

临床论著

中老年人群脊柱-骨盆矢状位参数
及其序列拟合关系

马清伟, 李危石, 孙卓然, 费 晗, 姜 帅

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

【摘要】目的:测量我国中老年人群的脊柱-骨盆矢状位参数并分析其相关性,建立腰椎前凸角与相关脊柱-骨盆矢状位参数的拟合关系。方法:采用影像学测量方法,对 106 例中老年志愿者进行研究,其中男 48 例,女 58 例;年龄 62.4 ± 5.2 岁(55~76 岁)。所有志愿者行全脊柱正、侧位 X 线摄片,利用院内影像归档与通信系统(picture archiving and communication system, PACS)测量骨盆入射角(pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角(sacral slope, SS)、腰椎前凸角(lumber lordosis, LL)、上腰弯前凸角(upper arc of total lumbar lordosis, UALL)、下腰弯前凸角(lower arc of total lumbar lordosis, LALL)、胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK)、矢状位平衡(sagittal vertical axis, SVA)等参数,按照脊柱矢状面解剖定义和形态特点分析脊柱-骨盆矢状位形态参数及其相关性,并与青年人群相关参数进行比较,利用线性回归分析建立中老年人群 LL 与 PI、TK 的拟合关系。结果:我国中老年人群的 PI 为 $46.5^\circ\pm 7.6^\circ$, PT 为 $13.1^\circ\pm 6.6^\circ$, SS 为 $32.3^\circ\pm 9.5^\circ$, LL 为 $49.2^\circ\pm 9.1^\circ$, UALL 为 $15.9^\circ\pm 5.9^\circ$, LALL 为 $32.3^\circ\pm 9.5^\circ$, TK 为 $34.0^\circ\pm 10.7^\circ$, SVA 为 $-5.0\pm 30\text{mm}$; LL 与 SS、TK、PI、PT、SVA 呈显著性相关($P<0.05$), PT 与 TK、SS 呈显著性相关($P<0.05$), UALL 与 TK、SVA 相关, LALL 与 PI 相关。中老年人群与青年人群比较 PI、SS、LL、LALL 无显著性差异($P>0.05$), PT、TK、SVA、UALL 有显著性差异($P<0.01$)。中老年人群 LL 预测值= $0.6\text{PI}+0.4\text{TK}+10^\circ$, $R^2=0.375$ 。结论:中老年人群中 LL 与其他相关脊柱-骨盆各参数之间存在显著相关性,我国中老年人群 LL 的理想预测值为 $\text{LL}=0.6\text{PI}+0.4\text{TK}+10^\circ$; TK、UALL、PT、SVA 与青年人群有显著性差异。

【关键词】中老年人;矢状位;腰椎前凸角;线性回归

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.02.08

中图分类号: R445, R322.7 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-02-0146-05

Spino-pelvic sagittal parameters in middle-aged and elderly Chinese: measurements and correlation-ship/MA Qingwei, LI Weishi, SUN Zhuoran, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(2): 146-150

【Abstract】 Objectives: To analyze the spino-pelvic sagittal parameters and their relationship in middle-aged and elderly Chinese, and to establish a prediction between lumbar lordosis and the other parameters. Methods: This study was a radiological analysis. Anteroposterior and lateral radiographs of the whole spine were taken in 106 Chinese volunteers, including 48 males and 58 females, aged from 55 to 76 years(average 62.4 ± 5.2 years). Pelvic and spinal parameters including pelvic incidence(PI), pelvic tilt(PT), sacral slope(SS), lumbar lordosis (LL), thoracic kyphosis (TK), sagittal vertical axis (SVA), upper arc of total lumbar lordosis (UALL), lower arc of total lumbar lordosis(LALL) were measured by using picture archiving and communication systems. The correlations of all parameters were analyzed, and which were compared to the parameters in younger volunteers. A multifactor regression analysis was conducted by using the lumbar lordosis (dependent variable) and the other spino-pelvic parameters(independent variables) to determine the best sets of predictors. Results: Radiographic measurements: PI, PT, SS, LL, UALL, LALL, TK, SVA were $46.5^\circ\pm 7.6^\circ$, $13.1^\circ\pm 6.6^\circ$, $32.3^\circ\pm 9.5^\circ$, $49.2^\circ\pm 9.1^\circ$, $15.9^\circ\pm 5.9^\circ$, $32.3^\circ\pm 9.5^\circ$, $34.0^\circ\pm 10.7^\circ$ and $-5.0\pm 30\text{mm}$ respectively. LL was significantly

基金项目:国家自然科学基金应急管理项目(编号:81450025);首都市民健康项目培育(编号:Z131100006813038)

第一作者简介:男(1990-),医学硕士,研究方向:脊柱外科

电话:(010)82267368 E-mail:maqwei22@sina.com

通讯作者:李危石 E-mail:liweishi@medmail.com.cn

correlated with PI, SS, TK and SVA ($P<0.05$), PT was significantly correlated with TK and SS. Compared with young people, PI, SS, LL and LALL had no significant difference ($P>0.05$), however, PT, TK, SVA and UALL had significant differences ($P<0.01$). Based on a multifactor regression analysis, LL predictive equation was $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$, $R^2=0.375$. **Conclusions:** The spino-pelvic sagittal parameters have a clear correlation in middle-aged and elderly Chinese. There exists obvious difference in the spine and pelvis sagittal parameters such as TK, UALL, PT, SVA between the old and the young. By using the formula $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$, LL of the middle-aged and elderly can be ideally predicted.

[Key words] Middle-aged and elderly; Sagittal alignment; Lumbar lordosis; Linear regression

[Author's address] Orthopaedic Department, Peking University Third Hospital, Beijing, 100191, China

脊柱-骨盆矢状位形态具有重要临床意义,以往文献报道骨盆形态与某些脊柱疾病的发病机制密切相关,如腰椎真性滑脱患者的 PI 大于无症状人群^[1],青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者的 PI 明显大于无症状正常青少年^[2]。国内学者对中国人脊柱-骨盆矢状位参数进行了一系列研究^[4-6],并认为根据 $LL=0.6PI+20^\circ$ ^[4] 能准确估计青年人的理论 LL 值。由于脊柱退行性变等原因,中老年人群的脊柱-骨盆矢状位形态及其相关性如何,其腰椎前凸角与其他脊柱-骨盆矢状位序列的拟合关系怎样,目前国内尚未见相关报道。我们对 106 例我国中老年人脊柱-骨盆矢状位参数进行了影像学研究,旨在描述中老年人群脊柱-骨盆矢状位形态,分析脊柱-骨盆矢状位参数间的相关性,并与正常青年人进行比较,建立我国中老年人群腰椎前凸角与其他脊柱-骨盆矢状位序列拟合关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究以填写调查问卷以及社区招募等方式招募志愿者,所有志愿者签署知情同意书。入选标准:(1)年龄 ≥ 55 岁;(2)近 3 个月无明显腰腿痛,除外慢性腰腿痛、严重骨质疏松、既往有脊柱畸形、脊柱手术及骨盆、髋关节、下肢疾病史者;(3)全脊柱正侧位 X 线片上无脊椎滑脱表现,冠状位脊柱侧凸 Cobb 角 $<10^\circ$,无矢状位后凸畸形。共 106 例志愿者纳入研究,男 48 例,女 58 例;年龄 55~76 岁(62.4 ± 5.2 岁)。

1.2 影像学测量

所有志愿者签署研究知情同意书后,行站立位全脊柱(包含双侧髋关节)正侧位 X 线片检查。投照源固定,连续曝光后自动拼接成像。摄片体位取直立位,充分伸展膝关节、髋关节,肘关节完全

屈曲,双拳置于同侧锁骨上。通过院内影像归档与通讯系统(PACS)进行影像学参数测量。各参数及测量方法如下。(1)骨盆矢状位形态及序列参数(图 1):①骨盆入射角(pelvic incidence, PI),经 S1 上终板中点作一条垂直于终板的直线,再经 S1 上终板的中心和股骨头中心点作一条直线,两条直线间的夹角;②骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT),经过 S1 上终板中点以及两侧股骨头中心连线中点的直线与铅垂线间的夹角;③骶骨倾斜角(sacral slope, SS),S1 终板与水平线间的夹角。(2)脊柱矢状位序列参数(图 2):①腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL),L1 上终板与 S1 上终板间夹角;②胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK),T4 上终板与 T12 下终板间夹角;③脊柱矢状位平衡(sagittal vertical axis, SVA),经 C7 椎体中心所作的铅垂线与 S1 后上缘的水平距离,若铅垂线位于 S1 后上

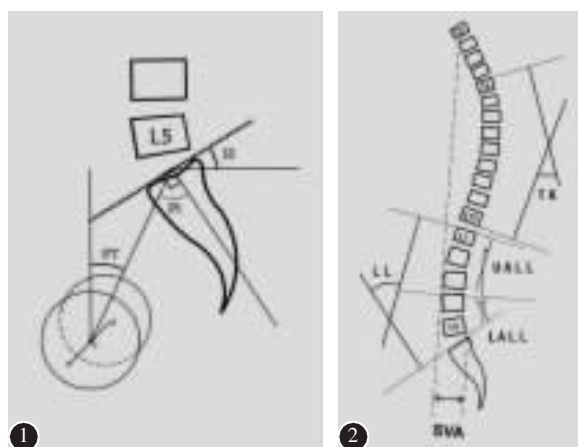


图 1 在全脊柱侧位 X 线片上测量骨盆矢状位参数的示意图 图 2 在全脊柱侧位 X 线片上测量脊柱矢状位参数的示意图

Figure 1 Schematic diagram of pelvic sagittal parameters on the whole spine X-ray film **Figure 2** Schematic diagram of spinal sagittal parameters on the whole spine X-ray film

缘前方,则为正值,反之为负值;④腰弯前凸顶点(apex of total lumbar lordosis);⑤上腰弯前凸角(upper arc of total lumbar lordosis UALL);L1 上终板与腰弯前凸顶点所在水平线间夹角;⑥下腰弯前凸角(lower arc of total lumbar lordosis, LALL);S1 上终板与腰弯前凸顶点所在水平线间夹角(实际等于 SS)。

1.3 数据处理与统计

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析,对样本各参数进行描述性分析;运用 Pearson 检验进行脊柱-骨盆各参数间相关性分析;采用独立样本 *t* 检验将测得的各参数与文献^[9]中的青年人群参数进行对比;以 PI、TK 为自变量,LL 为因变量,运用线性回归分析建立 LL 与 PI、TK 间线性拟合关系。*P*<0.05 为有统计学差异。

2 结果

106 例中老年人的脊柱-骨盆矢状位参数见表 1。各参数间的相关性分析结果见表 2,PI 与 SS、PT 显著性相关 (*P*<0.01),SS 与 PT 显著性相关 (*P*<0.05);LL 与 PI、PT、SS 显著性相关 (*P*<0.01),TK 与 PT 显著性相关(*P*<0.05)。PI 与 LALL 显著性相关,而与 UALL 无显著性相关;相反 TK 与 UALL 显著相关,与 UALL 无明显相关。以 PI、

TK 为自变量,利用多元线性回归得出 LL 预测值=0.6PI+0.4TK+10°,R²=0.375。与青年人群比较 PI、SS、LL、LALL 无显著性差异(*P*>0.05),PT、TK、SVA、UALL 有显著性差异(*P*<0.01,表 3)。

按照 Schwab 等^[9]的线性回归公式 LL=PI+9° 计算本组患者的 LL 平均值为 55.5°±7.6°,明显大于本组实际测得的 LL 平均值(49.2°±9.1°)。

3 讨论

3.1 正常中老年人脊柱-骨盆矢状位形态

PI 代表骨盆矢状位形态,我国中老年人的 PI 平均值为 46.5°,与青年人(44.6°)比较无显著性

表 1 106 例中老年人脊柱-骨盆矢状位参数
Table 1 Mean value, standard deviation, range and standrad error of each paramerer

参数 Parameter	平均值±标准差 ($\bar{x}\pm s$)	范围 Range	标准误 Standard error
PI(°)	46.5±7.6	28.0~66.5	0.734
PT(°)	13.2±6.6	0.2~30.4	0.639
SS(°)	33.3±5.5	21.1~45.2	0.536
LL(°)	49.2±9.1	25.1~70.6	0.888
UALL(°)	15.9±5.9	-0.2~29.5	0.571
LALL(°)	33.3±5.5	21.1~45.2	0.536
TK(°)	34.0±10.7	11.2~62.1	1.037
SVA(mm)	-5.0±30.0	-91.6~67.2	2.911

表 2 中老年人脊柱-骨盆参数间相关性 Pearson 检验的相关系数

Table 2 Coefficients of Pearson test between lumbar lordosis and spino-pelvic paramerers of middle-aged and elderly

	PT	SS/LALL	LL	TK	SVA	UALL
PI	0.694 ^①	0.529 ^①	0.345 ^①	-0.083	0.085	0.039
PT		-0.231 ^①	-0.278 ^①	-0.192 ^①	0.086	-0.215 ^①
SS/LALL			0.787 ^①	0.103	0.018	0.285 ^①
LL				0.470 ^①	-0.244 ^①	0.815 ^①
TK					0.149	0.634 ^①
SVA						-0.395 ^①

注:①*P*<0.05

Note: ①*P*<0.05

表 3 中老年人群与青年人群脊柱-骨盆各矢状位参数比较

Table 3 Comparison of spino-pelvic parameters between the elderly and the younger

	PI(°)	PT(°)	SS/LALL(°)	LL(°)	TK(°)	SVA(mm)	UALL(°)
中老年人 The older	46.5±7.6	13.2±6.6	33.3±5.5	49.2±9.1	34.0±10.7	-5.0±30.0	15.9±5.9
青年人 ^[9] The younger	44.6±9.5	10.2±6.4	34.4±8.0	48.4±10.8	24.2±9.6	-20.5±30.1	14.0±7.2
<i>P</i> 值 <i>P</i> value	>0.05	<0.01	>0.05	>0.05	<0.01	<0.01	<0.05

差异,进一步证实了在成年后骨盆矢状位形态会保持不变^[7-9]。Labelle 等^[10]、Boulay 等^[11]、Vaz 等^[12]报告西方无症状人群 PI 值分别为 51.8°、53.1°、51.7°,与我国中老年人 PI 值比较发现,我国中老年人的 PI 明显小于西方人,这与其他正常人群脊柱-骨盆矢状位参数的影像学研究结果相同^[5,6]。

3.2 正常中老年人脊柱-骨盆序列参数的相关性

脊柱-骨盆各参数存在相关性,骨盆形态显著影响脊柱矢状位序列,尤其是 LL。我国中老年人 LL 与 SS、TK、PI、PT、SVA 呈显著性相关($P<0.05$),PT 还与 TK、SS 显著性相关;LALL 与 PI 相关,UALL 与 TK、SVA 相关。在我国正常人群脊柱-骨盆矢状位序列拟合关系研究中发现 PI、SS 与 LALL 相关,而与 UALL 无明显相关^[4],进一步说明 PI 主要影响 LALL。Faldini 等^[14]对术后休门氏病患者的脊柱-骨盆矢状位参数的研究发现,TK 与 LL 较术前明显减小,而 SVA、SS、PT、PI 无明显变化,同样也证明了 TK 主要影响 LL,且主要影响 UALL。因此我们认为骨盆形态主要影响 LALL,TK 主要影响 UALL。在临床工作中对胸腰段后凸畸形患者进行矫正时,可根据胸椎后凸的矫正角度适度调节 UALL,以避免不适当的矫正加剧术后相邻节段的退变。

对我国中老年人人群与青年人人群脊柱-骨盆矢状位参数^[5]比较发现,中老年人人群与青年人人群之间 PI、SS、LL 不存在差异性,PT、TK、SVA 存在差异性,中老年人人群 TK 明显增大,且 PT 增大、矢状位平衡前移。这可能是因为随着年龄的老化,机体退变导致中老年人 TK 增大、躯干重心前移,为了维持机体平衡,骨盆将以双侧股骨头为中心由前向后旋转,使前移的躯干重心恢复到接近正常范围,最终导致 PT 增大。Korovessis 等^[14]对 99 位平均年龄为 52.7 岁(20~79 岁)的无症状人群进行了不同年龄段矢状位参数比较,发现 TK 随着年龄的增长而增大,与本研究结果一致。

我国中老年人人群与青年人人群除了 PI 无明显差异外,LL、SS 也无明显差异性。在机体退变状态下 LL 理应减小^[15,16],但 Korovessis 等^[13]曾报道无症状人群的 LL 与年龄无明显相关。这可能是因为正常中老年人胸椎后凸增大,胸椎后凸和腰椎前凸之间彼此调节导致 UALL 代偿性增加,从而抵消退变老化消失的部分腰椎前凸,最终使得 LL 无明显变化。以往有文献报道退变导致 LL 减小,

这可能是因为其研究对象多已存在相关临床症状或机体处于失代偿状态,而本研究的对象均为正常中老年人,无明显临床症状。

3.3 我国中老年人人群 LL 与其他脊柱-骨盆矢状位参数拟合关系

国外学者^[17,18]通过对腰椎融合术后 PI 与 LL 的相关性研究发现,LL 与 PI 不匹配(术后 LL 与 PI 之差大于 9°)的患者术后更容易出现腰痛,下肢疼痛、麻木,以及相邻节段的退变,翻修率明显高于 LL 与 PI 匹配患者。因此,术前根据患者的 PI 正确估计患者 LL 非常重要。由于我国人群脊柱-骨盆矢状位参数与西方人群存在明显差异性,李危石等^[4]曾对我国正常人脊柱-骨盆矢状位序列拟合关系进行了研究,根据 $LL=0.6PI+20^\circ$ 能准确估计青年人的理论 LL 值。中老年人由于年龄增长所致的退变因素对矢状位参数有一定影响,其 LL 与其他脊柱-骨盆矢状位参数拟合关系怎样目前尚未见相关报道。

本研究结果显示,LL 与 PI、PT、SS、TK、SVA 显著性相关($P<0.05$)。鉴于骨盆的矢状位形态参数 PI 在成人肌肉骨骼发育成熟后就始终保持不变^[7-9],且在脊柱矢状位参数中 LL 与 TK 相关度较高,中老年人 TK 与青年人 TK 具有显著差异性,因此用 PI、TK 值作为基础来计算患者 LL 预测值更为可行。运用多元线性回归分析得出 LL 预测值 $=0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 。我们可以根据患者术前的 PI、TK 通过公式预测合适的 LL 值。但目前仍有国内医生沿用西方人群的线性回归公式 $LL=PI+9^\circ$ 来预估患者术后 LL,因其结果明显增加国人 LL 的预测值,与实际测量值有显著性差异,故此公式既不适用于青年人^[4],也不适用于中老年人。因此,在预测我国群 LL 时 $LL=PI+9^\circ$ 可弃用,而 $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 可更加准确地预测我国中老年人的 LL。

本研究局限性在于样本数量较少,年龄为 55~76 岁,男女比例也有差异,可能会对脊柱-骨盆矢状位相关数据造成一定程度影响。但本研究描述了我国中老年人人群脊柱-骨盆矢状位各参数及其相关性,中老年人人群与青年人人群的 TK、UALL、PT、SVA 有显著性差异。在临床工作中,我们可以根据拟合关系 $LL=0.6PI+0.4TK+10^\circ$ 计算我国中老年人人群 LL 的理想预测值,为中老年腰椎退行性疾病等的诊治提供参照性标准。

4 参考文献

1. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study[J]. Spine, 2004, 29(18): 2049-2054.
2. Jean-Marc MT, Hubert L, Manon C, 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.
3. 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.
4. 孙卓然, 李危石, 陈仲强, 等. 正常国人脊柱-骨盆矢状位序列拟合关系研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2015, 25(1): 1-5.
5. 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.
6. Zhu Z, Xu L, Zhu F, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis in asymptomatic adults: norms in Chinese populations [J]. Spine, 2014, 39(1): E1-E6.
7. Mac-Thiong JM, Labelle H, Roussouly P. Pediatric sagittal alignment[J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 586-590.
8. Lee CS, Chung SS, Kang SC, et al. Normal patterns of sagittal alignment of the spine in young adults radiological analysis in a Korean population[J]. Spine, 2011, 36(25): E1648-1654.
9. 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.
10. Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, et al. Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study[J]. Spine, 2004, 29(18): 2049-2054.
11. Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis[J]. Eur Spine J, 2006, 15(4): 415-422.
12. 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.
13. Korovessis PG, Stalnatik MV, Baikousis AG. Reciprocal angulation of vertebral bodies in the sagittal plane in an asymptomatic Greek population[J]. Spine, 1998, 23(6): 700-705.
14. Faldini C, Traina F, Perna F, et al. Does surgery for Scheuermann kyphosis influence sagittal spinopelvic parameters[J]. Eur Spine J, 2015, 24(Suppl 7): 893-897.
15. Barrey C, Jund J, Noseda O, et al. Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases: a comparative study about 85 cases[J]. Eur Spine J, 2007, 16(9): 1459-1467.
16. 刘辉, 希腊本大, 郑召民, 等. 腰椎间盘突出与脊柱-骨盆矢状面平衡的相关性[J]. 中华医学杂志, 2013, 93(15): 1123-1128.
17. Aoki Y, Nakajima A, Takahashi H, et al. Influence of pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch on surgical outcomes of short-segment transforaminal lumbar interbody fusion[J]. BMC Musculoskeletal Disorders, 2015, 16: 1-7.
18. Rothenfluh DA, Mueller DA, Rothenfluh E, et al. Pelvic incidence-lumbar lordosis mismatch predisposes to adjacent segment disease after lumbar spinal fusion[J]. Eur Spine J, 2014, 24(1): 1-8.

(收稿日期: 2015-09-23 末次修回日期: 2015-12-23)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)

消息

欢迎购阅《中国脊柱脊髓杂志》合订本

《中国脊柱脊髓杂志》2015 年合订本已装订完成, 为精装本(上、下册), 定价为 120 元/册, 全年共 240 元; 另外还有少量 2006~2014 年合订本, 均为精装本(上、下册), 2006 年定价 180 元/套, 2007~2010 年定价 200 元/套, 2011~2013 年定价 220 元/套, 2014 年定价 240 元/套。有需要者请与本刊经理部联系。

联系地址: 北京市朝阳区中日友好医院内《中国脊柱脊髓杂志》经理部, 邮编: 100029。

电话: (010)84205510; E-mail 地址: cspine@263.net.cn。

汇款时请在汇款单上填写收件人详细地址, 并注明所需物品及数量。