

响闭合矫形操作,不必完全切除;椎体软骨终板要去彻底,以保证植骨融合率。后外侧和外侧植骨一定要充分。

3.3.3 椎弓根螺钉置入 本组为老年患者,骨密度相对较低,应固定截骨上下 3 个以上椎体节段,避免反复穿刺及螺钉置入,选用较大的螺钉直径及长度,以保证螺钉固定强度,矫形合拢时尽量先应用体位复位,固定棒同时固定上方或下方 2 个节段螺钉后再合拢,以减少合拢时导致螺钉松动的发生率。

总之,老年骨质疏松性陈旧胸腰椎骨折并发后凸畸形的治疗较为复杂、棘手,神经损害症状轻,以矢状位序列失衡症状为主,运用 PSO、SPO 和 VCR 矫治老年骨质疏松性陈旧胸腰椎骨折后凸畸形均可取得良好矫形效果及临床疗效。3 种术式的适应证不尽相同,脊柱外科工作者应该根据病情严格掌握。若采用手术治疗,则术前应做好充分的准备,术者必须具备熟练的各级截骨和椎弓根螺钉置入技术,以减少术后并发症的发生。

参考文献

[1] Saita K,Hoshino Y,Higashi T,et al. Posterior spinal shortening for paraparesis following vertebral collapse due to osteoporosis[J].

Spinal Cord,2008,46(1):16-20.
[2] Kempinsky WH,Morgan PP,Boniface WR. Osteoporotic kyphosis with paraplegia[J]. Neurol,1958,8(2):181-186.
[3] Been HD,Poolman RW,Ubags LH. Clinical outcome and radiographic results after surgical treatment of post-traumatic thoracolumbar kyphosis following simple type A fractures[J]. Eur Spine J,2004,13(2):101-107.
[4] Schoenfeld AJ,Wood KB,Fisher CF,et al. Posttraumatic kyphosis: current state of diagnosis and treatment:results of a multinational survey of spine trauma surgeons[J]. J Spinal Disord Tech,2010,23(7):e1-e8.
[5] Buchowski JM,Kuhns CA,Bridwell KH,et al. Surgical management of posttraumatic thoracolumbar kyphosis[J]. Spine J,2008,8(4):666-677.
[6] 齐强,陈伸强,郭昭庆,等. 脊柱前方垫高-后方闭合截骨矫形术治疗胸腰段脊柱后凸畸形的初步报告[J]. 中华外科杂志,2006,44:551-555.
QI Q,CHEN SQ,GUO ZQ,et al. Preliminary report on the treatment of thoracolumbar kyphosis with anterior pad-posterior closed osteotomy[J]. Zhonghua Wai Ke Za Zhi,2006,44:551-555. Chinese.
[7] Gertzbein SD,Harris MB. Wedge osteotomy for the correction of posttraumatic kyphosis:a new technique and a report of three cases [J]. Spine(Phila Pa 1976),1992,17(3):374-379.

(收稿日期:2018-11-19 本文编辑:王宏)

后路截骨矫形对腰椎退行性后凸畸形患者脊柱骨盆矢状面参数的影响

于亮¹,顾勇杰¹,赵刘军¹,张吉辉¹,蒋伟宇¹,马维虎¹,徐荣明²

(1.宁波市第六医院脊柱外科,浙江 宁波 315040; 2.浙江大学明州医院脊柱外科,浙江 宁波 315104)

【摘要】 目的:探讨后路截骨矫形对腰椎退行性后凸畸形患者脊柱-骨盆矢状面参数的影响。方法:回顾性分析 2012 年 1 月至 2015 年 12 月采用截骨手术治疗的 21 例腰椎退行性后凸畸形患者的临床资料,男 5 例,女 16 例;年龄 55~76(66.24±5.13)岁。手术前后均拍摄脊柱全长正侧位 X 线片,测量脊柱骨盆矢状面参数胸椎后凸(thoracic kyphosis,TK),腰椎前凸(lumbar lordosis,LL),矢状面平衡(sagittal vertical axis,SVA),骨盆入射角(pelvic incidence,PI),骨盆倾斜角(pelvic tilt,PT)和骶骨倾斜角(sacral slope,SS)。结果:21 例患者均顺利完成手术,平均手术时间 190 min(160~220 min),术中平均出血量 1 000 ml(800~1 900 ml)。术前与术后 1 年各项参数分别为,TK 由(31.67±21.13)°增加到(34.67±11.60)°,LL 从(4.76±3.17)°矫正至(37.41±6.28)°,PT 从(33.94±5.01)°恢复至(20.12±5.36)°,SS 从(18.47±2.60)°增至(31.71±4.30)°,SVA 从(13.24±3.60)cm 恢复至(2.82±1.33)cm,所有参数手术前后比较差异有统计学意义(P<0.05)。结论:后路截骨矫形手术能够有效地重建腰椎退行性后凸畸形患者脊柱-骨盆矢状面平衡,腰椎前凸及骶骨倾斜角的恢复与重建矢状面平衡密切相关。

【关键词】 腰椎退行性后凸; 截骨; 脊柱骨盆参数

中图分类号:R687

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2020.02.007



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effect of posterior osteotomy on the sagittal parameters of the spinopelvis in patients with lumbar degenerative

通讯作者:赵刘军 E-mail:zhaoliujun555@sina.com

Corresponding author:ZHAO Liu-jun E-mail:zhaoliujun555@sina.com

kyphosis YU Liang, GU Yong-jie, ZHAO Liu-jun*, ZHANG Ji-hui, JIANG Wei-yu, MA Wei-hu, and XU Rong-ming. *Department of Spinal Surgery, Ningbo No.6 Hospital, Ningbo 315040, Zhejiang, China

ABSTRACT Objective: To investigate the influence of posterior osteotomy on spinopelvic parameters in lumbar degenerative kyphosis (LDK) patients **Methods:** The clinical data of 21 patients with lumbar degenerative kyphosis who underwent osteotomy from January 2012 to December 2015 were retrospectively analyzed. There were 5 males and 16 females, aged from 55 to 76 years with an average of (66.24 ± 5.13) years. All patients had taken preoperative and postoperative full length spinal X-ray, analyzing the spinopelvic parameters as thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), sagittal vertical axis (SVA), pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT) and sacral slope (SS). **Results:** All operations were successful, the average operative time was 190 min (160 to 220 min) and intraoperative blood loss was 1 000 ml (800 to 1900 ml). Parameters of the patients between preoperative and period 1-year follow-up were as follows: preoperative TK increased from $(31.67 \pm 21.13)^\circ$ to $(34.67 \pm 11.60)^\circ$, LL corrected from $(4.76 \pm 3.17)^\circ$ to $(37.41 \pm 6.28)^\circ$, PT reduced from $(33.94 \pm 5.01)^\circ$ to $(20.12 \pm 5.36)^\circ$, and SS improved from $(18.47 \pm 2.60)^\circ$ to $(31.71 \pm 4.30)^\circ$, SVA restored from (13.24 ± 3.60) cm to (2.82 ± 1.33) cm. There were significant differences of spinopelvic parameters between preoperation and postoperation ($P < 0.05$). **Conclusion:** Posterior osteotomy can effectively reconstruct the sagittal balance of spinopelvis in patients with lumbar degenerative kyphosis. The recovery of lumbar lordosis and sacral slope is closely related to the reconstruction of sagittal balance

KEYWORDS Lumbar degenerative kyphosis; Osteotomy; Spinopelvic parameters

腰椎退行性后凸畸形 (lumbar degenerative kyphosis, LDK) 是一种严重的脊柱畸形, 主要是由于椎间隙高度的丢失, 椎体的骨质增生、骨赘形成, 双侧关节突肥大增生、关节囊松弛、关节面粗糙, 椎体骨质疏松, 椎旁肌肉的萎缩等脊柱退变性因素引起的脊柱结构在矢状面上出现畸形改变^[1]。研究发现腰椎退行性后凸畸形多见于亚洲国家, 尤其以中老年女性多见, 发病机制主要与生活方式及长期低头弯腰负重劳动姿势有关^[2]。主要表现为腰椎生理性前凸减少、丢失, 甚至后凸畸形, 后期通过胸椎后凸减小、骨盆后倾、髋膝关节屈曲等进行补充代偿; 然而各种代偿机制能力有限, 当畸形超过机体本身的代偿能力时会导致脊柱-骨盆矢状面失衡, 机体一旦出现矢状面失衡将会影响患者的行走姿态, 并且导致顽固性腰背痛^[3]。相比青少年脊柱畸形而言, LDK 发病的病理生理改变及代偿机制更加复杂, 目前尚无统一治疗标准。临床上, 治疗脊柱矢状面失衡患者时, 需要考虑诸多因素, 比如失衡的程度、脊柱的柔韧性以及局部性还是整体性畸形^[4]。通常在保守治疗无效的情况下选择手术治疗, 以期获得满意的矫形效果及生活质量。Schwab 等^[5]认为矢状面不平衡明显者需行截骨矫形, 以恢复腰椎前凸和重建矢状面平衡。收集我科于 2012 年 1 月至 2015 年 12 月期间运用后路截骨矫形加长节段固定融合手术治疗腰椎退行性后凸畸形伴矢状面失衡患者的临床资料, 通过回顾性分析, 评价其临床效果, 并探讨后路截骨矫形术对国人 LDK 患者脊柱骨盆参数的影响。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准 (1) 依据临床及影像学资料明确诊断为腰椎退行性后凸畸形患者, 存在顽固性腰背

部疼痛、矢状面失衡。(2) 行后路截骨矫形手术。(3) 有完整且标准化的临床及影像学资料。

1.1.2 排除标准 (1) 存在腰椎滑脱, 创伤性脊柱后凸畸形, 强直性脊柱炎伴后凸畸形。(2) 存在骨盆、髋部病变或下肢不等长等畸形。(3) 合并有内固定器械相关并发症。(4) 既往特发性脊柱侧凸史。(5) 脊柱感染史。(6) 严重类风湿疾患。(7) 脊柱肿瘤。

1.2 临床资料

收集 2012 年 1 月至 2015 年 12 月在我院行后路截骨矫形术、影像资料完整的 21 例 LDK 患者纳入本研究, 其中男 5 例, 女 16 例; 年龄 55~76 (66.24 ± 5.13) 岁。所有患者伴有顽固性腰背痛及行走姿势不稳, 病程 1~10 (5.06 ± 2.54) 年。手术前后所有患者拍摄自然站立位脊柱全长正侧位 X 线片、三维 CT 及 MRI。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方式的选择 Smith-Petersen 截骨 (Smith-Petersen osteotomy, SPO) 的手术适应证为轻度的圆背后凸畸形, 截骨平面前方结构融合、畸形愈合的病例; 经椎弓根椎体截骨 (pedicle subtraction osteotomy, PSO) 的手术适应证为严重矢状面失衡, 或角状后凸畸形的病例^[6]。若单个 PSO 无法满足矫形效果, 可以追加 1~2 个节段的 SPO。

(1) SPO 手术操作方法: 患者俯卧位, 取脊柱后正中切口, 暴露手术节段的椎板及关节突关节, 先置入椎弓根螺钉, 稳定脊柱, 避免在截骨操作时或截骨后, 因截骨矫形导致脊髓损伤。在拟行截骨节段椎板间隙用高速磨钻磨去椎间关节突关节面, 打开椎管, 保护脊髓硬膜囊和神经根。以椎弓根水平为标志线, 用磨钻沿关节突关节向椎间孔方向磨除骨质。通过同样方式完成其他节段的截骨操作, 然后通过调整

手术台和器械抱紧加压对截骨处进行加压合拢,缓慢闭合截骨面矫正后凸畸形,安装连杆固定。

(2)PSO 手术操作方法:患者体位及置钉方法与 SPO 手术相同。PSO 需要切除截骨椎体的棘突、全椎板、上位椎体部分下关节突和下椎体部分棘突、截骨椎体上关节突、横突,显露椎弓根,扩大椎弓根,用磨钻磨断椎弓根外侧皮质,暂保留内侧皮质以保护硬膜囊和神经根。经椎弓根利用磨钻技术去除椎体内大部分松质骨,打断椎体前、侧壁,咬除椎弓根内壁,用反向刮匙插入硬膜腹侧,将截骨区的椎体后壁推向腹侧,通过调整手术台和器械抱紧加压对截骨处进行加压合拢,缓慢闭合截骨面矫正后凸畸形,安装连杆固定。

1.3.2 术后处理 麻醉清醒后即刻行主动或被动双下肢活动。术后 2 d 常规予小剂量激素减轻神经水肿,常规使用一代头孢围手术期预防切口感染。术后引流量 <50 ml/24 h 拔除引流管。术后 5~7 d 在支具保护下下床活动,佩戴支具保护 3 个月。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 脊柱骨盆参数的测量方法 在站立位脊柱全长正侧位片上进行以下参数测量 (图 1)^[7]:(1)矢状面偏移 (sagittal vertical axis,SVA):C₇ 铅垂线 (C₇ plumb line,C₇PL)与 S₁ 后上角的距离,若 C₇PL 位于骶骨后上角的前方,则记为正值;若 C₇PL 位于骶骨后上角的后方,则记为负值。(2)胸椎后凸 (thoracic kyphosis,TK):T₅ 椎体上终板与 T₁₂ 椎体下终板之间的角度。(3)腰椎前凸 (lumbar lordosis,LL):L₁ 椎体上终板与 S₁ 椎体上终板之间的角度;LL 以前凸为正

值,后凸为负值。(4)骨盆入射角 (pelvic incidence,PI):S₁ 上终板中点至股骨头中心点连线与 S₁ 上缘中垂线的夹角 (双侧股骨头不重合时,取两中心点连线的中点)。(5)骨盆倾斜角 (pelvic tilt,PT):S₁ 上缘中点至股骨头中心点连线与铅垂线的夹角。(6)骶骨倾斜角 (sacral slope,SS):S₁ 上缘与水平线的夹角。

1.4.2 疗效评价指标 术后 1、3、6 和 12 个月门诊常规随访,进行体格检查和脊柱全长 X 线片检查。记录患者术前、术后 1 年的 TK、LL、PT、SS、SVA 参数以及手术相关并发症情况。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 16.0 统计学软件对本组临床数据进行统计学分析,定量资料采用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示,患者术前、术后的 TK、LL、PT、SS、SVA 定量资料参数比较采用配对 t 检验,以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

21 例患者均顺利完成手术,平均手术时间 190 min (160~220 min),术中平均出血量 1 000 ml (800~1 900 ml)。TK、LL、PT、SS 及 SVA 术前与术后 1 年比较差异有统计学意义 (见表 1)。典型病例影像学资料见图 2。

其中有 3 例 (3/21) 患者出现并发症,均为术中硬膜囊破裂,出现轻度脑脊液漏,术中及时修复,未导致不良后果。所有患者腰背痛及后凸畸形得到明显改善,未出现神经损伤症状、切口感染及硬膜外血肿。术后随访期间所有患者未出现内固定松动、断裂及假关节等情况。

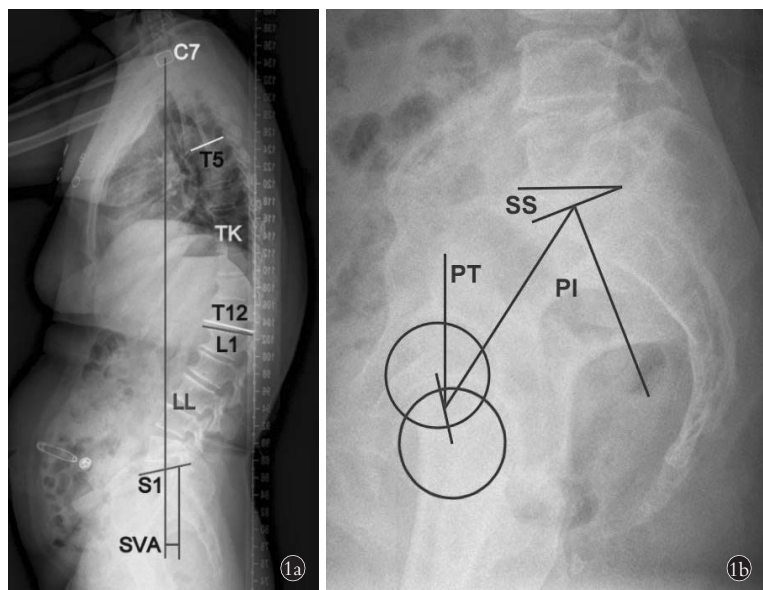


图 1 脊柱骨盆参数测量示意图 **1a.** 脊柱全长侧位 X 线片,SVA:C₇PL 与 S₁ 后上角的距离,TK:T₅ 椎体上终板与 T₁₂ 椎体下终板之间的角度,LL:L₁ 椎体上终板与 S₁ 椎体上终板之间的角度 **1b.** 骨盆侧位 X 线片,PI:S₁ 上终板中点至股骨头中心点连线与 S₁ 上缘中垂线的夹角 (双侧股骨头不重合时,取两中心点连线的中点),SS:S₁ 上缘与水平线的夹角,PT:S₁ 上缘中点至股骨头中心点连线与铅垂线的夹角

Fig.1 Diagram of spinopelvic parameters **1a.** Spinal full length lateral X-ray. SVA means the vertical dimension between C₇ plumb line and the posterior upper cornu of S₁. TK means the Cobb angle from the upper endplate of T₅ to the lower endplate of T₁₂. LL means the Cobb angle from the upper endplate of L₁ to the upper endplate of S₁ **1b.** Lateral X-ray of pelvis. PI means the angle between the line from the middle point of S₁ upper endplate to the central point of the femoral head and the vertical line of S₁ upper edge (if the two sides of the femoral head do not coincide, the middle point of the line between the two central points is taken). SS

means the angle between the upper endplate of S₁ and the horizontal line. PT means the angle between the line from the middle point of S₁ upper edge to the central point of femoral head and the plumb line

表 1 LDK 患者 21 例手术前后的影像学测量结果($\bar{x}\pm s$)
Tab.1 Results of pre-and post-operative radiographical data measurement in 21 patients with lumbar degenerative kyphosis($\bar{x}\pm s$)

项目	术前	术后 1 年	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
TK(°)	31.67±21.13	34.67±11.60	-4.70	<0.001
LL(°)	4.76±3.17	37.41±6.28	-20.499	<0.001
PI(°)	52.41±4.54	51.82±4.25	1.532	0.145
PT(°)	33.94±5.01	20.12±5.36	12.856	<0.001
SS(°)	18.47±2.60	31.71±4.30	-10.489	<0.001
SVA(cm)	13.24±3.60	2.82±1.33	14.827	<0.001

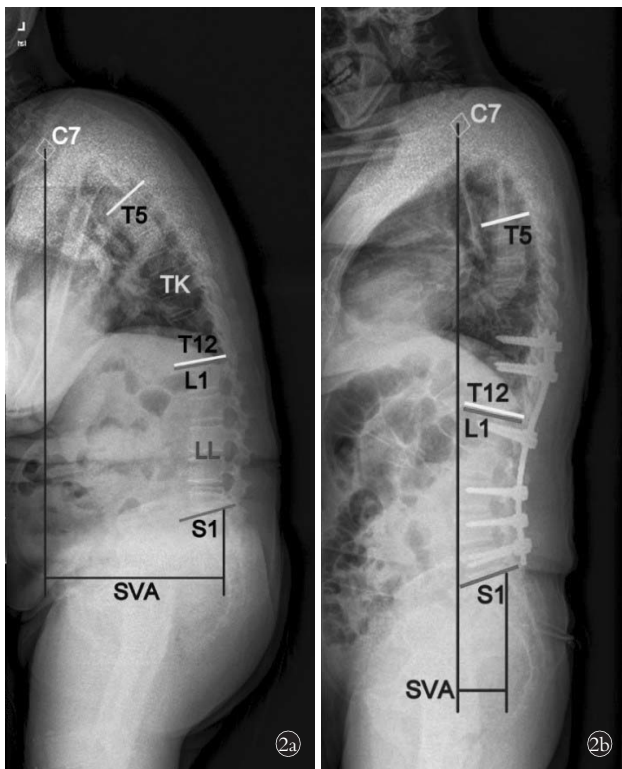


图 2 女性患者,69 岁, 退行性脊柱后凸畸形 **2a.** 术前脊柱全长侧位 X 线测量结果:PI 60°、PT 45°、SS 15°、TK 21°、LL 0°、SVA 为 18 cm **2b.** 术后 1 年脊柱全长侧位 X 线测量结果:PI 56°、PT 33°、SS 23°、TK 29°、LL 34°、SVA 为 6 cm

Fig.2 A 69-year-old female patient with lumbar degenerative kyphosis **2a.** Preoperative full length lateral X-ray of the spine showed PI,PT,SS, TK,LL and SVA were 60°,45°,15°,21°,0° and 18 cm, respectively **2b.** Postoperative at 1 year,full length lateral X-ray of the spine showed PI,PT,SS,TK,LL and SVA were 56°,33°,23°,29°,34° and 6 cm, respectively

3 讨论

3.1 脊柱骨盆参数在 LDK 患者中的指导意义

Legaye 等^[8]在 1998 年提出了影响脊柱矢状面平衡的骨盆参数(PI、PT、SS), 现今越来越多学者开始重视骨盆参数在脊柱矢状面平衡中的重要性^[9-10]。

PI 为骨盆解剖学参数,用于描述骨盆的解剖学形态; PT 与 SS 为姿势性参数,用于描述骨盆的空间位置。PI 一定时,前倾的骨盆 PT 较小而 SS 较大,后倾的骨盆 PT 大而 SS 小^[11]。本研究结果显示 21 例 LDK 患者的平均 LL 及 SS 均显著减小,PT 及 SVA 均增加。LDK 患者 LL 及 SS 减小,骨盆为了维持正常脊柱矢状面形态,代偿性后倾,因此 PT 会增大,以减少躯干前倾趋势,若超过其代偿能力,则出现矢状面失平衡。本组 21 例患者矫形术后,LL、SS 分别由术前(4.76±3.17)°、(18.47±2.60)°提高至术后(37.41±6.28)°、(31.71±4.30)°;而 PT 则由术前(33.94±5.01)°减少至(20.12±5.36)°,与 Debarge 等^[12]研究结果一致。

3.2 LDK 患者术后矢状面代偿机制分析

尽管,脊柱与骨盆参数间复杂的相互关系,纠正脊柱矢状位失衡的总体原则是通过截骨矫形手术恢复满意的脊柱曲度(腰椎前凸),使矢状面偏移(SVA)和骨盆倾斜角(PT)接近正常参考值。矢状面骨盆的旋转和腰椎前凸是脊柱矢状面平衡代偿的重要机制^[13]。SS 提示骨盆在矢状面的位置,前倾的骨盆 SS 及 LL 较大;当患者 LL 减小时,机体为了维持矢状面平衡,骨盆将后倾,此时,SS 也随之减小。本研究表明,手术重建 LL 可以恢复骨盆的前倾,从而使 TK 和 SS 恢复至正常范围。因此,胸椎和骨盆的强代偿机制是 LDK 治疗中的有利因素^[14]。Lafage 等^[15]对 70 例胸椎或胸腰椎后凸畸形患者行 PSO 矫形术,发现 LL 的改善与 SS、PT 改善呈线性相关。朱锋等^[16]比较 SPO 和 PSO 两组患者术前与术后 LL 变化,认为两组患者 LL 的矫正差异不大。在本研究中,患者的 LL 从术前平均(4.76±3.17)°提高至术后平均(37.41±6.28)°,PT 从术前平均(33.94±5.01)°减少至(20.12±5.36)°,SS 从手术前平均(18.47±2.60)°增加到(31.71±4.30)°,表明后路截骨矫形能很好地重建 LDK 患者矢状面 LL。术后人体通过减少 PT 和增加骨盆前倾以恢复 SVA,从而适应新的矢状面重建。本组 21 例患者截骨矫形术后矢状面平衡均得到良好的恢复,腰背部疼痛及外观畸形也得到了明显改善。

3.3 LDK 患者固定节段的选择

LDK 患者的固定范围的选择可以参照特发性脊柱侧弯理论。固定区域通常以中立椎体开始,以稳定椎结束,避免相邻节段在冠状面和矢状面发生僵硬性倾斜或旋转半脱位。在 LDK 患者中,上位固定椎体(upper instrumented vertebra, UIV)仍不明确。一般来说,如果胸腰段存在结构性后凸,就应该考虑融合,以免继发后凸畸形。UIV 的选择应慎重,尤其是老年女性 LDK 骨质疏松患者^[17-18]。在长节段固定中,UIV 的选择应考虑以下问题:X 线片中判断存在进

展性脊柱后凸的危险因素,如 Cobb 角 $>30^\circ$,严重骨质疏松,UIV+1 旋转 $>1^\circ$,冠状面和矢状面不稳定以及 UIV+1 椎间盘退变。LDK 患者的顶椎通常位于 L₂ 或 L₃,因此,下位固定椎体(lower instrumented vertebra, LIV)不应终止于 L₃ 或 L₄。通常, L₅S₁ 椎间盘伴有不同程度的退变,这使得 LDK 患者的 LIV 选择更加困难。通常不需要融合骶骨,如果 L₅S₁ 存在下列情况之一,应融合至骶骨:如有明显的临床症状或体征,腰椎滑脱,椎管狭窄,椎间盘退变、不稳定或严重的小关节退变。由于 L₅S₁ 不融合和假关节发生率很高,据报道为 5%至 30%^[19-20]。为了提高 L₅S₁ 融合率, Eck 等^[21]建议将腰椎中段至骶骨进行固定,可以运用 S₁、S₂ 椎弓根螺钉和髂骨螺钉保护 S₁ 螺钉, S₁ 应采用双侧皮质骨螺钉固定,同时矢状面平衡应处于中性或负性状态,避免过度矫正。

虽然,本研究运用后路截骨矫形术治疗腰椎退行性后凸畸形取得了良好的临床疗效,但术后并发症也应引起重视。随访至今,21 例患者并未出现严重的术后并发症,但中远期潜在并发症并不能忽视,如交界性后凸、内固定的松动及断裂。对于短节段固定患者术后可能出现交界性后凸的风险;而且,腰椎退行性后凸畸形患者可能存在不同程度的骨质疏松,长节段固定无疑会增加螺钉松动的概率,甚至出现假关节。因此,仍需要通过长期的临床随访观察。

参考文献

- [1] Takemitsu Y, Harada Y, Iwahara T, et al. Lumbar degenerative kyphosis. Clinical, radiological and epidemiological studies [J]. Spine (Phila Pa 1976), 1988, 13(11): 1317-1326.
- [2] Lee CS, Lee CK, Kim YT, et al. Dynamic sagittal imbalance of the spine in degenerative flat back: significance of pelvic tilt in surgical treatment [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(18): 2029-2035.
- [3] Jang JS, Lee SH, Min JH, et al. Lumbar degenerative kyphosis: radiologic analysis and classifications [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(24): 2694-2699.
- [4] Le Huec JC, Aunoble S. Pedicle subtraction osteotomy for sagittal imbalance [J]. Eur Spine J, 2012, 21(9): 1896-1897.
- [5] Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification [J]. Neurosurgery, 2014, 74(1): 112-120.
- [6] 邱勇. 重度脊柱畸形的截骨矫形原则 [J]. 中国骨伤, 2014, 27(5): 355-357.
QIU Y. Principle of osteotomy in treating severe kyphoscoliosis [J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2014, 27(5): 355-357. Chinese.
- [7] 李危石, 孙卓然, 陈仲强, 等. 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.
LI WS, SUN ZR, CHEN ZQ. Radiographic analysis of sagittal spino-pelvic alignment in asymptomatic Chinese adults [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2013, 33(5): 447-453. Chinese.
- [8] Legaye J, Duval-Beaupère 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.
- [9] 钱邦平, 季明亮, 邱勇, 等. 经椎弓根截骨对强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形脊柱-骨盆参数的影响 [J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(5): 398-403.
QIAN BP, JI ML, QIU Y, et al. Effect of pedicle subtraction osteotomy on spino-pelvic parameters in ankylosing spondylitis patients with thoracolumbar kyphosis [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2012, 32(5): 398-403. Chinese.
- [10] 郑召民, 刘辉. 脊柱-骨盆矢状面平衡及其在成人脊柱畸形治疗中的作用 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2012, 22(3): 278-282.
ZHENG ZM, LIU H. The role of spino-pelvic sagittal balance in the treatment of adult spinal deformity [J]. Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi, 2012, 22(3): 278-282. Chinese.
- [11] Jang JS, Lee SH, Min JH, et al. Influence of lumbar lordosis restoration on thoracic curve and sagittal position in lumbar degenerative kyphosis patients [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2009, 34(3): 280-284.
- [12] Debarge R, Demey G, Roussouly P. Radiological analysis of ankylosing spondylitis patients with severe kyphosis before and after pedicle subtraction osteotomy [J]. Eur Spine J, 2010, 19(1): 65-70.
- [13] Barrey C, Roussouly P, Perrin G, et al. Sagittal balance disorders in severe degenerative spine. Can we identify the compensatory mechanisms [J]. Eur Spine J, 2011, 20(Suppl 5): 626-633.
- [14] Jang JS, Lee SH, Kim JM, et al. Can patients with sagittally well-compensated lumbar degenerative kyphosis benefit from surgical treatment for intractable back pain [J]. Neurosurgery, 2009, 64(1): 115-121.
- [15] Lafage V, Schwab F, Vira S, et al. Does vertebral level of pedicle subtraction osteotomy correlate with degree of spinopelvic parameter correction [J]. J Neurosurg Spine, 2011, 14(2): 184-191.
- [16] 朱锋, 鲍虹达, 邱勇, 等. 比较经椎弓根与 Smith-Peterson 截骨对退变性侧后凸畸形冠矢状面平衡重建的影响 [J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(4): 347-354.
ZHU F, BAO HD, QIU Y, et al. Effect of pedicle subtraction osteotomy and Smith-Peterson osteotomy on coronal and sagittal balance restoration in patients with degenerative kyphoscoliosis [J]. Zhonghua Gu Ke Za Zhi, 2014, 34(4): 347-354. Chinese.
- [17] Gupta MC. Degenerative scoliosis options for surgical management [J]. Orthop Clin North Am, 2003, 34(2): 269-279.
- [18] Kwon BK, Elgafy H, Heynan O, et al. Progressive junctional kyphosis at the caudal end of lumbar instrumented fusion: etiology, predictors, and treatment [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2006, 31(17): 1943-1951.
- [19] Edwards CC 2nd, Bridwell KH, Patel A, et al. Long adult deformity fusions to L₅ and the sacrum. A matched cohort analysis [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2004, 29(18): 1996-2005.
- [20] Bridwell KH, Berven S, Edwards CC 2nd, et al. The problems and limitations of applying evidence-based medicine to primary surgical treatment of adult spinal deformity [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32(19 Suppl): 135-139.
- [21] Eck KR, Bridwell KH, Ungacta FF, et al. Complications and results of long adult deformity fusions down to L₄, L₅, and the sacrum [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2001, 26(9): E182-192.

(收稿日期: 2019-06-17 本文编辑: 王宏)