

临床论著

脊柱截骨矫形技术治疗成人复杂脊柱侧后凸畸形的疗效及安全性的前瞻性观察

闫 煌, 邱 勇, 朱泽章, 伍伟飞, 王 斌, 俞 杨, 钱邦平, 朱 锋, 孙 旭, 刘 臻

(南京大学医学院附属南京鼓楼医院脊柱外科 210008 南京市)

【摘要】目的:探讨应用脊柱截骨矫形技术治疗成人复杂脊柱侧后凸矫形术的安全性,并评估其临床应用价值。方法:选择 2011 年 9 月~2012 年 9 月期间应用截骨技术治疗的成人复杂脊柱侧后凸畸形患者进行前瞻性研究。所有入选患者均于手术前后及末次随访时测量侧凸 Cobb 角、最大后凸 Cobb 角、冠状面平衡(distance between C7 plumbline and center sacral vertical line C7PL-CSVL)和矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA)等影像学相关参数。同时采用 SF-36 量表、疼痛视觉模拟评分(VAS)、Oswestry 功能障碍指数(ODI)、SRS-22 量表等评估其临床疗效,并使用 AISA 评分法评价患者手术前后及末次随访时神经功能情况。结果:共 17 例患者最终纳入本次研究,其中男 7 例,女 10 例;年龄 18~55 岁(34.6 ± 10.9)岁,术前侧凸 Cobb 角 $51^\circ \sim 97^\circ$ ($78.5^\circ \pm 13.1^\circ$), 后凸 Cobb 角 $50^\circ \sim 112^\circ$ ($71.8^\circ \pm 19.8^\circ$), C7PL-CSVL 为 58.4 ± 21.3 mm, SVA 为 56.4 ± 51.2 mm。手术时间 200~540 min (406.1 ± 82.2 min); 术中出血量 1000~12000 ml (4088.9 ± 2546.9 ml)。术后侧凸 Cobb 角为 $37.7^\circ \pm 17.7^\circ$, 后凸 Cobb 角为 $25.0^\circ \pm 16.4^\circ$, 矫正率分别为 $51.9\% \pm 18.7\%$ 和 $67.2\% \pm 20.3\%$; C7PL-CSVL 为 18.0 ± 9.4 mm, SVA 为 27.6 ± 16.9 mm, 均较术前明显改善。随访 24.3 $\pm$ 1.8 个月,末次随访时侧、后凸 Cobb 角分别为 $39.5^\circ \pm 16.6^\circ$ 和 $26.2^\circ \pm 17.6^\circ$, C7PL-CSVL 为 22.1 ± 15.4 mm, SVA 为 30.4 ± 17.1 mm, 随访期间无明显矫正丢失。术中监测均无诱发电位异常改变,无死亡、瘫痪等严重并发症,术后 5 例患者出现肢体远端一过性感觉功能减退,1 例患者椎体前壁骨折,1 例患者螺钉置钉不良,2 例患者随访期间发生内固定并发症,总体并发症发生率为 52.9%。术后和末次随访时的 SF-36、VAS、ODI、SRS-22 与术前比较均有明显改善,术后和末次随访时无显著性差异,ASIA 运动和感觉评分与术前比较无显著性差异。结论:经后路脊柱截骨术治疗成人复杂脊柱侧后凸畸形矫正角度大,术后三维矫形效果满意,可显著改善患者临床症状和生活质量,但存在手术时间长、出血量大、并发症多等风险。

【关键词】脊柱侧后凸;截骨术;疗效;并发症;成人

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.01.02

中图分类号:R682.3, R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2016)-01-0004-07

The efficacy and safety of spinal column osteotomies in complicated adult kyphoscoliosis: a prospective study/YAN Huang, QIU Yong, ZHU Zezhang, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2016, 26(1): 4-10

【Abstract】Objectives: To evaluate the safety and clinical outcomes of spinal column osteotomies in complicated adult kyphoscoliosis. Methods: A prospective study was conducted for the complicated adult kyphoscoliosis, who underwent spinal osteotomies from September 2011 to September 2012. All the radiographic parameters were measured pre-operatively, post-operatively and at last follow-up. The spinal coronal parameters included: Cobb angle, distance between C7 plumb line and center sacral vertical line(C7PL-CSVL). The sagittal spinal parameters included: global kyphosis(GK) and sagittal vertical axis(SVA). The Scoliosis Research Society-22 questionnaire(SRS-22), the MOS item short-form health survey(SF-36), visual analogue scale(VAS), Oswestry disability index(ODI) and American Spinal Injury Association score(ASIA) were fulfilled at pre-operation and each follow-up. The paired *t*-test was used to analyze the differences among pre-operation, post-operation and last follow-up. Results: 17 patients(7 males and 10 females) with an average age of 34.6 ± 10.9 years(18-55 yrs) were finally included in this study. The average follow-up period was 24.3 ± 1.8 months. The pre-operative average Cobb angle and GK angle were $78.5^\circ \pm 13.1^\circ$ ($51^\circ \sim 97^\circ$) and $71.8^\circ \pm 19.8^\circ$ ($50^\circ \sim 112^\circ$). The

第一作者简介:男(1987-),住院医师,博士研究生在读,研究方向:脊柱畸形的基础与临床研究

电话:(025)83304616-12102 E-mail:yhzr2003@163.com

通讯作者:朱泽章 E-mail:zhuzezhang@126.com

post-operative average Cobb angle and GK angle were $37.7^{\circ} \pm 17.7^{\circ}$ and $25.0^{\circ} \pm 16.4^{\circ}$. The correction rate of Cobb angle and GK angle were $(51.9 \pm 18.7)\%$ and $(67.2 \pm 20.3)\%$. At last follow-up, the average Cobb angle and GK angle were $39.5^{\circ} \pm 16.6^{\circ}$ and $26.2^{\circ} \pm 17.6^{\circ}$ with no significant loss of correction. The pre-operative, post-operative and last follow-up C7PL-CSVL were $58.4 \pm 21.3\text{mm}$, $18.0 \pm 9.4\text{mm}$ and $22.1 \pm 15.4\text{mm}$, respectively. Significant post-operative improvement was observed while there was no change at last follow-up. SVA decreased significantly from $56.4 \pm 51.2\text{mm}$ to $27.6 \pm 16.9\text{mm}$. The average SVA at last follow-up was $30.4 \pm 17.1\text{mm}$ and no loss of correction was found. In addition, significant post-operative improvement was observed in SF-36, VAS, ODI, SRS-22 and there was no change at last follow-up. Compared with pre-operative baseline, no significant reduction in AISA scale was found in these patients. Moreover, no death or paralysis was observed in this study. The incidence of complications was 52.9%, including temporarily hypoesthesia in 5 cases, anterior vertebral body fracture in 1 case, pedicle screw malposition in 1 case, implant complications in 2 cases. **Conclusions:** The spinal column osteotomy is a safe and effect surgical technique for managing complicated kyphoscoliosis in adult patients, although the procedure is exhaustingly lengthy with blood loss, and is associated with a variety of complications.

[Key words] Kyphoscoliosis; Osteotomies; Outcome; Complications; Adults

[Author's address] Department of Spine Surgery, Drum Tower Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing, 210008, China

在脊柱外科矫形术中,成人脊柱侧后凸是一种较常见的脊柱畸形。对于其中的复杂脊柱畸形,如成人先天性脊柱畸形、重度僵硬性脊柱畸形及脊柱畸形术后翻修等,单纯后路内固定术无法达到有效矫形的目的,而脊柱截骨矫形作为一种更加有效的治疗手段逐渐被广泛应用^[1-3]。脊柱截骨术包括 Smith-Petersen 截骨 (Smith-Petersen osteotomy, SPO)、经椎弓根椎体截骨术 (pedicle subtraction osteotomy, PSO) 和全脊椎截骨术 (vertebral column resection, VCR), 其可有效增加脊椎之间的活动度,对于提高矫形能力,重建脊柱正常序列和恢复脊柱平衡可取得较好的效果^[4-6]。尽管有关脊柱截骨矫形手术的临床疗效已有较多报道,但多数研究都是回顾性的。目前针对成人复杂脊柱侧后凸畸形行截骨矫形术后冠、矢状面平衡重建及临床功能恢复等的前瞻性研究少见报告。为了进一步评估成人复杂脊柱畸形截骨矫形术后疗效和相关并发症的确切发生率,2011 年 9 月~2012 年 9 月,由国际脊柱侧凸研究学会 (Scoliosis Research Society, SRS) 与 AO 国际脊柱学会发起了一项由全球 15 家脊柱中心参加的多中心前瞻性大样本研究,并将该前瞻性研究命名为 Scol-RISK-1^[7]。作为 Scol-RISK-1 在中国内地唯一的参与单位,我院共有 17 例成人复杂脊柱侧后凸畸形患者纳入该项目。本研究对这 17 例行截骨矫形术的成人复杂脊柱畸形患者的前瞻性研究数据进行分析,以明确截骨技术治疗成人复杂脊柱侧后

凸畸形的安全性和临床/影像学疗效,并分享参与国际多中心前瞻性研究的相关经验。

1 资料与方法

1.1 研究对象

根据 Scol-RISK-1 项目的研究方案^[7,8],病例纳入标准为:(1)签署知情同意书;(2)年龄 18~80 岁;(3)被诊断为成人脊柱畸形,其主弯顶椎区位于颈-胸或胸-腰区(顶椎介于 C7 与 L2 之间),同时包括以下任意一项特征,①在冠状面或矢状面上侧凸、后凸或侧后凸畸形 Cobb 角 $\geq 80^{\circ}$,②先天性脊柱畸形行脊柱截骨矫形术者,③脊柱畸形术后翻修行脊柱截骨矫形术者,④行 C7~L5 节段三柱截骨术者(如 PSO、VCR),⑤术前已经伴有由于脊柱畸形导致的神经损害症状者,⑥伴有黄韧带或后纵韧带骨化及需行脊柱重建、脊髓减压术者。排除标准为:(1)术后随访资料不全者;(2)最近 3 个月有药物依赖或心理疾患病史者;(3)恶性肿瘤患者;(4)局部或全身性细菌感染者;(5)近 3 个月内有严重脊柱外伤、损害、骨折以及脊柱区恶性肿瘤患者;(6)长期完全性截瘫患者;(7)怀孕或哺乳期患者,以及无法同意在术后 6 个月期间避免怀孕者;(8)罪犯;(9)非自然人。满足以上条件者最终入选。严格筛查所有在此期间预备在我科择期行脊柱矫形术的成年患者,通过初筛被认为是该项研究的潜在对象,患者首先签署一份由审查委员会 (IRB)/伦理委员会 (EC) 批准的知情同意

书, 随后纳入本研究数据库并标记全球唯一样本编号(NAU)。纳入该研究者采用术者拟定最优方案行脊柱矫形术, 并在术后 24 个月内按事前设定方案定期收集随访信息。

1.2 研究方法

研究流程见图 1。按预先设定方案分别在术前、术后 6 周(± 2 周)、术后 6 个月(± 2 个月)、术后 1 年(± 2 个月)、术后 2 年(± 2 个月)定期收集随访信息。所有患者评估信息由影像学、功能学、手术相关并发症及神经损伤四大评估模块组成。

影像学评估模块包括:(1)侧凸 Cobb 角, 站立位全脊柱正位 X 线片上测量主弯上、下端椎之间的侧凸角度;(2)最大后凸 Cobb 角(global kyphosis, GK), 站立位全脊柱侧位 X 线片上测量头侧最倾斜椎体的上终板与尾侧最倾斜椎体下终板切线之间夹角;(3)冠状面平衡(C7PL-CSVL), 站立位全脊柱正位 X 片上测量 C7 铅垂线(C7 plumb line, C7PL)至骶骨中垂线(center sacral vertical line, CSVL)的距离;(4)矢状面平衡(sagittal vertical axis, SVA), 站立位全脊柱侧位 X 线片上测量 C7 铅垂线与骶骨后上角的水平距离, C7 铅垂线在骶骨后上角前方为正、后方为负。

临床功能评估模块包括:(1)脊柱侧凸研究学会 22 项患者量表(Scoliosis Research Society-22 questionnaire, SRS-22);(2)SF-36 健康调查简表(MOS item short form health survey, SF-36);(3)疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS);(4)Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)。



图 1 研究流程

Figure 1 Research flow

神经损伤评估模块包括:(1)美国脊髓损伤学术(American Spinal Injury Association, AIS)脊髓损伤程度评分;(2)术中神经电生理数据评估:体感诱发电位(SEP)和经颅电刺激运动诱发电位(MEP)。术中 MEP 监测以观察 MEP 波幅改变为判断标准, 在确保无肌松药影响及麻醉深度不变条件下, 单侧或双侧 MEP 波幅突然消失或较基线下降大于 75%提示存在神经损伤, 判断为 MEP 监测阳性。SEP 监测中, 当与基线相比, P40 波幅下降大于 50%或潜伏期延长 10%, 考虑存在神经功能损伤^[9]。

详细记录患者术后及随访时的并发症(包括断棒、断钉、冠状面和矢状面矫正丢失、假关节形成及感染等)作为手术相关并发症模块评估。

随访期间通过实时国际网络会议每一季度进行一次阶段性汇报, 汇报的内容包括样本库的建立情况, 临床数据收集进展等。

1.3 统计方法

数据采用 SPSS 17.0 软件进行统计学处理, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 术前、术后及末次随访时的侧凸 Cobb 角、GK、冠状面及矢状面平衡情况比较采用配对 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2011 年 9 月~2012 年 9 月本中心共有 22 例成人脊柱畸形患者符合上述标准, 其中 5 例因随访期间失访或随访时间超过规定时间窗口而被排除, 最终共有 17 例患者纳入本研究。男 7 例, 女 10 例; 年龄 18~55 岁(34.6 ± 10.9 岁)。先天性脊柱侧凸 5 例(1 例为术后翻修), 强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形 4 例, 特发性脊柱侧凸 5 例, 退变性脊柱侧凸 2 例, 神经肌源性脊柱侧凸 1 例。术前侧凸 Cobb 角 $51^\circ \sim 97^\circ$ ($78.5^\circ \pm 13.1^\circ$) (4 例强直性脊柱炎胸腰椎后凸畸形患者均不伴有侧凸, 故不纳入统计); 后凸畸形最大后凸 Cobb 角 $50^\circ \sim 112^\circ$ ($71.8^\circ \pm 19.8^\circ$)。17 例患者中合并双下肢不完全瘫 4 例(23.5%), ASIA 神经功能分级均为 D 级。手术采用 VCR 2 例, PSO 8 例, 多节段 SPO 5 例, VCR+多节段 SPO 2 例, 内固定节段 6~14 个(10.4 ± 2.6 个)(表 1)。手术时间 200~540min (406.1 ± 82.2 min); 术中出血量 1000~12000ml (4088.9 ± 2546.9 ml)。术中监测均无诱发电位阳性改变。

随访 20~26 个月(24.3 ± 1.8 个月)。术后侧凸

Cobb角较术前显著性改善($t=7.639, P<0.0001$), 矫正率为 $(51.9\pm 18.7)\%$, 末次随访时未见明显矫正丢失($t=0.3058, P=0.7617$)。术后矢状面 GK 优于术前, 矫正率为 $(67.2\pm 20.3)\%$, 差异有统计学意义($t=7.505, P<0.0001$); 末次随访时矫形维持稳定, 未见明显矫正丢失($t=0.8384, P=0.2057$)。术后冠状面平衡(C7PL-CSVL)和矢状面平衡(SVA)均较术前显著改善($P<0.05$), 随访期间无明显矫正丢失, 末次随访维持良好(表 2、图 2)。

患者术后腰背部疼痛症状均有明显的改善, VAS 评分较术前显著性降低($t=18.70, P=0.0220$), 末次随访时维持良好。术后 ODI 优于术前, 差异有统计学意义($t=18.30, P<0.0001$), 末次随访维持良好。术后 SF-36 和 SRS-22 评分均较术前显著改善($P<0.05$), 末次随访维持良好, 与术后的差异无统计学意义(表 3)。

术后 CT 示 1 例患者 1 枚螺钉置钉位置不良(T7 凸侧前外侧破壁 5mm), 1 例强直性脊柱炎胸腰椎后凸患者出现 PSO 截骨节段椎体前壁骨折, 5 例患者术后出现肢体远端一过性感觉功能减退, 但均无永久性损害表现(术中监测均无诱发电位阳性改变, 术后即刻肢体远端皮肤感觉减退, 12h 内逐渐恢复至术前水平)。2 例患者在随访期间出现内固定断裂(2 例均为 AS 患者, 术中单/双节段 PSO 截骨, 术后 16 个月和 25 个月随访发现内固定断裂), 1 例 CS 患者术后 6 个月出现躯干倾斜(固定节段 T9~L5, L2 行 VCR, L3~L5 行 SPOs, 术后 6 个月 C7PL-CSVL 为 38mm)。

3 讨论

成人脊柱侧后凸畸形是一类较为复杂且随年龄持续性进展的三维脊柱畸形。不同于青少年特发性脊柱侧凸, 其往往表现为脊柱柔韧性明显降低, 更严重的矢状面和冠状面失衡, 常合并脊柱退变、神经功能损害、腰背部疼痛以及全身其他系统疾病。手术是治疗成人脊柱畸形的重要方法, 旨在矫正畸形, 牢固融合, 恢复躯干平衡, 减轻疼痛和神经症状, 防止侧凸进行性发展^[10,11]。但对其中的复杂脊柱畸形, 如重度僵硬性脊柱畸形、成人先天性脊柱畸形及脊柱畸形术后翻修等, 由于其脊柱柔韧性明显降低, 且僵硬部位不仅存在于椎板和关节突关节之间, 而且还广泛存在于椎间盘、棘突和横突间及周围的软组织。因此, 依靠椎弓根螺钉

表 1 17 例患者一般资料和手术情况

Table 1 General data of patient and operation

编号 No.	性别 Gender	年龄 (岁) Age(yrs)	诊断 Diagnosis	截骨节 段 Osteotomy site	固定节段 Instrumentation and fusion level	手术 入路 Surgical ap- proach
001	女 Female	22	CS	L1 VCR	T6~S1	A-P
002	男 Male	26	CS	L1 VCR	T8~L4	P
003	男 Male	35	NS	L1 PSO	T6~L5	P
004	女 Female	55	DS	L1 PSO	T6~L5	P
005	女 Female	21	CS	L5 VCR, L1~L4 SPOs	L1~S1	P
006	男 Male	48	AS	L3 PSO	T10~L5	P
007	女 Female	18	CS	L2 VCR, L3~L5 SPOs	T9~L5	P
008	男 Male	42	AS	L3 PSO	T11~S1	P
009	女 Female	31	IS	T11~L4 SPO	T11~L4	P
010	女 Female	42	DS	L2 PSO	T8~L5	P
011	女 Female	43	CS	L2 PSO	T7~S1	P
012	男 Male	41	AS	L2, L5 PSO	T6~L5	P
013	男 Male	36	IS	T12~L4 SPOs	T6~L5	P
014	女 Female	23	IS	T11~L3 SPOs	T7~L5	P
015	女 Female	25	IS	T10~L3 SPOs	T3~L4	P
016	男 Male	47	AS	L3 PSO	T11~S1	P
017	女 Female	33	IS	T10~L3 SPOs	T3~L4	P

注: IS, 特发性脊柱侧凸; CS, 先天性脊柱侧凸; AS, 强直性脊柱炎胸腰椎后凸; DS, 退变性脊柱侧凸; NS, 神经肌源性脊柱侧凸; SPO, Smith-Petersen 截骨; PSO, 经椎弓根椎体截骨术; VCR, 全脊椎截骨术; A, 前路手术; P, 后路手术

Note: IS, idiopathic scoliosis; CS, congenital scoliosis; AS, kyphosis deformity of ankylosing spondylitis; DS, degenerative scoliosis; NS, neuromuscular scoliosis; SPO, Smith-Petersen osteotomy; PSO, pedicle subtraction osteotomy; VCR, vertebral column resection; A, anterior approach; P, posterior approach

系统等器械矫形能力有限, 很难达到理想的矫正效果和冠、矢状面的平衡状态, 成为影响术后疗效的重要高危因素^[12-15]。脊柱后路截骨术可提高矫形能力, 重建脊柱正常序列和恢复脊柱平衡, 对复杂成人脊柱畸形能够更加有效地矫正, 但同时也增加了脊髓和神经根损伤的风险^[4,5,16]。因此有必

表 2 术前、术后及末次随访的影像学模块评估结果 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 The measurement results of the radiographic parameters at pre-, post-operation and final follow-up

	术前 Pre-operation	术后 Post-operation	末次随访 Final follow-up	统计值 Statistics			
				术后与术前比较 Comparison between pre- and post-operation		末次随访与术后比较 Comparison between post- and final follow-up	
				<i>t</i> 值 <i>t</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value	<i>t</i> 值 <i>t</i> value	<i>P</i> 值 <i>P</i> value
侧凸 Cobb(°) Coronal Cobb angle	78.5±13.1	37.7±17.7	39.5±16.6	7.639	<0.0001	0.3058	0.7617
最大后凸 Cobb 角(°) GK angle	71.8±19.8	25.0±16.4	26.2±17.6	7.639	<0.0001	0.8384	0.2057
冠状面平衡(mm) (C7PL-CSVL)	58.4±21.3	18.0±9.4	22.1±15.4	7.639	<0.0001	0.9370	0.3558
矢状面平衡(mm) (SVA)	56.4±51.2	27.6±16.9	30.4±17.1	7.505	2.202	0.48	0.6344

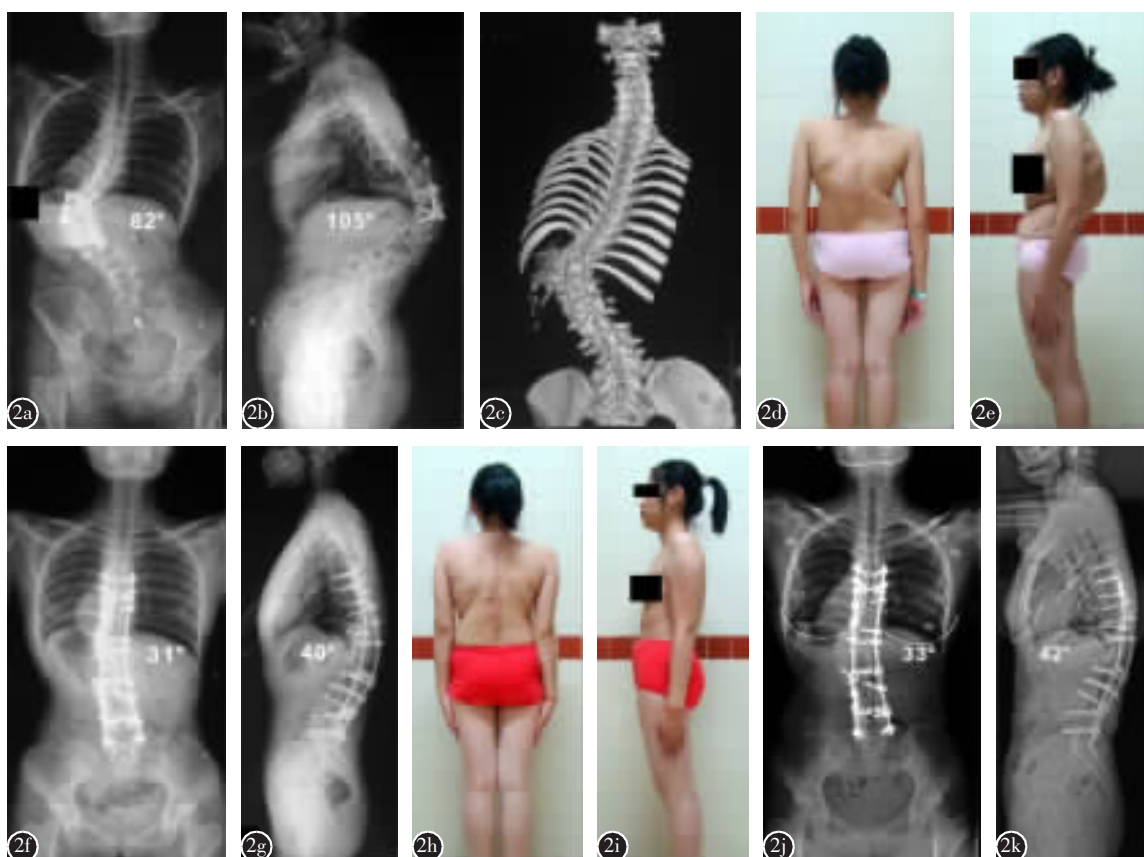


图 2 患者女, 22 岁, 成人先天性脊柱侧后凸畸形翻修术(L1 VCR) a、b 术前站立位全脊柱正侧位片示侧凸 Cobb 角 81°, 后凸 105° c 术前全脊柱 CT 三维重建示 L1 半椎体畸形 d、e 手术前患者外观 f、g 术后站立位正侧位 X 线片示侧凸 Cobb 角 31°, 后凸 40° h、i 手术后患者外观, 畸形较术前明显改善 j、k 术后 2 年随访 X 线片示侧凸 Cobb 角 33°, 后凸 42°, 脊柱平衡良好

Figure 2 The male patient, 22 years old, The revision operation of adult congenital kyphoscoliosis(L1 VCR) a, b Pre-operative Cobb angle of coronal curvature (CC) and sagittal global kyphosis (GK) was 81° and 105° respectively c The pre-op whole spinal CT three-dimensional reconstruction revealed a L1 hemivertebra deformity d, e The aesthetic appearance before the surgery f, g Postoperative Cobb angle of CC and GK was 31° and 40° respectively h, i The aesthetic appearance after the surgery j, k 24 months later, Cobb angle of CC and GK was 33° and 42°. The spinal balance at the final follow-up was excellent

表 3 术前、术后及末次随访的功能学模块评估结果 ($\bar{x}\pm s$)

Table 3 The measurement results of the clinical parameters at pre-, post-operation and final follow-up

	术前 Pre-operation	术后 Post-operation	末次随访 Final follow-up	统计值 Statistics			
				术后与术前比较 Comparison between pre- and post-operation		末次随访与术后比较 Comparison between post- and final follow-up	
				t值 (t value)	P值 (P value)	t值 (t value)	P值 (P value)
SF-36 评分(分) SF-36 score	311.0±14.6	327.9±24.9	344.3±49.5	2.408	0.0220	1.220	0.2313
VAS评分(分) VAS score	8.5±1.2	2.2±0.7	1.8±0.6	18.70	<0.0001	1.789	0.0831
ODI评分(%) ODI score	71.9±7.5	22.9±8.1	19.2±7.9	18.30	<0.0001	1.348	0.1870
SRS-22 评分 SRS-22 score	2.97±0.8	3.51±0.5	3.54±0.6	2.360	0.0245	0.1584	0.8752
AISA评分 AISA score							
运动评分 motor score	98.4±3.3	98.3±3.3	99.1±2.6	0.0883	0.9302	0.7851	0.4382
感觉评分 sensory score	110.3±3.5	109.7±3.5	110.1±3.0	0.4998	0.6206	0.3578	0.7229

要探讨脊柱截骨技术的安全性,并评估其在复杂成人脊柱畸形手术中的临床应用价值。

近年来国内外学者对成人复杂脊柱侧后凸畸形行截骨矫形术后矫形效果、临床功能恢复、并发症的发生率和危险因素作了大量的临床研究。但多为回顾性资料分析,研究未设置严格的病例入选标准和标准的手术方案,也未采用一致的影像学/功能学评估方法及并发症诊断标准,资料的收集、分析、解释均存在偏倚,因此并不能确定脊柱截骨矫形技术在复杂成人脊柱畸形手术中的安全性和临床应用价值^[7,8]。

基于这种考虑,由国际脊柱侧凸研究学会与AO国际脊柱学会联合设计了一项多中心前瞻性的观察性临床研究,以在全球15家权威脊柱中心接受脊柱截骨矫形治疗的成人复杂脊柱侧后凸畸形患者为研究对象,评价脊柱截骨术在尽可能排除客观偏倚因素状态下的疗效和安全性。严密科学的研究设计,长期规范的随访,标准化的信息采集,使收集的资料比回顾性可靠,偏倚少,因果现象的时间顺序合理,从而可以直接观察到暴露于干预因素的情况及其结局,充分而直接地分析干预因素的作用,有助于确定危险因素与手术干预的关系^[9]。因此,本研究对深入认识成人复杂脊柱侧后凸畸形术中应用脊柱截骨技术的安全性、有效性及并发症的危险因素,特别是神经损伤并发症的危险因素具有重要意义。

既往文献报道的严重脊柱畸形患者单纯后路

钉棒矫形冠状面侧凸矫正率为43.6%~49%,矢状面后凸矫正率为24.4%~25.6%^[2,7,17,18]。相比之下,应用脊柱截骨技术能够将僵硬的脊柱畸形先变为较为柔软的畸形,再应用内固定器械,可增加其矫形的能力,获得较为良好的矫形效果^[2-5,19,20]。Dorward等^[5]对128例成人脊柱畸形患者应用SPO技术进行多节段截骨矫形治疗,术后总体主弯矫正率为49%。Suk等^[11]对16例主弯Cobb角>80°、柔韧性<25%的成人重度僵硬性脊柱侧凸患者进行后路VCR手术治疗,术后主弯矫正率为59%,冠状面平衡由术前平均40mm减小至术后的10mm,矢状面平衡(SVA)由术前平均42mm减小至术后的16mm。Lenke等^[14]报道了147例脊柱侧后凸患者行后路全脊椎截骨矫形术后平均17个月的随访结果,脊柱侧凸及后凸矫正率分别为54%和53%。本组患者中,13例术前冠状面主弯Cobb角为78.5°±13.1°,17例矢状面后凸为71.8°±19.8°,术后冠状面主弯矫正率为(51.9±18.7)%,后凸矫正率为(67.2±20.3)%,C7PL-CSVL由术前的58.4±21.3mm减小至术后的18.0±9.4mm,SVA由术前的56.4±51.2mm减小至术后的27.6±16.9mm,显示出良好的主弯和冠矢状面平衡矫形效果。同时,本研究17例患者术后SF-36、VAS、ODI及SRS-22评分结果显示,术后及末次随访时均较术前有显著性改善($P<0.05$)。该结果表明,截骨矫形技术可以显著改善患者的临床症状,提高患者生活质量。

既往文献报道成人脊柱畸形截骨矫形术后总体并发症发病率高达 38.9%~66%^[7,13,17,18,21]。吕国华等^[22]对 54 例脊柱畸形患者行 VCR 术后总体并发症发生率为 38.9%，其中早期神经系统并发症发生率为 9.3%（包括完全性脊髓损伤 1 例）。Lenke 等^[4]报道采用 VCR 治疗脊柱畸形患者术后总体并发症发生率为 66%，其中置入物相关并发症为 20.6%，神经相关并发症为 11.4%。本研究 17 例患者无死亡、瘫痪等并发症，其中 1 例患者 1 枚螺钉置钉位置不良，1 例患者出现椎体前壁骨折，5 例患者术后出现肢体远端一过性感觉功能减退，2 例患者在随访期间出现断棒及断钉内固定相关并发症，1 例患者在术后 1 年复查时出现躯干失代偿。术后总体并发症发生率为 52.9%。虽然本中心未见明显神经损伤、假关节等严重并发症发生，但在综合分析同期全球各中心共 207 例成人复杂脊柱畸形手术患者资料后发现，新发神经损伤并发症达到 8.7%（神经根损伤 9 例，马尾综合征 3 例，脊髓损伤 6 例）^[7]。

综上所述，脊柱截骨矫形技术可以使成人复杂脊柱侧后凸畸形患者得到满意的矫正，且术后随访时矫形效果、冠状面及矢状面平衡维持良好。但该技术存在手术时间长、出血多、手术相关并发症多等缺点。因此需要术者对每一位患者进行详细的术前评价，制订严密的手术计划，术中操作谨慎准确，从而避免神经损伤等并发症的发生。

4 参考文献

- Suk SI, Chung ER, Kim JH, et al. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis[J]. Spine, 2005, 30(14): 1682-1687.
- 马华松, 周建伟, 邹德威, 等. 重度僵硬型脊柱侧凸的后路非全椎体截骨手术治疗[J]. 中国矫形外科杂志, 2010, 18(16): 1323-1326.
- 邱贵兴, 李其一, 王以朋, 等. 特发性重度僵硬性脊柱侧凸的手术治疗[J]. 中华医学杂志, 2005, 85(12): 807-810.
- Lenke LG, Newton PO, Sucato DJ, et al. Complications after 147 consecutive vertebral column resections for severe pediatric spinal deformity: a multicenter analysis [J]. Spine, 2013, 38(2): 119-132.
- Dorward IG, Lenke LG, Stoker GE, et al. Radiographic and clinical outcomes of posterior column osteotomies in spinal deformity correction[J]. Spine, 2014, Epub ahead of print.
- Enercan M, Ozturk C, Kahraman S, et al. Osteotomies/spinal column resections in adult deformity[J]. Eur Spine J, 2013, 22(Suppl 2): S254-264.
- Kelly MP, Lenke LG, Shaffrey CI, et al. Evaluation of complications and neurological deficits with three-column spine reconstructions for complex spinal deformity: a retrospective Scolio-RISK-1 study[J]. Neurosurg Focus, 2014, 36(5): E17.
- 李立明, 吕筠. 大型前瞻性人群队列研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36(11): 1187-1189.
- 冯宾, 邱贵兴, 沈建雄, 等. 经颅刺激运动诱发电位联合体感诱发电位监测在脊柱畸形手术中的应用 [J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(1): 13-19.
- Dorward IG, Lenke LG. Osteotomies in the posterior-only treatment of complex adult spinal deformity: a comparative review[J]. Neurosurg Focus, 2010, 28(3): E4.
- Ailon T, Shaffrey CI, Lenke LG, et al. Progressive spinal kyphosis in the aging population[J]. Neurosurgery, 2015, 77 (Suppl 4): S164-172.
- Zhu F, Bao H, Liu Z, et al. Unanticipated revision surgery in adult spinal deformity: an experience with 815 cases at one institution[J]. Spine, 2014, 39(26): B36-44.
- O'Neill KR, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Clinical and radiographic outcomes after 3-column osteotomies with 5-year follow-up[J]. Spine, 2014, 39(5): 424-432.
- Xie JM, Zhang Y, Wang YS, et al. The risk factors of neurologic deficits of one-stage posterior vertebral column resection for patients with severe and rigid spinal deformities [J]. Eur Spine J, 2014, 23(1): 149-156.
- 汪飞, 邱勇, 钱邦平, 等. 后路全脊椎截骨治疗严重脊柱畸形内固定棒断裂危险因素分析[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32 (10): 946-950.
- Hassanzadeh H, Jain A, El DMH, et al. Three-column osteotomies in the treatment of spinal deformity in adult patients 60 years old and older: outcome and complications[J]. Spine, 2013, 38(9): 726-731.
- La Maida GA, Luceri F, Gallozzi F, et al. Complication rate in adult deformity surgical treatment: safety of the posterior osteotomies[J]. Eur Spine J, 2015, Epub ahead of print.
- Xie J, Wang Y, Zhao Z, et al. Posterior vertebral column resection for correction of rigid spinal deformity curves greater than 100 degrees[J]. J Neurosurg Spine, 2012, 17(6): 540-551.
- 海涌, 陈晓明, 吴继功, 等. 后路一期全脊椎截骨术治疗重度僵硬型脊柱侧后凸[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(3): 183-186.
- 陈志明, 马华松, 谭荣, 等. 重度僵硬后凸型脊柱侧凸畸形的手术治疗[J]. 中国骨与关节外科, 2011, 4(1): 27-31.
- 季明亮, 邱勇. 后路全脊椎切除截骨矫形术神经并发症的危险因素及预防进展[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(4): 334-337.
- 吕国华, 王孝宾, 王冰, 等. 一期后路全脊椎切除术治疗重度僵硬性胸腰椎畸形的并发症分析[J]. 中华外科杂志, 2010, 48(22): 1709-1713.

(收稿日期:2016-01-06 修回日期:2016-01-13)

(英文编审 唐翔宇/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)