

· 临床研究 ·

## 老年胸腰椎骨折后凸畸形的矢状位脊柱-骨盆参数<sup>△</sup>

孙育良, 万颢, 邓轩赓, 石华刚, 顾韬, 崔伟

(四川省骨科医院, 四川成都 610041)

**摘要:** [目的] 探讨老年陈旧性胸腰椎骨折后凸畸形 (post-traumatic thoracolumbar kyphosis, PTK) 患者脊柱-骨盆矢状位参数的特点及意义。[方法] 回顾性研究 2018 年 1 月—2020 年 12 月本院诊治的单节段老年 PTK 65 例患者的临床资料, 并与同期单纯骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 患者 50 例比较。分析影像测量指标的特征和之间的相关性。[结果] PTK 组胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK) [(40.1±10.1)° vs (34.0±11.8)°,  $P<0.05$ ]、胸腰椎后凸角 (thoracolumbar kyphosis, TLK) [(38.1±10.8)° vs (19.1±6.6)°,  $P<0.05$ ]、骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT) [(29.5±12.0)° vs (21.2±5.9)°,  $P<0.05$ ] 和矢状面轴向距离 (sagittal vertical axis, SVA) [(54.4±23.8) mm vs (26.4±18.3) mm,  $P<0.05$ ] 均显著大于 OP 组。PTK 组腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL) [(31.7±10.5)° vs (49.7±13.8)°,  $P<0.05$ ]、骶骨倾斜角 (sacral slope, SS) [(20.9±6.4)° vs (30.3±8.3)°,  $P<0.05$ ] 均显著小于 OP 组。PTK 组失平衡率 (53.9%) 显著高于 OP 组 (20.0%) ( $P<0.05$ )。PTK 组的 TK 与 TLK、SVA 呈显著正相关 ( $P<0.05$ ), 而 PI 与 PT、SS 呈显著正相关 ( $P<0.05$ )。[结论] 老年 PTK 患者脊柱-骨盆矢状位参数发生明显改变, 易出现矢状位失平衡, 重心前移, 导致骨盆后旋转。

**关键词:** 陈旧性胸腰椎骨折伴后凸畸形, 骨质疏松, 脊柱-骨盆参数, 矢状位平衡

**中图分类号:** R683.2      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 24-2270-04

**Variation of spinal-pelvic sagittal parameters of post-traumatic thoracolumbar kyphosis in elderly // SUN Yu-liang, WAN Dun, DENG Xuan-geng, SHI Hua-gang, GU Tao, CUI Wei. Department of Spine Surgery, Orthopedics Hospital of Sichuan Province, Chengdu 610041, China**

**Abstract:** [Objective] To investigate the characteristics and significance of variation in spinal-pelvic sagittal parameters of post-traumatic thoracolumbar kyphosis (PTK) in elderly. [Methods] A retrospective study was conducted on 65 patients who visited our hospital for single-segment PTK patients from January 2018 to December 2020. In addition, 50 patients who visited our hospital for simple osteoporosis (OP) during the same period were used as the control. The spinal-pelvic sagittal parameters measured on X-ray films were analyzed to explore the characteristics and relationship among them. [Results] The PTK group was measured significantly greater thoracic kyphosis (TK) [(40.1±10.1)° vs (34.0±11.8)°,  $P<0.05$ ], thoracolumbar kyphosis (TLK) [(38.1±10.8)° vs (19.1±6.6)°,  $P<0.05$ ] and pelvic tilt (PT) [(29.5±12.0)° vs (21.2±5.9)°,  $P<0.05$ ] and sagittal vertical axis (SVA) [(54.4±23.8) mm vs (26.4±18.3) mm,  $P<0.05$ ] than the OP group. However, the former had significantly less lumbar lordosis (LL) [(31.7±10.5)° vs (49.7±13.8)°,  $P<0.05$ ] and sacral slope (SS) [(20.9±6.4)° vs (30.3±8.3)°,  $P<0.05$ ] than the latter. The sagittal imbalance rate proved 53.9% in the PTK group, while 20.0% in the OP group, which was statistically significant ( $P<0.05$ ). Regarding correlation analysis, TK was positively correlated with TLK and SVA ( $P<0.05$ ), whereas PI was positively correlated with PT and SS ( $P<0.05$ ) in the PTK patients. [Conclusion] Elderly patients with PTK do have considerable variation in spinal-pelvic sagittal parameters, and are prone to sagittal imbalance, with forward shift of center of gravity and backward rotation of pelvis.

**Key words:** post-traumatic thoracolumbar kyphosis, osteoporosis, spine-pelvic parameters, sagittal balance

目前我国人口老龄化问题十分凸显, 骨质疏松患病率逐年攀升。骨质疏松性椎体压缩骨折 (osteoporotic vertebral compression fracture, OVCF) 是骨质疏松症最常见的并发症, 约占所有骨质疏松性骨折的 40%<sup>[1]</sup>。据不完全统计, 2020 年我国 50 岁以上人群新增 OVCF 病例约 150 万, 到 2050 年将达到 301

万<sup>[2]</sup>。老年骨质疏松性胸腰椎骨折若不及时有效的治疗, 后期并发迟发性的严重脊柱后凸畸形, 严重影响患者的呼吸及消化功能, 治疗相对棘手。OVCF 椎体前缘高度丢失, 胸腰椎后凸畸形逐渐加重, 脊柱重心前移, 进而导致矢状面失衡, 脊柱及其周围的软组织超过正常负荷, 常带顽固性腰背部疼痛, 严重者并发

DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.24.12

△基金项目: 四川省科技厅支撑项目 (编号: 2015SZ0190); 四川省干部保健科研项目 (编号: 川干研 2023-601)

作者简介: 孙育良, 主治医师, 硕士, 研究方向: 脊柱外科及骨质疏松, (电话) 18483653398, (电子信箱) 1126386342@qq.com

脊髓、神经症状<sup>[3]</sup>。目前手术治疗老年陈旧性胸腰椎骨折伴后凸畸形 (post-traumatic thoracolumbar kyphosis, PTK) 的研究比较多<sup>[4-7]</sup>, 而有关 PTK 所致脊柱-骨盆矢状位参数变化的研究甚少。本研究对比性分析老年 PTK 患者脊柱-骨盆矢状位参数特点及脊柱后凸畸形后骨盆代偿的模式。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

回顾性分析本院 2018 年 1 月—2020 年 12 月收治的老年 PTK 患者 65 例 (PTK 组), 年龄 $\geq 60$  岁, 合并骨质疏松症, 骨密度 T 值 $\leq -2.5$  SD; 畸形均为单节段, T<sub>10</sub> 4 例、T<sub>11</sub> 10 例, T<sub>12</sub> 23 例, L<sub>1</sub> 20 例, L<sub>2</sub> 8 例, 局部后凸角 $>20^\circ$ 。另外, 选取同期骨质疏松症 (osteoporosis, OP) 患者 50 例为对照 (OP 组), 年龄均 $\geq 60$  岁。两组患者的性别构成、年龄、体质指数 (body mass index, BMI)、骨密度 (bone mineral density, BMD) 的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ) (表 1)。本研究获得医院伦理委员会批准, 所有患者及家属均知情同意。

### 1.2 检查与测量方法

两组患者均采取标准体位拍摄站立位全脊柱正侧位 DR<sup>[8]</sup>。在影像归档与通信系统 (PACS) 上测量胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK), 胸腰椎后凸角 (thoraco-lumbar kyphosis, TLK), 腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL) (图 1a), 骨盆入射角 (pelvic incidence, PI), 骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT), 骶骨倾斜角 (sacral slope, SS) (图 1b) 和矢状面轴向距离 (sagittal vertical axis, SVA) 等脊柱-骨盆矢状位参数 (图 1c)。

### 1.3 脊柱矢状位平衡标准

脊柱矢状位平衡: (1) 患者站立位, 无双髋后伸及双膝屈曲<sup>[9]</sup>; (2) SVA $<5$  cm 为脊柱矢状位平衡<sup>[10]</sup>。同时满足标准 (1) 和 (2) 则认定为矢状位平衡, 否则为矢状位失平衡。

### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 19.0 软件进行统计学分析。计量数据以  $\bar{x} \pm s$  表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本  $t$  检验; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。Pearson 相关分析。  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 影像测量结果

两组患者影像测量结果见表 1, PTK 组的 TK、TLK、PT、SVA 均显著大于 OP 组 ( $P<0.05$ ), 而 PTK 组 LL、SS 均显著小于 OP 组 ( $P<0.05$ ), 两组 PI 的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

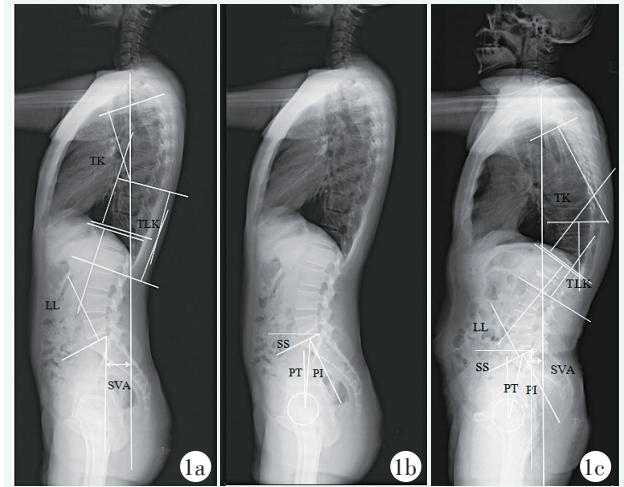


图 1 影像参数测量方法。1a: 脊柱矢状位参数测量示意图; 1b: 骨盆矢状位参数测量示意图; 1c: 患者, 男, 60 岁, T<sub>12</sub> 椎体陈旧性骨折伴后凸畸形, TK=47.4°, TLK=26.6°, LL=45.3°, PI=43.2°, SS=28.6°, PT=14.6°, SVA=12.4 mm, 脊柱矢状位平衡。

PTK 组平衡亚组 35 例, 失平衡亚组 30 例, 失平衡率 (53.9%); OP 组平衡亚组 40 例, 失平衡亚组 10 例, 失平衡率 20.0%; PTK 组失平衡率显著高于 OP 组 ( $P=0.004$ )。PTK 组典型病例影像见图 1c。

### 2.2 影像指标的相关性

65 例 PTK 患者脊柱-骨盆影像测量参数相关性见表 2, 结果显示: PTK 组的 TK 与 TLK、SVA 显著正相关 ( $P<0.05$ ), PI 与 PT、SS 显著正相关 ( $P<0.05$ )。其他各参数之间无显著相关性 ( $P>0.05$ )。

表 1 两组患者临床及影像资料与比较

指标	PTK 组 (n=65)	OP 组 (n=50)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	73.4 $\pm$ 6.6	72.8 $\pm$ 6.3	0.641
性别 (例, 男/女)	25/40	15/35	0.345
BMI (kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	23.3 $\pm$ 2.5	23.8 $\pm$ 2.6	0.307
BMD (T 值, $\bar{x} \pm s$ )	-3.1 $\pm$ 0.4	-3.2 $\pm$ 0.4	0.488
TK ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	40.1 $\pm$ 10.1	34.0 $\pm$ 11.8	<b>0.004</b>
TLK ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	38.1 $\pm$ 10.8	19.1 $\pm$ 6.6	<b>&lt;0.001</b>
LL ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	31.7 $\pm$ 10.5	49.7 $\pm$ 13.8	<b>&lt;0.001</b>
PI ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	50.3 $\pm$ 13.2	51.7 $\pm$ 13.2	0.583
PT ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	29.5 $\pm$ 12.0	21.2 $\pm$ 5.9	<b>&lt;0.001</b>
SS ( $^\circ$ , $\bar{x} \pm s$ )	20.9 $\pm$ 6.4	30.3 $\pm$ 8.3	<b>&lt;0.001</b>
SVA (mm, $\bar{x} \pm s$ )	54.4 $\pm$ 23.8	26.4 $\pm$ 18.3	<b>&lt;0.001</b>

表 2 65 例 PTK 患者脊柱-骨盆影像测量参数相关性

指标	TLK	LL	PI	PT	SS	SAV
TK						
r 值	0.378	0.103	-0.095	0.005	-0.184	0.319
P 值	<b>0.002</b>	0.413	0.451	0.971	0.142	0.010
TLK						
r 值		-0.043	-0.068	0.060	-0.232	0.173
P 值		0.735	0.588	0.634	0.062	0.168
LL						
r 值			0.107	0.081	0.100	-0.005
P 值			0.395	0.520	0.428	0.967
PI						
r 值				0.871	0.439	0.064
P 值				<b>&lt;0.001</b>	<b>&lt;0.001</b>	0.610
PT						
r 值					-0.029	0.118
P 值					0.817	0.350
SS						
r 值						-0.009
P 值						0.431

### 3 讨论

目前研究表明, 脊柱-骨盆矢状位平衡与患者的生活质量的密切相关, 老年 PTK 患者生活质量严重下降, 脊柱-骨盆矢状位参数可以评估患者生活质量<sup>[11]</sup>。张银昌等<sup>[6]</sup> 回顾性研究采用 SRS-Schwab IV 级截骨联合卫星棒技术治疗 20 例老年骨质疏松 PTK 患者, 进行 2 年以上随访, 结果表明患者脊柱-骨盆矢状位参数恢复, 临床症状缓解。万广等<sup>[12]</sup> 研究表明, PVP 治疗 OVCF 患者能够缓解局部疼痛, 改善畸形, 但脊柱-骨盆矢状面平衡参数的变化会影响 PVP 的疗效。PVP 及 PKP 术后, 部分患者脊柱-骨盆矢状位参数恢复欠佳, 继发椎体骨折, 所以脊柱-骨盆矢状位参数可以用于 PVP 及 PKP 术后继发椎体骨折原因分析<sup>[13]</sup>。本文采用对比研究, 分析老年 PTK 患者脊柱-骨盆矢状位参数特点, 为临床治疗老年 PTK 患者提供理论依据。

本研究的 OP 组患者失平衡率明显小于 PTK 组, 因为大部分骨质疏松患者可以通过自身代偿达到整体平衡。老年患者随着年龄的增加, 骨密度下降, 椎体形态改变, 脊柱的重力前移, 胸椎后凸, 腰椎前凸及骨盆参数相互代偿, 但矢状位整体平衡<sup>[14]</sup>。本

研究两组患者的年龄、BMI 及骨密度无明显统计学差异, 表明 PTK 组患者失平衡主要与骨折导致局部后凸畸形相关。

PI 是脊柱矢状位基础参数, 反映了骨盆矢状位的形态, 是骨盆与腰椎桥梁参数<sup>[10]</sup>。两组 PI 比较, 无明显统计学差异, 说明 PI 相对恒定, 不受姿势的影响。PTK 组较对照组 LL 明显减少, 而 TLK、TK 明显增加。PTK 患者局部后凸畸形, 骨折椎体以上脊柱前倾, 整体重心前移, 重心力臂增加, 为保持直立平衡状态, 骨盆必须保持后倾, 髋关节后伸、膝关节屈曲, 使重心后移, 减小其重心力臂。因此, PTK 组较 OP 组 PT 明显增大, SS 明显的减小。SVA 是评价脊柱矢状位平衡的重要指标。PTK 组中 SVA 明显大于 OP 组。老年 PTK 患者脊柱重心前移, 使 SVA 明显增大, 同时骨盆代偿后旋, 骶骨上终板水平化, 使 SS 减小。本研究 PTK 组对脊柱-骨盆相关参数进行相关性分析发现, TK 与 TLK、SVA 具有相关性, PI 与 PI、SS 具有相关性。马清伟等<sup>[15]</sup> 认为中老年人群中脊柱-骨盆各相关参数与 LL 之间存在显著相关性。这与本研究不一致, 可能原因是患者局部后凸畸形较大, LL 无法完全代偿, 脊柱矢状位失平衡。

综上所述, 老年 PTK 患者脊柱-骨盆矢状位参数发生改变, TK、TLK、PT、SVA 增加, LL、SS 减

小, 脊柱-骨盆参数相关性丧失, 患者重心前移、矢状位失平衡。

### 参考文献

- [1] 杨惠林, 刘强, 唐海. 重视我国骨质疏松性椎体压缩骨折的规范化诊疗[J]. 中华医学杂志, 2016, 96(48): 3857-3861.
- [2] Si L, Winzenberg TM, Jiang Q, et al. Projection of osteoporosis-related fractures and costs in China: 2010-2050[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(7): 1929-1937.
- [3] Li S, Li Z, Hua W, et al. Clinical outcome and surgical strategies for late post-traumatic kyphosis after failed thoracolumbar fracture operation: Case report and literature review[J]. Medicine (Baltimore), 2017, 96(49): e8770.
- [4] 张迪, 张文明, 周献伟, 等. 骨水泥螺钉联合多节段 Schwab I 级截骨治疗陈旧性胸腰椎骨质疏松性骨折伴后凸畸形[J]. 中国修复重建外科杂志, 2020, 34(12): 1533-1538.
- [5] 陈建良, 许勇, 万蕾, 等. 老年骨质疏松性陈旧胸腰椎骨折伴后凸畸形后路截骨矫形的术式选择[J]. 中国骨伤, 2020, 33(2): 121-126.
- [6] 张银昌, 赵清华, 秦晓东, 等. SRS-Schwab IV 级截骨联合卫星棒技术治疗胸腰椎陈旧性骨质疏松性骨折伴严重后凸畸形[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33(3): 259-264.
- [7] 章文杰, 许晓光, 叶嘉靖, 等. 骨质疏松性椎体骨折伴脊柱后凸畸形的手术治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2016, 24(8): 702-705.
- [8] 孙卓然, 姜帅, 邹达, 等. 国人青年人群坐-立位脊柱-骨盆矢状位序列变化研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2018, 28(4): 325-329.
- [9] 李淳德, 孙浩林, 刘宪义, 等. 骨盆参数在老年脊柱矢状位平衡性判定中的意义[J]. 中国骨与关节杂志, 2013, 2(2): 61-64.
- [10] 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.
- [11] 王俊魁, 刘宏建, 寇红伟, 等. 胸腰椎骨质疏松性椎体压缩骨折患者脊柱-骨盆矢状位参数的研究[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(5): 408-414, 427.
- [12] 万广, 杨慧, 吴大鹏, 等. 脊柱-骨盆参数对椎体成形术效果的影响[J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28(16): 1472-1476.
- [13] 李伟, 赵立勇, 杨东. 脊柱骨盆矢状面平衡参数对老年单节段骨质疏松压缩性骨折行 PKP 术后继发椎体骨折的影响[J]. 创伤外科杂志, 2019, 21(6): 442-444.
- [14] Tobsun O, Fidan F, Erdil F, et al. Assessment of lumbar vertebrae morphology by magnetic resonance imaging in osteoporosis[J]. Skeletal Radiol, 2012, 41(12): 1583-1590.
- [15] 马清伟, 李危石, 孙卓然, 等. 中老年人脊柱-骨盆矢状位参数及其序列拟合关系[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2016, 26(2): 146-150.

(收稿:2022-09-18 修回:2023-02-20)

(同行评议专家: 孙中仪, 汪海滨, 熊小明, 王传恩)

(本文编辑: 郭秀婷)

## 读者·作者·编者

### 本刊提醒作者严防诈骗的公告

近期有作者反映, 有人假借本刊编辑部的名义, 给在本刊已发表文章的作者发送邮件, 以“需录入我刊出版系统作为备案用途”为理由, 要求作者添加微信, 提交电子版“论文投送授权书”。此行为严重扰乱了广大读者、作者的正常工作, 损害了编辑部的合法权益。

在此, 本刊提醒广大读者、作者: (1) 本刊在稿件刊登前已全部完善相关出版手续, 在稿件刊登后, 不会要求作者再提交“论文投送授权书”或类似的文件; (2) 本刊工作人员不会以邮件或短信的形式通知作者添加个人微信, 凡以编辑部工作人员之名找各种借口要求与作者、读者添加微信的行为均为假冒; (3) 本刊专用电子邮箱: jiaoxingtougao@163.com; jxwk1994@126.com; 财务专用信箱: jiaoxingwaikewu@163.com; 优秀稿件推送专用信箱: jxwktuisong1(1-5)@jxwk.ijournal.cn 共 5 个; (4) 不明事宜可电话咨询: 0538-6213228。

敬请广大读者提高警惕, 注意甄别信息来源和真伪, 严防个人信息泄露。如有收到可疑信息, 请及时按我刊公布的联系方式, 向我刊工作人员咨询确认, 避免上当受骗。感谢广大读者、作者对本刊的信任和关注。

特此公告!

《中国矫形外科杂志》编辑部

2023年12月12日