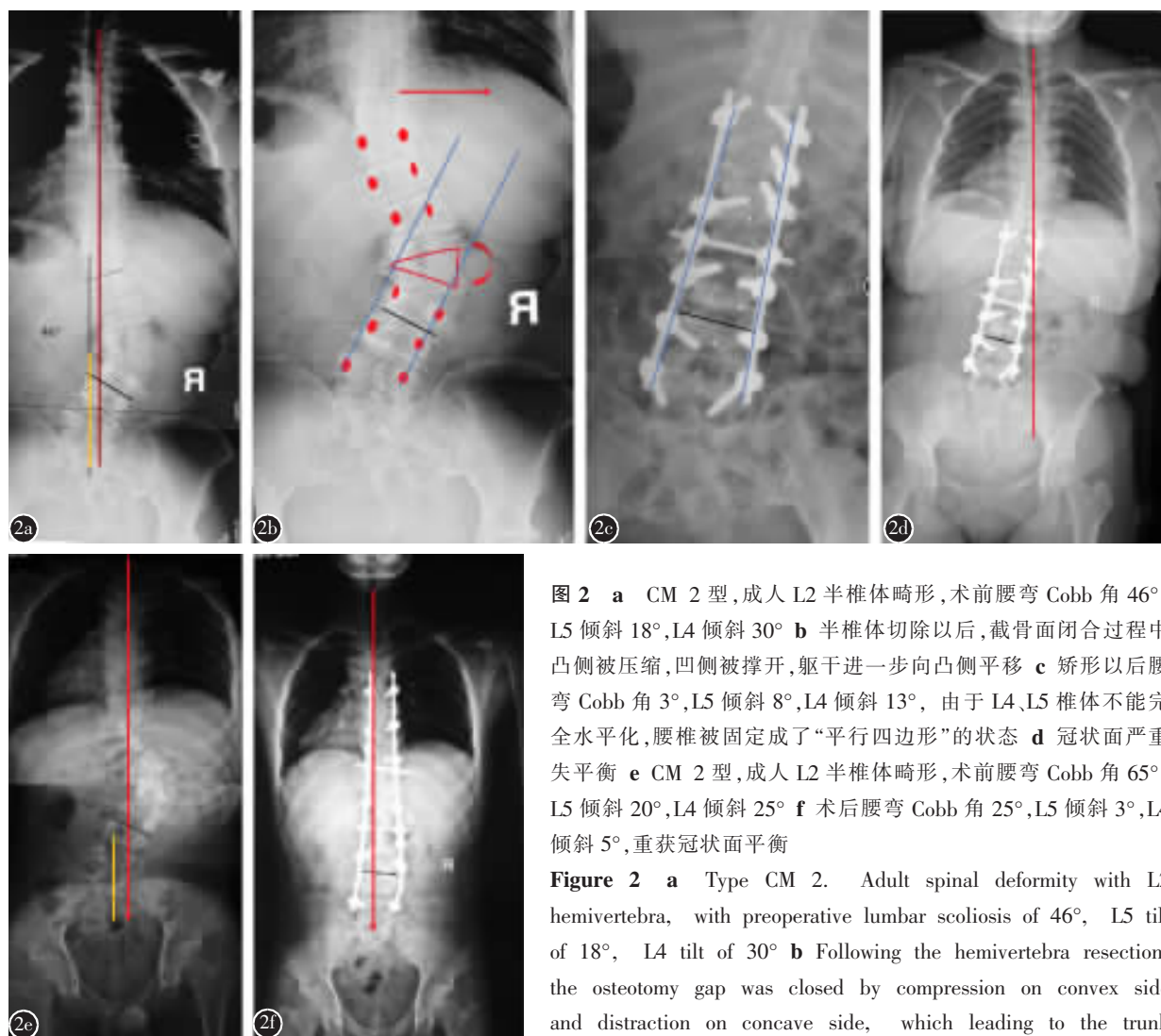


图 2 a CM 2 型,成人 L2 半椎体畸形,术前腰弯 Cobb 角 46°, L5 倾斜 18°, L4 倾斜 30° b 半椎体切除以后,截骨面闭合过程中凸侧被压缩,凹侧被撑开,躯干进一步向凸侧平移 c 矫形以后腰弯 Cobb 角 3°, L5 倾斜 8°, L4 倾斜 13°, 由于 L4、L5 椎体不能完全水平化,腰椎被固定成了“平行四边形”的状态 d 冠状面严重失衡 e CM 2 型,成人 L2 半椎体畸形,术前腰弯 Cobb 角 65°, L5 倾斜 20°, L4 倾斜 25° f 术后腰弯 Cobb 角 25°, L5 倾斜 3°, L4 倾斜 5°, 重获冠状面平衡

Figure 2 a Type CM 2. Adult spinal deformity with L2 hemivertebra, with preoperative lumbar scoliosis of 46°, L5 tilt of 18°, L4 tilt of 30° b Following the hemivertebra resection, the osteotomy gap was closed by compression on convex side and distraction on concave side, which leading to the trunk move to convex side c Postoperative lumbar scoliosis of 3°, L5

tilt of 8°, L4 tilt of 13°. Since the L4, L5 vertebrae could not be horizontal, the whole lumbar was fixed to a parallelogram shape d Coronal imbalanced postoperatively e Type CM 2. Adult spinal deformity with L2 hemivertebra, with preoperative lumbar scoliosis of 65°, L5 tilt of 20°, L4 tilt of 25° f Postoperative lumbar scoliosis of 25°, L5 tilt of 3°, L4 tilt of 5° with coronal balanced well

残余角度,以及腰骶半弯矫正度均与术后冠状面失衡没有相关性。平衡组患者的腰骶半弯残余角度明显小于失衡组患者 (6.3° vs 12.2° , $P=0.000$),平衡组患者的 L4 椎体倾斜度明显小于失衡组的患者 (8.2° vs 17.3° , $P=0.000$),L5 椎体倾斜度也明显小于失衡组的患者 (6.4° vs 15.2° , $P=0.000$)。因此,术后腰骶半弯残余角度过大,术后 L4、L5 椎体过度倾斜是发生冠状面失衡的危险因素。

临床治疗效果评估 (表 3),平衡组患者的 ODI 和 SF-12 PCS 评分均较术前有显著改善,但

是失衡组患者的 ODI 和 SF-12 PCS 评分较术前相比没有统计学差异,提示术后的冠状面失衡状态影响了患者的健康相关生活质量。

3 讨论

成人脊柱畸形 (Adult spinal deformity, ASD) 包括冠状面侧弯,矢状面后凸,骨盆严重后倾,或者矢状面失代偿四个方面,在 60 岁以上老年人当中的发病率处于 30%~68% 之间^[9,10],主要引起患者活动相关的腰背部疼痛、功能障碍和下肢神经压迫症状,成为继高血压、心脏病、糖尿病、肿瘤之

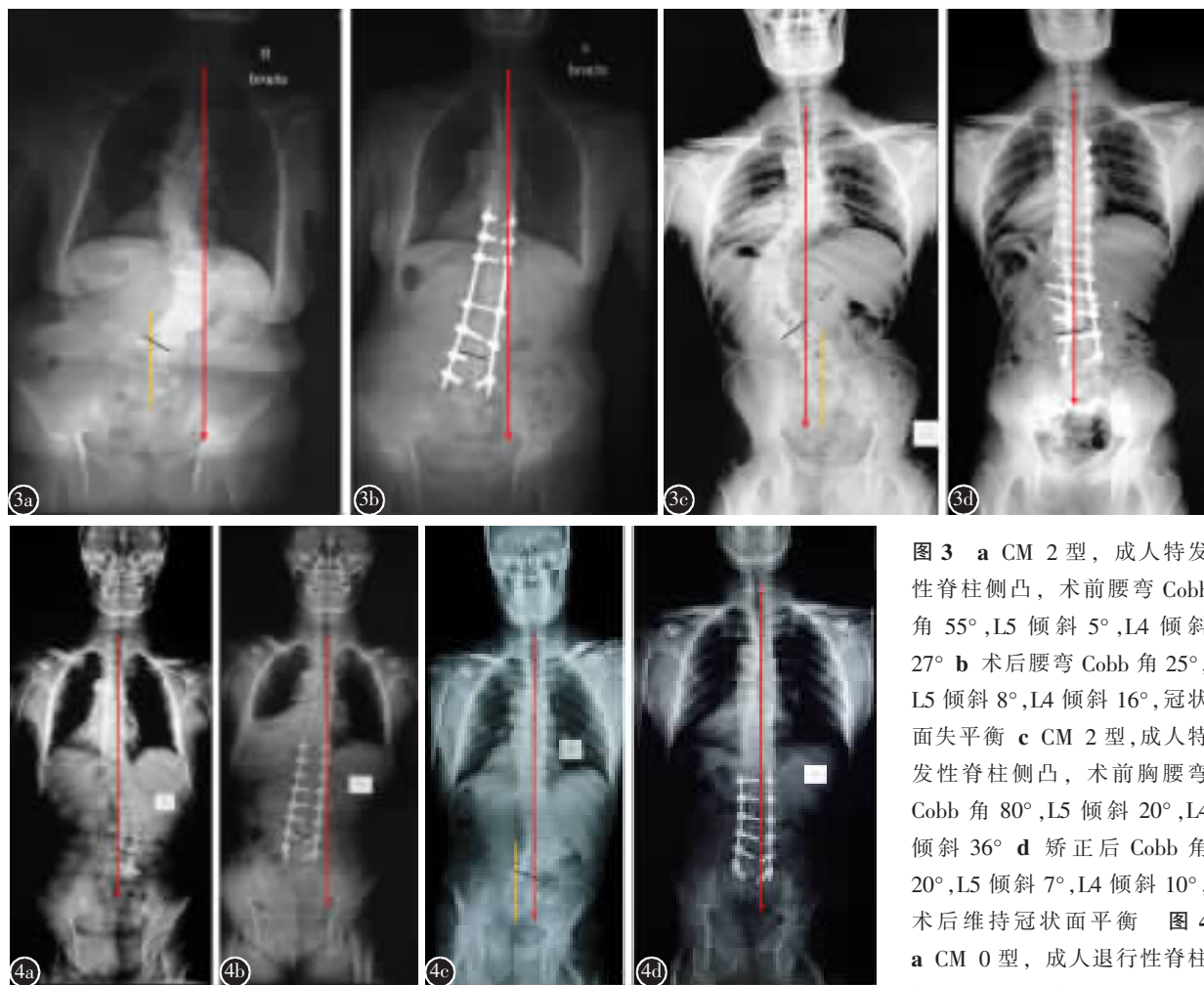


图 3 **a** CM 2 型, 成人特发性脊柱侧凸, 术前腰弯 Cobb 角 55°, L5 倾斜 5°, L4 倾斜 27° **b** 术后腰弯 Cobb 角 25°, L5 倾斜 8°, L4 倾斜 16°, 冠状面不平衡 **c** CM 2 型, 成人特发性脊柱侧凸, 术前胸腰弯 Cobb 角 80°, L5 倾斜 20°, L4 倾斜 36° **d** 矫正后 Cobb 角 20°, L5 倾斜 7°, L4 倾斜 10°, 术后维持冠状面平衡 **图 4** **a** CM 0 型, 成人退行性脊柱侧凸, 术前腰弯 Cobb 角 40°, L5 倾斜角 15°, L4 倾斜角 19° **b** 矫正后腰弯 8°, L5 倾斜 5°, L4 倾斜 15°, 冠状面不平衡 **c** CM 2 型, 成人退行性脊柱侧凸, 术前腰弯 Cobb 角 30°, 骶 1 腰椎化, L5 倾斜角 5°, L4 倾斜角 13° **d** 矫正后腰弯 Cobb 角 8°, L5 倾斜 2°, L4 倾斜 4°, 重获冠状面平衡

L5 倾斜角 15°, L4 倾斜角 19° **b** 矫正后腰弯 8°, L5 倾斜 5°, L4 倾斜 15°, 冠状面不平衡 **c** CM 2 型, 成人退行性脊柱侧凸, 术前腰弯 Cobb 角 30°, 骶 1 腰椎化, L5 倾斜角 5°, L4 倾斜角 13° **d** 矫正后腰弯 Cobb 角 8°, L5 倾斜 2°, L4 倾斜 4°, 重获冠状面平衡

Figure 3 **a** Type CM 2. Adult idiopathic scoliosis, with preoperative lumbar scoliosis of 55°, L5 tilt of 5°, L4 tilt of 27° **b** Coronal imbalanced postoperatively with lumbar scoliosis of 25°, L5 tilt of 8°, L4 tilt of 16° **c** Type CM 2. Adult idiopathic scoliosis, with preoperative lumbar scoliosis of 80°, L5 tilt of 20°, L4 tilt of 36° **d** Coronal balanced postoperatively with lumbar scoliosis of 20°, L5 tilt of 7°, L4 tilt of 10° **Figure 4** **a** Type CM 0, adult de novo scoliosis with lumbar curve of 40°, L5 tilt of 15°, L4 tilt of 19° **b** Coronal imbalanced postoperatively with lumbar scoliosis of 8°, L5 tilt of 5°, L4 tilt of 15° **c** Type CM 2, adult de novo scoliosis with lumbar curve of 30°, lumbarization of sacrum with L5 tilt of 5°, L4 tilt of 13° **d** Coronal rebalanced postoperatively with lumbar scoliosis of 8°, L5 tilt of 2°, L4 tilt of 4°

后的另一个主要医疗和社会问题^[11]。Smith 等对 469 例成人脊柱畸形患者的前瞻性比较研究显示, 外科手术能够显著改善 ASD 患者的健康相关生活质量 (Health-related quality of life, HRQOL), 而保守治疗对于症状改善并不明显, 仅能维持患者的现状^[12]。Scheer 等从质量调整生命年 (Quality-adjusted life years, QALYs) 的角度进

行研究, 发现手术患者获得的 QALYs 显著高于非手术治疗患者^[13]。Kelly 等将研究对象缩小为有症状的成人退行性脊柱侧凸患者 (年龄 40~80 岁, Cobb 角 $\geq 30^\circ$, ODI 指数 ≥ 20), 亦证实手术治疗获得的治疗效果要优于非手术治疗^[14]。本研究的结果同样显示, 术后冠状面平衡组患者的 ODI 评分显著降低, SF-12 PCS 评分显著升高, 患者的生

表 1 冠状面平衡组与失平衡组患者的术前资料比较

Table 1 Comparison between coronal balance and imbalance group

	冠状面平衡组 (n=133) Coronal balance	冠状面失平衡组 (n=24) Coronal imbalance
年龄(岁) Age (years)	57.5±32.5	52.5±27.7
性别(男/女) Sex (Male/female)	44/89	8/16
病因学(n) Etiology		
先天性畸形 Congenital deformity	33	6
特发性脊柱侧凸 Idiopathic scoliosis	30	5
退行性脊柱侧凸 De novo scoliosis	70	13
主弯 Cobb 角(°) Major curve Cobb angle	56.5±22.5	59.6±18.3
主弯柔韧性(%) Major curve flexibility	33.4±17.1	28.8±16.9
腰骶半弯 Cobb 角(°) LFC Cobb angle	22.2±8.3	25.4±6.1
腰骶半弯柔韧性(%) LFC Flexibility	12.1±5.8	9.5±4.2
L4 倾斜角(°) L4 tilt	23.6±11.2	26.4±13.1
L5 倾斜角(°) L5 tilt	13.3±6.4	14.8±7.2
术前冠状面平衡(mm) Preop. coronal balance	52.5±32.7	48.3±30.2
术前冠状面失平衡病例(n) Case with preop. coronal imbalance	45	9
冠状面平衡分型 ^① (n) Classification of coronal balance		
CM 1	68(91.9%)	6(8.1%)
CM 2	53(76.8%)	16(23.2%)
CM 0	12(85.7%)	2(14.3%)
术前矢状面平衡(mm) Preop. sagittal balance	75.5±35.4	82.8±42.4

注:①两组间比较 $P<0.05$ Note: ①Compared between two groups, $P<0.05$

活质量得到了改善。

尽管外科手术能够使患者获益良多,但手术治疗脊柱畸形无疑是脊柱外科医师最复杂的操作,其带来的并发症也不容忽视。在一项前瞻性的多中心研究中,ASD 患者手术相关的并发症发生率高达 69.8%,翻修手术的发生率为 28.2%^[15]。作为其中并发症之一,术后冠状面失平衡的相关研究报道比较少。冠状面失平衡会导致躯干倾斜,双肩不等高,继发性骨盆倾斜,甚至双下肢不等长,以及患者对外观的不满意,最终影响患者的健康

表 2 冠状面平衡组与失平衡组患者的手术参数和后影像学资料比较

Table 2 Comparison of surgical parameters and postoperative radiographic data between balance and imbalance group patients

	平衡组 (n=133) Coronal balance	失平衡组 (n=24) Coronal imbalance
截骨方式(n) Osteotomy		
三柱截骨 Three column osteotomy	38	10
多节段附件截骨 Posterior column osteotomy	95	14
上端固定点选择(n) Upper instrumentation		
T9 以上 Above T9	55	9
T10-L1	78	15
下端固定点选择(n) Lower instrumentation		
L4	10	2
L5	78	17
S1/髂骨 S1/Ilium	45	5
主弯矫正后角度(°) Major curve after correction	22.3±19.8	24.5±20.7
主弯矫正度(%) Correction rate of major curve	60.5±15.0	58.1±12.2
腰骶半弯残余角度(°) LFC after correction	6.3±4.1	12.2±4.1 ^①
腰骶半弯矫正度(%) LFC correction rate	71.5±15.2	60.0±17.3
L4 倾斜角(°) L4 tilt	8.2±2.2	17.3±5.3 ^①
L5 倾斜角(°) L5 tilt	6.4±3.3	15.2±6.5 ^①
冠状面平衡(mm) Coronal balance	28.4±15.5	75.2±22.4 ^①
矢状面平衡(mm) Sagittal balance	29.3±35.8	37.2±32.2

注:①与平衡组比较 $P<0.05$ Note: ①Compared with coronal balance group, $P<0.05$

相关生活质量^[16]。根据成人冠状面平衡的正常范围,美国脊柱侧凸协会(Scoliosis Research Society, SRS)将冠状面失平衡的标准定义为 C7 铅垂线距离骶骨正中垂线(CSVL)距离 $\geq 3\text{cm}$ ^[17]。以此为标准,国内鲍虹达和邱勇等^[5]报道成人退行性脊柱侧凸患者术后发生冠状面失平衡的概率为 30.4%。然而 Glassman 等^[8]和 Ploumis 等^[18]均发现与矢状面失衡不同,轻度的冠状面失衡并不显著影响患者的生活质量,只有当 CSVL 偏移超过 4~5cm 时,患者的疼痛与功能障碍评分才有显著

表 3 冠状面平衡组与失衡组患者的健康相关生活质量评分比较

Table 3 Comparison of health-related quality of life (HRQOL) outcomes between balance and imbalance

	group patients	
	平衡组 (n=133) Coronal balance	失衡组 (n=24) Coronal imbalance
ODI(%)		
术前 Pre-operation	43.3±12.2	48.4±15.4
术后 Post-operation	15.2±11.3 ^①	45.5±18.4 ^②
SF-12 PCS		
术前 Pre-operation	33.3±12.1	31.2±9.5
术后 Post-operation	46.2±13.5 ^①	32.2±14.3 ^②

注:①与同组术前比较 $P<0.05$; ②与同组术前比较 $P>0.05$ Note: ①Compared with pre-operation, $P<0.05$; ②Compared with pre-operation, $P>0.05$

差异。因此以 CSVL 偏移 $\geq 4\text{cm}$ 为标准, Daubs 和 Lenke 等发现有 15.3% 的 ASD 患者术后出现冠状面平衡的进一步恶化^[19], 而 Ploumis 等则报道 19.3% 的患者术后仍然存在冠状面失衡^[20]。本组研究中, 同样以 CSVL 偏移 $\geq 4\text{cm}$ 为标准, 术后冠状面失衡的发生率为 15.3%。

腰骶段是整个脊柱的基座, 任何轻度的倾斜都可能导致 C7 铅垂线偏移骶骨正中垂线。以躯干高度为 40cm 为例, 如果 L5 椎体倾斜 3° , 将使 C7 铅垂线出现 2.5cm 的偏移; 如果 L4 椎体倾斜 5° , 将使 C7 铅垂线出现 3.5cm 的偏移^[21]。多数情况下, 这种偏移能够通过上方腰椎的侧弯来代偿。而对于成人脊柱畸形, 矫形手术以后腰椎失去了代偿能力, 因此 L4、L5 的倾斜直接影响了冠状面平衡。当 L4、L5 连续两个椎体倾斜时, 上棒矫形以后的腰椎被固定成了“平行四边形”的状态, 导致躯干倾斜。Lewis 等回顾了 46 例成人脊柱侧凸的患者, 所有病例均固定到了髂骨, 术后 14 例 (30.4%) 患者发生了冠状面失衡, 失衡组患者的平均术后 L4 倾斜度为 18.9° , L5 倾斜度为 13.8° , 而平衡组患者平均术后 L4 倾斜度为 11.2° , L5 倾斜度为 7.3° , 作者认为 L4 和 L5 的倾斜度是冠状面失衡的危险因素^[21]。刘臻等同样研究了退行性侧凸患者腰骶部水平化对术后冠状面平衡的影响, 发现冠状面平衡与 L5 和 S1 上终板的倾斜度具有一致性^[22]。在本组研究中, 我们发现术后冠状面平衡组与失衡组患者的残余腰骶弯角度, 以及残余的 L4、L5 椎体倾斜度均具有显

著性差异。因此, 我们认为, 术后腰骶半弯残余角度过大, 以及术后 L4、L5 椎体过度倾斜是发生冠状面失衡的危险因素。

如何减小残余的腰骶半弯角度, 并且减小 L4、L5 椎体的倾斜度? 笔者认为包括两种情况: (1) 术前腰骶半弯角度以及 L4、L5 的倾斜角度并不大, 且腰骶半弯的柔韧性较好, 通常 Bending 像腰骶半弯矫正到 15° 以内, L4 和 L5 倾斜度矫正到了 10° 以内, 此时可以保留腰骶半弯, 将下固定点停留在 L4/L5, 矫形以后通过术中透视进一步确认 L4 和 L5 已经水平化; (2) 术前腰骶半弯角度以及 L4、L5 的倾斜角度比较大, 且腰骶弯僵硬, 通常 Bending 像腰骶半弯角度在 $15^\circ\sim 20^\circ$ 以上, L4 和 L5 倾斜度在 10° 甚至 15° 以上, 此时需要融合腰骶半弯, 将下固定点停留在 S1/髂骨, 主弯矫形以后, 再通过 L4/5、L5/S1 两个节段的 TLIF 操作, 将腰骶半弯凹侧撑开, 凸侧压缩, 进一步矫正腰骶半弯, 并将 L4 和 L5 椎体水平化。

鼓楼医院邱勇教授根据术前冠状面平衡情况将腰椎退行性侧凸患者分为三型: A 型, C7 铅垂线偏距 CSVL $<3\text{cm}$; B 型, C7 铅垂线偏向腰弯凹侧 $>3\text{cm}$; C 型, C7 铅垂线偏向腰弯凸侧 $>3\text{cm}$ ^[23], 发现 C 型患者是发生术后冠状面失衡的危险因素^[5]。本组研究包括了先天性畸形, 特发性侧凸和退行性侧凸三种类型病例, 采用 Obeid 对成人脊柱畸形的冠状面分型^[7], 发现无论术前冠状面向腰弯凹侧偏移 (CM 1 型), 向凸侧偏移 (CM 2 型), 还是平衡性 (CM 3 型), 术后都有可能发生冠状面失衡, 但向腰弯凸侧 (CM 2 型) 偏移的患者发生冠状面失衡的概率显著增加 (23.2%)。这与主弯矫形过程中, 凸侧压缩, 凹侧撑开, 躯干会进一步向凸侧平移有关。

本组研究资料显示, 成人脊柱畸形患者术后的冠状面失衡, 与腰弯及腰骶弯的角度和柔韧性, 上下固定点选择, 截骨方式, 腰弯及腰骶半弯的矫正率无明显相关性; 而与术前冠状面平衡状态和术后腰骶半弯的残余角度, L4、L5 椎体的残余倾斜度相关。本研究的意义在于, 术者在矫形以后可以通过术中 X 线透视, 判断腰骶半弯的残余角度, 和 L4、L5 椎体的水平化程度, 从而间接判断术后冠状面失衡的风险, 降低手术并发症。

本研究的局限性在于病例数量不够, 统计学效能有限, 且具有回顾性研究的固有缺陷, 研究结

果仍然需要前瞻性的病例对照研究来进一步证实。由于本研究关注的是术后即刻患者冠状面平衡的变化情况, 因此未能比较术后与末次随访时冠状面平衡的远期改变。而对术后失平衡的转归, 对生活质量影响与进一步处理亦有待进一步的研究。

4 参考文献

1. Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Incidence and severity of back pain in adult idiopathic scoliosis[J]. Spine (Phila Pa 1976), 1983, 8(7): 749-756.
2. Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Coronal and sagittal plane spinal deformities correlating with back pain and pulmonary function in adult idiopathic scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1989, 14(12): 1391-1397.
3. Campbell PG, Nunley PD. The challenge of the lumbosacral rractional curve in the setting of adult degenerative scoliosis [J]. Neurosurg Clin N Am, 2018, 29(3): 467-474.
4. Brown KM, Ludwig SC, Gelb DE. Radiographic predictors of outcome after long fusion to L5 in adult scoliosis[J]. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(5): 358-366.
5. 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.
6. 郑光新, 赵晓鸥, 刘广林, 等. Oswestry 功能障碍指数评定腰痛患者的可信性[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2002, 12(1): 13-15.
7. 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.
8. Glassman SD, Berven S, Bridwell K, et al. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(6): 682-688.
9. Ames CP, Scheer JK, Lafage V, et al. Adult spinal deformity: epidemiology, health impact, evaluation, and management[J]. Spine Deform, 2016, 4(4): 310-322.
10. Schwab F, Dubey A, Gamez L, et al. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2005, 30(9): 1082-1085.
11. Bess S, Line B, Fu KM, et al. The health impact of symptomatic adult spinal deformity: comparison of deformity types to united states population norms and chronic diseases [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2016, 41(3): 224-233.
12. Smith JS, Lafage V, Shaffrey CI, et al. Outcomes of operative and nonoperative treatment for adult spinal deformity: a prospective, multicenter, propensity-matched cohort assessment with minimum 2-year follow-up[J]. Neurosurgery, 2016, 78(6): 851-861.
13. Scheer JK, Hostin R, Robinson C, et al. Operative management of adult spinal deformity results in significant increases in QALYs gained compared to nonoperative management: analysis of 479 patients with minimum 2-year follow-up [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2018, 43(5): 339-347.
14. Kelly MP, Lurie JD, Yanik EL, et al. Operative versus non-operative treatment for adult symptomatic lumbar scoliosis[J]. J Bone Joint Surg Am, 2019, 101(4): 338-352.
15. Smith JS, Klineberg E, Lafage V, et al. Prospective multicenter assessment of perioperative and minimum 2-year postoperative complication rates associated with adult spinal deformity surgery[J]. J Neurosurg Spine, 2016, 25(1): 1-14.
16. 王冰, 吕国华. 腰骶段脊柱畸形矫正术后冠状面失平衡原因及预防[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(12): 1057-1059.
17. Lowe T, Berven SH, Schwab FJ, et al. The SRS classification for adult spinal deformity: building on the King/Moe and Lenke classification systems [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(19 Suppl): S119-125.
18. Ploumis A, Liu H, Mehdod AA, et al. A correlation of radiographic and functional measurements in adult degenerative scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(15): 1581-1584.
19. Daubs MD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Does correction of preoperative coronal imbalance make a difference in outcomes of adult patients with deformity?[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2013, 38(6): 476-483.
20. 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): 341-347.
21. 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.
22. 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.
23. 邱勇, 王斌, 朱锋, 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.

(收稿日期:2019-03-04 修回日期:2019-04-21)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)