

退变性腰椎侧凸矫形术后腰椎前凸角变化 对临床疗效的影响

马清伟, 李危石, 孙卓然, 费 晗

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:评估退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)患者行长节段固定矫形术后腰椎前凸角与脊柱-骨盆矢状位参数匹配与否对临床疗效的影响。**方法:**对我院 2015 年 6 月~2016 年 6 月行腰椎长节段矫形固定术(至少 4 个椎体)的 DLS 患者,参照理想腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)= $0.6PI+0.4TK+10^\circ$,根据出院时 LL 分为两组, A 组(匹配组, 术后 LL 在理想 LL $\pm 10^\circ$ 范围内)和 B 组(非匹配组, 术后 LL 在理想 LL $\pm 10^\circ$ 范围外),利用院内影像归档与通信系统(picture archiving and communication system, PACS)在全脊柱正侧位 X 线片上测量侧凸 Cobb 角、冠状位平衡(coronal vertical axis, CVA)、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)、腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、矢状位平衡(sagittal vertical axis, SVA)等,采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价患者术后生活质量,随访至少 12 个月。使用独立样本 *t* 检验比较两组影像参数和生活质量评分。**结果:**共纳入患者 100 例(A 组 53 例, B 组 47 例),其中男性 43 例,女性 57 例,平均侧凸 Cobb 角为 $17.5^\circ \pm 7.8^\circ$ 。两组患者随访时间、手术节段、术前侧凸 Cobb 角、术前的 CVA、LL、SS、SVA 均无明显差异性($P>0.05$);术后两组患者的 LL、SS、SVA、PT 具有明显差异性($P<0.01$), A 组患者 LL ($42.2^\circ \pm 10.2^\circ$)较术前 ($31.6^\circ \pm 15.5^\circ$)明显改善, TK、SS 增大, PT 减小, 术后 SVA ($17.9 \pm 28.5\text{mm}$)较术前 ($46.0 \pm 37.9\text{mm}$)明显改善。B 组患者术后相关矢状位参数较术前均无明显变化。两组患者术后 VAS 评分、ODI 评分较术前均有明显改善,经 3~6 个月的短期随访两组患者术后症状评分无明显差异性;经 12 个月以上随访, A 组患者较 B 组患者腰腿痛 VAS 评分明显改善($P<0.05$), ODI 评分无明显差异($P=0.08$)。**结论:**退变性腰椎侧凸患者根据公式 $0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 重建腰椎前凸,可以获得满意的脊柱-骨盆矢状位平衡,有助于提高 DLS 患者术后生活质量。

【关键词】退变性脊柱侧凸;矢状位平衡;理想腰椎前凸角;手术疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2017.12.01

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2017)-12-1057-06

The postoperative effect of lumbar lordosis correction on patients with degenerative lumbar scoliosis/MA Qingwei, LI Weishi, SUN Zhuoran, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2017, 27 (12): 1057-1062

【Abstract】Objectives: Prospective evaluation of the lumbar lordosis correction in patients with degenerative lumbar scoliosis(DLS) undergoing long-segmental operation. **Methods:** In our hospital, patients with DLS who underwent long-segment fixation(at least 4 vertebrae) were recruited. The ideal matched relation of the normal-elder people was $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$. The patients were divided into group A(matched group, postoperative LL in ideal LL $\pm 10^\circ$) and group B(mismatched group, postoperative LL out of ideal LL $\pm 10^\circ$). The pelvic and spinal parameters(Cobb angle, coronal vertical axis, pelvic incidence, pelvic tilt, sacral slope, lumbar lordosis, thoracic kyphosis, sagittal vertical axis) were measured on the anteroposterior and lateral radiographs. 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. All patients achieved at least

基金项目:首都临床特色应用研究专项基金(编号:z151100004015101)

第一作者简介:男(1990-),医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267368 E-mail:maqwei22@sina.com

通讯作者:李危石 E-mail:liweishi@medmail.com.cn

one-year follow-up. Parameters and clinical outcomes were compared by using independent *t*-test. **Results:** A total of 100 patients (53 in group A and 47 in group B) were included, with 43 males and 57 females, the average Cobb angle was $17.5^{\circ} \pm 7.8^{\circ}$. There was no significant difference between two groups in follow-up time, surgical segment, preoperative Cobb angle, preoperative CVA, preoperative LL, SS, and SVA ($P > 0.05$). The LL, SS, PT and SVA of the two groups were significantly different after operation ($P < 0.01$). The LL of group A significantly improved from preoperative $31.6^{\circ} \pm 15.5^{\circ}$ to postoperative $42.2^{\circ} \pm 10.2^{\circ}$. The TK, SS increased and PT decreased. The postoperative SVA improved from 46 ± 37.9 mm to 17.9 ± 28.5 mm. While the sagittal parameters of group B showed no difference between pre- and post-operation. The VAS score or ODI score of the two groups significantly improved compared to the preoperative scores. After 3–6 months short-term follow-up, there was no significant difference between the two groups in VAS score and ODI score, but the VAS score of group A significantly improved after 12 months compared with group B ($P < 0.05$). The average ODI score of patients in group A was lower than that in group B, though there was no significant difference ($P = 0.08$) between the two groups. **Conclusions:** The ideal LL (matched relation between LL and PI, TK) derived from the asymptomatic Chinese elder populations can rebalance the spine and lead to excellent clinical outcomes in DLS patients.

【Key words】 Degenerative lumbar scoliosis; Sagittal balance; Ideal lumbar lordosis; Postoperative effect

【Author's address】 Orthopaedic Department, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

随着社会老龄化程度的加剧,退变性腰椎侧凸(degenerative lumbar scoliosis, DLS)的发病率呈现明显的增长,文献报道国人退变性腰椎侧凸的发病率高达 13.3%^[1],该病是引起老年患者腰背痛、下肢痛、间歇性跛行的重要因素,严重影响患者的生活质量^[2]。DLS 是一种三维畸形,术后矢状位曲线的恢复相比冠状位更加重要^[3],因此 DLS 矫形术需要矫正多少腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)一直是广大临床医师关注的焦点。骨盆入射角(pelvic incidence, PI)反应个体的骨盆形态,在机体发育成熟后不再发生变化^[4–8],并且与 LL 关系密切^[7,8]。在此前的研究中我们已得出中老年人理想 LL 与 PI 的关系(理想 $LL = 0.6PI + 0.4TK + 10^{\circ}$)^[8],我们前瞻性纳入因 DLS 于我院行长节段手术的患者,通过评估患者术后影像学参数变化和临床症状改善情况之间的影响关系,评价上述公式在临床制定 DLS 手术策略中的应用价值。

1 资料和方法

1.1 一般资料

前瞻性纳入 2015 年 6 月~2016 年 6 月间因 DLS 于我院行长节段减压融合手术的患者。纳入标准:(1)年龄大于 50 岁;(2)既往无脊柱侧凸病史;(3)影像学资料完整(全脊柱正侧位拼接 X 线片,包括双髋关节)。排除标准:(1)合并脊柱骨折、

脊柱肿瘤、真性腰椎滑脱;(2)合并骨盆、髋关节、膝关节外伤;(3)下肢或脊柱手术史。研究方案由我院伦理委员会通过。共纳入患者 100 例,其中男性 43 例,女性 57 例,平均年龄 63.5 ± 6.4 岁,侧凸 Cobb 角为 $17.5^{\circ} \pm 7.8^{\circ}$,平均固定 5.0 ± 1.2 个椎体,减压 3.2 ± 0.9 个椎间隙,40 例患者行后柱截骨术,患者平均随访 14.4 ± 1.7 个月,均大于 12 个月。

1.2 影像学资料和评价

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。冠状位参数:(1)侧凸 Cobb 角,腰椎侧凸曲线上端椎上缘与下端椎下缘所成的角;(2)冠状面平衡(coronal vertical axis, CVA), C7 铅垂线到骶骨中点距离。脊柱矢状位参数(图 1):(1)胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK), T4 上终板与 T12 下终板间的夹角;(2)腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL), L1 上终板与 S1 上终板间的夹角;(3) C7 铅垂线与 S1 后上缘的水平距离(sagittal vertical axis, SVA),经 C7 椎体中点的铅垂线与骶骨后上角之间的水平距离,铅垂线位于骶骨后上角前方为正值,后方为负值。骨盆矢状位参数(图 2):(1)骨盆入射角(pelvic incidence, PI), S1 上终板中点与双侧股骨头中点连线与 S1 上终板垂线所构成的角;(2)骶骨倾斜角(sacral

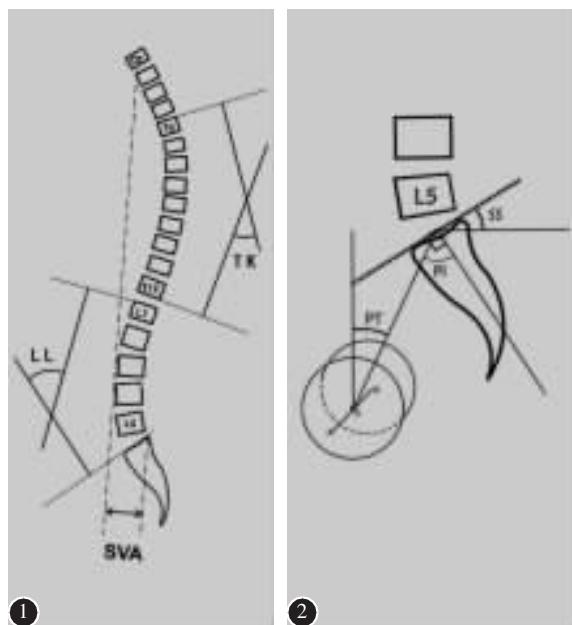


图 1 在全脊柱侧位 X 线片上测量脊柱矢状位参数的示意图 图 2 在全脊柱侧位 X 线片上测量骨盆矢状位参数的示意图

Figure 1 Schematic diagram of spinal sagittal parameters on the whole spine X-ray **Figure 2** Schematic diagram of pelvic sagittal parameters on the whole spine X-ray

slop, SS), S1 上终板与水平线之间的夹角; (3) 骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT), S1 上终板中点与双侧股骨头中点连线与铅垂线之间的夹角。

临床疗效评估: 通过收集患者 Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 来评估术后恢复情况。

1.3 分析方法

根据正常中老年人群中理想 $LL=0.6PI+0.4TK+10^{\circ}$ ^[8], 定义患者出院时术后 LL 在理想 $LL\pm 10^{\circ}$ 以内为 A 组 (匹配组), 在理想 $LL\pm 10^{\circ}$ 以外为 B 组 (非匹配组)。所有数据均用 SPSS 19.0 对数据进行录入和分析, 用独立样本 *t* 检验比较两组的临床疗效和影像参数, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

100 例患者的 PI 为 $24.9^{\circ}\sim 74.9^{\circ}$ ($49.6^{\circ}\pm 11.4^{\circ}$), 末次随访时所有患者临床症状和矢状位参数均有明显改善 (图 3、4)。术前和末次随访时的影像学参数见表 1。末次随访时侧凸 Cobb 角和冠状面 CVA 均较术前明显改善, LL、TK 较术前增

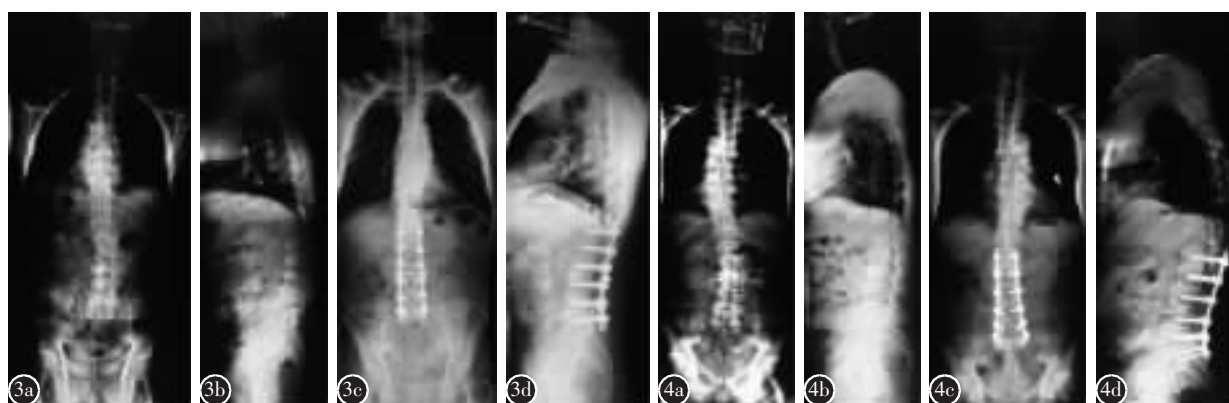


图 3 A 组患者男, 60 岁, 退变性腰椎侧凸 a、b 术前 Cobb 角= 19.5° , CVA= 22.8mm , LL= 1.9° , PI= 42.1° , PT= 26.9° , SS= 15.1° , TK= 3.3° , SVA= 70.07mm c、d 术后 15 个月, Cobb 角= 10.9° , CVA= 0mm , LL= 30.4° , PT= 20.7° , SS= 21.4° , TK= 12.3° , SVA= 5.54mm 图 4 B 组患者男, 63 岁, 退变性腰椎侧凸 a、b 术前 Cobb 角= 13.0° , CVA= 3.82mm , LL= 31.1° , PI= 49.2° , PT= 17.6° , SS= 31.7° , TK= 31.6° , SVA= 79.34mm c、d 术后 15 个月, Cobb 角= 9.3° , CVA= 3.67mm , LL= 30.5° , PT= 14.5° , SS= 34.7° , TK= 28.7° , SVA= 86.38mm

Figure 3 60-year old male in group A, with degenerative lumbar scoliosis a, b Preoperative Cobb angle= 19.5° , CVA= 22.8mm , LL= 1.9° , PI= 42.1° , PT= 26.9° , SS= 15.1° , TK= 3.3° , SVA= 70.07mm c, d Fifteen months after operation, Cobb angle= 10.9° , CVA= 0mm , LL= 30.4° , PT= 20.7° , SS= 21.4° , TK= 12.3° , SVA= 5.54mm **Figure 4** 63-year old male in group B, with degenerative lumbar scoliosis a, b Preoperative Cobb angle= 13.0° , CVA= 3.82mm , LL= 31.1° , PI= 49.2° , PT= 17.6° , SS= 31.7° , TK= 31.6° , SVA= 79.34mm c, d Fifteen months after operation, Cobb angle= 9.3° , CVA= 3.67mm , LL= 30.5° , PT= 14.5° , SS= 34.7° , TK= 28.7° , SVA= 86.38mm

加($P<0.05$),SVA 较术前也有改善($P<0.05$),骨盆参数无明显变化。末次随访时患者腰痛 VAS 评分、下肢 VAS 评分、ODI 评分较术前均有明显改善($P<0.05$)。

A、B 两组患者的临床资料和术前、术后影像学参数分别见表 2、表 3。其中 A 组患者 16 例经关节突截骨,2 例经椎弓根截骨;B 组患者 19 例经关节突截骨,3 例经椎弓根截骨。两组患者随访时间、手术节段无明显差异性($P>0.05$),年龄有明显差异性($P<0.05$)。术前两组患者的侧凸 Cobb 角、CVA、LL、SS、SVA 均无明显差异性($P>0.05$),TK、PI、PT 具有明显差异性($P<0.05$)。术后两组患

者的侧凸 Cobb 角、CVA、TK 无明显差异性($P>0.05$),LL、SVA、PI、SS、PT 具有明显差异性($P<0.05$)。A 组患者术后 LL、TK、SS 增大,PT 减小,术后 SVA 明显改善。而 B 组患者术后相关矢状位参数较术前均无明显变化。

A 组和 B 组患者早期随访和末次随访术后腰痛和下肢痛 VAS 评分、ODI 评分较术前均有明显改善(表 4);术后早期 A、B 两组症状评分无明显差异性($P>0.05$);末次随访时 A 组患者腰痛和下肢痛 VAS 评分小于 B 组($P<0.05$),两组患者 ODI 评分无差异性($P=0.08$)。

末次随访时以 SVA=50mm、80mm 为界限将 100 例患者分为 3 组(表 5)。X 组,SVA<50mm;Y 组,50≤SVA<80mm;Z 组,SVA≥80mm,发现 X、Y 两组之间相关症状评分均无明显差异性($P>0.05$)。Z 组 ODI 评分与 X、Y 组均有明显差异性($P<0.05$)。

表 1 100 例患者术前术后影像学资料和症状评估

Table 1 Pre- and post-operative radiological parameters of the 100 patients

	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up
侧凸 Cobb 角(°) Scoliosis Cobb	17.5±7.8	8.5±4.8 ^①
冠状面平衡(mm) Coronal vertical axis(CVA)	16.3±1.6	10.4±1.0 ^①
腰椎前凸角 Lumbar lordosis(LL)	32.1±15.0	38.4±11.1 ^①
胸椎后凸角(°) Thoracic kyphosis(TK)	22.2±12.4	24.9±9.8 ^①
骨盆入射角(°) Pelvic incidence(PI)	49.5±11.3	49.5±11.3
骶骨倾斜角(°) Sacral slop(SS)	27.1±9.1	28.3±7.6
骨盆倾斜角(°) Pelvic tilt(PT)	22.7±12.2	21.1±11.1
矢状位平衡(mm) Sagittal vertical axis(SVA)	49.6±38.2	31.5±34.7 ^①
腰痛 VAS 评分(分) VAS score(back)	5.1±2.3	2.5±1.7 ^①
下肢痛 VAS 评分(分) VAS score(leg)	5.5±2.1	2.4±1.7 ^①
ODI(%)	25.7±7.5	12.5±7.7 ^①

注:①与术前比较 $P<0.05$

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

表 2 A、B 两组患者术前临床资料

Table 2 Preoperative characteristics of patients group A and group B

	A组(n=53) Group A	B组(n=47) Group B
年龄(岁) Age(years)	61.9±6.8	65.6±5.2 ^①
随访时间(月) Follow-ups(months)	14.3±1.7	14.4±1.7
手术节段 Operative segment	4.9±1.4	5.1±1.2

注:①与 A 组比较 $P<0.05$

Note: ①Compared with group A, $P<0.05$

表 3 A 和 B 两组手术前后的影像学参数比较

Table 3 Comparison of pre- and post-operative radiographic parameters between the group A and group B

	A组(n=53)Group A		B组(n=47)Group B	
	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up	术前 Preoperative	末次随访 Final follow-up
侧凸 Cobb 角 Scoliosis Cobb(°)	17.6±8.7	7.6±4.4	17.3±6.6	9.5±5.1
冠状位平衡 Coronal vertical axis (CVA,mm)	19.1±17.6	14.8±11.0	18.2±14.6	13.4±9.8
腰椎前凸角 Lumbar lordosis (LL,°)	31.6±15.5	42.2±10.2	32.6±14.5	32.7±8.7 ^①
胸椎后凸角 Thoracic kyphosis (TK,°)	20.5±12.7	24.5±10.3	25.6±11.6 ^①	25.4±9.3
矢状位平衡 Sagittal vertical axis (SVA, mm)	46.0±37.9	18.0±28.5	53.8±38.7	47.2±34.9 ^①
骨盆入射角 Pelvic incidence(PI,°)	45.8±9.2	45.8±9.2	53.8±12.2 ^①	53.8±12.2 ^①
骨盆倾斜角 Pelvic tilt (PT,°)	19.1±7.5	15.1±7.3	26.9±11.4 ^①	28.2±10.8 ^①
骶骨倾斜角 Sacral slop (SS,°)	27.2±8.7	30.7±7.9	26.8±9.7	25.6±6.4 ^①

注:①与同时间点 A 组比较 $P<0.05$

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

表 4 A、B 两组术前和术后随访时生活质量比较

Table 4 Comparison of clinical outcomes at follow-up between group A and group B

	A组 (n=53) Group A			B组 (n=47) Group B		
	术前 Pre-operation	术后 3~6 个月 3-6 months after operation	术后 12 个月 12 months after operation	术前 Pre-operation	术后 3~6 个月 3-6 months after operation	术后 12 个月 12 months after operation
腰痛 VAS 评分 VAS score(back)	5.1±2.4	2.5±1.7	1.7±1.1	5.2±2.2	2.4±1.6	2.3±1.5 ^①
下肢痛 VAS 评分 VAS score(leg)	5.6±2.1	2.2±1.7	1.5±1.1	5.4±2.1	2.7±1.7	2.3±1.7 ^①
ODI	25.2±7.4	14.3±7.5	12.0±4.7	25.9±7.6	15.1±7.7	13.9±6.5

注:①与同时时间点 A 组比较 $P<0.05$ Note:①Compared with group A at the same time point, $P<0.05$

表 5 SVA 在 50mm 和 80mm 分组时患者末次随访时临床疗效

Table 5 Comparison of clinical outcomes at final follow-up between different groups of SVA

	SVA<50mm (n=65)	50mm≤SVA< 80mm (n=25)	SVM≥80mm (n=10)
腰痛 VAS 评分/VAS score (back)	1.9±1.3	2.0±1.3	2.3±1.3
下肢痛 VAS 评分/VAS score(leg)	1.8±1.4	2.1±1.5	2.3±1.8
ODI	12.4±8.5	13.0±6.0	16.3±6.3 ^①

注:①与 SVA<50mm 组比较 $P<0.05$ Note: ①Compared with group SVA<50mm, $P<0.05$

3 讨论

研究发现脊柱矢状位平衡与患者的健康状态密切相关。Mac-Thiong 等^[9]研究表明 DLS 患者 ODI 评分与 SVA 明显相关,在 SVA>6cm 时患者生活质量明显变差。Schwab 等^[10]指 DLS 患者若术后 LL-PI 相互匹配,则术后症状改善更为明显。LL 不适当的纠正会导致矢状位序变差^[11]和患者生活质量降低、内固定失败风险增加^[12],因此恰当的纠正 LL 至关重要。

国外学者认为 DLS 患者术后影像学参数符合 PI-LL<10°时术后症状明显改善,因以往文献报道国人的 PI 明显小于西方人群^[8,13,14],因此上述公式不一定适合国人。海涌等^[15]报道了 69 例 DLS 患者认为符合 10°≤PI-LL≤20°对应关系时可获得较好的临床疗效;李淳德等^[16]对 42 例 DLS 进行术后随访,发现当 PI-LL≤15°时术后临床疗效更好;本课题组^[17]也曾随访了 55 例 DLS 患者当 15°≤PI-LL≤28°时,术后生活质量更好。

我们前期通过对正常中老年人脊柱骨盆矢状位调查研究,在国内首次提出正常中老人群线性拟合关系 $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 。与青年人^[13]匹配关系 $LL=0.6PI+20^\circ$ 不同的是,加入了 TK 作为一个变量,原因是随着年龄增长,老年人胸椎后凸不断增大,在整体的矢状位平衡中起越来越重要的作用。本研究中约 1/3 的 DLS 患者合并较大的 TK(大于 30°),因此公式中纳入 TK 能够使 LL 的预测更加准确。

将中老年人匹配关系应用于 DLS 患者,我们发现匹配组(矫正至理想 $LL\pm10^\circ$ 范围内)患者术后矢状位相关参数较术前均有明显改善,而非匹配组(矫正至理想 $LL\pm10^\circ$ 范围外)的患者较术前无明显变化。这说明按照理想公式矫正腰椎前凸角,术后可更好的纠正患者的矢状位平衡,主要表现为 LL 增大,骨盆前倾(SS 增加、PT 减小),TK 增加,SVA 明显改善。短期随访时两组患者术后腰痛和下肢痛 VAS 评分和术后 ODI 评分无明显差异,但在末次随访时匹配组患者术后腰痛和下肢痛 VAS 评分明显低于非匹配组患者,这表明术后良好的腰椎重建可更好的缓解患者腰腿疼的症状。此外我们还发现两组患者末次随访 ODI 评分虽无明显差异,但 P 值(0.08)已经非常接近 0.05,也提示良好的矢状位平衡可能对患者术后整体疗效的也具有明显改善作用。因此我们可推断按照理想公式 $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 矫正术后腰椎前凸可获得更好的矢状位平衡,进一步提高临床疗效。

脊柱骨盆矢状位参数中 SVA^[9,18]与生活质量密切相关。Schwab^[19]把 SVA>50mm 作为矢状位失平衡的标准,我们课题组以往回顾性研究^[17]中报道患者的 ODI 在 SVA>80mm 开始出现统计学差

异,本次前瞻性研究也发现 SVA>80mm 的患者术后 ODI 评分才开始具有明显差异,再次得出相同结论。这就进一步说明了 50mm 作为 DLS 患者的矢状位平衡标准可能并不合适。DLS 患者^[20,21]由于 LL 减小矢状位纵轴前倾的趋势进一步增大,由于骨骼、肌肉力量等因素可能适应了脊柱前倾的状态可导致矢状位平衡前移,因此我们认为 80mm 可能比 50mm 更适合作为 DLS 患者的矢状位失平衡界值,这样以免在矫形患者术前策略制定时由于标准过于苛刻导致矫形过度而引发不必要的并发症。

综上所述,退变性脊柱侧凸患者根据公式 $0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 重建腰椎前凸,可改善矢状位的平衡,在一定程度上更好的缓解 DLS 患者腰腿疼症状、改善生活质量。然而,仍需长期随访结果进一步评估 DLS 术后 LL 对临床疗效的影响。

4 参考文献

- Xu L, Sun X, Huang S, et al. Degenerative lumbar scoliosis in Chinese Han population: prevalence and relationship to age, gender, bone mineral density, and body mass index[J]. Eur Spine J, 2013, 22(6): 1326-1331.
- Pellis  F, Vila-Casademunt A, Ferrer M, et al. Impact on health related quality of life of adult spinal deformity (ASD) compared with other chronic conditions[J]. Eur Spine J, 2015, 24(1): 3-11.
- Glassman SD, Berven S, Bridwell K, et al. Correlation of radiographic parameters and clinical symptoms in adult scoliosis[J]. Spine, 2005, 30(6): 682-688.
- Mac-Thiong JM, Labelle H, Roussouly P. Pediatric sagittal alignment[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 586-590.
- Lee CS, Chung SS, Kang KC, et al. Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean population[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2011, 36(25): E1648-1654.
- Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2004, 29(18): 2049-2054.
- Vialle R, Levassor N, Rillardon L, et al. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects[J]. J Bone Joint Surg Am, 2005, 87(2): 260-267.
- 马清伟, 李危石, 孙卓然, 等. 中老年人群脊柱-骨盆矢状位参数及其序列拟合关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(2): 146-150.
- Mac-Thiong JM, Transfeldt EE, Mehdor AA, et al. Can c7 plumbline and gravity line predict health related quality of life in adult scoliosis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(15): E519-527.
- 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.
- Berjano P, Langella F, Ismael MF, 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.
- 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临床疗效关系[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(2): 110-115.
- 李危石, 孙卓然, 陈仲强, 等. 正常脊柱-骨盆矢状位参数的影像学研究[J]. 中华骨科杂志, 2013, 33(5): 447-453.
- Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese populations [J]. Spine(Phila Pa 1976), 2014, 39(1): E1-6.
- 孙祥耀, 张希诺, 海涌. 退变性脊柱侧凸术后骨盆投射角与腰椎前凸角匹配程度与临床疗效的关系[J]. 中国骨与关节杂志, 2017, 6(01): 20-26.
- 赵耀, 漆龙涛, 李淳德, 等. 骨盆腰椎匹配值与成人退变性脊柱侧凸畸形术后疗效的相关性研究 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(8): 701-708.
- 李危石, 费哈, 陈仲强, 等. 退变性腰椎侧凸患者腰椎前凸矫正程度与疗效的关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(10): 912-918.
- Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34(17): E599-606.
- 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 (Phila Pa 1976), 2013, 38(13): E803-812.
- 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.
- Schwab FJ, Smith VA, Biseri M, et al. Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2002, 27(4): 387-392.

(收稿日期:2017-09-22 末次修回日期:2017-12-11)

(英文编审 郑国权/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)