

# 退变性脊柱侧凸患者后路矫形术后腰椎前凸指数对矢状面平衡的预测作用

鲍虹达, 朱 锋, 邱 勇, 闫 鹏, 朱泽章, 钱邦平, 刘 臻

(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

**【摘要】目的:**探讨术后腰椎前凸指数(lumbar lordosis index, LLI)对退变性脊柱侧凸患者后路矫形术后矢状面平衡的预测作用。**方法:**回顾性分析 2005 年 1 月~2011 年 12 月在我院行单一后路矫形术的 57 例退变性脊柱侧凸患者, 其中男 9 例, 女 48 例, 年龄  $56.3 \pm 10.8$  岁(48~70 岁)。纳入标准为年龄 45 岁以上、内固定节段  $\geq 5$  个节段且随访  $\geq 2$  年的患者。在术前、术后即刻和末次随访的站立位全脊柱 X 线片上测量矢状面垂直轴(SVA)、胸椎后凸角(TK)、腰椎前凸角(LL)、骨盆入射角(PI)、骨盆倾斜角(PT)和骶骨倾斜角(SS), 计算腰椎前凸指数(LLI=LL/PI)。根据末次随访时患者矢状面平衡情况分为正常组(A 组, 末次随访时  $SVA \leq 5\text{cm}$  且  $PT \leq 25^\circ$ )和失代偿组(B 组, 末次随访时  $SVA > 5\text{cm}$  或  $PT > 25^\circ$ )。应用相关性分析研究 57 例患者术前、术后即刻和末次随访时 LLI 与其他脊柱骨盆矢状面参数的相关性, 使用独立样本  $t$  检验分别比较 A 组和 B 组患者术前、术后即刻和末次随访的矢状面参数,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。**结果:**A 组患者 41 例, B 组 16 例。术后随访时间  $4.4 \pm 1.9$  年(2~8 年), 其中 A 组随访  $4.3 \pm 1.8$  年, B 组随访  $4.6 \pm 1.9$  年, 两组随访时间无统计学差异( $P = 0.725$ )。57 例患者 LLI 与相应时间点的 PI、LL、PT、SVA 和 LL 丢失值均有显著相关性( $P < 0.05$ ), 但与 TK 和 SS 无相关性。两组间术前 LLI 的差异无统计学意义( $0.45 \pm 0.18$  vs.  $0.47 \pm 0.21$ ,  $P = 0.638$ ); A 组术后即刻 LLI 为  $0.89 \pm 0.13$ , 显著大于 B 组术后即刻的 LLI( $0.61 \pm 0.14$ )( $P = 0.005$ )。A 组末次随访时 SVA 为  $2.73 \pm 2.62\text{cm}$ 、PT 为  $20.34^\circ \pm 4.28^\circ$ , 而 B 组患者末次随访时 SVA 为  $7.81 \pm 3.26\text{cm}$ 、PT 为  $29.81 \pm 5.13^\circ$ , 两组间 SVA 和 PT 的差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。**结论:**术后即刻 LLI 重建不良的退变性脊柱侧凸患者在随访中可能出现矢状面失代偿的风险, 而良好的术后 LLI 重建可以降低随访中脊柱矢状面失平衡的风险。

**【关键词】**退变性脊柱侧凸; 腰椎前凸指数; 失平衡; 矢状面参数

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.04.01

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-04-0289-05

**Prediction of lumbar lordosis index on post-operative sagittal balance during follow-up in degenerative scoliosis/BAO Hongda, ZHU Feng, QIU Yong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(4): 289-293**

**【Abstract】 Objectives:** To evaluate the role of post-operative lumbar lordosis index(LLI) in predicting the sagittal balance in degenerative scoliosis by comparing the LLI in patients with or without sagittal balance during follow-up. **Methods:** This was a retrospective review on 57 patients with degenerative scoliosis who underwent one stage posterior surgical instrumentation in our spinal center from January 2005 to December 2011. The inclusion criteria included: (1) age more than 45 years; (2) follow-up more than 2 years; (3) more than 5 fusion levels. The following sagittal spino-pelvic parameters were measured: sagittal vertical axis(SVA), thoracic kyphosis(TK), lumbar lordosis(LL), pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT) and sacral slope(SS). Lumbar lordosis index(LLI) was also assessed as the formula:  $LLI = LL/PI$ . Based on sagittal alignment at the last follow-up, patients were divided into two groups: group A( $SVA \leq 5\text{cm}$  and  $PT \leq 25^\circ$ , 41 cases) and group B( $SVA > 5\text{cm}$  or  $PT > 25^\circ$ , 16 cases). Correlation was researched among radiographic parameters at each time point. Independent  $t$  test was performed for statistical analysis. For all statistical analyses, the level of signifi

基金项目: 国家临床重点专科和江苏省六大人才高峰(WSW-005)联合资助

第一作者简介: 男(1990-), 临床医学博士, 研究方向: 脊柱外科

电话: (025)68182022 E-mail: baohongda123@163.com

通讯作者: 朱锋 E-mail: gulouspine@gmail.com

cance was set at  $P < 0.05$ . **Results:** The mean follow-up averaged  $4.4 \pm 1.9$  years (range: 2–8 years). No significant difference was observed regarding the follow-up time between group A and B ( $4.3 \pm 1.8$  years for group A and  $4.6 \pm 1.9$  years for group B,  $P = 0.752$ ). Significant correlations of LLI were found with PI, LL, PT, SVA, loss of LL at the corresponding time point (all  $P < 0.05$ ). No correlation between TK and SS was observed. Preoperative LLI did not differ significantly between group A and B ( $0.45 \pm 0.18$  vs.  $0.47 \pm 0.21$ ,  $P = 0.638$ ). Postoperative LLI was  $0.89 \pm 0.13$  in group A, significantly larger than that in group B ( $0.89 \pm 0.13$  vs.  $0.61 \pm 0.14$ ,  $P = 0.005$ ). SVA in group A was  $2.73 \pm 2.62^\circ$  at the last follow-up, significantly smaller than that in group B ( $2.73 \pm 2.62^\circ$  vs.  $7.81 \pm 3.26^\circ$ ,  $P < 0.01$ ). PT at the last follow-up averaged  $20.34^\circ \pm 4.28^\circ$  and  $29.81^\circ \pm 5.13^\circ$  respectively in group A and B. **Conclusions:** Failure to restore LLI can predispose sagittal malalignment during follow-up in patients with degenerative scoliosis. Well-restored LLI may reduce the risk of postoperative sagittal imbalance during follow-up.

**[Key words]** Degenerative scoliosis; Lumbar lordosis index; Sagittal imbalance; Sagittal alignment

**[Author's address]** Spine Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital, Nanjing University School of Medicine, Nanjing, 210093, China

在退变性脊柱侧凸中, 脊柱畸形引起的腰背痛和活动障碍严重影响患者的生活质量。有研究发现退变性脊柱侧凸患者的矢状面序列与生活质量有显著相关性<sup>[1-3]</sup>, 手术干预以恢复正常矢状面序列是治疗退变性脊柱侧凸的重要目的之一<sup>[4]</sup>。目前衡量退变性脊柱侧凸矢状面序列的影像学指标包括矢状面垂直轴(SVA)、胸椎后凸角(TK)、腰椎前凸角(LL)、骨盆入射角(PI)、骨盆倾斜角(PT)、骶骨倾斜角(SS)等, 其中 SVA 和 PT 被认为与生活质量密切相关<sup>[1]</sup>。此外, Terran 等<sup>[5]</sup>提出 PI-LL 参数, 认为该参数与生活质量同样显著相关并将其纳入 Schwab 成人脊柱侧凸分型。为了进一步描述矢状面序列并研究 PI 与 LL 之间的关系, Boissiere 等<sup>[6]</sup>提出了腰椎前凸指数(lumbar lordosis index, LLI), 定义为 LL 与 PI 的比值( $LLI = LL/PI$ )。由于 LLI 提出时间较短, 迄今尚无学者研究 LLI 的重建对退变性脊柱侧凸患者远期随访的影响。本研究拟探讨术后 LLI 对退变性脊柱侧凸患者后路矫形术后矢状面平衡的预测作用。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究在医院伦理委员会批准下进行。回顾性分析 2005 年 1 月~2011 年 12 月在我院行单一后路矫形术的 57 例退变性脊柱侧凸患者, 其中男 9 例, 女 48 例, 年龄  $56.3 \pm 10.8$  岁 (48~70 岁), Cobb 角  $37.35^\circ \pm 9.64^\circ$  ( $28^\circ \sim 61^\circ$ )。所有患者均满足以下入选标准: (1) 年龄大于 45 岁; (2) 随访时间

大于 2 年; (3) 使用第三代全椎弓根螺钉内固定系统; (4) 内固定节段  $\geq 5$  个节段; (5) 术前、术后即刻和末次随访均摄站立位全脊柱正侧位 X 线片。排除标准包括青少年时期即存在的脊柱侧凸、骨质疏松性骨折、脊柱外伤史、脊柱肿瘤、髋关节置换术后、强直性脊柱炎、脊柱结核。

### 1.2 影像学资料

术前、术后即刻(术后 2 周)及末次随访时所有患者均摄自然站立位全脊柱正、侧位 X 线片。使用 Surgimap 软件测量术前、术后 2 周和末次随访时矢状面脊柱骨盆影像学参数。(1) SVA: C7 铅垂线(C7 plumb line, C7PL)与骶骨后上角之间的垂直距离(C7PL 在骶骨后上角前方为正, 后方为负)。(2) TK: T5 椎体上终板与 T12 椎体下终板之间的角度。(3) LL: T12 椎体上终板与 S1 椎体上终板之间的角度。(4) PI: S1 上缘中点至股骨头中心点连线与 S1 上缘中垂线的夹角(双侧股骨头不重合时, 取两中心点连线的中点)。(5) SS: S1 上缘与水平线的夹角。(6) PT: S1 上缘中点至股骨头中心点连线与铅垂线的夹角。(7) LLI:  $LLI = LL/PI$ 。(8) LL 丢失值: 根据公式理想  $LL = (PI \times 0.5481 + 12.7) \times 1.087 + 21.61$ <sup>[7]</sup>得出理想 LL, LL 丢失值 = 理想 LL - 实测 LL。

根据末次随访时患者矢状面平衡情况分为正常组(A 组, 末次随访时  $SVA \leq 5^\circ$  且  $PT \leq 25^\circ$ ) 和失代偿组(B 组, 末次随访时  $SVA > 5^\circ$  或  $PT > 25^\circ$ )。比较两组患者术前和术后即刻的 LLI。

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 16.0 软件对数据进行统计学处

理。使用 Pearson 相关性分析计算术前、术后即刻及随访 LLI 与其他脊柱骨盆矢状面参数的相关性。通过独立样本  $t$  检验比较 A 组和 B 组的各脊柱骨盆矢状面参数。 $P<0.05$  为有统计学意义。

## 2 结果

A 组患者 41 例, 其中男 7 例, 女 34 例; 行 Smith-Petersen 截骨术(SPO)20 例, 行经椎弓根椎体截骨术(PSO)13 例, 常规单纯后路内固定术 8 例, 平均内固定节段为 8.7 个节段 (6~13 个节段)。B 组患者 16 例, 男 2 例, 女 14 例; 行 Smith-Petersen 截骨术(SPO)8 例, 行经椎弓根椎体截骨术(PSO)4 例, 常规单纯后路内固定术 4 例, 平均内固定节段为 8.1 个节段(5~13 个节段)。术后随访时间  $4.4\pm 1.9$  年(2~8 年), 其中 A 组随访  $4.3\pm 1.8$  年, B 组随访  $4.6\pm 1.9$  年, 两组随访时间无统计学差异( $P=0.725$ )。

所有患者术前、术后即刻和末次随访时矢状面脊柱骨盆参数测量结果见表 1, LLI 与其他脊柱骨盆参数之间的相关性见表 2。在术前、术后即刻和末次随访时, LLI 与 PI、LL、PT、SVA 和 LL 丢失值均有显著相关性( $P<0.05$ ), 但在这三个时间点 LLI 与 TK 和 SS 均无相关性。

A 组与 B 组患者术前、术后即刻和末次随访时的矢状面参数测量结果见表 3。在两组患者间, 术前 LLI 的差异无统计学意义( $P>0.05$ ), 其余各影像学参数间的差异也无统计学意义 ( $P>0.05$ )。A 组患者术后即刻的 LLI 显著大于 B 组患者的术后即刻 LLI ( $P<0.05$ )。末次随访时, A 组患者的 LLI 与 B 组患者之间也存在统计学差异 ( $P<0.05$ )。末次随访时, 两组间 SVA 和 PT 的差异均有统计学意义( $P<0.01$ )。

## 3 讨论

退变性脊柱侧凸患者生活质量欠佳与矢状面序列失代偿密切相关, 因此退变性脊柱侧凸的矢状面评估受到越来越多的关注<sup>[8,9]</sup>。既往研究认为矢状面参数是退变性脊柱侧凸术前评估中的重要参数, 对分型和指导手术都有重要意义<sup>[10,11]</sup>。已有研究发现 PI 与 LL 有较强的相关性, Terran 等<sup>[5]</sup>提出 PI 与 LL 匹配程度(PI-LL)这一概念, 并成为成人脊柱畸形矢状面矫形程度的标准。Boissiere 等<sup>[6]</sup>在 2013 年提出 LLI, 认为可以更好地描述 PI 与

LL 之间的关系。这两个参数的提出均是依据在成年期不变的 PI 来推算理想的 LL。最近, Boissiere 等<sup>[12]</sup>也比较了 PI-LL 与 LLI 对矢状面序列评价的可靠性, 认为这两者均可以良好反映退变性脊柱侧凸患者矢状面序列的异常。

本研究旨在探讨术后即刻 LLI 在预测退变性脊柱侧凸随访中矢状面失平衡的作用。根据本研究结果, 末次随访时矢状面形态良好的患者术后 LLI 重建也较好, 即可以通过评估术后即刻 LLI 重建效果预测随访中矢状面是否会出现失代偿。手术重建 LL 对手术预后的影响已有报道。朱锋等<sup>[13]</sup>认为术前 PI 较大的退变性脊柱侧凸患者难

表 1 57 例患者术前、术后和末次随访的矢状面参数

Table 1 Sagittal parameters at baseline, immediate post-op and follow-up in 57 cases

|                          | 术前<br>Pre-operative | 术后即刻<br>Post-operative | 末次随访<br>Last follow-up |
|--------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| 矢状面垂直轴<br>SVA(mm)        | 66.48±61.85         | 22.31±27.64            | 41.60±28.51            |
| 胸椎后凸<br>TK(°)            | 18.03±13.77         | 23.35±5.98             | 25.85±8.05             |
| 腰椎前凸<br>LL(°)            | 22.44±14.86         | 39.27±8.54             | 34.93±9.94             |
| 骨盆入射角<br>PI(°)           | 49.20±8.75          | 48.66±8.42             | 49.85±9.98             |
| 骨盆倾斜角<br>PT(°)           | 26.91±10.64         | 16.70±7.63             | 23.00±4.87             |
| 骶骨倾斜角<br>SS(°)           | 22.29±10.78         | 31.97±9.60             | 26.85±8.81             |
| 腰椎前凸指数<br>LLI            | 0.46±0.19           | 0.81±0.13              | 0.70±0.11              |
| 腰椎前凸丢失值<br>Loss of LL(°) | 42.30±13.05         | 25.14±12.28            | 30.19±11.17            |

Note: SVA, sagittal vertical axis; TK, thoracic kyphosis; LL, lumbar lordosis; PI, pelvic incidence; PT, pelvic tilt; SS, sacral slope

表 2 57 例患者 LLI 与相应时间点的脊柱骨盆参数的相关系数

Table 2 Correlation between LLI and other spino-pelvic parameters in 57 cases

|                     | 术前 LLI<br>Baseline LLI | 术后即刻 LLI<br>Post-operative LLI | 末次随访 LLI<br>LLI at follow-up |
|---------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| SVA                 | -0.275 <sup>①</sup>    | -0.316 <sup>①</sup>            | -0.246 <sup>①</sup>          |
| TK                  | 0.147                  | 0.126                          | 0.141                        |
| LL                  | 0.774 <sup>①</sup>     | 0.842 <sup>①</sup>             | 0.853 <sup>①</sup>           |
| PI                  | -0.825 <sup>①</sup>    | -0.791 <sup>①</sup>            | -0.776 <sup>①</sup>          |
| PT                  | -0.427 <sup>①</sup>    | -0.364 <sup>①</sup>            | -0.451 <sup>①</sup>          |
| SS                  | 0.138                  | 0.094                          | 0.154                        |
| LL丢失值<br>Loss of LL | -0.462 <sup>①</sup>    | -0.525 <sup>①</sup>            | -0.433 <sup>①</sup>          |

注: ① $P<0.05$

Note: ① $P<0.05$

表 3 A 组与 B 组患者术前、术后即刻和末次随访矢状面参数比较

Table 3 Comparison of sagittal alignments between group A and B at baseline, post-operation and the last follow-up

|                          | 术前<br>Pre-operative |                     | 术后即刻<br>Post-operative |                          | 末次随访<br>Last follow-up |                          |
|--------------------------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
|                          | A组(n=41)<br>Group A | B组(n=16)<br>Group B | A组(n=41)<br>Group A    | B组(n=16)<br>Group B      | A组(n=41)<br>Group A    | B组(n=16)<br>Group B      |
| 矢状面垂直轴<br>SVA(mm)        | 65.27±61.33         | 69.58±62.36         | 14.38±25.67            | 42.62±31.22 <sup>①</sup> | 27.32±26.21            | 78.19±32.65 <sup>①</sup> |
| 胸椎后凸<br>TK(°)            | 18.25±12.57         | 17.47±15.24         | 23.65±5.84             | 22.58±7.61               | 25.73±8.93             | 26.16±7.59               |
| 腰椎前凸<br>LL(°)            | 21.78±14.25         | 24.12±15.36         | 42.38±9.27             | 31.31±8.33 <sup>①</sup>  | 37.14±10.26            | 29.27±9.35 <sup>①</sup>  |
| 骨盆入射角<br>PI(°)           | 48.39±8.36          | 51.28±9.12          | 47.62±8.47             | 51.33±9.84               | 48.95±8.89             | 52.15±9.69               |
| 骨盆倾斜角<br>PT(°)           | 25.61±10.44         | 30.24±11.59         | 15.27±4.54             | 20.35±10.69 <sup>①</sup> | 20.34±4.28             | 29.81±5.13 <sup>①</sup>  |
| 骶骨倾斜角<br>SS(°)           | 22.78±10.35         | 21.04±10.84         | 32.35±9.52             | 30.98±9.63               | 28.61±8.27             | 22.34±9.53 <sup>①</sup>  |
| 腰椎前凸指数<br>LLI            | 0.45±0.18           | 0.47±0.21           | 0.89±0.13              | 0.61±0.14 <sup>①</sup>   | 0.76±0.11              | 0.56±0.12 <sup>①</sup>   |
| 腰椎前凸丢失值<br>Loss of LL(°) | 42.47±12.74         | 41.87±13.59         | 21.41±10.25            | 34.69±10.29 <sup>①</sup> | 27.44±11.31            | 37.24±10.84 <sup>①</sup> |

注:①同时点 A 组比较  $P<0.05$

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

以将 PI-LL 重建至正常范围内,而如果 PI-LL 重建不佳将会降低患者远期生活质量,引起腰背痛,并增加内固定失败的风险。与 PI-LL 类似,异常减小的 LLI 同样是 PI 与 LL 之间不匹配的体现。Roussouly 等<sup>[14]</sup>根据 PI 的大小和腰椎前凸的形态提出正常人脊柱骨盆的四种形态,认为 PI 较大的患者通常存在较大的 LL,因此通过手术恢复正常的 PI 与 LL 匹配程度具有重要意义。Smith 等<sup>[15]</sup>证实了在手术和非手术成人脊柱畸形患者中,PI-LL 的改变与 SF-36 评分和 SRS-22 评分均存在显著相关性,即 PI-LL 恢复越好,生活质量评分越高。Schwab 等<sup>[3]</sup>比较了手术组和非手术组患者的矢状面参数,发现两组间 PI-LL 的差异存在统计学意义,并认为  $PI-LL>11^{\circ}$  与 ODI 评分  $>40\%$  显著相关。因此同样反映 PI 与 LL 匹配程度的 LLI 的临床意义也需要得到重视。本研究结果显示,如果术后即刻 LLI 重建不佳,即 PI 与 LL 之间未能通过手术矫形而匹配,与术后即刻 SVA 重建不佳有相关性( $r=-0.316$ ),并且将在随访中引起 SVA 前移、和/或骨盆后旋,导致矢状面处于失代偿状态。Barrey 等<sup>[16]</sup>认为脊柱主要通过骨盆后旋、腰椎前方张开及胸椎后凸的减少代偿矢状面的失平衡,因此本研究中随访时出现的骨盆后旋主要是因为脊柱为了代偿术后即刻重建不佳的 SVA 而出现的。

在本研究中,术前 A 组 LLI 为  $0.45\pm0.18$ ,B 组为  $0.47\pm0.21$ ,均小于正常成年人的 LLI ( $LLI=1.08$ )<sup>[17]</sup>。这一结果也提示术前 LLI 并不能预测术后和随访的疗效,因为术中矫形的程度尤其是截骨术的使用对矢状面重建起到决定性的效果。在 Boissiere 等<sup>[12]</sup>的研究中,术前 LLI 在行截骨术组和非截骨术组间存在显著性差异,而且  $LLI<0.5$  还与截骨术存在显著相关性( $r=0.94$ )。但该研究是一项回顾性研究,对象是已经根据其他依据做出行截骨术或非截骨术手术策略的患者,因此我们认为虽然需要认识到术前 PI 与 LL 不匹配在退变性脊柱侧凸评估中的重要性,但是我们不推荐将 LLI 或者 PI-LL 作为选择手术术式的指标,因为这一术前指标无法指导截骨术式、节段和截骨角度的选择。同样,在讨论中 Boissiere 等<sup>[12]</sup>也认为 LLI 的主要临床意义在于提示脊柱外科医师在术前评估时注意患者的矢状面处于非正常状态,提醒脊柱外科医生在制定手术策略时需要考虑矢状面序列的重建,以及在术后即刻评估远期随访中的临床疗效。

本研究还分析了 LLI 与脊柱骨盆矢状面参数的相关性。结果显示术前 LLI 不仅与 PI、LL、PT 和 SVA 有显著相关性,而且与 LL 丢失值显著相关,但与 TK 和 SS 无相关性。LLI 与 PI、LL 之间的相关性显而易见。Boissiere 等<sup>[6]</sup>在提出 LLI 这一概念

时就指出 LLI 是衡量矢状面异常排列的指标。而矢状面的异常排列往往同时合并矢状面失平衡 (SVA 前移) 或合并为了代偿 SVA 前移而出现的骨盆后旋, 即增大的 PT<sup>[14]</sup>。在本研究中, 先使用文献报道的公式计算出 LL 的理想值, 继而计算 LL 丢失值, 与文献报道的方法<sup>[7]</sup>一致。本研究结果显示 LLI 与 LL 丢失值显著相关, 不仅因为 LLI 和 LL 丢失值都通过 PI 计算得到, 更由于 LLI 和 LL 丢失值均可反映退变性脊柱侧凸患者脊柱骨盆矢状面的异常排列, 因此这一结果与 Boissiere 等<sup>[12]</sup>的结论一致。同时由于 LL 理想值的计算公式提出较早, 目前临床已经较少使用。根据本文的数据, 即使 A 组患者 LL 也难以恢复到根据公式计算的 LL 理想值, 而根据  $LL=PI\pm 10^\circ$  的原则, A 组患者的 LL 恢复程度已经达到标准, 因此我们更推荐 LLI 和 PI-LL 这两个参数应用在临床评估中。

尽管本研究首次证实了通过评估术后即刻 LLI 重建效果可预测随访中矢状面是否会出现失代偿, 但本研究还存在一定缺陷。本研究为回顾性研究, 使用不同的术式等因素将影响研究结果。本研究中两组患者的术式选择依据为影像学评估和身体耐受性的评估<sup>[10]</sup>。为了进一步明确 LLI 的影响, 需要进行前瞻性研究, 将除 LLI 之外的影响因素尽可能均一化。

综上所述, 术前 LLI 对患者术后矢状位平衡并无显著性影响; 术后即刻的 LLI 可以用来预测退变性脊柱侧凸患者随访中矢状面平衡情况。良好的术后 LLI 重建可以降低随访中脊柱矢状面失平衡的风险。

#### 4 参考文献

- 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, 2009, 34(17): E599-606.
- 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, 2009, 34(15): E519-527.
- 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.
- 朱锋, 鲍虹达, 邱勇, 等. 比较经椎弓根与 Smith-Peterson 截骨对退变性侧后凸畸形冠状矢状面平衡重建的影响[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(4): 347-354.
- Terran J, Schwab F, Shaffrey CI, et al. The SRS-Schwab adult spinal deformity classification: assessment and clinical correlations based on a prospective operative and nonoperative cohort[J]. Neurosurgery, 2013, 73(4): 559-568.
- Boissiere L, Bourghli A, Vital JM, et al. The lumbar lordosis index: a new ratio to detect spinal malalignment with a therapeutic impact for sagittal balance correction decisions in adult scoliosis surgery[J]. Eur Spine J, 2013, 22(6): 1339-1345.
- Legaye J, Duval-Beaupere G. Sagittal plane alignment of the spine and gravity: a radiological and clinical evaluation [J]. Acta Orthop Belg, 2005, 71(2): 213-220.
- 汪飞, 孙旭, 朱锋, 等. 成人特发性脊柱侧凸患者 SRS-22 简体中文版问卷评分的影响因素分析 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(9): 821-826.
- 邱勇. 重视成人脊柱畸形矫正中脊柱-骨盆矢状面平衡的重建 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(3): 193-195.
- Schwab F, Ungar B, Blondel B, et al. Scoliosis Research Society-Schwab adult spinal deformity classification: a validation study[J]. Spine, 2012, 37(12): 1077-1082.
- Liu Y, Liu Z, Zhu F, et al. Validation and reliability analysis of the new SRS-Schwab classification for adult spinal deformity[J]. Spine, 2012, 38(11): 902-908.
- Boissiere L, Vital JM, Aunoble S, et al. Lumbo-pelvic related indexes: impact on adult spinal deformity surgery[J]. Eur Spine J, 2015, 24(6): 1212-1218.
- 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的关系[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(2): 110-115.
- Roussouly P, Pinheiro-Franco JL. Sagittal parameters of the spine: biomechanical approach[J]. Eur Spine J, 2011, 20 (Suppl 5): 578-585.
- Smith JS, Klineberg E, Schwab F, et al. Change in classification grade by the SRS-Schwab Adult Spinal Deformity Classification Predicts Impact on Health-Related Quality of Life Measures: prospective analysis of operative and non-operative treatment[J]. Spine, 2013, 38(19): 1663-1671.
- Barrey C, Roussouly P, Perrin G, et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine: can we identify the compensatory mechanisms[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 626-633.
- Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese population [J]. Spine, 2014, 39(1): E1-6.

(收稿日期: 2015-06-09 末次修回日期: 2016-04-05)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 李伟霞)