

临床论著

退变性腰椎侧凸患者腰椎前凸
矫正程度与疗效的关系

李危石, 费 晗, 陈仲强, 孙卓然, 马清伟

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:评价退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)患者行长节段固定矫形术的疗效,探讨合适的腰椎前凸矫正程度。**方法:**回顾性分析 55 例行长节段矫形固定术(至少 4 个椎体)的 DLS 患者的临床和影像学资料,随访时间至少 2 年。采用腰痛和下肢痛 VAS 评分、ODI 评价患者的健康相关生活质量。在全脊柱正侧位 X 线片上测量脊柱骨盆矢状位参数。根据末次随访时骨盆入射角(pelvic incidence, PI)与腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)之差(PI-LL)是否在 $\pm 9^\circ$ 范围内分为 PI-LL 在 $\pm 9^\circ$ 范围内(PI-LL+组)和不在 $\pm 9^\circ$ 范围内组(PI-LL-组),使用独立样本 *t* 检验比较两组影像参数和生活质量;用散点图和拟合曲线探索合适的 LL 范围,用独立样本 *t* 检验比较该范围内(A 组)、外(B 组)患者的评分差异;并分组比较不同矢状位平衡(SVA)范围的 ODI 差异。**结果:**55 例 DLS 患者年龄为 40~75 岁(63.2 ± 6.9 岁),术前 Cobb 角为 $10.2^\circ \sim 52.3^\circ$ ($25.1^\circ \pm 11.5^\circ$), PI 为 $23.4^\circ \sim 72.7^\circ$ ($47.5^\circ \pm 11.2^\circ$)。术前 LL 为 $-19.7^\circ \sim 50.1^\circ$ ($27.6^\circ \pm 15.2^\circ$),末次随访时为 $6.6^\circ \sim 64^\circ$ ($34.5^\circ \pm 11.9^\circ$),差异有显著性($P < 0.01$);术前和末次随访时 SVA 无显著性差异($46.1 \pm 47.7\text{mm}$ vs $49.6 \pm 36.9\text{mm}$, $P > 0.05$)。末次随访时 PI-LL+ 患者 15 例, PI-LL- 患者 40 例, PI-LL+ 患者末次随访时腰痛 VAS 评分较 PI-LL- 患者高 (4.6 ± 2.5 vs 2.9 ± 2.1 , $P = 0.015$),下肢痛 VAS 评分和 ODI 无显著性差异($P > 0.05$)。散点图及拟合曲线显示腰痛 VAS 评分和 ODI 在 PI-LL 为 $15^\circ \sim 28^\circ$ 时较低,在 $15^\circ \sim 28^\circ$ 的 19 例患者与不在 $15^\circ \sim 28^\circ$ 的 36 例患者比较,术后腰痛 VAS 评分更低($P < 0.05$),下肢痛 VAS 评分和 ODI 无显著性差异($P > 0.05$)。29 例 $\text{SVA} < 50\text{mm}$ 患者的 ODI 与 17 例 $50 \leq \text{SVA} < 80\text{mm}$ 患者无显著性差异($P > 0.05$),9 例 $\text{SVA} \geq 80\text{mm}$ 患者的 ODI 高于 $50 \leq \text{SVA} < 80\text{mm}$ 的患者($P < 0.01$)。**结论:** $\text{LL} = \text{PI} \pm 9^\circ$ 可能并不适合作为国人 DLS 患者的矫形目标,按照 $\text{PI-LL} = 15^\circ \sim 28^\circ$ 的对应关系矫正腰椎前凸可获得较好的疗效;对于老年 DLS 患者而言, $\text{SVA} = 80\text{mm}$ 作为矢状位失衡的评价标准可能更加准确。

【关键词】 退变性腰椎侧凸;手术计划;临床疗效;矢状位失衡

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.10.08

中图分类号: R682.3, R687.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-10-0912-07

The relationship between lumbar lordosis reconstruction and clinical outcomes in degenerative lumbar scoliosis/LI Weishi, FEI Han, CHEN Zhongqiang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(10): 912-918

【Abstract】 Objectives: To assess the health-related quality of life after long-segment corrective surgery for degenerative lumbar scoliosis (DLS), and to explore the ideal lumbar lordosis reconstruction. **Methods:** The study included 55 patients with DLS who underwent long-segment fixation(at least 4 vertebrae), with at least 2 years follow-up. Pre- and post-operative symptoms were assessed by using the visual analog scale(VAS) for low back pain and leg pain; Oswestry disability index(ODI) was used to quantify disability. The sagittal parameters of spine were measured on the anteroposterior and lateral radiographs. Patients were categorized based on whether the postoperative goal of pelvic incidence minus lumbar lordosis (PI-LL) within $\pm 9^\circ$ was achieved(group PI-LL+) or not(group PI-LL-). Parameters and clinical outcomes were compared by using independent *t*-test. Scatter diagrams and fitting curves were used to determine the optimal LL range, an independent *t*-test was used to compare the symptom scores between patients in(group A) and out(group B) in this range. The difference of ODI between different SVA groups were also analyzed. **Results:** The 55 DLS patients

基金项目:首都临床特色应用研究专项基金资助(编号:Z151100004015101)

第一作者简介:男(1972-),主任医师,研究方向:脊柱外科

电话:(010)62017691-7011 E-mail:liweishi@medmail.com.cn

(40~75, 63.2 ± 6.9 years) showed an average Cobb angle of $25.1^\circ \pm 11.5^\circ (10.2^\circ - 52.3^\circ)$, the preoperative PI was $47.5^\circ \pm 11.2^\circ (23.4^\circ - 72.7^\circ)$. The LL at the final follow-up was lower than the preoperative LL ($34.5^\circ \pm 11.9^\circ$ vs $27.6^\circ \pm 15.2^\circ$), while there was no difference between the preoperative SVA and the postoperative value. Group PI-LL+(15 patients) showed worse VAS score for low back pain (4.6 ± 2.5 vs 2.9 ± 2.1 , $P=0.015$) than group PI-LL-(40 patients), while there was no difference in VAS score for leg pain or ODI between the two groups ($P>0.05$). Scatter diagrams and fitting curves showed that the VAS score for low back pain and the ODI were lower in the PI-LL range of $15^\circ - 28^\circ$. Patients in group A (19 cases) had better VAS score for low back pain and ODI than group B (36 cases) at the final follow-up ($P<0.05$), while there was no difference in VAS (leg pain) or ODI ($P>0.05$). There was no difference in ODI among the 29 patients with $SVA<50\text{mm}$ and the 17 patients with $50\text{mm} \leq SVA < 80\text{mm}$ ($P>0.05$), and the other 9 patients with $SVA \geq 80\text{mm}$ had higher ODI than patients with $50\text{mm} \leq SVA < 80\text{mm}$ ($P<0.01$). **Conclusions:** The goal of $LL=PI \pm 9^\circ$ may be not suitable for Chinese DLS corrective surgery. A surgical plan based on $LL=PI-20^\circ$ ($PI-LL=15^\circ - 28^\circ$) is related to better outcomes. For elderly DLS patients, it is more accurate to use $SVA=80\text{mm}$ as the threshold of sagittal imbalance rather than $SVA=50\text{mm}$.

[Key words] Degenerative lumbar scoliosis; Surgical planning; Clinical outcomes; Sagittal imbalance

[Author's address] Department of Orthopaedics, Peking University Third Hospital, Beijing 100191, China

退变性腰椎侧凸 (degenerative lumbar scoliosis, DLS) 患者常同时存在冠状位和矢状位上的畸形,与冠状位失平衡相比,矢状位失平衡对 DLS 患者的临床症状影响更大^[1-3]。腰椎前凸 (lumbar lordosis, LL) 对脊柱矢状位平衡起到重要的调节作用,LL 减小是 DLS 患者常见的改变^[4,5],术中对 LL 的矫正是恢复矢状位平衡的重要手段。Schwab 等^[1,6]发现骨盆入射角 (pelvic incidence, PI) 在骨骼发育成熟后保持恒定且与 LL 密切相关,将其视为矫正 LL 的重要形态学参数,提出 $LL=PI \pm 9^\circ$ 是脊柱畸形患者合适的 LL 范围,用于指导脊柱畸形手术中 LL 的矫正程度。这一方法已被广泛应用,并衍生出 PI-LL 在 $\pm 9^\circ$ 范围内为 PI-LL 匹配。研究发现,PI-LL 不匹配与疗效不佳有关,如术后腰痛^[7]、矢状位失平衡^[8,9]、高翻修率^[10]、相邻节段剪切应力增加^[11]等。但是以往报道中,大多倾向于关注影像学参数及术后并发症的评价^[8-10],而对于 DLS 患者术后疗效与 LL 矫正范围的关系关注较少;而且,由于种族的差异,欧美人种脊柱骨盆参数公式是否适用于亚洲人种仍存在未知性。本研究旨在评价 DLS 患者长节段矫形手术后的疗效,探讨矫形手术中合适的腰椎前凸矫正程度。

1 资料和方法

1.1 一般资料

纳入标准:于 2009 年 1 月~2013 年 12 月在我院行长节段矫形手术 (固定至少 4 个椎体) 的 DLS 患者,年龄 ≥ 40 岁,影像及随访资料完善。

排除标准:特发性脊柱侧凸、脊柱肿瘤、峡部裂性腰椎滑脱、骨盆骨折病史、脊柱或下肢手术史和非结构性侧凸。研究方案由我院伦理委员会批准通过。共纳入 55 例 DLS 患者,男 10 例,女 45 例,年龄 40~75 岁 (63.2 ± 6.9 岁),Cobb 角 $10.2^\circ - 52.3^\circ$ ($25.1^\circ \pm 11.5^\circ$)。45 例合并腰椎管狭窄症,其中 20 例跛行距离小于 100m。平均固定 6.3 ± 1.8 个椎体 (T7~S1),减压 3.0 ± 1.3 个椎间隙,其中 38 例固定到 S1,17 例行经关节突截骨,1 例经椎弓根截骨。所有患者进行至少 2 年的随访 (24~73 个月, 36.0 ± 12.2 个月),其中 1 例发生断钉,但无明显症状。

1.2 影像学测量和疗效评价

所有患者术前和末次随访时拍摄标准站立正侧位 X 线片。所有测量均由同一有经验的研究者完成,两次测量取平均值。在 PACS 系统 (Picture Archiving and Communication System, GE, U.S.) 上测量下列参数: (1) 侧凸 Cobb 角,头侧端椎上终板与尾侧端椎下终板的夹角; (2) 冠状位平衡 (coronal vertical axis, CVA), C7 铅垂线到骶骨中点距离; (3) LL, L1 上终板与 S1 上终板间夹角; (4) 胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK), T4 上终板与 T12 下终板间夹角; (5) 矢状位平衡 (sagittal vertical axis, SVA), C7 铅垂线与骶骨后上角的距离; (6) PI, 经 S1 上终板中点作上终板的垂线,再经 S1 上终板中点和双侧股骨头中心连线中点作直线,两条直线的夹角; (7) 骶骨倾斜角 (sacral slope, SS), S1 终板与水平线间夹角; (8) 骨盆倾斜

角(pelvic tilt, PT),经 S1 上终板中点和双侧股骨头中心连线中点的直线与铅垂线夹角(图 1)。术前和末次随访时采用 VAS 评分评价腰痛和下肢痛,用 Oswestry 功能障碍指数(ODI)评价功能障碍情况。

1.3 分析方法

根据文献报道 PI-LL 在 $\pm 9^\circ$ 范围内为匹配^[6],将患者按术后 PI-LL 数值分为两组,达到该标准的为 PI-LL+组($-9^\circ < \text{PI-LL} < 9^\circ$),未达到该标准为 PI-LL-组。用独立样本 *t* 检验比较两组的临床疗效和影像参数。在散点图上观察症状相关的评分,用局部多项式回归拟合法(loess 法)法作拟合曲线,以 VAS<3 分、ODI<10 分为疗效较好的标准,寻找与较好疗效相关的 LL 矫正范围,并用独立样本 *t* 检验验证该范围内外患者的评分差异。根

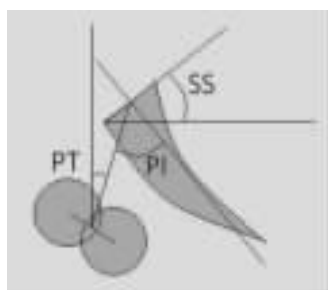


图 1 骨盆参数测量示意图

Figure 1 Measurement of pelvic parameters

据末次随访时 SVA 与 ODI 的散点图,分组比较不同 SVA 范围的 ODI 差异。参数间相关性使用 Pearson 相关分析。所有统计均用 SPSS 22.0 软件(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)进行。 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

55 例患者的 PI 为 $23.4^\circ \sim 72.7^\circ$ ($47.5^\circ \pm 11.2^\circ$)。末次随访时所有患者症状和影像学均有明显改善(图 2),术前和末次随访时的影像学参数见表 1。末次随访时 LL 和 TK 较术前显著性增加($P < 0.01$),PT 较术前显著性减少($P < 0.05$),手术前后 SVA 无显著性差异($P > 0.05$)。

PI-LL+组和 PI-LL-组的术前参数比较见表 2。PI-LL+组共 15 例(PI-LL 为 $-8.6^\circ \sim 8.8^\circ$, 平均 $0.6^\circ \pm 5.6^\circ$),PI-LL-组 40 例(其中 1 例患者 PI-LL 为 -11.8° , 其余患者为 $10.5^\circ \sim 57.6^\circ$, 平均 $20.2^\circ \pm 10.9^\circ$)。两组患者的年龄、随访时间、Cobb 角、CVA、SVA、VAS 评分、ODI 等参数均无显著性差异,提示两组患者术前的侧凸严重程度和临床症状相似。两组末次随访时的腰痛和下肢 VAS 评分、ODI 见表 3。PI-LL+组末次随访时腰痛 VAS 评分比 PI-LL-组更高($P = 0.015$),而下肢痛 VAS 评分和 ODI 无显著性差异($P > 0.05$)。



图 2 患者女,63 岁,退变性腰椎侧凸 术前 Cobb 角= 42.8° , CVA= 8.58mm , LL= 4.9° , PI= 61.5° , SS= 2.7° , TK= 31.4° , PT= 52.2° , SVA= 61.89mm , VAS 评分:腰痛 10 分,下肢痛 8 分。术后 33 个月, Cobb 角= 16.9° , CVA= 22.82mm , LL= 36.8° , PI= 64.8° , PI-LL= 28° , SS= 27° , PT= 37.5° , TK= 42.7° , SVA= 66.7mm , VAS 评分腰痛 1 分,下肢痛 0 分

Figure 2 This 63 year-old lady had degenerative lumbar scoliosis. Preoperative Cobb angle= 42.8° , CVA= 8.58mm , LL= 4.9° , PI= 61.5° , SS= 2.7° , TK= 31.4° , PT= 52.2° , SVA= 61.89mm , VAS(low back pain)=10, VAS(leg pain)=8. Thirty-three months after operation, Cobb angle= 16.9° , CVA= 22.82mm , LL= 36.8° , PI= 64.8° , PI-LL= 28° , SS= 27° , PT= 37.5° , TK= 42.7° , SVA= 66.7mm , VAS(back pain)=1, VAS(leg pain)=0

以 PI-LL 值为 X 轴, 腰痛 VAS 评分为 Y 轴作散点图, 使用 loess 法作拟合曲线, 曲线在 PI-LL 为 15°~30° 范围时出现低谷, 此时腰痛 VAS 评

表 1 55 例患者手术前后影像学参数

Table 1 Pre- and post-operative radiological parameters of the 55 patients

	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up
腰椎前凸角 Lumbar lordosis(LL, °)	27.6±15.2	34.5±11.9 ^①
骨盆倾斜角 Pelvic tilt(PT, °)	22.2±11.9	20.2±11.9 ^①
胸椎后凸角 Thoracic kyphosis(TK, °)	22.9±12.1	29.1±12.6 ^①
矢状位平衡 Sagittal vertical axis(SVA, mm)	46.1±47.7	49.6±36.9

注: ①与术前比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with preoperative, $P<0.05$

表 2 PI-LL+ 与 PI-LL- 患者术前临床资料

Table 2 Preoperative characteristics of patients group PI-LL+ and group PI-LL-

	PI-LL+ 组(n=15) Group PI-LL+	PI-LL- 组(n=40) Group PI-LL-
末次随访 PI-LL(°) Postoperative PI-LL	0.6±5.6	20.2±10.9 ^①
年龄(岁) Age(years)	63.2±6.2	63.2±7.2
随访时间(月) Follow-up(months)	34.1±12.3	36.7±12.3
Cobb 角(°) Cobb angle	24.2±9.1	25.5±12.3
冠状位平衡(mm) Coronal balance	21.9±16.5	17.9±15.3
矢状位平衡(mm) Sagittal balance	32.8±51.4	49.7±46.3
腰痛 VAS 评分(分) Visual analog scale(back)	5.9±1.5	5.5±2.3
下肢痛 VAS 评分(分) Visual analog scale(leg)	5.1±2.4	5.2±2.6
Oswestry 功能障碍指数(分) Oswestry disability index(ODI)	25.0±9.8	23.3±8.6

注: ①与 PI-LL+ 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with group PI-LL+, $P<0.05$

表 3 PI-LL+ 与 PI-LL- 患者末次随访时临床疗效

Table 3 Comparison of clinical outcomes at the final follow-up between group PI-LL+ and group PI-LL-

	PI-LL+ 组(n=15) Group PI-LL+	PI-LL- 组(n=40) Group PI-LL-
腰痛 VAS 评分 Visual analog scale(back)	3.9±2.2	2.6±2.3 ^①
下肢痛 VAS 评分 Visual analog scale(leg)	2.8±2.9	2.8±2.8
Oswestry 功能障碍指数(分) Oswestry disability index(ODI)	13.7±10.3	12.2±8.6

注: ①与 PI-LL+ 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with group PI-LL+, $P<0.05$

分最低(<3 分), 而 PI-LL 在 -9°~9° 范围内呈现高峰(图 3)。散点图显示下肢痛 VAS 评分随 PI-LL 值增加呈上升趋势(图 4); 而 ODI 值在 PI-LL=15°~28° 的范围内相对较低(ODI 值 <10 , 图 5)。

将术后 PI-LL 在 15°~28° 的患者分为 A 组(19 例, 34.5%), 在此范围外患者分为 B 组(36 例, 65.5%)。采用独立样本 t 检验比较两组术前和末次随访时的参数, 结果见表 4。两组术前腰痛 VAS 评分无显著性差异($P>0.05$), 术后 A 组腰痛 VAS 评分更低($P<0.05$), 下肢痛 VAS 评分和 ODI 无显著性差异($P>0.05$)。

将术后 PI-LL 在 15°~28° 的 19 例患者(A 组)与在 -9°~9° 内的 15 例患者(PI-LL+ 组)进行比较, 发现 A 组术后 LL 较低 ($28.5^\circ \pm 11.1^\circ$ vs $43.0^\circ \pm 9.5^\circ$, $P<0.01$), TK 较低 ($24.3^\circ \pm 12.1^\circ$ vs $36.4^\circ \pm 11.7^\circ$, $P<0.01$), PT 较高 ($24.7^\circ \pm 7.5^\circ$ vs $12.4^\circ \pm 6.7^\circ$, $P<0.01$), 余矢状位参数两组间比较无显著性差异($P>0.05$)。A 组术后背痛 VAS 评分较低 ($2.2^\circ \pm 1.8^\circ$ vs $4.5^\circ \pm 2.6^\circ$, $P<0.01$)。

末次随访时 SVA 与 ODI 的关系见图 6。将患者根据术后 SVA 分为 3 组: X 组, $SVA<50\text{mm}$; Y 组, $50 \leq SVA \leq 80\text{mm}$; Z 组, $SVA>80\text{mm}$, ODI 在 X 组($n=29$, 平均 11.4)和 Y 组($n=17$, 平均 10.3)间无显著性差异($P>0.05$), Y 组较 Z 组($n=9$, 平均 20.9)低($P<0.01$)。

3 讨论

对于 DLS 畸形矫正手术中如何进行 LL 重建尚无公认的标准, 以往多依据外科医生个人的经验来矫正 LL。近年来, 一些学者通过研究设计出了一些方法来决定 LL 所需的矫正程度^[12-14], 应用最广泛的是 $LL=PI \pm 9^\circ$ ^[6], 即 PI 与 LL 的合适匹配关系是 PI-LL 在 -9° 到 +9° 之间^[15], 如果超出此范围被定义为不匹配。有研究发现, PI-LL 不匹配在矢状位序列^[8]和并发症^[9]方面效果欠佳。Aoki 等^[7]发现术后 PI-LL 不匹配($PI-LL>10^\circ$)与短节段融合后腰痛有关; Rothenfluh 等^[10]报道 PI-LL 不匹配的患者更易发生相邻节段退变性疾病, 且翻修率高 10 倍; Senteler 等^[11]观察到 PI-LL 不匹配($PI-LL>15^\circ$)的患者相邻节段剪切应力更高; Berjano 等^[8]建议使用 $LL=PI+10^\circ$ (或 10° 以内的矫正不足) 而非 $LL=PI \pm 9^\circ$ 以获得更好的序列。

本研究发现, 满足 $LL=PI \pm 9^\circ$ 的患者并没有获

表 4 两组手术前后的参数比较

Table 4 Comparison of pre-and post-operative parameters between the two groups

	A组 (n=19) Group A		B组 (n=36) Group B	
	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up
PI-LL(°)	26.5±16.5	22.3±3.5	16.4±18.3 ^①	10.9±14.5 ^①
Cobb角(°) Cobb angle	27.4±13.3	16.5±7.6	24.0±10.4	12.4±5.5 ^①
冠状位平衡(mm) Coronal balance	17.1±9.8	16.4±14.0	20.0±18.0	16.8±12.9
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis(LL)	22.4±16.1	27.8±11.0	30.4±14.1	38.0±10.9 ^①
骨盆指数(°) Pelvic incidence(PI)	48.9±10.5	50.2±12.4	46.7±11.6	48.9±11.8
矢状位平衡(mm) Sagittal balance(SVA)	43.3±37.6	50.2±27.3	45.9±53.2	49.3±40.9
腰痛 VAS 评分 Postoperative VAS(back)	5.4±2.5	2.4±1.9	5.7±2.0	3.9±2.4 ^①
下肢痛 VAS 评分 Postoperative VAS(leg)	5.6±2.6	3.2±2.6	4.9±2.4	2.6±2.9
Oswestry功能障碍指数(分) Oswestry disability index(ODI)	23.6±9.2	11.6±6.9	23.9±8.8	13.1±10.0

注:①与 A 组同时时间点比较 P<0.05

Note: ①Compared with group A at the same time, P<0.05

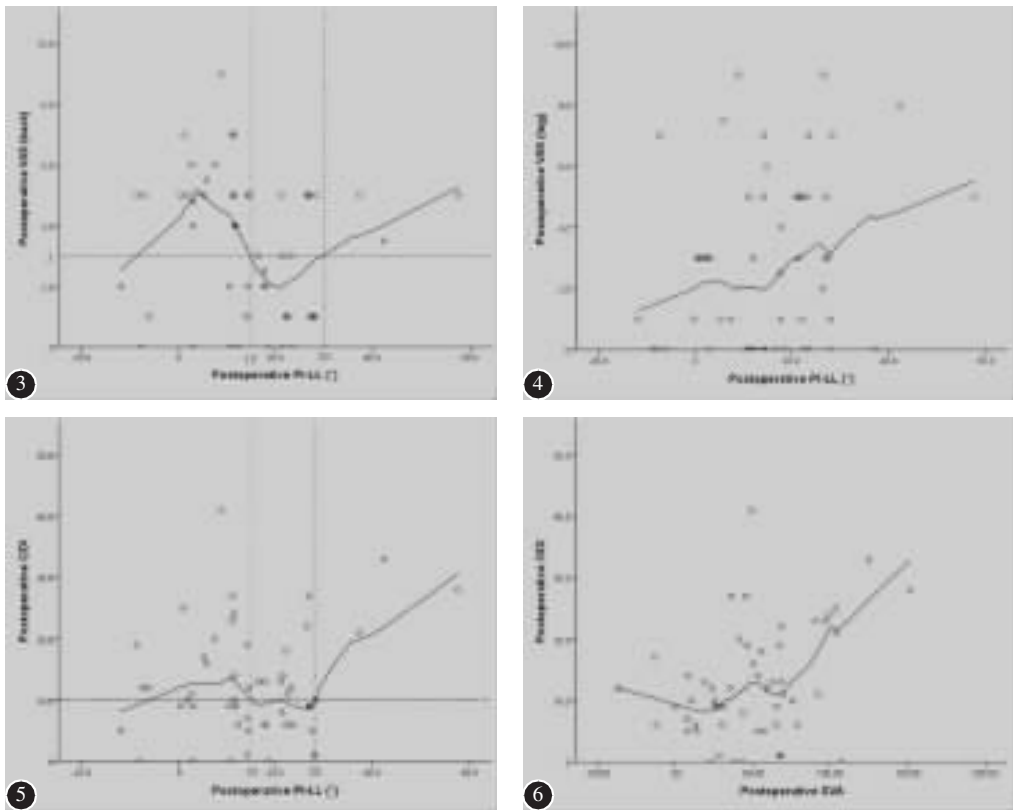


图 3 术后 PI-LL 和腰痛 VAS 评分的散点图 图 4 术后 PI-LL 与下肢痛 VAS 评分的散点图 图 5 术后 PI-LL 与 ODI 的散点图和拟合曲线 图 6 末次随访时 SVA 和 ODI 的散点图

Figure 3 Scatter diagram of PI-LL and mean VAS (back) value Figure 4 Scatter diagram of PI-LL and mean VAS (leg) value Figure 5 Scatter diagram and fitting curve of PI-LL and mean ODI Figure 6 Scatter diagram of SVA and ODI at the final follow-up

得更好的临床疗效,甚至腰痛更重。这与以往文献报道有差异^[6,8,9,1],可能有以下原因:(1)研究发现国人 PI(45°左右)比西方报道的 PI 低(50°左右)^[18,19],因此国人 PI 与 LL 的关系可能与西方人不同,以往应用的公式可能并不适用于国人;(2)以往对公式的研究多以单纯分析术前影像学资料为主,而缺乏对术后临床症状与影像学资料之间关系的分析^[8-11],本研究对患者的生活质量进行了观察研究,所以得到了不同的结果;(3)以往文献多以成人脊柱畸形为研究对象^[1,6,10,11],包含的病种复杂、影响因素多,本研究针对 DLS 患者进行研究,研究对象不同可能带来结果的差异。基于以上差异,本研究得到了不同的结果,即 DLS 手术并不一定需要把 LL 矫正到 $LL=PI\pm9^\circ$ 的范围。我们进一步探索了与最佳疗效相关的术后 LL,发现术后 PI-LL 在 $15^\circ\sim 28^\circ$ 的患者可能获得更好的临床疗效。

DLS 患者术后 LL 未达到 $LL=PI\pm9^\circ$ 即获得了较好的术后随访效果,原因之一可能在于老年 DLS 患者已经适应了较大的 SVA。本研究发现手术前后 SVA 无显著性差异,虽然术中重建腰椎前凸使术后 LL 增大,但随访发现 TK 也显著增加,使 SVA 总体变化不大,又恢复到术前的矢状位纵轴前移的状态,提示老年患者术后脊柱矢状位形态有恢复到术前形态的趋势。此外,我们发现患者的 ODI 在 $SVA>80\text{mm}$ 才开始产生统计学差异,而非以往研究常用的矢状位失平衡标准 ($SVA>50\text{mm}$)^[6]。Schwab 等^[1,9]通过大样本的多中心研究结果将 $SVA>50\text{mm}$ 作为矢状位失平衡的标准,但其研究对象为成人脊柱畸形,包含各年龄段多种脊柱疾病的手术及非手术患者,可能会影响标准的制定。 50mm 作为 DLS 老年患者的矢状位平衡标准有可能过于严格, 80mm 可能比 50mm 更适合作为 DLS 患者的矢状位失平衡界值。对于 DLS 患者而言,这种对高 SVA 适应性的原因尚未明确,可能与老年人群随着年龄增加矢状位纵轴前倾的趋势有关^[20],而 DLS 患者由于 LL 减小,矢状位纵轴前倾的趋势进一步增大^[4,5],但由于骨骼、肌肉力量等因素可能适应了脊柱前倾的状态,因此能适应更高的 SVA。

另一方面,尽管老年 DLS 患者的腰椎存在严重退变,但其脊柱和骨盆对矢状位平衡仍有调节作用,使 LL 重建较小的患者也获得了良好的疗

效。PI-LL 在 $15^\circ\sim 28^\circ$ 内的患者尽管 LL 重建与以往文献的结果 ($PI\pm9^\circ$) 相比较小,但术后的 TK 低、PT 高,提示其通过胸椎后凸减小和骨盆向后旋转来调节 LL 不足和矢状位失平衡。以往对 PI-LL 的研究主要以成人脊柱畸形为研究对象,而本研究中 DLS 患者术中对胸椎的干扰相对较少,可以更好地保留胸椎的调节作用,使患者对高 SVA 的耐受性更强。因此,对老年 DLS 患者脊柱骨盆代偿能力的评估十分重要,但目前缺乏相关的研究,有待于寻找新的方法在术前评估 DLS 患者的代偿能力,进而根据代偿能力不同选择个性化的矫形策略。

近年来,临床上越来越重视脊柱畸形患者矢状位平衡的重建,但与此同时越来越多的医生发现过度强调腰椎前凸的重建可能会导致矫正过度,甚至近端交界性后凸(PJK)的发生^[21-24]。Maruo 等^[21]认为 LL 矫正 $>30^\circ$ 是长节段 ASD 术后 PJK 发生的独立危险因素;Kim 等^[23]提出相对保守的 $LL=PI-9$ 比 $LL=PI+9$ 可能更适合作为矫形目标。LL 过度矫正可能需要更复杂的截骨方式,增加手术难度和并发症发生率^[25],而且受到患者耐受度、医疗花费、手术医生经验、手术难度和风险等诸多因素的限制^[6],而采用 $LL=PI+15^\circ\sim 28^\circ$ 的相对保守的矫形目标会简化手术难度,可能减少上述问题的发生。Gelb 等^[20]招募 100 例正常中老年志愿者,发现随着年龄增加矢状位纵轴有前倾的趋势,因而提出矫形手术时应考虑到年龄相关的生理性前凸减少,但未根据随访资料提出具体的 LL 矫正范围;Lafage 和 Schwab 等^[26]对 773 例 ASD 患者的研究提出应根据年龄决定术中矫形目标,例如 35 岁以下 ASD 患者的矫形目标是 $PT=10.9^\circ$, $PI-LL=-10.5^\circ$, $SVA=4.1\text{mm}$,而 75 岁以上患者的矫形目标是 $PT=28.5^\circ$, $PI-LL=16.7^\circ$, $SVA=78.1\text{mm}$,即年轻患者的矫形目标较为严格,而高龄患者则适合脊柱前倾、骨盆后旋、LL 较小的相对宽松的矫形目标,这与我们的结论相近。但该研究针对 ASD 患者,病种复杂、年龄跨度大,且并未对术后疗效进行随访,而本研究针对 DLS 患者进行随访,年龄集中在 63.2 ± 6.9 岁,进一步证实了对中老年 DLS 患者进行有限的 LL 矫正的效果,并提出了适合国人的术后 PI-LL 匹配关系。

但本研究病例数量有限,作为回顾性研究,术前重建 LL 的计划主要根据术者个人经验制定。

此外,影响 DLS 疗效的因素十分复杂,可能对结果产生干扰。因此,尚有待于前瞻性大样本的研究来进一步论证 PI 与 LL 的理想匹配关系。

4 参考文献

1. Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. Radiographical spino-pelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis[J]. Spine, 2013, 38(13): E803-812.
2. Tsai TH, Huang TY, Lieu AS, et al. Functional outcome analysis: instrumented posterior lumbar interbody fusion for degenerative lumbar scoliosis[J]. Acta Neurochir, 2011, 153(3): 547-555.
3. Silva FE, Lenke LG. Adult degenerative scoliosis: evaluation and management[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E1.
4. Jimbo S, Kobayashi T, Aono K, et al. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community-based cohort study [J]. Spine, 2012, 37(20): 1763-1770.
5. Schwab FJ, Smith VA, Biseri M, et al. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis[J]. Spine, 2002, 27(4): 387-392.
6. 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, 2010, 35(25): 2224-2231.
7. Aoki Y, Nakajima A, Takahashi H, et al. Influence of pelvic incidence—lumbar lordosis mismatch on surgical outcomes of short-segment transforaminal lumbar interbody fusion[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2015, 16(1): 213.
8. Berjano P, Langella F, Ismael M-F, et al. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age[J]. Eur Spine J, 2014, 23(Suppl 6): 587-596.
9. 朱锋, 鲍虹达, 邱勇, 等. 术后骨盆投射角和腰椎前凸角匹配程度与退变性脊柱侧凸术后远期疗效的关系[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(2): 110-115.
10. Rothenfluh D, Mueller D, Rothenfluh E, et al. Pelvic incidence—lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion [J]. Eur Spine J, 2014, 24(6): 1251-1258.
11. Senteler M, Weisse B, Snedeker JG, et al. Pelvic incidence—lumbar lordosis mismatch results in increased segmental joint loads in the unfused and fused lumbar spine [J]. Eur Spine J, 2014, 23(7): 1384-1393.
12. Aurouer N, Obeid I, Gille O, et al. Computerized pre-operative planning for correction of sagittal deformity of the spine[J]. Surg Radiol Anat, 2009, 31(10): 781-792.
13. Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthodaud E, et al. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents [J]. Eur Spine J, 2007, 16(2): 227-234.
14. Neal CJ, McClendon J, Halpin R, et al. Predicting ideal spinopelvic balance in adult spinal deformity[J]. J Neurosurg Spine, 2011, 15(1): 82-91.
15. Bess S, Schwab F, Lafage V, et al. Classifications for adult spinal deformity and use of the scoliosis research society—Schwab adult spinal deformity classification [J]. Neurosurg Clin N Am, 2013, 24(2): 185-193.
16. Benfanti PL, Geissele AE. The effect of intraoperative hip position on maintenance of lumbar lordosis: a radiographic study of anesthetized patients and unanesthetized volunteers on the Wilson frame[J]. Spine, 1997, 22(19): 2299-2303.
17. Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Characteristics of sagittal spino-pelvic alignment in Japanese young adults [J]. Asian Spine J, 2014, 8(5): 599-604.
18. 孙卓然, 李危石. 正常人脊柱-骨盆矢状位序列拟合关系研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(1): 1-5.
19. Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in chinese populations [J]. Spine, 2014, 39(1): E1-6.
20. Gelb DE, Lenke LG, Bridwell KH, et al. An analysis of sagittal spinal alignment in 100 asymptomatic middle and older aged volunteers[J]. Spine, 1995, 20(12): 1351-1358.
21. Maruo K, Ha Y, Inoue S, et al. Predictive factors for proximal junctional kyphosis in long fusions to the sacrum in adult spinal deformity[J]. Spine, 2013, 38(23): E1469-1476.
22. Annis P, Lawrence BD, Spiker WR, et al. Predictive factors for acute proximal junctional failure after adult deformity surgery with upper instrumented vertebrae in the thoracolumbar spine[J]. Evid Based Spine Care J, 2014, 5(2): 160-162.
23. Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, et al. Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections[J]. Spine, 2014, 39(9): E576-580.
24. Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis[J]. Spine, 2012, 37(17): 1479-1489.
25. 朱松青, 陈燕, 邓强, 等. 僵硬性成人退变性脊柱侧凸的截骨方式的选择[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2015, 30(7): 694-696.
26. Lafage R, Schwab AF, Challier AV, et al. Defining spino-pelvic alignment thresholds: should operative goals in adult spinal deformity surgery account for age[J]. Spine, 2016, 41(1): 62-68.

(收稿日期:2016-08-03 末次修回日期:2016-10-02)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)