

青少年特发性脊柱侧凸的冠状位畸形 对矢状位参数的影响

胡攀攀, 于 淼, 刘晓光, 陈仲强, 刘忠军

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:探讨青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者的冠状位畸形和矢状位平衡间的关系。**方法:**回顾 2006 年 6 月~2012 年 10 月收治的 AIS 患者的影像学资料,测量参数包括:结构性侧凸的 Cobb 角、胸椎后凸(thoracic kyphosis, TK)、腰椎前凸(lumbar lordosis, LL)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)、骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、脊柱骶骨角(spine-sacral angle, SSA)以及 C7 转移比值(C7 translation ratio, C7TR)。记录患者侧凸的 Lenke 类型和 Roussouly 类型,比较不同 Lenke 曲线类型(curve types, CT)、Lenke 腰弯修正(lumbar modifiers, LM)、侧弯数量(curve amounts, CA)组间的矢状位参数;对冠、矢状面的参数进行相关性研究。**结果:**共获得 165 例 AIS 患者的影像学资料,男 45 例,女 120 例,平均年龄 14.8 ± 2.0 岁。Lenke 1 型 70 例,2 型 33 例,3 型 15 例,4 型 21 例,5 型 17 例,6 型 9 例。PI 平均值为 $43.0^\circ \pm 9.3^\circ$ 。不同 CT 组的 TK、PT 间的差异有统计学意义,其他参数间的差异无统计学意义。不同 CA 组的 TK、LL、PT 间的差异显著($P < 0.05$),而不同 LM 仅有 TK 不同($P < 0.05$)。不同侧凸类型患者的 Roussouly 类型的分布情况相似($P = 0.753$)。胸弯的 Cobb 角与 LL、SS、SSA 呈负相关($P < 0.05$),腰弯的 Cobb 角与矢状位参数间无显著相关性。**结论:**AIS 患者的冠状位畸形可影响部分矢状位参数的值,但不影响整体矢状位类型的分布情况。不同 AIS 类型的 TK、LL 和 PT 不同,而其他参数并无明显差异。脊柱侧凸矫形手术需要考虑冠、矢状位参数间的上述关系。

【关键词】青少年特发性脊柱侧凸;冠状位畸形;矢状位参数;影像学研究

doi:10.3969/j.issn.1004-406X.2015.06.06

中图分类号:R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2015)-06-0511-07

The influence of coronal deformity on sagittal parameters of adolescent idiopathic scoliosis/HU Panpan, YU Miao, LIU Xiaoguang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2015, 25(6): 511-517

【Abstract】 Objectives: To investigate the relationship between coronal deformity and sagittal alignments of patients with adolescent idiopathic scoliosis(AIS). **Methods:** The X-rays of AIS patients were retrospectively reviewed from June 2006 to October 2012. The parameters were measured included: Cobb angles of structural curves, thoracic kyphosis(TK), lumbar lordosis(LL), sacral slope(SS), pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), spino-sacral angle (SSA) and C7 translation ratio (C7TR). Lenke and Roussouly classifications of all patients were recorded to compare the sagittal parameters of the subjects with different Lenke curve types(CT), Lenke lumbar modifiers (LM) and curve amounts (CA). Correlation analysis was performed between coronal and sagittal parameters. **Results:** A total of 165 AIS patients with 45 males and 120 females was recruited. The mean age was 14.8 ± 2.0 years old. The amount of subjects from Lenke 1 to Lenke 6 was 70, 33, 15, 21, 17 and 9 respectively. The mean PI was $43.0^\circ \pm 9.3^\circ$. No significant differences of parameters in each group were found except for TK and PT among different CT groups. TK, LL and PT among different CA groups was significantly different($P < 0.05$), while only TK showed such difference in each LM group. The subjects with different Lenke types had similar distribution of Roussouly classification ($P = 0.753$). Besides, the Cobb angle of main thoracic curve was negatively correlated with LL, SS and SSA ($P < 0.05$). No significant correlation was found between Cobb angle of lumbar curves and sagittal parameters. **Conclusions:** Coronal deformities in AIS patients can affect the values of some sagittal spinopelvic parameters, but don't not change the distribution of

第一作者简介:男(1988-),博士研究生,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267368 E-mail:hvyang@163.com

通讯作者:刘晓光 E-mail:puthscoliosis@163.com

sagittal postural patterns. AIS patients in different types have different TK, LL and PT values while a similar PI value. And the above relationships between coronal and sagittal parameters should be considered in the correction surgery of AIS patients.

【Key words】 Adolescent idiopathic scoliosis; Coronal deformity; Sagittal alignments; Radiographic study

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

脊柱侧凸涉及三个平面的改变^[1],不同平面的病变间存在一定的联系。虽然既往的文献报道了各个平面上脊柱病变的特点,以及矢状位参数间的相关性^[2-6],但对不同平面畸形间的关系却鲜有研究。Legaye 等^[2]初步探讨了顶椎旋转角度(轴面)与其他平面参数间的相关性,发现其与脊柱侧凸的 Cobb 角显著相关($P<0.001$)、与腰椎前凸(lumbar lordosis, LL)无显著相关性($P>0.05$), Cobb 角与 LL 也无显著相关性($P>0.05$)。但该报道^[2]并未说明研究对象的曲线类型。其他涉及不同平面的研究多是比较特定曲线类型间的矢状位参数的差异。Upasani 等^[5]和 Mac-Thiong 等^[7]对胸弯和腰弯组青少年特发性脊柱侧凸(adolescent idiopathic scoliosis, AIS)患者进行比较发现,两组间的骨盆入射角(pelvic incidence, PI)相似,胸弯组的胸椎前凸(thoracic kyphosis, TK)略小于腰弯组。李危石等^[8]的研究也证实胸弯型脊柱侧凸的 TK 小于腰弯型。但此类文献仅收录胸弯型和腰弯型脊柱侧凸患者,未对其他类型的患者进行探索。而本研究回顾了所有 Lenke 类型 AIS 患者的影像学资料,测量冠、矢状位参数,分析此两组参数间的关系,旨在全面探索 AIS 患者的冠、矢状面的畸形间的关系。

1 资料和方法

1.1 研究对象

选择 2006 年 6 月~2012 年 10 月就诊我院的 AIS 患者,排除标准:(1)合并先天性疾病、脊髓损伤、骨骼肌肉发育异常等影响诊断的情况;(2)既往脊柱、骨盆或其他可影响脊柱-骨盆参数的手术史;(3)合并骨盆畸形、下肢不等长、腰椎滑脱等可能影响测量数据的情况;(4)资料不全或者很难量取,如侧位 X 线片不包括双侧股骨头、影像模糊很难测取等。获取研究对象 165 例,男 45 例,女 120 例。

1.2 研究方法

所有患者行站立位正、侧位 X 线片和左右 Bending 像。其中,正位 X 线片:后前位,直立,平

视前方;侧位 X 线片:采取 Horton 等的方法^[9],直立,伸膝、髋关节,平视前方,肘关节屈曲、置于同侧锁骨上。摄影范围包括颅底到近端股骨。通过医院影像归档和通讯系统(Picture Archiving and Communication Systems, PACS)(GE 公司,美国)存储和提取数字化图像进行测量。所测参数、测量方案由所有作者讨论后决定。为减少系统偏移,测量由 2 人单独完成,取平均值。

回顾 Bending 像,验证脊柱侧凸的诊断(依据 Lenke 等^[10]对结构性侧凸的定义)。记录 Lenke 曲线类型(curve types, CT)和腰弯修正类型(lumbar modifiers, LM)、结构性侧弯数量(curve amount, CA)(单弯记录为 1、双弯为 2、三弯为 3)。测量参数(图 1):结构性侧凸的 Cobb 角,包括近胸弯(proximal thoracic, PrT)、主胸弯(main thoracic, MT)、胸腰弯/腰弯(thoracolumbar/lumbar, TL/L);矢状位参数:(1)TK, T5 椎体上终板与 T12 椎体下终板之间的角度;(2)LL, L1 椎体上终板与 S1 椎体上终板之间的角度;(3)骶骨倾斜角(sacral slope, SS), S1 上终板与水平线的夹角;(4)PI, 经过 S1 上终板中点和双侧股骨头中心连线的中点(hip axis, HA)的直线,与经 S1 终板中点垂直于 S1 终板的直线的夹角;(5)骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT), 经 S1 终板中点与 HA 的直线,与铅垂线之间的夹角,成角于双侧股骨头中点水平的腹侧为负,背侧为正;(6)脊柱骶骨角(spino-sacral angle, SSA), C7 中心与 S1 上终板中点的连线与 S1 上终板的夹角;(7)C7 位移比值(C7 translation ration, C7TR)^[11], C7 铅垂线(C7 plumb line, C7PL)到 S1 上终板中点的水平距离,与 HA 到 S1 上终板中点的水平距离的比值, C7PL/HA 位于 S1 上终板中点同一侧,比值为正,反之为负。记录 C7PL 与 S1 上终板的中点、HA 的相对位置,记录为腹侧、背侧(图 2)。依据 Roussouly 分型系统^[12](图 3), 对研究对象的矢状位类型进行分型并记录。

1.3 统计方法

采用 SPSS 20.0(IBM 公司,美国)进行数据

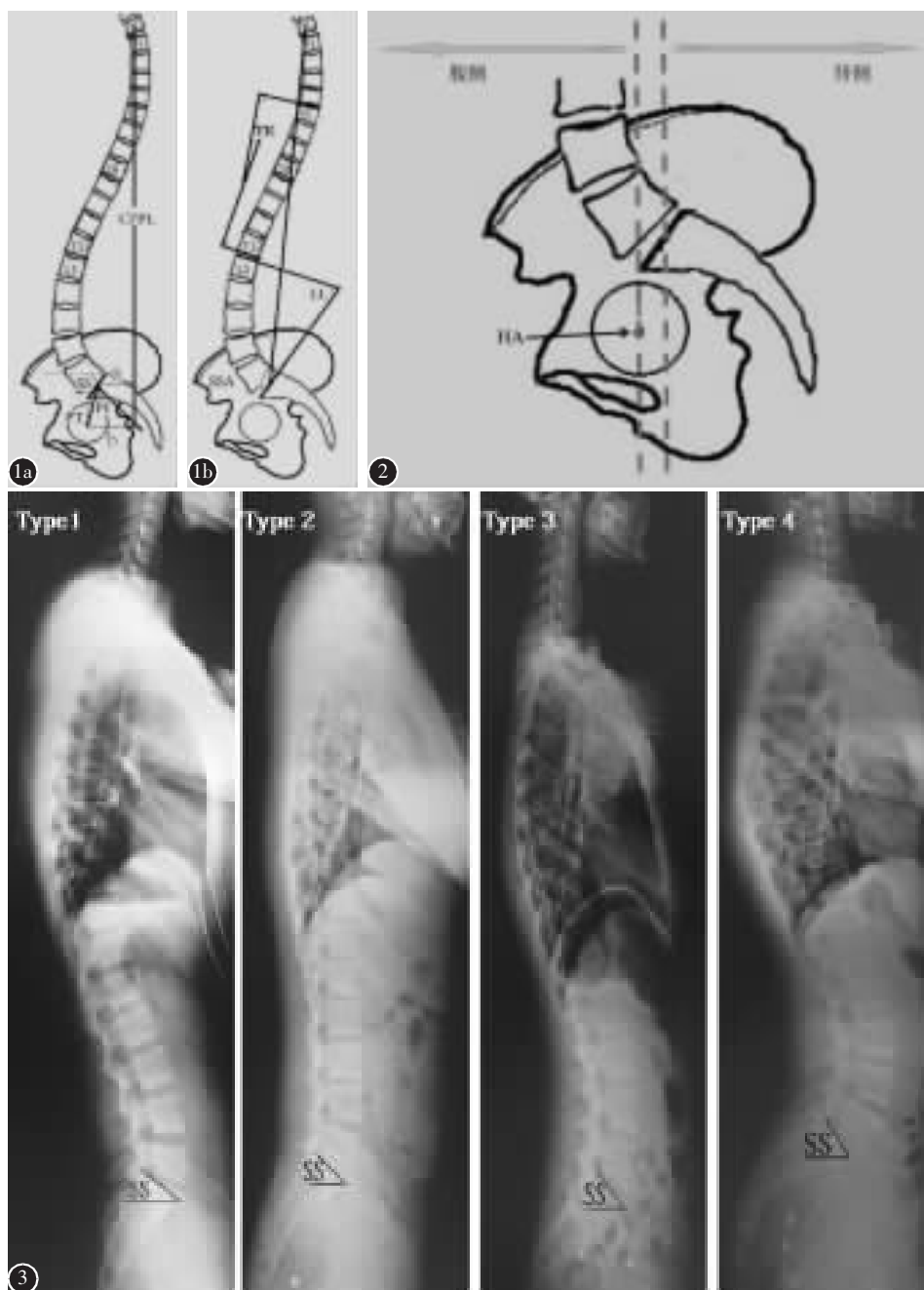


图 1 a、b 脊柱-骨盆矢状位参数测量示意图[PI:骨盆入射角;PT:骨盆倾斜角;TK:胸椎后凸;LL:腰椎前凸;SS:骶骨倾斜角;SSA:脊柱骶骨角;C7PL:C7 铅垂线;C7 转移比值($C7TR = a/b$)] 图 2 C7 铅垂线相对于 HA 和 S1 上终板的中点的位置 图 3 各 Roussouly 分型的示意图 (仅标示 SS)(1 型:SS<35°,LL 顶点位于 L5 椎体中部,脊柱呈现低 LL、相对正常 TK;2 型:SS<35°,LL 顶点位于 L4 底部,脊柱呈现低 LL、低 TK;3 型:35°<SS<45°,LL 顶点位于 L4 中部,脊柱呈现正常 LL、正常 TK;4 型:SS>45°,LL 顶点位于 L3 底部,脊柱高 LL、高 TK)

Figure 1 The measurements of sagittal spino-pelvic parameters (PI: pelvic incidence; PT: pelvic tilt; TK: thoracic kyphosis; LL: lumbar lordosis; SS: sacral slope; SSA: spino-sacral angle; C7PL: C7 plumbline. C7TR: C7 translation ratio, is calculated by a/b) **Figure 2** The relative position of C7PL with respect to HA and the midpoint of the superior endplate of S1 **Figure 3** Representative X-rays of Roussouly types [Type 1: sacral slope (SS)<35°, apex of lumbar lordosis(LL) at middle L5, and the spine is hypolordotic and relatively normokyphotic; Type 2: SS<35°, apex of LL at base L4, and the spine is hypolordotic and hypokyphotic; Type 3: 35°<SS<45°, apex of LL at middle L4, and the spine is well balanced; Type 4: SS>45°, apex of LL at base L3, and the spine is hyperlordotic and hyperkyphotic]

分析。Lilliefors 检验分析各参数的分布。计量参数采用平均值±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。不同组间的矢状位参数比较采用单因素 ANOVA 检验,两两比较采用 Scheffe 检验。不同曲线类型的矢状位类型分布的比较采用 Kruskal-Wallis 检验。冠、矢状位参数间关系的分析采用 Pearson 相关性检验(双侧)。检验水平为 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

研究对象的年龄为 14.8 ± 2.0 岁(11~18 岁)。Lenke 1 型最多,共 70 例;Lenke 6 型最少,仅 9 例(表 1)。所有脊柱冠、矢状位参数符合正态分布。研究对象的 PI 平均值为 $43.0^\circ\pm 9.3^\circ$,TK 为 $25.2^\circ\pm 15.1^\circ$,LL 为 $55.9^\circ\pm 12.0^\circ$ (表 2)。

矢状位参数在不同 Lenke 组间的差异多无统计学意义(表 2)。Lenke 1 和 Lenke 5 型两组间的所有矢状位参数的差异均无显著性($P>0.05$)。不同 CA 组的 TK、LL、PT 不同($P<0.05$),而其他矢状位参数则无明显差别。单个侧弯组的 TK、LL 要

低于多个侧弯组,而 PT 则高于双弯组($P<0.05$,表 3)。不同 LM 组间仅 TK 的差异具有统计学意义(表 4)。

MT 与 LL、SS 和 SSA 负相关($P<0.05$),TL/L 与矢状位参数却无明显相关性(表 5)。74 例患者的矢状位类型为 Roussouly 3 型,占有研究对象的 44.8%;而 Roussouly 1、2 和 4 型所占比例分别为 20.0%、16.4%和 18.8%。各 Lenke 组有相似的矢状位类型的分布(表 6)。此外,共 119 例研究对象的 C7PL 位于 HA 和 S1 上终板中点的背侧,占 72.1%。

3 讨论

不同于以往的此类研究^[5,7,8],本研究的研究对象不局限于胸弯型(Lenke 1)和腰弯型(Lenke 5)两组 AIS 患者。本研究通过对 165 例 AIS 患者的冠、矢状位参数进行测量,探索冠状面畸形对矢状位平衡的影响,检验两平面的参数间是否存在相关性,为全面地理解脊柱侧凸提供参考。

表 1 患者资料和结构性侧凸的 Cobb 角 (x±s)
Table 1 Demographic data and Cobb angles of the structural curves on coronal plane

	n	年龄(岁) Age(yrs)	侧凸曲线的 Cobb 角($^\circ$) ^① Cobb angles of coronal curves($^\circ$) ^①		
			近胸弯 PrT	主胸弯 MT	胸腰弯/腰弯 TL/L
Lenke 1	70	14.7±2.1	—	44.9±7.5	—
Lenke 2	33	14.6±3.6	39.3±9.4	54.2±17.6	—
Lenke 3	15	14.9±1.8	—	66.6±14.2	59.6±17.0
Lenke 4	21	15.2±1.6	49.3±9.2	81.0±14.7	47.6±7.8
Lenke 5	17	14.2±2.2	—	—	42.7±5.1
Lenke 6	9	16.4±1.5	—	39.2±7.1	60.4±10.3

注:①仅显示结构性侧凸的测量值(根据 Lenke 等^[9]的定义)

Note: ①Only structural curves, which were defined by Lenke et al^[9], were involved

表 2 不同 Lenke 类型的矢状位参数比较 (x±s)
Table 2 Comparison of sagittal parameters between different Lenke types

	胸椎后凸 TK($^\circ$)	腰椎前凸 LL($^\circ$)	骶骨倾斜角 SS($^\circ$)	骨盆入射角 PI($^\circ$)	骨盆倾斜角 PT($^\circ$)	脊柱骶骨角 SSA($^\circ$)	C7 转移比值 C7TR
Lenke 1	18.3±14.1	53.5±11.8	37.4±8.4	44.8±8.8	7.3±6.3	132.9±8.8	-4.3±5.8
Lenke 2	27.1±12.8	57.3±11.0	38.8±8.8	41.4±11.7	2.6±7.3 ^①	133.5±6.4	-2.1±9.3
Lenke 3	29.8±15.9	56.7±15.3	35.4±9.1	40.9±7.3	5.6±6.4	130.9±10.3	-3.9±4.9
Lenke 4	35.9±9.3 ^①	61.2±10.4	39.4±8.9	42.8±8.0	3.4±6.5	133.1±8.0	-2.3±10.5
Lenke 5	30.0±16.9	55.0±13.2	36.0±6.3	41.3±8.7	5.2±7.4	131.3±10.0	-5.5±19.8
Lenke 6	30.3±14.9	57.8±10.7	36.7±8.5	43.0±9.4	6.3±5.9	131.3±6.5	-4.0±5.0
合计 Total	25.2±15.1	55.9±12.0	37.6±8.4	43.0±9.3	5.5±6.8	132.6±8.4	-3.7±9.3

注:①与 Lenke 1 比较 $P<0.05$ (单因素 ANOVA 检验,两两比较选择 Scheffe 检验)

Note: ①Compared with Lenke 1, $P<0.05$ (One-way ANOVA test and Scheffe method for post hoc test)

表 3 不同 AIS 结构性侧弯数量的矢状位参数比较

 $(\bar{x} \pm s)^{①}$ Table 3 Comparison of sagittal parameters between the subjects with different curve amounts^①

侧弯数量 ^① Curve amount	<i>n</i>	胸椎后凸 TK(°)	腰椎前凸 LL(°)	骶骨倾斜角 SS(°)	骨盆入射角 PI(°)	骨盆倾斜角 PT(°)	脊柱骶骨角 SSA(°)	C7 转移比值 C7TR
1	87	20.6±15.3	53.8±12.0	37.2±8.0	44.1±8.9	6.9±6.5	132.6±9.0	-4.5±10.0
2	57	28.3±13.8	57.2±12.0	37.6±8.8	41.5±10.2	4.0±7.0	132.5±7.6	-2.9±7.7
3	21	35.9±9.3	61.2±10.4	39.4±8.9	42.8±8.0	3.4±6.5	133.1±8.0	-2.3±10.5
<i>P</i>	—	0.000 ^②	0.022 ^②	0.562	0.265	0.012 ^②	0.960	0.448

注:①仅计算结构性侧凸数目;②在 $P<0.05$ 上显著(单因素 ANOVA 检验,两两比较选择 Scheffe 检验)Note: ①Only structural curves were involved; ②Statistically significant at $P<0.05$. One-way ANOVA test and Scheffe method for the post hoc test

表 4 不同腰椎修饰组的矢状位参数比较

 $(\bar{x} \pm s)$

Table 4 Comparison of sagittal parameters between the subjects with different lumbar modifiers

腰弯修正类型 Lumbar modifiers	<i>n</i>	胸椎后凸 TK(°)	腰椎前凸 LL(°)	骶骨倾斜角 SS(°)	骨盆入射角 PI(°)	骨盆倾斜角 PT(°)	脊柱骶骨角 SSA(°)	C7 转移比值 C7TR
A	64	23.1±13.9	56.2±11.2	37.9±8.1	43.4±9.8	5.4±6.9	134.0±7.7	-4.7±7.0
B	33	20.5±16.1	52.9±8.9	37.1±7.9	42.6±9.6	5.5±6.8	130.9±7.2	-0.2±6.9
C	68	29.5±14.8	57.1±13.9	37.5±9.0	42.9±9.3	5.5±6.8	132.1±9.4	-4.4±11.7
<i>P</i>	—	0.006 ^①	0.241	0.894	0.915	0.999	0.190	0.058

注:①在 $P<0.05$ 上显著(单因素 ANOVA 检验,两两比较选择 Scheffe 检验)Note: ①Statistically significant at $P<0.05$. One-way ANOVA test and Scheffe method for the post hoc test表 5 不同平面参数间的相关性研究(r 值; P 值)Table 5 Correlation analysis between the parameters on different planes(r values; P values)

	曲线类型 Curve types	<i>n</i>	胸椎后凸 TK(°)	腰椎前凸 LL(°)	骶骨倾斜角 SS(°)	骨盆入射角 PI(°)	骨盆倾斜角 PT(°)	脊柱骶骨角 SSA(°)	C7 转移比值 C7TR
MT	Lenke 1	70	-0.040 0.742	-0.312 ^① 0.009	-0.272 ^① 0.023	-0.159 0.188	0.136 0.260	-0.317 ^① 0.007	-0.009 0.939
TL/L	Lenke 5	17	-0.001 0.998	-0.003 0.990	0.105 0.689	0.025 0.923	-0.062 0.814	-0.017 0.948	0.351 0.167

注:①在 $P<0.05$ 上显著。Pearson 相关性检验(双侧)Note: ①statistically significant at $P<0.05$. Pearson's correlation test(two-tailed)

表 6 不同曲线类型 AIS 的矢状位类型的分布

 (n) Table 6 Distribution of sagittal postural patterns in AIS with different curve types(n)

	矢状位类型/Sagittal postural patterns				合计 Total
	Roussouly 1	Roussouly 2	Roussouly 3	Roussouly 4	
Lenke 1	12(17.1%)	15(21.4%)	29(41.4%)	14(20.0%)	70
Lenke 2	7(21.2%)	3(9.1%)	18(54.5%)	5(15.2%)	33
Lenke 3	4(26.7%)	1(6.7%)	7(46.7%)	3(20.0%)	15
Lenke 4	3(14.3%)	4(19.0%)	8(38.1%)	6(28.6%)	21
Lenke 5	5(29.4%)	3(17.6%)	8(47.1%)	1(5.9%)	17
Lenke 6	2(22.2%)	1(11.1%)	4(44.4%)	2(22.2%)	9
合计 Total	33(20.0%)	27(16.4%)	74(44.8%)	31(18.8%)	165

注: $P=0.753$ ($\chi^2=2.653$, $v=5$, Kruskal-Wallis 检验)Note: $P=0.753$, $\chi^2=2.653$, $v=5$. Kruskal-Wallis test

既往观点认为 PI 值的增加与脊柱侧凸的发生发展有关,但二者的具体关系尚不清楚^[2,3,5,7]。本研究的 PI 平均值为 $43.0^\circ \pm 9.3^\circ$,与邱勇等^[13]报

道的 PI 值($43.04^\circ \sim 45.10^\circ$)基本一致,高于正常青少年的测量值^[14]。此外,本研究也发现 PI 值基本不受冠状面侧凸情况的影响,PI 与 MT 和 TL/L 并

无显著相关性。既往的文献也曾报道胸弯型和腰弯型脊柱侧凸的 PI 值基本一致^[5,7,8]。这些现象说明,虽然 PI 值的增加与 AIS 相关,但其对畸形类型并无决定性影响。

值得注意的是,本研究发现不同 AIS 类型的 TK 值不同。Mac-Thiong 等^[7]认为 TK 主要与胸椎椎体和椎间盘的形状和定向有关,由于 AIS 患者的这些参数发生变异,结果就致使其 TK 值与正常人不同,此差异在胸弯型 AIS 患者中表现的更为明显。本研究中,所有患者的 TK 值小于正常人群^[5,6,15,16],进一步比较发现,虽然 Lenke 1 组的 TK 值最小,但其与腰弯组(Lenke 5)的差异并无统计学意义。其他包含 MT 的曲线类型,如 Lenke 2、Lenke 3 和 Lenke 4,其 TK 与 Lenke 5 组的 TK 值相似(表 2)。这些结果是对 Upasani 等^[5]和 Mac-Thiong 等^[7]研究的补充。我们推测 TK 受两方面的影响:一方面,胸廓等骨性结构的存在使得 TK 受胸椎侧凸的影响较大,依据 Mac-Thiong 等^[7]的观点,该影响导致 TK 值降低;另一方面,LL 值得变化也会影响 TK 值,这一现象通过矢状位参数间存在显著相关性的报道^[2,5,7,8,13,17,18]可以推测。两方面因素的结合可解释本研究的发现。因此,TK 与冠状位畸形的关系相当复杂,并非简单的胸椎侧凸与胸椎后凸一一对应的关系。邱勇等^[13]在 Lenke 1 型患者中的研究发现 MT 与 TK 的相关性不显著($r=0.093, P>0.05$)。与之对应,本研究对 MT 与 TK 进行相关性研究,也发现两参数间无显著相关性。

腰椎由于没有胸廓的限制,相对较灵活,容易受 PI 的调节,在矢状位上发生相应的代偿性变化。本研究相关性分析发现,TL/L 和 LL 间并无显著的相关性(表 5)。类似的相关性的研究很少,仅 Legaye 等^[2]曾进行冠状位 Cobb 角与 LL 的相关性研究,发现两者无明显相关性($r=-0.04585, P>0.05$)。但遗憾的是,作者并未注明脊柱侧凸的类型,也没有按照胸弯和腰弯型脊柱侧凸分别进行研究。作者推测,冠状位畸形(包括腰弯和胸弯)可能是众多影响 LL 的因素之一,结合之前矢状位参数间相关性研究的结果^[2,5-8,15],认为 LL 更多地受 PI 的调节,主要对矢状位失衡产生相应的代偿性变化,以尽量保持矢状位的平衡。

相较于矢状位垂直轴(sagittal vertical axis, SVA)等线性距离,SSA 和 C7TR 受摄影方案的影

响较小^[11,18],故本研究测取了这两个参数来反映全脊柱-骨盆矢状位的平衡。之前的研究发现 AIS 的 SSA 值要高于相应的正常人群,且 SSA 与 PI、SS 显著相关^[5-7,11],通过 SSA 的代偿性变化,使得躯体的重力线尽量维持在股骨头轴心(HA)附近,达到以最小的能量消耗来负荷重量、维持矢状位平衡^[1,2,4,6,8,19]。所以 SSA 更多的是对矢状位失衡的一种代偿,受冠状位侧凸的影响有限。与之呼应,本研究发现不同冠状位畸形几乎不影响 SSA 和 C7TR 的值。Mac-Thiong 等^[11]报道 85.8% 的正常人群中 C7 铅垂线位于 HA 和 S1 上终板中点的后面(背侧),Yu 等^[18]发现在侧凸人群中这一比例为 70.8%,与本研究的结果相近(72.1%)。本研究的 C7TR 值为 (-3.7 ± 9.3) ,与 Mac-Thiong 等^[11]在健康成人中报道的不同 (-1.1 ± 11.3) ,提示与正常人群相比,AIS 患者的 C7 铅垂线更加偏离 HA。Roussouly 等^[12]通过对 160 名正常成人的 SS 和腰椎前凸顶点位置等参数的测量和分析,将脊柱-骨盆矢状位形态分成 4 种类型,且认为第 3 型为理想的矢状位平衡类型。本研究发现 AIS 中,Roussouly 3 所占比例最多,约 44.8%。同时发现各 Lenke 组患者的 Roussouly 分布几乎一致,提示矢状位的平衡情况并不受冠状位畸形的影响,与 PI 值不受侧凸类型的影响这一发现相对应。

本研究的不足之处为不同 AIS 类型的样本较少,如 Lenke 6 型患者仅有 9 人,利用这些数据进行相关性分析很难得出精确的结论。此外,本研究虽然对冠、矢状位的畸形的关系进行了探讨,但是脊柱侧凸为同时涉及到三个平面的脊柱畸形^[1],需要对三个平面畸形的各参数间的联系进行更为全面的研究。最后,本研究为影像学研究,所报道的结果需要长期的临床随访研究来验证。

4 结论

青少年特发性脊柱侧凸的侧凸类型不影响矢状位类型的分布情况,但可影响部分矢状位参数的值,如 TK、LL 和 PT。值得注意的是,不同 Lenke 曲线类型、腰弯修正类型和侧弯数量组间的 TK 值均不同。这一现象可为脊柱侧凸的矫形手术提供参考。

5 参考文献

1. Weinstein SL. The pediatric spine: principles and practice

- [M]. New York: Raven Press, 1994. 479-496.
2. Legaye J, 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.
 3. Vaz G, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine[J]. *Eur Spine J*, 2002, 11(1): 80-87.
 4. Berthonnaud E, Dimnet J, Roussouly P, et al. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2005, 18(1): 40-47.
 5. Upasani VV, Tis J, Bastrom T, et al. Analysis of sagittal alignment in thoracic and thoracolumbar curves in adolescent idiopathic scoliosis: how do these two curve types differ [J]. *Spine*, 2007, 32(12): 1355-1359.
 6. Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, et al. Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents[J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(2): 227-234.
 7. Mac-Thiong JM, Labelle H, Charlebois M, et al. Sagittal plane analysis of the spine and pelvis in adolescent idiopathic scoliosis according to the coronal curve type [J]. *Spine*, 2003, 28(13): 1404 - 1409.
 8. 李危石, 陈仲强, Wood KB. 成人特发性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位平衡分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(3): 207-211.
 9. Horton WC, Brown CW, Bridwell KH, et al. Is there an optimal patient stance for obtaining a lateral 360° radiograph? A critical comparison of three techniques[J]. *Spine*, 2005, 30(4): 427-433.
 10. Lenke LG, Betz RR, Harms J, et al. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2001, 83A(8): 1169-1181.
 11. Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Sagittal parameters of global spinal balance: Normative values from a prospective cohort of seven hundred nine Caucasian asymptomatic adults[J]. *Spine*, 2010, 35(22): E1193-1198.
 12. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, et al. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position [J]. *Spine*, 2005, 30(3): 346-353.
 13. 邱勇, 殷刚, 曹兴兵, 等. 特发性胸椎侧凸患者的胸椎后凸状态对腰椎矢状面形态的影响[J]. *中华外科杂志*, 2008, 46(16): 1237-1240.
 14. 王智伟, 刘臻, 王渭君, 等. 正常汉族青少年骨盆矢状位形态的影像学研究[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(10): 919-924.
 15. 李危石, 孙卓然, 陈仲强. 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.
 16. Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR, et al. Sagittal Alignment of the spine and pelvis during growth [J]. *Spine*, 2004, 29(15): 1642-1647.
 17. 陈峰, 沈建雄, 邱贵兴. 青少年特发性脊柱侧凸骨盆参数与脊柱矢状面参数的相关性[J]. *中华医学杂志*, 2013, 93(7): 487-490.
 18. Yu M, Silvestre C, Mouton T, et al. Analysis of the cervical spine sagittal alignment in young idiopathic scoliosis: a morphological classification of 120 cases [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(11): 2372-2381.
 19. Duval-Beaupere G, Schimdt C, Cosson P. A barycentrometric 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.
- (收稿日期:2015-02-28 修回日期:2015-04-14)
(英文编审 吴南/贾丹彤)
(本文编辑 彭向峰)