

退变性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位特点及各参数间的相关性分析

王 辉, 马 雷, 丁文元, 申 勇, 张 迪, 王林峰, 杨大龙, 杨思东

(河北医科大学第三医院脊柱外科 河北省骨科生物力学重点实验室 050051 石家庄市)

【摘要】目的:分析退变性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位平衡情况及各矢状位参数之间的相关性。**方法:**选取 86 例退变性脊柱侧凸患者,以侧凸角度的均数作为分组依据,分为轻度侧凸组(Cobb 角 $<34^\circ$)和重度侧凸组(Cobb 角 $\geq 34^\circ$),选取 40 例同年龄段健康体检者作为对照组,三组年龄及性别组成相匹配。测量并比较三组的脊柱矢状位参数:胸椎后凸角(TK)、腰椎前凸角(LL)、C7 铅垂线与骶骨后上角的水平距离(SVA),骨盆矢状位参数:骨盆指数(PI)、骶骨倾斜角(SS)、骨盆倾斜角(PT)。采用 Pearson 相关性检验判断脊柱-骨盆矢状位参数间的相关性。**结果:**对照组与轻度侧凸组、重度侧凸组之间 PI 无统计学差异($F=0.915, P=0.403$)。三组之间 TK、LL、SVA、PT 及 SS 存在着统计学差异,多重比较检验结果显示:(1)重度侧凸组 LL 小于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组小于对照组($P<0.05$);(2)重度侧凸组和轻度侧凸组 TK 小于对照组($P<0.05$),重度侧凸组和轻度侧凸组之间无差异($P>0.05$);(3)重度侧凸组和轻度侧凸组 SVA 大于对照组($P<0.05$),重度侧凸组和轻度侧凸组之间无差异($P>0.05$);(4)重度侧凸组 PT 大于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组大于对照组($P<0.05$);(5)重度侧凸组 SS 小于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组小于对照组($P<0.05$)。相关性分析显示:对照组 PI 与 PT、SS、TK 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,TK 与 LL 相关($P<0.05$);轻度侧凸组 PI 与 PT、SS 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,LL 与 SVA、Cobb 角负相关($P<0.05$);重度侧凸组 PI 与 PT、SS 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,SS 与 Cobb 角负相关,LL 与 SVA、Cobb 角负相关($P<0.05$)。**结论:**退变性脊柱侧凸引起的脊柱-骨盆矢状位参数变化主要为胸椎后凸、腰椎前凸、骶骨倾斜角的减小和 SVA、骨盆倾斜角的增大,骨盆指数并无显著性变化。

【关键词】退变性脊柱侧凸;脊柱-骨盆矢状位平衡;代偿作用

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.08.06

中图分类号:R816.8,6682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-08-0699-05

Characteristics of sagittal spinal and pelvic parameters in degenerative lumbar scoliosis and it's correlation analysis/WANG Hui, MA Lei, DING Wenyuan, et al/Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(8): 699-703

【Abstract】 Objectives: To study the characteristics of sagittal spinal and pelvic parameters in degenerative lumbar scoliosis and correlations among the parameters. **Methods:** Eighty-six cases with degenerative lumbar scoliosis were divided into mild scoliosis group (Cobb angle $<34^\circ$) and severe scoliosis group (Cobb angle $\geq 34^\circ$), and forty cases of healthy participants were selected as control group. Sagittal parameters of thoracic kyphosis(TK), lumbar lordosis(LL), sagittal vertical axis(SVA), pelvic incidence(PI), sacral slope(SS), pelvic tilt (PT) were measured and compared among three groups. Pearson correlation test was used to explore the correlations among parameters. **Results:** No difference in PI($F=0.915, P=0.403$) was noted among three groups, but significant differences existed in LL, SVA, PT, SS. Analysis of variance(ANOVA) test showed that (1)LL in severe scoliosis group was smaller than that in mild scoliosis group, LL in mild scoliosis group was smaller than that in control group($P<0.05$); (2)TK in severe scoliosis group and mild scoliosis group was smaller than that in control group($P<0.05$), no difference between severe scoliosis group and mild scoliosis group existed($P>0.05$); (3)SVA in severe scoliosis group and mild scoliosis group was bigger than that in control group ($P<0.05$), no difference between severe scoliosis group and mild scoliosis group existed($P>0.05$); (4)PT in severe scoliosis group was bigger than that in mild scoliosis group, LL in mild scoliosis group was bigger than

第一作者简介:男(1987-),住院医师,医学硕士,研究方向:脊柱畸形

电话:(0311)88602017 E-mail:wangjianing0125@126.com

通讯作者:丁文元 E-mail:dingwenyuan2012@126.com

that in control group ($P<0.05$); (5)SS in severe scoliosis group was smaller than that in mild scoliosis group, LL in mild scoliosis group was smaller than that in control group($P<0.05$). Correlation analysis showed that in control group, PI was positively correlated to PT, SS, TK and LL, SS was positively correlated to LL, TK was positively correlated to LL($P<0.05$); in mild scoliosis group, PI was positively correlated to PT, SS and LL, SS was positively correlated to LL, LL was negatively correlated to SVA and Cobb angle($P<0.05$); in severe scoliosis group, PI was positively correlated to PT, SS and LL, SS was positively correlated to LL, SS was negatively correlated to Cobb angle, LL was negatively correlated to SVA and Cobb angle($P<0.05$). **Conclusions:** The degenerative lumbar scoliosis patients demonstrate a significant decrease of thoracic kyphosis, lumbar lordosis, sacral slope and increase of SVA, pelvic tilt without change in pelvic incidence.

[Key words] Degenerative lumbar scoliosis; Sagittal spinal and pelvic balance; Compensatory effect

[Author's address] Department of Spine Surgery, the Third Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, 050051, China

退变性脊柱侧凸不仅是冠状面上的畸形,通常伴有矢状面的失平衡。有研究证实,退变性脊柱侧凸患者腰痛的严重程度与矢状位失衡密切相关,矢状面腰椎前凸减小或节段性后凸比冠状面畸形具有更为重要的意义,通常是腰痛或神经源性跛行的原因^[1]。骨盆作为将躯干负荷向下肢传导的区域,其解剖序列与脊柱的矢状位平衡密切相关。目前,正常成人脊柱-骨盆矢状位形态^[2,3]、腰椎滑脱^[4]、青少年特发性脊柱侧凸^[5]和成人特发性脊柱侧凸^[6]以及脊柱后凸畸形^[7]患者的骨盆矢状位形态已得到深入的研究,但是对于退变性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位形态的研究既往文献报道较少。本研究通过测量并比较退变性脊柱侧凸患者与同年龄段健康体检者的脊柱-骨盆矢状位参数,分析退变性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位平衡情况及各矢状位参数之间的相关性。

1 资料与方法

1.1 一般资料

观察组:选取 2011 年 6 月~2014 年 6 月在我院就诊的退变性脊柱侧凸患者。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)脊柱骨折、腰椎滑脱;(2)骨盆、髋关节、膝关节外伤;(3)双下肢不等长。共纳入 86 例患者,平均侧凸角为 $33.8^{\circ}\pm 10.5^{\circ}$ 。以侧凸角度的均数作为分组标准,分为轻度侧凸组(Cobb 角 $<34^{\circ}$)和重度侧凸组(Cobb 角 $\geq 34^{\circ}$)。轻度侧凸组 44 例,男 10 例,女 34 例;年龄 50~74 岁,平均 59.3 ± 4.7 岁;平均侧凸 Cobb 角为 $24.6^{\circ}\pm 4.8^{\circ}$;重度侧凸组 42 例,男 8 例,女 34 例;年龄

52~76 岁,平均 60.8 ± 5.9 岁;平均侧凸 Cobb 角为 $44.6^{\circ}\pm 5.0^{\circ}$ 。

选取同年龄段健康体检者 40 例作为对照组,排除标准与病例组一致,男 8 例,女 32 例,年龄 50~68 岁,平均 60.1 ± 4.4 岁。对照组与轻度侧凸组、重度侧凸组之间年龄无统计学差异($F=0.414$, $P=0.662$),性别分布亦无统计学差异($\chi^2=0.192$, $P=0.908$)。

1.2 影像学测量

在全脊柱正侧位拼接 X 线片上测量脊柱-骨盆矢状位参数。脊柱矢状位参数包括:(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,前凸角度为负值;(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,矢状位失平衡的判定标准为 SVA 的绝对值 $>5\text{cm}$ 。骨盆矢状位参数:(1)骨盆指数(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(sacrum 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(图 1)。

1.3 统计学分析

应用 SPSS 13.0 对数据进行录入和分析,三组之间脊柱-骨盆矢状位参数的比较采用单因素方差分析和两两比较的 Student-Newman-Keuls (SNK)检验,脊柱-骨盆矢状位参数间的相关性采用 Pearson 相关性检验, $P<0.05$ 为差异有统计学

意义。

2 结果

三组脊柱-骨盆矢状位参数测量结果见表 1。对照组与轻度侧凸组、重度侧凸组之间 PI 无统计学差异 ($F=0.915, P=0.403$)。三组之间 TK、LL、SVA、PT 及 SS 存在着统计学差异,多重比较检验结果显示:(1)重度侧凸组 LL 小于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组小于对照组 ($P<0.05$);(2)重度侧凸组和轻度侧凸组 TK 小于对照组 ($P<0.05$),重度侧凸组和轻度侧凸组之间无显著性差

异 ($P>0.05$);(3)重度侧凸组和轻度侧凸组 SVA 大于对照组 ($P<0.05$),重度侧凸组和轻度侧凸组之间无显著性差异 ($P>0.05$)。对照组脊柱矢状位失衡的发生率为 12.5% (5/40),轻度侧凸组为 31.8% (14/44),重度侧凸组为 40.5% (17/42);(4)重度侧凸组 PT 大于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组大于对照组 ($P<0.05$);(5)重度侧凸组 SS 小于轻度侧凸组和对照组,轻度侧凸组小于对照组 ($P<0.05$)。

三组内脊柱-骨盆矢状位参数之间的相关性分析结果见表 2。对照组 PI 与 PT、SS、TK 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,TK 与 LL 相关 ($P<0.05$);轻度侧凸组 PI 与 PT、SS 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,LL 与 SVA、Cobb 负相关 ($P<0.05$);重度侧凸组 PI 与 PT、SS 及 LL 相关,SS 与 LL 相关,SS 与 Cobb 负相关,LL 与 SVA、Cobb 负相关 ($P<0.05$)。

3 讨论

本研究结果显示,相对于同年龄段的对照组,轻度侧凸组的 TK、LL 和 SS 较小,而 SVA 和 PT 则较大。这是因为健康成年人自然站立时,躯干重心落在髋轴上,骨盆处于中立位。随着年龄的增加,椎间盘退变引起椎间高度丢失从而导致腰椎前凸减小,脊柱重力线逐渐移至胸椎后凸的前方,矢状面常常表现出前向失平衡的趋势 (SVA 增大)。本组资料中对照组的 SVA 平均为 3.9cm,明显大于李危石等^[8]报道的国人青壮年 SVA 值 (1.89cm),证实了上述观点。轻度侧凸组的 Cobb 角与 LL 呈现负性相关,提示对于退变性脊柱侧

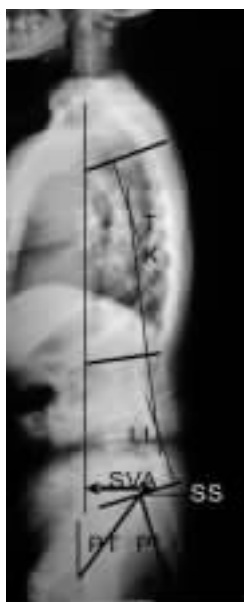


图 1 脊柱-骨盆矢状位参数的测量方法

Figure 1 Measurement of sagittal spinal and pelvic parameters

表 1 对照组、轻度侧凸组和重度侧凸组脊柱-骨盆矢状位参数测量结果 ($\bar{x} \pm s$)
Table 1 Result of sagittal spinal and pelvic parameters among mild scoliosis group, severe scoliosis group and control group

	例数 Cases	TK	LL	SVA	PI	PT	SS
对照组 Control group	40	20.5±4.5	28.9±5.6	3.9±0.7	56.3±8.0	25.1±4.7	30.7±5.9
轻度侧凸组 Mild scoliosis group	44	15.5±6.3	26.0±6.2	4.6±1.0	56.7±5.8	31.3±3.9	25.5±4.2
重度侧凸组 Severe scoliosis group	42	12.9±7.2	21.2±4.3	4.9±0.8	58.3±7.9	35.3±6.2	22.6±4.5
F值 F value		15.854	20.467	14.729	0.915	44.657	29.961
P值 P value		0.000	0.000	0.000	0.403	0.000	0.000

注:TK,胸椎后凸角;LL,腰椎前凸角;SVA,C7 铅垂线与 S1 后上缘的水平距离;PI,骨盆入射角;SS,骨倾斜角;PT,骨盆倾斜角

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

表 2 对照组、轻度侧凸组和重度侧凸组脊柱-骨盆矢状位参数 Pearson 相关性分析的相关系数
Table 2 Correlation of sagittal spinal and pelvic parameters in mild scoliosis group, severe scoliosis group and control group

		PI	PT	SS	TK	LL	SVA	Cobb
PI	对照组 Control group	—	0.737 ^①	0.724 ^①	0.453 ^①	0.468 ^①	0.064	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group	—	0.735 ^①	0.808 ^①	-0.020	0.358 ^①	-0.133	-0.178
	重度侧凸组 Severe scoliosis group	—	0.741 ^①	0.508 ^①	0.227	0.389 ^①	-0.142	-0.158
PT	对照组 Control group		—	0.109	0.311	0.302	0.179	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group		—	0.254	0.027	0.268	-0.124	-0.102
	重度侧凸组 Severe scoliosis group		—	-0.091	0.133	-0.087	0.089	0.182
SS	对照组 Control group			—	0.279	0.345 ^①	-0.134	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group			—	-0.058	0.322 ^①	-0.098	-0.113
	重度侧凸组 Severe scoliosis group			—	0.002	0.564 ^①	-0.272	-0.464 ^①
TK	对照组 Control group				—	0.738 ^①	0.020	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group				—	-0.099	-0.139	-0.106
	重度侧凸组 Severe scoliosis group				—	0.227	-0.171	-0.155
LL	对照组 Control group					—	-0.132	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group					—	-0.305 ^①	-0.575 ^①
	重度侧凸组 Severe scoliosis group					—	-0.318 ^①	-0.338 ^①
SVA	对照组 Control group						—	—
	轻度侧凸组 Mild scoliosis group						—	-0.004
	重度侧凸组 Severe scoliosis group						—	0.203

注:TK,胸椎后凸角;LL,腰椎前凸角;SVA,C7 铅垂线与 S1 后上缘的水平距离;PI,骨盆入射角;SS,骨倾斜角;PT,骨盆倾斜角。①P<0.05
Note: TK, thoracic kyphosis; LL, lumbar lordosis; SVA, sagittal vertical axis; PI, pelvic incidence; SS, sacral slope; PT, pelvic tilt;sacral plate to the femoral heads axis. ①P<0.05

凸患者而言,腰椎前凸角往往随着侧凸角度的增加而呈现出减小的趋势,进一步加重了矢状位失平衡。正常站立位时,骨盆能够绕着股骨头发生前倾或后倾改变,PT 值决定着骨盆的空间朝向,骨盆后倾时 PT 值增大^[9]。当退变性脊柱侧凸患者出现前向失平衡的趋势时,为取得脊柱自身的稳定,机体会通过伸髋、屈膝及后旋骨盆代偿。通过几何学测量发现 PI=SS+PT,成年人的 PI 值相对固定,PT 与 SS 之间呈现出此消彼长的趋势,骨盆后倾导致 PT 增大的同时也会引起 SS 相应减小。PI 在不同的个体之间虽然存在差异,但却不受体位和

姿势的影响,在成年后达到稳定状态^[10]。本研究三组资料的 PI 值无统计学差异,进一步证实退变性脊柱侧凸的发生并未对骶骨平台与股骨头之间的解剖位置产生明显影响。
相对于轻度侧凸组,重度侧凸组的 LL 和 SS 较小,PT 较大,TK、SVA 及 PI 无显著性差异。退变性脊柱侧凸 Cobb 角的增大会引起腰椎前凸的减小,重度侧凸组的 Cobb 角与 LL 呈现负性相关。Berthonnaud 等^[11]提出了从头部至骨盆的“铰链连接”概念,即在上述解剖范围内任一部位的外形及方位改变必然会引起邻近节段的对应性/适

应性改变(reciprocal changes),从而维持躯体的稳定以实现自身最小的能量耗损。在脊柱-骨盆矢状位序列上,腰椎前凸的变化必然会引起上方胸椎后凸以及下方骨盆参数的代偿性改变。当腰椎前凸减小引起脊柱出现前向失衡趋势时,骨盆绕着股骨头发生后倾改变,胸椎后凸角度减小使得重力线后移,从而发挥代偿作用。理论上讲,骨盆后旋对于脊柱前向失衡的代偿受到PI和髋关节过伸的限制,骨盆极度后旋(PT=PI)的同时伴随骶骨完全水平化(SS=0°)往往是难以实现的^[9]。相关性分析提示,轻度侧凸组与重度侧凸组的LL与SVA均存在负性相关,腰椎前凸角度的减小会增加矢状位前向失衡的发生风险。尽管重度侧凸组与轻度侧凸组的SVA测量值无统计学差异,但以SVA>5cm为矢状位失衡的标准评定,重度侧凸组矢状位失衡的发生率为40.5%(17/42),高于轻度侧凸组的31.8%(14/44)。

PI与PT、SS、LL之间,SS与LL之间,以及LL与TK之间的相关性被多位学者所证实^[12-14]。上述相关性在对照组的健康体检者中存在,与文献报道相吻合。值得注意的是,相关性检验显示轻度侧凸组及重度侧凸组中LL与SVA、Cobb角呈负性相关,但未发现SVA与侧凸Cobb角之间存在直接的相关性,因此不能认为侧凸角度的增大必然会增加矢状位失衡发生的风险。通常而言,PI值越大,腰椎前凸的度数相应增加^[15]。Schwab等^[13]推算出正常个体理想的腰椎前凸角(LL)=PI+9°。尽管我们未发现PI与SVA之间存在显著性相关关系,但在对照组、轻度侧凸组及重度侧凸组中,LL与PI的相关性均存在,提示PI值较小患者的腰椎前凸角亦较小。腰椎前凸在脊柱-骨盆的矢状位平衡中发挥着关键作用,且与腰痛及神经源性跛行等临床症状密切相关,手术矫形时恢复腰椎正常的生理曲度,对于改善症状及维持脊柱的长期稳定具有重要的意义。

本研究的不足之处在于入选的退变性侧凸病例数较少,研究结果可能存在一定的选择偏倚。此外,退变性脊柱侧凸以女性多见,由于入选的病例数有限,未能深入分析性别因素对于矢状位平衡的影响,有待于今后大样本的病例观察。

4 参考文献

1. Murata Y, Takahashi K, Hanaoka E, et al. Changes in scoli-

otic curvature and lordotic angle during the early phase of degenerative lumbar scoliosis [J]. Spine, 2002, 27 (20): 2268-2273.

2. 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.
3. 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-E1198.
4. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis pelvic incidence and spino-pelvic balance: a correlation study[J]. Spine, 2004, 29(18): 2049-2054.
5. 王华锋, 沈建雄, 邱贵兴, 等. 青少年特发性脊柱侧凸矫形手术对矢状位脊柱曲线与骨盆相关性的影响[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(8): 564-568.
6. 李危石, 陈仲强, Kirkham B Wood. 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.
7. 李危石, 陈仲强, 郭昭庆, 等. 胸椎及胸腰段角状后凸畸形对骨盆矢状位形态及序列的影响[J]. 中华外科杂志, 2011, 49 (2): 135-139.
8. 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]. 中华外科杂志, 2013, 33(5): 447-453.
9. 赵耀, 李淳德, 孙浩林. 脊柱矢状位平衡的影像学参数及分型的研究进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(7): 651-655.
10. Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR, et al. Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth [J]. Spine, 2004, 29(5): 1642-1647.
11. 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, 2005, 18 (1): 40-47.
12. 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.
13. 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.
14. 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. Spine, 2005, 30(3): 346-353.
15. 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.

(收稿日期:2014-07-01 修回日期:2014-07-25)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)