

临床论著

远端融合节段选择对退变性脊柱侧后凸患者
矫形术后骨盆入射角变化的影响

钱至恺, 刘臻, 胡宗杉, 汤子洋, 阿布都哈卡尔·克拉木, 邱勇, 朱泽章

(南京医科大学鼓楼临床医学院骨科 210008 南京市)

【摘要】目的:探讨远端不同融合节段对退变性脊柱侧后凸患者矫形术后骨盆入射角(pelvic incidence, PI)变化的影响。**方法:**回顾性分析 2010 年 5 月~2018 年 4 月因退变性脊柱侧后凸于我院行后路矫形长节段融合内固定手术患者的病历资料,男 5 例,女 37 例;年龄 50~69 岁(60.6 ± 6.9 岁)。按远端融合节段不同分为两组:融合至 L5 纳入 A 组(14 例),融合至骨盆纳入 B 组(28 例)。测量并记录两组患者术前的侧凸 Cobb 角、局部后凸角(regional kyphosis, RK)和术前、术后的腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL)、脊柱矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA)、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)及骶骨倾斜角(sacral slope, SS),比较两组患者术后 PI 改变的差异,分析其与术前矢状面参数的关系。**结果:**两组患者的术前冠状面 Cobb 角度、RK、内固定节段数、性别分布、年龄均无统计学差异($P > 0.05$)。A 组患者术前和术后 PI 分别为 $46.4^\circ \pm 16.7^\circ$ 和 $44.1^\circ \pm 13.6^\circ$,无显著性差异($P = 0.104$)。B 组患者术前 PI 为 $50.9^\circ \pm 13.6^\circ$,术后减少至 $44.0^\circ \pm 13.7^\circ$,差异有显著性($P < 0.05$),其中 15 例(53.6%)患者术后与术前相比 PI 减少大于 5° 。术前 A 组的 PI-LL 显著小于 B 组($P = 0.015$),而 LL 显著大于 B 组($P = 0.032$);两组术后 PI 改变(ΔPI)有统计学差异($P = 0.04$)。相关性分析结果显示 B 组 ΔPI 与术前 PI($P = 0.009$)、术前 LL($P = 0.020$)、术前 PI-LL($P = 0.0003$)和术前 PT($P = 0.006$)有显著相关性,线性回归分析 $\Delta PI = -3.117 + 0.201 \times \text{术前 PI} - 0.116 \times \text{术前 LL}$ 。**结论:**后路矫形长节段融合固定治疗退变性脊柱侧后凸患者中,远端融合至骨盆的患者相较于融合至 L5 的患者术后更有可能出现 PI 的显著性降低;融合至骨盆的患者术后 PI 的显著改变可能与术前较大的 PI 和术前更大程度的矢状位失平衡相关。

【关键词】脊柱侧凸;脊柱后凸;退变性;融合节段;骨盆入射角

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.06.01

中图分类号:R682.3, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2021)-06-0481-07

The influence of different fusion segments on pelvic incidence in patients with degenerative scoliosis/
QIAN Zhikai, LIU Zhen, HU Zongshan, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31(6):
481-487

【Abstract】 Objectives: To investigate the influence of different fusion segments on pelvic incidence in patients with degenerative scoliosis. **Methods:** The present study reviewed patients with degenerative kyphoscoliosis who underwent posterior long fusion between May 2010 and April 2018. 42 patients were included in our study, and among which there were 5 males and 37 females, with a mean age of 60.6 ± 6.9 years old (50-69). According to different distal fusion segment, patients were divided into two groups, group A (fused at L5, 14 patients) and group B (fused at pelvis, 28 patients). The Cobb's angle, regional kyphosis(RK), lumbar lordosis(LL), sagittal vertical axis(SVA), pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), and sacral slope(SS) were recorded before and after operation. The differences of pelvic incidence postoperatively between the two groups were compared and their relationships with the parameters of sagittal plane before operation were analyzed. **Results:** There was no significant difference in Cobb's angle, regional kyphosis(RK), number of internal fixation segments, gender, and age between the two groups at pre-operation. The pelvic incidence changed from $46.4^\circ \pm 16.7^\circ$ preoperatively to $44.1^\circ \pm 13.6^\circ$ postoperatively without statistical significance($P = 0.104$) in group A, while it

基金项目:国家自然科学基金面上项目(82072518);江苏省临床医学中心(YXZX2016009)

第一作者简介:男(1996-),住院医师,研究方向:脊柱外科

电话:(025)83106666 E-mail:zhikaiqian@foxmail.com

通讯作者:朱泽章 E-mail:zhuzezhang@126.com

significantly decreased from $50.9^{\circ} \pm 13.6^{\circ}$ to $44.0^{\circ} \pm 13.7^{\circ}$ ($P < 0.05$) in group B, with a postoperative decrease of more than 5° in 15 patients (53.6%). Inter-group analysis showed that changes in PI, preoperative PI-LL and postoperative LL were significantly different between both groups. Correlation analysis showed that the changes in PI, preoperative LL and PI were significantly associated. The formula provided by the regression analysis was $\Delta PI = -3.117 + 0.201 \times \text{PrePI} - 0.116 \times \text{PreLL}$. **Conclusions:** In patients with degenerative scoliosis who underwent posterior long segment internal fixation, the pelvic incidence is more possible to decrease significantly in those utilizing S2-alar-iliac screws rather than those fixed distally to L5. The significant change of pelvic incidence in pelvic fixation group may be related to larger PI and greater degree of sagittal imbalance before operation.

【Key words】 Scoliosis; Kyphosis; Lumbar degeneration; Spinal fusion; Pelvis incidence

【Author's address】 Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

退变性脊柱侧后凸 (degenerative kyphoscoliosis) 是因脊柱退变性改变所致的一种成人脊柱冠状面伴矢状面畸形, 表现为胸腰椎侧凸伴矢状面后凸畸形或腰椎前凸丢失^[1]。重度退变性脊柱侧后凸患者会出现脊柱矢状面和冠状面失平衡, 保守治疗对此类患者往往效果不佳, 需完善评估手术治疗的可能性^[2]。手术治疗的目的是减压神经根、缓解腰背痛, 同时完成对脊柱矢状面和冠状面的平衡重建^[3]。骨盆入射角 (pelvic incidence, PI) 是描述骨盆形状的解剖学参数, 在骨骼发育成熟以后往往被认为是相对恒定的^[4-6]。既往研究提出, 在术前应通过矢状位脊柱骨盆参数对脊柱矢状面代偿情况进行评估, PI 因其相对恒定的特性, 对于脊柱矫形手术具有重要意义^[6-8]。Schwab 等^[8]提出重建矢状面的平衡应使术后腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL) 与 PI 相匹配 ($LL = PI \pm 9^{\circ}$)。朱锋等^[9]提出为了提高患者术后远期生活质量, 减少腰背痛, 降低内固定失败的风险, 术前应根据相对固定的 PI 规划手术方案, 获得理想的术后 PI-LL, 以完成术后矢状面平衡的重建。但是近年有多项研究提出, 脊柱矫形融合手术后患者的 PI 相较术前可能会发生改变。在 Lee 等^[10]和 Cecchinato 等^[11]的研究中, 脊柱侧凸患者术后的 PI 较术前增加 $>5^{\circ}$ 。但是, 在 Oba 等^[12]和 Tseng 等^[13]的研究中, 长节段固定至骨盆的患者术后 PI 相较术前显著性下降。然而, 远端固定节段的选择是否影响术后 PI 的改变仍不明确。本研究回顾性分析在我院分别选择固定至 L5 和固定至骨盆的两组退变性脊柱侧后凸患者手术前后的影像学资料, 旨在探讨不同融合节段对退变性脊柱侧后凸患者矫形术后 PI 变化的影响, 分析与 PI 变化相关的潜在因素。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2010 年 5 月~2018 年 4 月因退变性脊柱侧后凸于我院行后路矫形长节段融合内固定手术患者的资料。病例纳入标准: (1) 明确诊断为退变性脊柱侧后凸畸形; (2) 均在我科接受长节段后路减压融合内固定手术, 手术固定节段 ≥ 5 个椎体; (3) 选择 L5 远端融合椎或采用第 2 骶椎骶髂螺钉 (S2-alar-iliac, S2AI) 固定至骨盆。 (4) 在患者手术前与手术后均拍摄站立位全脊柱正侧位 X 线片, 各椎体均清晰暴露方便后续准确测量影像学数据。排除标准: (1) 术后失访或影像学资料缺失; (2) 既往有脊柱手术史。共纳入 42 例患者, 男 5 例, 女 37 例; 年龄 50~69 岁 (60.6 ± 6.9 岁)。根据远端融合节段不同分别纳入 A 组 (融合至 L5, 14 例) 和 B 组 (融合至骨盆, 28 例)。

1.2 影像学参数测量

两组患者于手术前与手术后均在我院放射医学科拍摄站立位全脊柱正侧位 X 线片, 成像清晰并椎体暴露完整方便后续测量冠状面和矢状面影像学参数。所有患者的影像学参数均由两位脊柱外科医生采用 Surgimap 系统进行测量, 取两位医生测量的平均值, 同时对 PI 的测量数据进行可靠性检验。测量参数包括: (1) 侧凸 Cobb 角, 站立位全脊柱正位 X 线片上主弯上端椎与下端椎之间脊柱侧凸角度。 (2) 局部后凸角 (regional kyphosis, RK), 通过站立位全脊柱侧位片测量最倾斜的上腰椎上终板与最倾斜的下腰椎下终板切线之间夹角。 (3) LL, T12 下终板与 S1 上终板间的 Cobb 角, 前凸记录为正值, 后凸记录为负值。 (4) 脊柱矢状面平衡 (sagittal vertical axis, SVA), S1 椎体后

上角至 C7 椎中垂线的水平距离。(5)PI 与 LL 匹配程度,PI-LL。(6)PI,S1 上终板中点与双侧股骨头中点连线与经 S1 上终板中点垂线相交所成夹角。(7)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相交所成夹角。(8)骶骨倾斜角(sacral slop,SS),S1 上终板与水平线相交所成夹角。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 22 统计软件(SPSS 公司,美国)进行统计学分析。计量资料均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,手术前后影像学测量参数比较均采用配对 t 检验,两组间的差异分析采用独立样本 Mann-Whitney 检验。 $P < 0.05$ 为有显著性差异。采用可靠性分析得出两位观察者 PI 测量数据的同类相关性以评估观察者之间的可靠性;Pearson 相关分析对是否融合至骨盆与 PI 变化之间的相关性,同时分析术前各影像学参数与 PI 变化之间的相关性,以此作为初步筛选工具,筛选出可能的影响因素($P < 0.05$),继而进行回归分析;线性回归模型分析可能的参数对 PI 变化的影响。

2 结果

两组患者的一般资料见表 1。两组患者术前冠状面 Cobb 角度、RK、内固定节段数和随访时间均无统计学差异($P > 0.05$)。A 组 4 例行经椎弓根椎体截骨术(pedicle subtraction osteotomy,PSO),3 例截骨部位为 L1 节段,1 例为 L2 节段,10 例行常规单纯后路内固定术;随访中有 1 例患者出现远端交界性后凸伴矢状面失平衡,后失访。B 组 3 例行 Smith-Petersen 截骨术(SPO),10 例行经椎弓根椎体截骨术(PSO),2 例截骨部位为 L1 节段,2 例为 L2 节段,2 例为 L3 节段,4 例为 L4 节段,15 例行常规单纯后路内固定术;术中 2 例发生硬脊膜撕裂,术后 CT 扫描示 1 例患者螺钉松动,其余患者 S2AI 螺钉位置良好,无断裂;在随访过程中有 3 例患者出现近端交界性后凸,1 例患者出现断棒。

观察者之间术前和术后 PI 测量的可靠性极佳(表 2)。两组患者术前和术后即刻矢状面脊柱骨盆参数测量结果见表 3。A 组术后 PI 较术前无显著性差异($P = 0.104$),术后 PT、SS 及 LL 相较术前有显著性改变($P < 0.05$),PT 较术前显著性减少($P = 0.005$),SS、LL 显著性增加($P = 0.017$ 、 0.046);

SVA 较术前无显著性改变($P = 0.228$)(图 1)。B 组患者术后 PI 较术前显著性降低($t = 5.011$, $P = 0.0003$),平均减少 $6.9^\circ \pm 7.2^\circ$,其中 15 例(53.6%)患者与术前相比 PI 减少 $> 5^\circ$ (图 2)。术后 PT、SS、LL 和 SVA 较术前均有显著性改变($P < 0.05$),PT、SVA 较术前显著性减少($P < 0.001$ 、 $= 0.003$);SS、LL 显著性增加($P = 0.041$ 、 < 0.001)。

A 组患者与 B 组患者的 PI 改变有显著性差异($P = 0.021$),术前 LL($P = 0.032$)和术前 PI-LL($P = 0.015$)亦存在显著性差异。两组患者术前 PT、术后 PT、术前 SS、术后 SS 均无统计学差异($P > 0.05$)。A 组患者术前 PI-LL 和术前 SVA 比 B 组患者小,而术前 LL 较大。

相关分析结果显示,PI 改变与退变性侧后凸患者远端融合至骨盆显著相关($P = 0.023$)。分析 B 组各术前影像学参数与 PI 变化之间的相关性,结果显示,术后 PI 的改变与术前 PI-LL、术前 LL、术前 PI 和术前 PT 均有具有显著相关性(表 4)。术后 PI 改变与术前 LL 和术前 PI 存在显著的线性关系(表 5, $P < 0.05$), $\Delta PI = -3.117 + 0.201 \times \text{术前 PI} - 0.116 \times \text{术前 LL}$ 。

表 1 两组患者的一般资料

Table 1 The general condition of the two groups of patients

	A组(n=14) Group A	B组(n=28) Group B
年龄(岁) Age(years)	58.7±7.2	61.5±6.7
性别(男/女) Gender(male/female)	3/11	2/26
术前冠状面 Cobb 角(°) Cobb's angle	32.9±4.0	29.4±2.9
矢状面 RK 角(°) Regional kyphosis	37.6±2.9	34.0±3.4
内固定节段数(个) Number of internal fixation segments	8.9±1.4	8.8±2.1
随访时间(月) Follow-up time	34.2±7.9 24~84	35.6±7.2 24~72

表 2 术前和术后 PI 的观察者间可靠性分析

Table 2 Interobserver reliability analysis of preoperative and postoperative PI

	组内相关系数 Intraclass correlation coefficient
术前 PI Preoperative PI	0.993(0.989,0.996)
术后 PI Postoperative PI	0.997(0.994,0.998)

表 3 两组患者术前、术后脊柱矢状位参数

Table 3 Preoperative and postoperative sagittal parameters of the two groups of patients

	A组 (n=14)/Group A			B组 (n=28)/Group B		
	术前 Preoperative	术后 Postoperative	改变 Changes	术前 Preoperative	术后 Postoperative	改变 Changes
骨盆入射角(°) Pelvic incidence(PI)	46.4±16.7	44.1±13.6	2.3±4.9	50.9±13.6	44.0±13.7 ^①	6.9±7.2 ^②
骨盆倾斜角(°) Pelvic tilt(PT)	27.2±13.7	19.9±11.9	7.3±8.0 ^①	30.8±11.2	20.6±10.2 ^①	10.2±11.3
骶骨倾斜角(°) Sacral slope(SS)	19.2±8.5	24.2±7.6	5.0±6.8 ^①	19.4±13.2	24.1±8.6 ^①	4.6±11.5
腰椎前凸角(°) Lumbar lordosis(LL)	23.1±14.8	32.4±11.1	13.2±16.7 ^①	7.1±24.8 ^②	32.5±17.7 ^①	21.5±26.3
脊柱矢状面平衡(mm) Sagittal vertical axis(SVA)	36.3±27.6	22.1±39.8	14.2±42.0	49.9±54.9	21.1±30.1 ^①	28.8±46.6
PI与 LL 匹配程度(°) PI-LL	23.3±22.4	11.7±16.86	11.5±16.2	43.8±25.8 ^②	11.50±22.83	32.0±29.0 ^②

注:①与同组术前比较 $P<0.05$;②与 A 组比较 $P<0.05$

Note: Compared with preoperation of the same group, $P<0.05$; Compared with group A, $P<0.05$

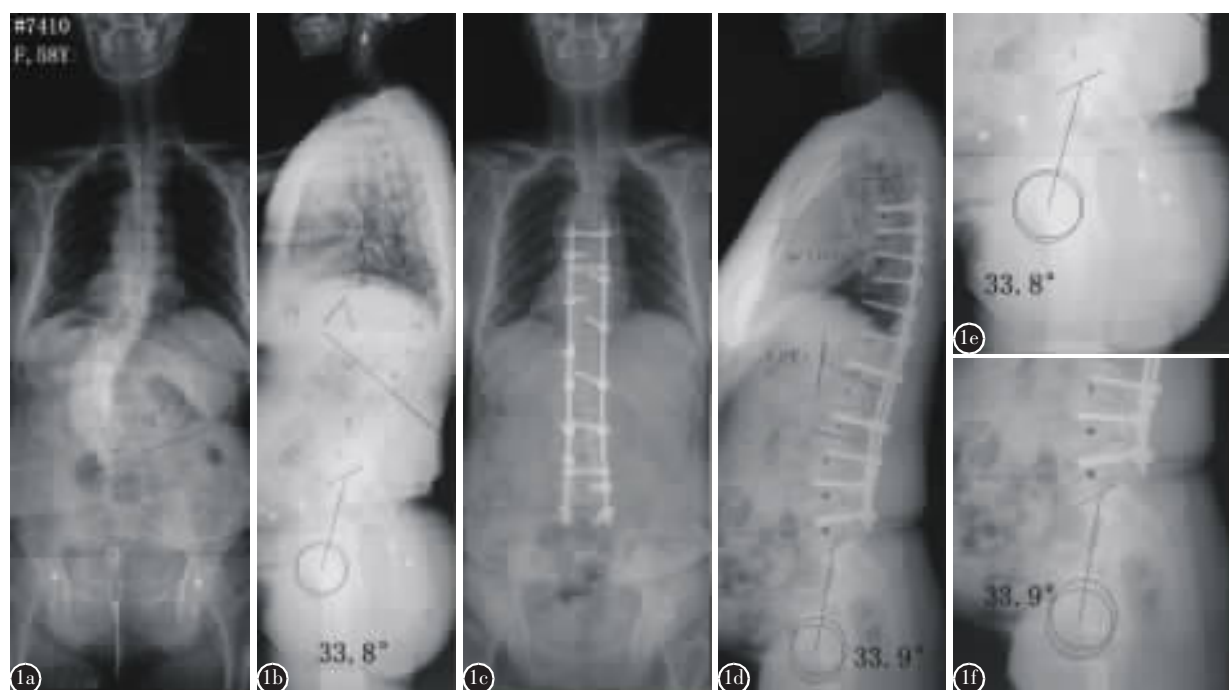


图 1 A 组患者,女,58 岁,退变性脊柱侧后凸畸形 a、b 术前全脊柱正位、侧位 X 线片示患者冠状面侧凸 Cobb 角 45.0°,矢状面腰椎前凸角(LL)33.8°,骨盆入射角(PI)33.8°,骨盆倾斜角(PT)11.4°,骶骨倾斜角(SS)22.4° c、d (远端固定至 L5)术后全脊柱正位、侧位 X 线片示冠状面和矢状面平衡恢复良好,T6 融合至 L5,术后 LL 为 44.7°,PI 为 33.9°,PT 为 8.0°,SS 为 25.9° e、f 侧位局部放大图

Figure 1 A female patient of group A, 58 years old, degenerative kyphoscoliosis a, b Preoperative radiographs showed the main Cobb's angle of 45.0°, LL 33.8°, PI 33.8°, PT 11.4°, and SS 22.4° c, d Postoperative radiographs showed well reconstruction of coronal and sagittal balance, T6 to L5(LL 44.7°; PI 33.9°; PT 8.0°; SS 25.9°) e, f Lateral view of partial enlargement

3 讨论

PI 是一个重要的解剖学参数,它表明了骶骨与骨盆的相对关系^[6,14]。同时,直接影响骨盆的参数还有 PT 和 SS。既往的研究认为,PI 存在个体间

的差异,但不受拍片时位置和体位的影响^[6]。尽管有研究认为 PI 会随着年龄的增长而改变^[15,16],但是 PI 通常被认为在成年后会达到一种稳定状态,不随年龄的递增和脊柱的退变而改变^[4-6,17]。也有

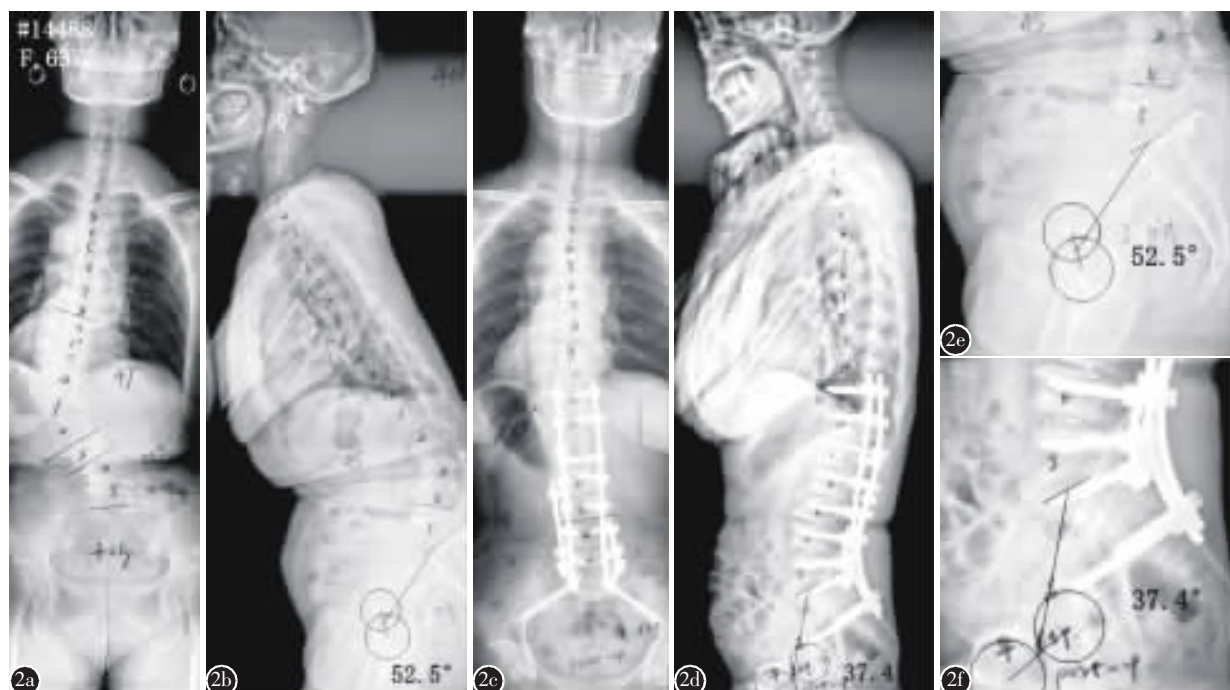


图 2 B 组患者,女,63 岁,退变性脊柱侧后凸畸形 a、b 术前全脊柱正位、侧位 X 线片示患者冠状面侧凸 Cobb 角 47.0° ,矢状面腰椎前凸角(LL) -20.9° ,骨盆入射角(PI) 52.5° ,骨盆倾斜角(PT) 34.1° ,骶骨倾斜角(SS) 18.4° c、d (远端固定至骨盆)术后全脊柱正位、侧位 X 线片示冠状面和矢状面平衡恢复良好,T11 融合至 S2,术后 LL 为 41.2° ,PI 为 37.4° ,PT 为 6.3° ,SS 为 31.1° e、f 侧位局部放大图

Figure 2 A female patient of group B, 63 years old, degenerative kyphoscoliosis a, b Preoperative radiographs showed the main Cobb's angle of 47.0° , LL -20.9° , PI 52.5° , PT 34.1° , and SS 18.4° c, d Postoperative radiographs showed well reconstruction of coronal and sagittal balance, T11 to S2(LL 41.2° ; PI 37.4° ; PT 6.3° ; SS 31.1°) e, f Lateral view of partial enlargement

表 4 术后 PI 改变与术前矢状位影像学参数的相关性

Table 4 Correlation between PI change and preoperative sagittal imaging parameters

	r 值 r value	P 值 P value
术前 PI Preoperative PI	0.397	0.009
术前 PT Preoperative PT	0.421	0.006
术前 SS Preoperative SS	-0.017	0.914
术前 LL Preoperative LL	-0.358	0.020
术前 PI-LL Preoperative PI-LL	0.532	0.0003
术前 SVA Preoperative SVA	0.131	0.408

一些研究认为,在特定的情况下,PI 的值可能会发生改变,其原因归根结底是骶骨与骨盆相对位置的改变,一方面是骶髂关节并没有完全固化,存在潜在活动可能,可以在体位改变或者负重增加的情况下发生相对的位移或旋转^[18,19]。Legaye 等^[6]

表 5 术后 PI 改变与术前矢状面参数的线性回归模型

Table 5 Linear regression model of PI change and preoperative sagittal parameters

	术前 PI Preoperative PI	术前 LL Preoperative LL
非标准化系数 Unstandardized coefficients	0.201	-0.116
标准化系数 Standardized coefficients	0.425	-0.389
P 值 P value	0.003	0.006

注: $R^2=0.308$

Note: $R^2=0.308$

和 Jean^[16]认为骶髂关节的移动性是 PI 变化的一个假设原因,是重力的改变和骨盆的代偿性后旋增大了骶髂关节的应力。另外一方面则可能是因为骶髂关节的退变,导致骶骨后移,使得 PI 增大。Jean 在 60 岁以上的受试者中,发现 PI 与年龄有很强的相关性^[16]。

有许多研究开始注意到,脊柱矫形融合手术后患者的 PI 相较术前可能会发生改变,但是既往

研究的结果并不一致。Lee 等^[10]的研究中,患者的 PI 术前平均为 49.4° , 术后上升至 55.2° 。Cecchinato 等^[11]的研究中,长节段固定至 S1 的老年患者的 PI 术前平均为 52.5° , 术后上升至 57.7° 。Oba 等^[12]的研究中,长节段固定至骨盆(髂骨钉)患者的 PI 术前平均为 51.8° , 术后下降至 48.1° 。Tseng 等^[13]的研究中,55%长节段固定至骨盆(S2AI 螺钉)的患者术后 PI 相较术前显著下降。这些研究中的远端固定节段不一,结果也不一致。远端固定节段的选择是否影响术后 PI 的改变仍不明确,不同的远端融合节段选择可能是影响术后 PI 改变的因素。本研究回顾性分析了在我院分别选择固定至 L5 和骨盆固定(S2AI)的两组退变性脊柱侧后凸患者手术前后的影像学资料,研究脊柱矫形术后 PI 改变是否与融合至骨盆相关。同时,通过相关分析和回归分析,对 PI 改变与术前影像学参数的关系进行研究。

本研究中,B 组术后 PI 发生了显著性改变,术前平均为 $50.9^{\circ}\pm 13.6^{\circ}$, 术后减少至 $44.0^{\circ}\pm 13.7^{\circ}$ ($P<0.01$),其中 53.6%患者术后与术前相比 PI 减少 $>5^{\circ}$ 。本研究的结果与 Tseng 等^[13]和 Ishida 等^[20]的研究一致,远端采用骨盆固定的患者术后 PI 可能下降。Cecchinato 等^[11]提出在手术台上强迫髋部和腰椎伸展会导致骶骨向骨盆的后旋,导致术中 PI 下降,而骨盆固定,将会固定 PI 的变化,导致术后观察到 PI 下降。Ishida 等^[20]认为可能是在术中 S2AI 螺钉的置入过程中,骶髂关节位置发生的轻微改变影响了 PI。而 A 组患者术前 PI 为 $46.4^{\circ}\pm 16.7^{\circ}$, 术后为 $44.1^{\circ}\pm 13.6^{\circ}$, 无显著性差异 ($P=0.104$)。考虑到对于影像参数的人工测量存在误差,并且在成像时骨盆的旋转同样会影响到 PI 的测量^[21],所以这样的术前术后 PI 数据上的差异不能被认为有意义。两组患者术后 PI 的改变 ($P=0.04$)有显著性差异,说明远端固定椎的选择可能是影响患者术后 PI 改变的一个关键因素。

在本研究中,相关性和线性回归分析的结果表明,退变性脊柱侧后凸患者的术前 PI 和 LL 较大,则术后 PI 下降更大。这与 Jean^[16]提出的观点相符,术前脊柱骨盆矢状位的失平衡可能是导致 PI 改变的原因。本研究中,B 组的术前 PI-LL 显著大于 A 组 ($P=0.015$),也佐证了这个观点。

退变性脊柱侧后凸患者术后获得满意临床结果的关键是恢复正常的矢状位平衡^[6]。Schwab 等

提出重建矢状面的平衡应使术后 LL 与 PI 相匹配 ($LL=PI\pm 9^{\circ}$)^[8,22]。此公式被广泛应用于预测患者的最佳 LL^[23]。术中测量 PI 和 LL 及其相互关系可能是实现适当的矢状位排列的基础,尤其是进行骨盆固定的患者。事实上,矢状面矫正目标的计算大多是根据术前 PI 进行的^[11]。因此在手术实施前,手术医生需要通过术前的 PI 来规划术后的 PI-LL。而在术后 PI 可能下降的情况下,会有发生矫治过度的可能性。本研究中 B 组患者中有 15 例 (53.6%)术后与术前相比 PI 减少 $>5^{\circ}$,在随访中 3 例出现近端交界性后凸,1 例出现断棒,4 例术后 PI-LL 中位数为 -17.5° ($-18.9^{\circ}\sim -10.5^{\circ}$),PI 改变中位数为 9.0° ($7.4^{\circ}\sim 13.1^{\circ}$)。这表明,对于术前有较大 LL 和 PI 且准备采取长节段固定至骨盆的退变性侧后凸患者,临床医生应注意术后 PI 降低的可能性,而术后的 PI-LL 值可能会与预测值不同。

总之,在行后路长节段矫形融合固定治疗的退变性脊柱侧后凸患者中,融合至骨盆的患者相较于融合至 L5 的患者更有可能会出现术后 PI 的显著降低。对于采取 S2AI 骨盆固定的患者,术前 PI 较大是术后 PI 改变的相关性因素。提示在为退变性脊柱侧后凸患者制定矫形手术方案时,为了恢复正常的矢状位和冠状位平衡,应注意到 PI 的变化对于矢状面重建的影响。但本研究为单中心回顾性研究,入组病例数量相对较少,无法系统分析相关因素影响 PI 改变的具体原因,需要更多的病例和术后随访数据来进一步证实本研究的结果。其次,脊柱矫形手术的方案因患者具体的病情而制定,并存在多种因素影响手术方案的选择,在病例的选择上可能存在偏倚。

4 参考文献

1. 陈其昕, 闻君侠, 李方财, 等. 不同远端固定椎对退变性腰椎侧凸长节段后路融合疗效的影响 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2014, 24(8): 710-716.
2. Bradford DS, Tay BK, Hu SS. Adult scoliosis: surgical indications, operative management, complications, and outcomes[J]. Spine, 1999, 24(24): 2617-2629.
3. Simmons ED. Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis[J]. Clin Orthop Relat Res, 2001, 384: 45-53.
4. Duval-Beaupere G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position [J]. Ann Biomed Eng, 1992, 20(4): 451-462.

5. Le Huec JC, Demezon H, Aunoble S. Sagittal parameters of global cervical balance using EOS imaging: normative values from a prospective cohort of asymptomatic volunteers [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(1): 63–71.
6. Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves[J]. *Eur Spine J*, 1998, 7(2): 99–103.
7. 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.
8. 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.
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临床疗效的关系[J]. *中华外科杂志*, 2015, 53(2): 110–115.
10. Lee JH, Na KH, Kim JH, et al. Is pelvic incidence a constant, as everyone knows? Changes of pelvic incidence in surgically corrected adult sagittal deformity[J]. *Eur Spine J*, 2016, 25(11): 3707–3714.
11. Cecchinato R, Redaelli A, Martini C, et al. Long fusions to S1 with or without pelvic fixation can induce relevant acute variations in pelvic incidence: a retrospective cohort study of adult spine deformity surgery[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(4): 436–441.
12. Oba H, Ebata S, Takahashi J, et al. Loss of pelvic incidence correction after long fusion using iliac screws for adult spinal deformity: cause and effect on clinical outcome [J]. *Spine*, 2019, 44(3): 195–202.
13. Tseng C, Liu Z, Bao H, et al. Long fusion to the pelvis with S2–alar–iliac screws can induce changes in pelvic incidence in adult spinal deformity patients: analysis of predictive factors in a retrospective cohort[J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(1): 138–145.
14. Schwab F, Lafage V, Patel A, et al. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient[J]. *Spine*, 2009, 34(17): 1828–1833.
15. Marty C, Boisaubert B, Descamps H, et al. The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients[J]. *Eur Spine J*, 2002, 11(2): 119–125.
16. Jean L. Influence of age and sagittal balance of the spine on the value of the pelvic incidence[J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(7): 1394–1399.
17. Mac-Thiong JM, Duong L, Parent S, et al. Reliability of the Spinal Deformity Study Group classification of lumbosacral spondylolisthesis[J]. *Spine*, 2012, 37(2): E95–102.
18. Place HM, Hayes AM, Huebner SB, et al. Pelvic incidence: a fixed value or can you change it[J]. *Spine J*, 2017, 17(10): 1565–1569.
19. Stuessen B, Uden A, Vleeming A. A radiostereometric analysis of movements of the sacroiliac joints during the standing hip flexion test[J]. *Spine*, 2000, 25(3): 364–368.
20. Ishida W, Elder BD, Holmes C, et al. Comparison between S2–alar–iliac screw fixation and iliac screw fixation in adult deformity surgery: reoperation rates and spinopelvic parameters[J]. *Global Spine J*, 2017, 7(7): 672–680.
21. Tyrakowski M, Wojtera–Tyrakowska D, Siemionow K. Influence of pelvic rotation on pelvic incidence, pelvic tilt, and sacral slope[J]. *Spine*, 2014, 39(21): E1276–1283.
22. 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.
23. Diebo BG, Henry J, Lafage V, et al. Sagittal deformities of the spine: factors influencing the outcomes and complications [J]. *Eur Spine J*, 2015, 24(1): S3–15.

(收稿日期:2020-12-07 末次修回日期:2021-02-25)

(英文编审 谭 啸)

(本文编辑 卢庆霞)