

临床论著

新的脊柱-骨盆矢状面测量参数:骶骨
骨盆角的提出及意义尹刚辉¹,金大地¹,陈方尧²,陈克冰¹,张忠民¹,黎庆初¹

(1 南方医科大学第三附属医院骨科 510630 广州市;2 南方医科大学公共卫生

与热带医学学院生物统计学系 510525 广州市)

【摘要】目的:提出一个新的脊柱-骨盆矢状面测量参数:骶骨骨盆角(sacral pelvic angle, SPA),探讨 SPA 与其他参数间的相关性,评估其可信度和可重复性。**方法:**将脊柱侧位 X 线片上股骨头中点至骶骨后上角的连线(PR 线)与骶骨终板垂线的夹角定义为 SPA。从几何学上观测 SPA 与骨盆角(PA)、骶骨倾斜角(SS)之间的关系。在 111 例(女 56 例,男 55 例)成人志愿者的脊柱全长 X 线片上测量 SPA 及其他脊柱-骨盆矢状面相关参数,包括:SPA、胸椎后凸角(TK)、胸腰段后凸角(TLK)、腰椎前凸角(LL)、SS、骨盆倾斜角(PT)、骨盆指数(PI)、矢状面垂轴(SVA)、脊柱骶骨角(SSA)、PA、PR-S1 (pelvic morphology)、总腰-骨盆前凸角(total lumbopelvic lordosis, PR-T12)。采用 Pearson 相关分析各参数间的相关性。从 111 例志愿者的脊柱全长 X 线片中随机抽取 80 例,由 2 位脊柱外科主治医师分别测量 SPA 5 次,间隔 1 个月后再次分别测量 SPA 5 次,取平均值,采用变异系数(CV)评价 SPA 指标稳定性,采用组内相关系数(introclass correlation coefficient, ICC)判定观测者间和两次测量间的一致性。**结果:**SPA=PA+SS=90°- PR-S1。SPA 与 PI、PR-S1、PA、PT、SS、SSA 呈显著性正相关($r=0.994, 1.000, 0.482, 0.538, 0.699, 0.465, P$ 均 <0.05),与 LL 呈显著性负相关($r=-0.532, P<0.05$)。SPA 前后两次测量的 CV 分别为 0.0023 ± 0.02 及 0.0085 ± 0.053 ,观测者间 ICC 分别为 $0.99, P<0.01$ 及 $0.97, P<0.01$,两次测量间 ICC 为 $0.99, P<0.01$ 。**结论:**SPA 是一个解剖学常数,SPA=PA+SS;SPA 具有良好的可信度和可重复性;SPA 与其他参数的相关性同 PI 与其他参数的相关性接近,可作为评估脊柱-骨盆矢状面平衡的参数。

【关键词】骶骨骨盆角;脊柱;骨盆;矢状面平衡

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.08.07

中图分类号:R816.8, R682.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-08-0704-06

Sacral pelvic angle: a new pelvic anatomical parameter for assessing spino-pelvic sagittal balance/YIN Ganghui, JIN Dadi, CHEN Fangyao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(8): 704~709

【Abstract】 Objectives: To introduce a new spine-pelvic parameter, sacral pelvic angle(SPA), and to investigate the geometrical value of SPA and to evaluate its correlation, reliability and reproducibility compared with other parametres. **Methods:** SPA was defined as the angle between PR line and the line perpendicular to the sacral endplate. The relationship of SPA with pelvic angle(PA) and sacral slope(SS) was deduced with geometric method. Whole spine, standing radiographs of 111 Chinese adult volunteers were taken. Cobb angle and pelvic radius technique were adopted to measure the spino-pelvic sagittal parameters including SPA, thoracic kyphosis(TK), thoracolumbar kyphosis(TLK), lumbar lordosis(LL), SS, pelvic tilt(PT), pelvic incidence(PI), sagittal vertical axis(SVA), spino-sacral angle(SSA), PA, pelvic morphology(PR-S1) and total lumbopelvic lordosis(PR-T12). The correlations among all parameters were analyzed by Pearson correlation analysis. 80 radiographs were randomly chosen for SPA measurement by two independent spine surgeons for 5 times at first and another 5 times one month later. Coefficient of variation(CV) was calculated to evaluate the stability of SPA, and introclass correlation coefficient (ICC) was used to reflect the consistency of measurements by the same observer and between the two observers. **Results:** Geometric deduction confirmed that SPA=PA+SS=90°-

第一作者简介:男(1973-),主治医师,在读医学博士,研究方向:脊柱外科基础与临床

电话:(020)62784300 E-mail:yghspine@163.com

PR-S1. There were statistically significant positive correlations of SPA with PI, PR-S1, PA, PT, SS, SSA($r=0.994, 1.000, 0.482, 0.538, 0.699, 0.465, P<0.05$). Negative correlation was presented between SPA and LL ($r=-0.532, P<0.05$). CV of SPA was 0.0023 ± 0.02 and 0.0085 ± 0.053 for the twice measurement. ICC between observers was 0.99 ($P<0.01$) and 0.97 ($P<0.01$), and ICC between twice measurements was 0.99 ($P<0.01$).

Conclusions: SPA is an anatomical parameter with good reliability and reproducibility. $SPA=PA+SS$. The correlation of SPA with other parameters was similar to that of PI with other parameters, which can be adopted to assess the spino-pelvic sagittal balance.

[Key words] Sacral pelvic angle; Spine; Pelvis; Sagittal balance

[Author's address] Department of Orthopaedics, the Third Affiliated Hospital of Southern Medical University, Guangzhou, 510630, China

测量脊柱全长侧位 X 线片上的各参数仍是评估脊柱-骨盆平衡最常用的方法。目前主要有以骨盆指数(pelvic incidence, PI)及 PR-S1 为核心的两套评估脊柱-骨盆平衡的参数系统,这两种系统都能较好地反映脊柱骨盆平衡的相关性,各有优缺点^[1-8],PI 系统应用广泛,但难以准确判定骶骨圆顶化及重度退变等患者的骶骨终板中点;而 PR-S1 系统仅适用于腰椎-骨盆矢状面平衡研究。有学者基于两套参数系统提出了不同的脊柱矢状面分型系统,如 Roussouly 等^[9]基于骶骨倾斜角(sacral slope, SS)和 PI 提出的 4 分法;Chanplakorn 等^[10]基于 PR-S1 提出的 3 分法。分型参数间的差异会对学术交流造成一定的障碍。两套参数系统主要的区别在于:(1)PI 系统中骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)为股骨头中点(HA)至骶骨终板中点连线与矢状垂线间的夹角,PR-S1 系统中骨盆角(pelvic angle, PA)为 HA 至骶骨后上角连线与矢状垂线间的夹角;(2)PR-S1 系统中缺乏 SS,不能单独描述骶骨倾斜角。几何学表明 $PI=SS+PT$, $PR-S1=90^\circ-(SS+PA)$,提示两者可能存在本质上的一致性,也许存在其他参数可以将两套系统联系起来。我们提出一个新的脊柱-骨盆矢状面测量参数:骶骨骨盆角(sacral pelvic angle, SPA),本研究通过几何学寻找 SPA 与 SS、PA 的关系,通过统计学研究 SPA 与其他脊柱-骨盆参数间的相关性,并评估其可信度和可重复性。

1 资料与方法

1.1 SPA 的定义及其与其他脊柱-骨盆参数的关系

将全脊柱侧位 X 线片上股骨头中点与骶骨后上角连线(PR 线)与骶骨终板垂线夹角定义为 SPA。通过几何学寻找 SPA 与其他脊柱-骨盆参数

的关系。

1.2 观察对象

2011 年~2012 年,从本院医生、护士、学生及体检人群中招募到 223 例志愿者:(1)年龄 20~60 岁;(2)无脊柱及下肢骨关节疾病史;(3)无长期腰背痛史。在放松、舒适体位下行脊柱全长正侧位 X 线片检查。排除有脊柱畸形者(轻度椎体楔形变视为正常)。最终入选 111 例,女 56 例,男 55 例。入选者年龄 20~60 岁,平均 (37 ± 11) 岁;身高 $144\sim186\text{cm}$ ($165\pm8\text{cm}$);体重 $45\sim99\text{kg}$ ($61\pm11\text{kg}$)。

1.3 脊柱-骨盆参数测量

采用 Cobb 测量技术及 PR 测量技术在全脊柱侧位 X 线片上进行测量,测量参数包括:(1)SPA, PR 线(HA 至骶骨后上角的连线)与骶骨终板垂线的夹角。(2)胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK), T1 上终板切线与 T12 下终板切线夹角,后凸为正值,前凸为负值。(3)胸腰段后凸角(thoracolumbar kyphosis, TLK), T10 上终板切线与 L2 下终板切线夹角,后凸为正值,前凸为负值。(4)腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL), L1 上终板切线与骶骨终板切线夹角,后凸为正值,前凸为负值。(5)SS, 骶骨终板切线与水平线夹角。(6)PT, HA 至骶骨终板中点连线与纵垂线间夹角,骶骨终板中点在 HA 后方为正值。(7)PI, HA 至骶骨终板中点连线与骶骨终板中垂线夹角。(8)矢状面垂轴(sagittal vertical axis; SVA), C7 中点垂线与骶骨后上角间距, C7PL 在骶骨后上角前为正值,反之为负值。(9)PA, HA 至骶骨后上角连线与纵垂线间夹角,骶骨终板中点在 HA 后方为正值。(10)脊柱骶骨角(spino-sacral angle, SSA), C7 中点与骶骨终板中点连线与骶骨终板切线夹角。(11)PR-S1, PR 线与骶骨终板切线夹角。(12)总腰-骨盆前凸角(total lumbopelvic lordosis,

PR-T12), PR 线与 T12 下终板切线夹角。

1.4 SPA 可信度及可重复性评估

从 111 例志愿者中随机抽取 80 例的脊柱全长侧位 X 线片,男 36 例,女 44 例,由 2 位脊柱外科主治医师分别测量 SPA 5 次,间隔 1 个月后再次分别测量 SPA 5 次,取平均值,统计学分析 SPA 的可信度和可重复性。

1.5 统计学方法

采用 IBM SPSS 20.0 软件进行统计学分析。连续型指标数据以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示。变量间相互关系分析采用 Pearson 相关系数,以 r 表示。采用变异系数(CV)观测 SPA 指标稳定性,组内相关系数(ICC)判定观测者间和两次测量间的一致性,按照 Landis 和 Koch^[11]的一致性强度判定标准,ICC 值 0.81~1.00 为一致性极佳,0.61~0.80 为高度一致,0.41~0.60 为一致性中度,0.21~0.40 为一致性弱,小于 0.20 为一致性差。全文统计分析采用双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$, $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 SPA 与 PA 和 SS 的关系

见图 1。从图中可以看出,骶骨终板切线与水平线夹角为 SS,骶骨终板垂线与水平线夹角为 β , $SS+\beta=90^\circ$ 。骶骨终板垂线与纵垂线夹角为 α ,水平线与纵垂线夹角为 $90^\circ=\alpha+\beta$,因此 $\alpha=SS$ 。经过 HA 点及骶骨后上角的纵垂线为平行线,PR 线与经过 HA 点纵垂线的夹角为 PA,PR 线与经过骶骨后上角纵垂线的夹角与 PA 为相等的内错角。 $SPA=PA+\alpha=PA+SS=90^\circ-PR-S1$ 。

2.2 骨盆参数测量结果及相关性

111 例志愿者各骨盆参数测量结果见表 1。各参数间相关性分析结果见表 2。SPA 与 PI、PR-S1、PA、PT、SS、SSA 呈显著性正相关($r=0.994,1.000,0.482,0.538,0.699,0.465,P<0.05$),与 LL 呈显著性负相关($r=-0.532,P<0.05$),与 SVA、TLK 的相关性不具有实际意义($r=0.234,-0.281,P<0.05$),与 PR-T12 及 TK 无显著相关性($r=0.177,0.08,P>0.05$)。

2.3 可信性和可重复性评估结果

第一观测者前后两次测量的 SPA 分别为 $50.25^\circ\pm 7.84^\circ$ 、 $50.44^\circ\pm 7.64^\circ$,第二观测者前后两次测量的 SPA 分别为 $50.04^\circ\pm 7.72^\circ$ 、 $50.01^\circ\pm 7.72^\circ$;2

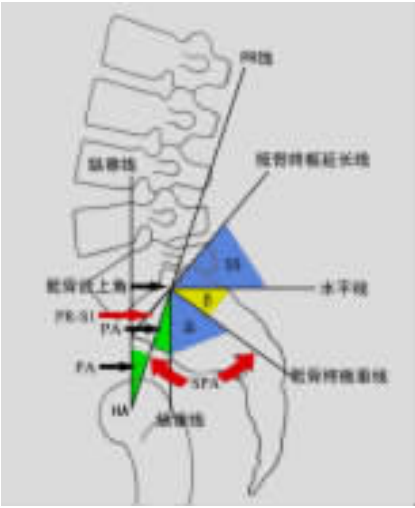


图 1 图解 SPA 与 PA 和 SS 的关系(骶骨终板延长线与骶骨终板垂线夹角为 $90^\circ=SS+\beta$,水平线与纵垂线夹角为 $90^\circ=\alpha+\beta$; $\alpha=SS$ 。绿色角为两平行线相等的内错角为 PA。SPA=PA+SS=90°- PR-S1)

Figure 1 Geometric diagram for SPA=PA+SS (The angle between the tangent line along the S1 endplate and S1 endplate perpendicular line was 90° , which was equal to $SS+\beta$. The angle between horizontal line and vertical line was 90° , which was equal to $\alpha+\beta$. So $\alpha=SS$. The green angles were alternate interior angle, which was PA. Then SPA=PA+SS=90°- PR-S1)

表 1 111 例志愿者脊柱-骨盆各参数测量结果 ($n=111$)
Table 1 The value of spinopelvic parameters in 111 volunteers

参数 Parameters	均数±标准差 $\bar{x}\pm s$	范围 Range
骶骨骨盆角 SPA($^\circ$) Sacral pelvic angle	49.95±8.35	28.42~72.83
腰椎前凸角 LL($^\circ$) Lumbar lordosis	-48.75±10.03	-68.6~-21.2
胸椎后凸角 TK($^\circ$) Thoracic kyphosis	36.03±7.34	17.8~56.5
胸腰段后凸角 TLK($^\circ$) Thoracolumbar kyphosis	6.4±7.43	-12.85~23.43
骶骨倾斜角 SS($^\circ$) Sacral slope	33.57±7.64	14.07~52.18
骨盆指数 PI($^\circ$) Pelvic incidence	44.75±9.01	24.69~70.52
脊柱骶骨角 SSA($^\circ$) Spino-sacral angle	127.32±8.98	106.25~153.92
矢状面垂轴 SVA(mm) Sagittal vertical axis	-2.66±22.79	-65.81~44.73
骨盆角 PA($^\circ$) Pelvic angle	16.38±6.23	1.84~37.15
骨盆倾斜角 PT($^\circ$) Pelvic tilt	11.18±6.60	-3.93~31.75
PR-S1($^\circ$)	-40.05±8.35	-61.58~-17.17
总腰-骨盆前凸角 PR-T12($^\circ$) Total lumbopelvic lordosis	-86.28±9.39	-117.5~-63.8

位观测者两次测量的 SPA 分别为 $50.14^{\circ} \pm 7.76^{\circ}$ 、 $50.23^{\circ} \pm 7.66^{\circ}$, 前后两次测量变异系数 CV 分别为 0.0023 ± 0.02 及 0.0085 ± 0.053 , 观测者间 ICC 分别为 $0.99, P < 0.01$ 及 $0.97, P < 0.01$; 前后两次测量间 ICC 为 $0.99, P < 0.01$ (表 3)。

3 讨论

为探讨脊柱-骨盆平衡, 最早将股骨头中点至骶骨终板中点的连线称为 CS 线, 其长度称之为 SPT (sagittal pelvic thickness), SPT 是线性测量参数, 现已较少应用^[12]。During 等^[13]将 CS 线与骶骨终板夹角定义为 PSA (pelvisacral angle), 并认为它是一个解剖学常数。在 During 的基础上, Legaye 等^[14]和 Jackson 等^[3]先后提出了两种评估系统 (图 2)。Legaye 等将 CS 线与骶骨终板中垂线夹角定义为 PI。现有研究认为对于成年个体 PI 是固定不变的解剖学常数^[14, 15], 根据几何关系, $PI = SS + PT = 90^{\circ} - PSA$ 。Jackson 等将股骨头中点至骶骨

后上角连线称之为 PR 线 (pelvic radius line), 并将 PR 线与骶骨终板切线夹角定义为 PR-S1 (pelvic morphology); PR-S1 也是解剖学常数^[2]。PR 线实质上就是将 CS 线止点由骶骨终板中点移至骶骨后上角, 因而 PR-S1 与 PSA 性质是一致的。本研究通过平面解析几何学证明 $SPA = SS + PA = 90^{\circ} - PR-S1$, SPA 与 PR-S1 的几何学关系与 PI 与 PSA 的几何学关系一致, 说明 SPA 和 PI、PR-S1 一样也是解剖学常数, 在正常成年人为一恒值, 不因体位改变而改变。本研究中 SPA 与 PI、PR-S1、PA、PT、SS、SSA 呈显著性正相关 ($r = 0.994, 1.000, 0.482, 0.538, 0.699, 0.465, P < 0.05$), 与 LL 呈显著性负相关 ($r = -0.532, P < 0.05$)。SPA 与其他参数的相关性和 PI 与其他参数相关性极为接近, 统计学结果提示 SPA、PI 本质是相同的, 都能适应评估脊柱-骨盆矢状面平衡的需要。

参数测量值的可信度和可重复性决定参数的实用性, 固有的系统误差是参数可信度和可重复

表 2 111 例志愿者脊柱-骨盆各参数间的 Pearson 相关系数

Table 2 The Pearson correlation coefficients between the spinopelvic parameters of 111 volunteers

	TK	TLK	PR-T12	SVA	SSA	SS	PT	PA	PR-S1	PI	SPA
LL	-0.387 ^①	0.319 ^①	0.653 ^①	0.296 ^①	-0.801 ^①	-0.858 ^①	0.262 ^①	0.34 ^①	-0.532 ^①	-0.536 ^①	-0.532 ^①
TK		0.071	-0.321 ^①	0.026	0.131	0.117	-0.032	-0.037	0.08	0.076	0.08
TLK			0.316 ^①	0.167	-0.267 ^①	-0.438 ^①	0.129	0.16	-0.281 ^①	-0.277 ^①	-0.281 ^①
PR-T12				0.543 ^①	-0.581 ^①	-0.464 ^①	0.775 ^①	0.806 ^①	0.177	0.174	0.177
SVA					-0.388 ^①	-0.081	0.399 ^①	0.412 ^①	0.234 ^①	0.223 ^①	0.234 ^①
SSA						0.807 ^①	-0.28 ^①	-0.367 ^①	0.465 ^①	0.479 ^①	0.465 ^①
SS							-0.205 ^①	-0.289 ^①	0.699 ^①	0.698 ^①	0.699 ^①
PT								0.985 ^①	0.548 ^①	0.558 ^①	0.538 ^①
PA									0.482 ^①	0.475 ^①	0.482 ^①
PR-S1										0.994 ^①	1 ^①
PI											0.994 ^①

注: LL, 腰椎前凸角; TK, 胸椎后凸角; TLK, 胸腰段后凸角; PR-T12, 总腰-骨盆前凸角; SVA, 矢状面垂轴; SSA, 脊柱骶骨角; SS, 骶骨倾斜角; PT, 骨盆倾斜角; PA, 骨盆角; PI, 骨盆指数; SPA, 骶骨骨盆角。① $P < 0.05$

Note: TK, thoracic kyphosis; TLK, thoracolumbar kyphosis; LL, lumbar lordosis; SS, sacral slope; PT, pelvic tilt; PI, pelvic incidence; SVA, sagittal vertical axis; PA, pelvic angle; SSA, spino-sacral angle; PR-T12, total lumbopelvic lordosis; SPA, sacral pelvic angle. ① $P < 0.05$

表 3 2 位观测者两次测量 SPA 的一致性检验结果

Table 3 The results of interobserver and intraobserver agreement of SPA

	例数 Cases	组内相关系数 ICC	95%可信区间 95% CI	P值 P value
第一次测量 2 位观测者间可信度 Interobserver reliability of the 1st measurement	80	0.99	0.980~0.992	0.000
第二次测量 2 位观测者间可信度 Interobserver reliability of the 2nd measurement	80	0.97	0.957~0.982	0.000
2 位观测者两次测量间的可重复性 Repeatability of the two measurements by two observers	160	0.99	0.990~0.995	0.000

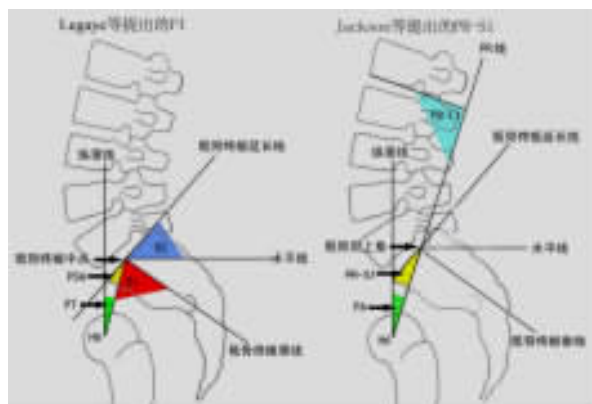


图2 PI及PR-S1测量参数系统图解

Figure 2 Parameters diagrams for PI and PR-S1

性的决定因素。PI系统的固有系统误差存在于:(1)HA点定位;(2)骶骨终板前角、后角及中点定位。Legaye^[6]的研究表明,骶骨圆顶化时难以确定骶骨终板线,另外骶骨严重退变时,骶骨前角骨质增生将对骶骨终板前角的定位造成干扰,这是PI系统的缺陷。PR-S1系统固有误差存在于:(1)HA点定位;(2)骶骨终板后角定位,其系统固有误差点比PI系统少。Jackson的研究中应用PR测量技术时观测者自身及观测者间的可信度和可重复性高^[1,2]。测量PA仅需定位骶骨后上角,比测量PT需定位骶骨终板前角、后角及中点简便且误差小,PA较PT避免了对骶骨中点判断的误差,这是PR-S1系统优于PI系统的原因,这在重度滑脱、骶骨上终板圆隆的患者中尤其有意义。也有一些学者^[6,17]未经过统计学验证认为 $PA \approx PT$,当股骨头中点靠近骶骨后角时,PA与PT间的数值很接近,但当股骨头中点远离骶骨后角时,如强直性脊柱炎后凸畸形等,PA与PT间的差值将较大,如果将 $PA \approx PT$ 直接引入研究中,将对研究结果产生偏差。PR-S1系统缺陷是只适用于腰骶椎的平衡性研究,原因在于PR测量方法固有的缺陷,各节段腰-骨盆前凸角(segment lumbopelvic lordosis)是测量PR线与各腰椎下终板夹角,按照常规均为负值,当需要测量胸椎各节段“胸-骨盆角”时,会发现这类角也都是负值,使得前凸、后凸失去矢量的区分,可能出现下腰椎与上胸椎、高位腰椎与下胸椎-PR角数值完全一致的情况,而无法得到含矢量变化的相关性。在PR测量技术中PR-T12被认为是可快速评估腰椎矢状面平衡的参数,但不适用于单独评估胸椎的平衡。为此,有

学者试图用过T4-T12/PR-T12比值来完善这一缺陷^[3,6],但T4-T12/PR-T12比值仍无法体现胸椎后凸和腰椎前凸的矢量变化,因此PR测量方法仅适用于腰椎-骨盆测量。本研究中SPA前后两次测量变异系数CV分别为 0.0023 ± 0.02 及 0.0085 ± 0.053 ,说明SPA是一个很稳定的指标。观测者间ICC分别为0.99 ($P < 0.01$)及0.97 ($P < 0.01$),两次测量间ICC为0.99 ($P < 0.01$)。按照Landis和Koch的标准,本研究ICC值极佳,表明SPA的可信度高,可重复性好。

本研究结果显示,我们提出的SPA是一个解剖学常数,具有较高的可信度和可重复性。SPA与其他参数相关性和PI与其他参数相关性极为接近,符合评估脊柱-骨盆矢状面平衡的需要,采用SPA进行定量研究既可避免骶骨中点判断的误差又适用于脊柱整体平衡的判定,可作为评估脊柱-骨盆矢状位平衡的参数。 $SPA = PA + SS$,可以将PI及PR-S1两套系统联系起来。但进一步验证SPA临床实用性有待将来的多中心研究。

4 参考文献

1. Jackson RP, Peterson MD, McManus AC, et al. Compensatory spinopelvic balance over the "hip axis" and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients[J]. Spine, 1998, 23(16): 1750-1767.
2. Jackson RP, Kanemura T, Kawakami N, et al. Lumbopelvic lordosis and pelvic balance on repeated standing lateral radiographs of adult volunteers and untreated patients with constant low back pain[J]. Spine, 2000, 25(5): 575-586.
3. Jackson RP, Hales C. Congruent spinopelvic alignment on standing lateral radiographs of adult volunteers [J]. Spine, 2000, 25(21): 2808-2815.
4. 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.
5. Mac-Thiong JM, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Age- and sex-related variations in sagittal sacropelvic morphology and balance in asymptomatic adults[J]. Eur Spine J, 2011, 20 (Suppl 5): 572-577.
6. Sergides IG, McCombe PF, White G, et al. Lumbo-pelvic lordosis and the pelvic radius technique in the assessment of spinal sagittal balance: strengths and caveats[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 591-601.
7. Chaleat-Valayer E, Mac-Thiong JM, Paquet J, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain[J]. Eur Spine

- J, 2011, 20 (Suppl 5): 634-640.
8. 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.
9. 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.
10. Chanplakorn P, Wongsak S, Woratanarat P, et al. Lumbopelvic alignment on standing lateral radiograph of adult volunteers and the classification in the sagittal alignment of lumbar spine[J]. Eur Spine J, 2011, 20(5): 706-712.
11. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data [J]. Biometrics, 1977, 33 (1): 159-174.
12. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Anatomical reliability of two fundamental radiological and clinical pelvic parameters: incidence and thickness[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol, 2005, 15(3): 197-204.
13. During J, Goudfrooij H, Keessen W, et al. Toward standards for posture: postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions[J]. Spine, 1985, 10(1): 83-87.
14. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for the three dimensional regulation of spinal sagittal curves [J]. Eur Spine J, 1998, 7(2): 99-103.
15. 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.
16. Legaye J. The femoro-sacral posterior angle: an anatomical sagittal pelvic parameter usable with dome-shaped sacrum[J]. Eur Spine J, 2007, 16(2): 219-225.
17. Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, et al. Pelvic parameters: origin and significance[J]. Eur Spine J, 2011, 20 (Suppl 5): 564-571.
- (收稿日期: 2014-04-20 末次修回日期: 2014-07-25)
(英文编审 蒋欣/贾丹彤)
(本文编辑 卢庆霞)

专家点评

钱邦平(南京大学医学院附属鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

本研究基于 PI 系统, PR-S1 的固有系统误差, 创新性提出了一个新的脊柱-骨盆矢状面参数: 骶骨骨盆角 (SPA), 定义为股骨头中点与骶骨后上角连线与骶骨终板垂线的夹角。经典的脊柱-骨盆矢状面参数中, PI 定义为股骨头中点与骶骨中点的连线与骶骨终板的垂线的夹角。本研究将 PI 在骶骨中点的位置移到骶骨后上角, 形成 SPA, 研究表明, SPA 为解剖学参数, $SPA = PA + SS$, 类似于经典脊柱-骨盆参数 $PI = PT + SS$, 并认为在测量精确性上 SPA 优于 PI, 因为 SPA 仅取决于股骨头中点和骶骨终板后角的位置, 而 PI 依赖于股骨头中点和骶骨终板前角、后角及中点的位置。笔者认为该观点值得商榷, SPA 适合于骶骨圆顶化及骶骨前角骨质增生的患者, 而对于骶骨后角异常的患者, SPA 则存在较大的测量误差, 因为骶骨后角在 X 线片上的显影比骶骨前角更容易受到周围解剖结构的影响, 导致其测量误差增大。再者, 本研究仅从理论上进行推测, 认为 SPA 比 PI 更为准确, 并未进行统计学分析比较, 因此 SPA 的准确性优于 PI 的结论缺乏统计学理论依据。

此外, 本文的统计学分析结果显示, SPA 具有良好的可信度和可重复性, 且与其他参数的相关性类似于 PI, 能够对脊柱骨盆的矢状面平衡进行准确的评估, 是评估脊柱畸形患者脊柱-骨盆矢状面平衡的有效参数之一。笔者认为, 对此结论的推广须持谨慎的态度, 因研究的样本量偏小、无症状志愿者的纳入及排除标准欠严格, 且为单一中心的研究, 期待作者扩大样本量, 严格入选标准, 并开展多中心研究, 进一步验证 SPA 的可信度、可重复性及临床意义, 为创设符合中国人群脊柱生理特点的矢状面参数做出有意义的探索。