

· 临床论著 ·

退变性脊柱畸形截骨多节段经椎间孔椎间融合

周若南, 王祥善*, 张 华, 寇德鹏

(河南省郑州市骨科医院脊柱三科, 河南郑州 450052)

摘要: [目的] 评价脊柱后柱截骨 (posterior column osteotomy, PCO) 联合局部经椎间孔入路腰椎椎间融合术 (transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF) 治疗退变性脊柱侧后凸畸形的效果。[方法] 回顾性分析郑州市骨科医院 2018 年 1 月—2021 年 6 月手术治疗的退变性脊柱侧后凸畸形 71 例患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 40 例采用 PCO 联合局部 TLIF (截骨融合组), 另外 31 例采用 ≥ 3 级截骨畸形固定术 (截骨固定组)。比较两组围术期情况、随访结果和影像评估指标。[结果] 截骨融合组并发症发生率为 7.5% (3/40), 截骨固定组为 25.8% (8/31), 差异有统计学意义 ($P=0.034$)。截骨融合组手术时间、术中失血量、下地行走时间、完全负重活动时间均优于截骨固定组 ($P<0.05$), 两组切口总长度、术中透视次数、切口愈合等级、住院时间比较差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访 12 个月以上, 随时间推移, 两组 VAS 和 ODI 评分显著减少 ($P<0.05$), JOA 评分显著增加 ($P<0.05$)。出院时截骨融合组的上述临床评分均显著优于截骨固定组 ($P<0.05$)。影像方面, 与术前相比, 术后即刻和末次随访时两组主弯冠状面 Cobb 角、矢状面 Cobb 角、冠状面平衡和矢状面平衡均显著改善 ($P<0.05$); 相应时间点, 两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。末次随访时两组均无钉棒松动、断裂等不良影像表现。[结论] 对退变性脊柱侧后凸畸形患者采用 PCO 联合局部 TLIF 效果良好, 且可减轻手术创伤、降低手术风险、加快术后康复、减少并发症。

关键词: 退变性脊柱侧后凸畸形, 脊柱后柱截骨, 经椎间孔腰椎椎间融合术

中图分类号: R687.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 05-0418-06

Posterior column osteotomy combined with multi-level transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spinal deformity // ZHOU Ruo-nan, WANG Xiang-shan, ZHANG Hua, KOU De-peng. Department of Spine Surgery, Zhengzhou Orthopedic Hospital, Zhengzhou 450052, China

Abstract: [Objective] To evaluate the clinical outcomes of posterior column osteotomy (PCO) combined with local multi-level transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) in the treatment of degenerative scolioskyphosis. **[Methods]** A retrospective study was performed on 71 patients who received surgical treatment for degenerative spine deformity in our hospital from January 2018 to June 2021. Based on preoperative doctor-patient communication, 40 patients received PCO combined with local multi-level TLIF (PCO-MF group), while the remaining 31 patients received grade ≥ 3 osteotomy and fixation (OF group). The documents regarding perioperative conditions, follow-up and radiographs were compared between the two groups. **[Results]** The incidence of early complications was of 7.5% (3/40) in the PCO-MF group, whereas 25.8% (8/31) in the OF group, which was statistically significant ($P=0.034$). The PCO-MF group proved significantly superior to the OF group in terms of operative time, intraoperative blood loss, postoperative walking time and full weight-bearing activity time ($P<0.05$), although there were no significant differences in the total incision length, intraoperative fluoroscopy times, incision healing and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). With time of follow-up for more than 12 months, the VAS and ODI scores significantly decreased ($P<0.05$), while JOA score significantly increased in both groups ($P<0.05$), which in the PCO-MF group was significantly better than those in the OF group at discharge ($P<0.05$). Radiographically, the main curved coronal Cobb angle, sagittal Cobb angle, coronal balance and sagittal balance significantly improved in both groups immediately after surgery and at the latest follow-up compared with those preoperatively ($P<0.05$), nevertheless no significant differences in the above image parameters were noted between the two groups at any time point accordingly ($P>0.05$). At the latest follow-up, non-patient in both groups had adverse imaging manifestations such as loosening and fracture of the implants. **[Conclusion]** PCO combined with local multi-level TLIF is an effective treatment for degenerative spinal deformity, and does reduce surgical trauma, reduce surgical risk, accelerate postoperative rehabilitation, and reduce complications.

Key words: degenerative scolioskyphosis. posterior column osteotomy, transforaminal lumbar interbody fusion

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.05.07

作者简介:周若南,副主任医师,硕士学位,研究方向:脊柱外科,(电话)13838296138,(电子信箱)billzhou519@sohu.com

* 通信作者:王祥善,(电子信箱)13838076078@163.com

退变性脊柱侧后凸畸形是指骨骼发育成熟后,除脊柱器质性病变因素外,由于椎间盘及小关节严重退变引起的非对称性椎间隙塌陷、旋转半脱位或侧方滑移。流行病学调查显示^[1],退变性脊柱侧后凸畸形的发病率报道差异较大,在8.3%~68%,且该疾病的发生率正逐年升高。此类疾病可导致腰部疼痛,腿部疼痛或麻木,对生活质量有很大影响^[2,3]。此类患者有一部分需要进行手术治疗,手术原则包括彻底减压、重建稳定、适度矫正畸形,以解除症状、提高生活质量。随着脊柱微创理念和技术的发展,一些微创脊柱外科手术也越来越多地应用到退变性脊柱侧后凸畸形的手术治疗中,如:经椎间孔入路腰椎椎间融合术(transforaminal lumbar interbody fusion, TLIF)、微创截骨、斜外侧入路椎间融合术(oblique lateral interbody fusion, OLIF)等^[4]。目前临床上对于严重退变性脊柱侧后凸畸形患者多采用≥3级截骨以纠正冠矢状面平衡、恢复腰椎前凸^[5,6],但是手术创伤大、术中出血多、并发症多^[7],对耐受性较差的老年患者是一个不小的创伤和风险。TLIF可对神经减压、松解僵硬的侧后凸畸形,适用于腰椎局部后凸、节段不稳、冠状面上终板倾斜>15°的患者。TLIF既可适度矫正脊柱畸形,且可增强脊柱稳定性,获得良好的椎间融合效果^[8]。脊柱后柱截骨(posterior column osteotomy, PCO)是指对脊柱椎体后方结构进行部分切除的术式,包括SRS-Schwabs 1级与2级截骨,可矫正小角度脊柱后凸畸形^[9]。因此PCO联合局部TLIF可用于治疗严重退变性脊柱侧后凸畸形,以达到减轻手术创伤、纠正冠矢状面平衡、适度矫正脊柱畸形的目的。本院对严重退变性脊柱侧后凸畸形患者采用PCO联合局部TLIF治疗,获得了满意的效果。本研究对71例患者的临床资料进行回顾性分析,比较PCO联合局部TLIF与常规≥3级截骨的效果及安全性,期待为严重退行性脊柱侧后凸畸形患者提供一种安全、有效的治疗方案。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:(1)符合退变性脊柱侧后凸畸形诊断标准^[10],前柱尚有部分活动度;(2)年龄≥50岁;(3)经6个月的规范保守治疗无效。

排除标准:(1)先天性脊柱生理曲度异常;(2)特发性脊柱侧凸畸形;(3)合并神经纤维瘤;(4)合并风湿、类风湿、骨质疏松等疾病;(5)有脊柱手术史;(6)临床资料不完整。

1.2 一般资料

回顾性分析郑州市骨科医院2018年1月—2021年6月收治的退变性脊柱侧后凸畸形患者的临床资料,其中71例符合上述标准,纳入本研究。依照医患沟通结果,40例采用PCO联合局部TLIF治疗(截骨融合组),另外31例采用≥3级截骨矫形减压手术治疗(截骨固定组)。两组年龄、性别、体质指数(body mass index, BMI)、病程、顶椎位置的差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表1。本研究已经过医院伦理委员会审批[审批号:2022医院伦审第(004)号],所有患者均知情同意。

表1 两组术前一般资料与比较

指标	截骨融合组 (n=40)	截骨固定组 (n=31)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	65.1±7.1	65.5±7.4	0.818
性别(例,男/女)	18/22	15/16	0.777
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	22.4±2.1	22.3±2.4	0.852
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	40.5±8.2	40.0±8.9	0.807
顶椎位置(例, L ₁ /L ₂ /L ₃ /L ₄)	3/10/15/12	2/9/12/8	0.742

1.3 手术方法

截骨融合组:全麻,俯卧位,取后路正中切口,充分暴露病变节段。于计划固定节段置入椎弓根螺钉。责任节段局部行TLIF,一般为1~3个节段,多数为2个节段。超声骨刀切除双侧下关节突和部分上关节突,去除增厚的黄韧带,充分减压椎管及神经根管。切除椎间盘至骨性终板,植入自体松质骨,置入椎间融合器。超声骨刀行PCO,一般在TLIF的头侧进行,通常在T₁₀与L₅之间,具体截骨椎体数量视术中矫形情况,1级截骨只截除双侧下关节突,2级截骨截除双侧上下关节突,视情况是否截除部分棘突和椎板。安装双侧棒,调整钉-棒系统完成脊柱矫形,紧固钉棒,透视确认脊柱矫形好,内固定物位置好。后侧植骨,放置引流,闭合切口。

截骨固定组:麻醉体位同上。于计划固定节段置入椎弓根螺钉及棒临时固定。采用超声骨刀协助截骨、减压。在保证神经彻底减压、松解脊柱适度纠正畸形效果的前提下,尽量降低截骨级别,如果截除部分骨质就能纠正侧后凸畸形可以不予全部截骨。所得骨块剔除软组织并制备为颗粒骨。采用转棒、加压撑开以及去旋转等技术进行适度矫形,紧固钉棒系统。5级截骨需要在脊柱前柱用骨柱或钛网支撑,3~4级截骨闭合即可,均可采用颗粒骨植骨。透视位置好,生理盐水冲洗切口,留置引流管,逐层缝合。

1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用视觉模拟量表(visual

analogue scale, VAS)^[11]、腰椎功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI)^[12]、日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 腰椎评分^[13] 评价临床效果。行影像检查, 测量主弯冠状面 Cobb 角、矢状面 Cobb 角、冠状面平衡偏移 (distance between C₇ plumb line and center sacral vertical line, C₇PL-CSVL) 及矢状面平衡偏移 (sagittal vertical axis, SVA)。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析, 计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 若符合正态分布, 组间比较以独立样本 *t* 检验, 本组内比较以配对 *T* 检验或单因素方差分析; 若不符合正态分布, 采用秩和检验。计数资料采用卡方检验或 Fisher 检验; 等级资料采用 Mann-Whitney *U* 检验。 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

早期并发症与不良事件。截骨融合组有 1 例肺部感染, 抗感染及加强护理后控制; 1 例背侧硬膜撕裂脑脊液漏, 给予缝合; 1 例脂肪液化切口感染, 药物及局部处理后控制。截骨固定组有 1 例术中节段动脉损伤大出血, 予以快速输血补液、压迫、电凝、止血材料应用后控制出血; 硬膜外血肿 2 例有肌力下降, 给予紧急手术翻修清除血肿, 经康复锻炼及针灸治疗, 出院时肌力恢复正常; 1 例神经牵拉骚扰损伤致股四头降至 III~IV 级; 2 例硬膜撕裂致脑脊液漏; 1 例术后切口感染, 局部清创结合抗炎治疗后控制; 1 例诱发轻度心梗, 内科治疗后好转。截骨融合组并发症发生率为 7.5% (3/40), 截骨固定组为 25.8% (8/31), 差异有统计学意义 (*P*=0.034)。

两组患者围手术期资料见表 2, 截骨融合组手术时间、术中失血量、下地行走时间均优于截骨固定组 (*P*<0.05), 两组术中切口总长度、术中透视次数、切口愈合等级、住院时间比较差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

2.2 随访结果

两组患者均获随访 12 个月以上。随访资料见表 3, 截骨融合组恢复完全负重活动时间显著早于截骨固定组 (*P*<0.05)。随时间推移, 两组 VAS 和 ODI 评分显著下降 (*P*<0.05), JOA 评分显著升高 (*P*<0.05)。术前两组间 VAS、ODI 和 JOA 评分的差异均无统计学意义 (*P*>0.05), 出院时截骨融合组上述临床评分均显著优于截骨固定组 (*P*<0.05), 术后 6 个月和末次随访两组上述临床评分的差异均无统计学意义

(*P*>0.05)。

表 2 两组围术期情况与比较

指标	截骨融合组 (n=40)	截骨固定组 (n=31)	<i>P</i> 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	180.2±31.4	243.8±45.3	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	30.5±5.8	30.8±6.0	0.832
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	486.7±81.6	885.6±152.4	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	7.5±1.2	7.2±1.0	0.266
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.8±1.5	8.2±1.9	0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙)	39/1	30/1	0.855
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	10.5±2.2	10.7±2.3	0.711

随访过程中, 截骨固定组 1 例神经损害恢复正常。两组各有 1 例近端交界性后凸, 可能与手术损伤稳定结构、长节段固定、过度矫形等有关系, 加强腰背肌锻炼、改变生活方式及间断支具治疗后好转。两组均无翻修手术。

2.3 影像评估

影像测量结果见表 4, 与术前相比, 术后即刻和末次随访时两组主弯冠状面 Cobb 角、矢状面 Cobb 角、C₇PL-CSVL 偏移和 SVA 偏移均显著改善 (*P*<0.05)。相应时间点, 两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

3 讨论

各种脊柱退变性疾病特别是退变性脊柱侧后凸畸形可严重影响日常生活^[14]。部分严重的退变性脊柱侧后凸畸形患者保守治疗效果欠佳, 需要手术治疗。截骨矫形减压内固定术是临床治疗退变性脊柱侧后凸畸形常用的手术方案, 可对脊柱神经减压、固定, 并且达到适度矫形的目的。对于严重退变性脊柱侧后凸畸形患者目前临床上多选择 ≥3 级截骨治疗, 但是此类手术创伤大、术中出血量多、术后并发症风险高。如何对此类患者实施手术以缓解症状、改善脊柱功能、重建其稳定性并增加安全性一直是临床医师致力研究的热点问题^[15-19]。

本研究发现, 截骨融合组早期并发症、手术时间、术中失血量、下地行走时间、住院时间均优于截骨固定组, 提示针对退变性脊柱侧后凸畸形患者, 采用 PCO 联合局部 TLIF 相较于高级别截骨矫形减压术, 可减轻手术创伤, 降低手术风险, 促进术后快速恢复。PCO 操作简单, 创伤小, 且能够获得较高的早期脊柱稳定性^[20, 21]。TLIF 可发挥与截骨同样的脊柱矫形、纠正脊柱平衡的作用。PCO 联合局部 TLIF 能够在保证减小手术创伤、降低手术风险的同时获得

满意的效果。本研究对常见的下腰椎病变的 1~3 个节段实施 TLIF，而 TLIF 主要操作在上下骨性终板之间的椎间隙进行，不破坏前方椎体的松质骨，不骚扰相关血管，因此术中出血量相对较少；另对头侧椎体（常为 T₁₀~L₃）实施 PCO，也可避免大量出血，使得二者配合使用具有可行性。3 级截骨需经椎弓根 V 形切除上下 2 个椎间盘之间的部分椎体及附件，4 级截骨在 3 级截骨基础上还要切除部分椎体包括相邻终板及至少 1 个椎间盘，5 级截骨需要完全切除 1

个椎体及相邻 2 个椎间盘^[22]，因此≥3 级截骨创伤较大。3 级以上截骨骚扰前方椎体松质骨及相关血管，因此 PCO 联合局部 TLIF 术中失血量少于 3 级以上截骨。有研究显示 4 级截骨术中失血量可达 1 800 ml^[23]，且有大出血风险。本研究结果与该报道一致。刘钢^[24]研究指出，Ponte 截骨联合椎间融合治疗退变性脊柱侧凸畸形（脊柱冠状面 Cobb 角 30°~60°）手术时间短、术中出血量少，本研究结果与该报道相符。

表 3 两组随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	截骨融合组 (n=40)	截骨固定组 (n=31)	P 值
完全负重活动时间 (周)		14.2±2.0	17.5±2.2	<0.001
腰部 VAS 评分 (分)	术前	7.8±1.2	7.6±1.0	0.457
	出院时	4.5±0.7	5.7±0.9	<0.001
	术后 6 个月	2.6±0.5	2.5±0.4	0.366
	末次随访	1.8±0.3	1.9±0.4	0.233
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	38.4±5.2	38.2±5.0	0.871
	出院时	20.7±4.0	23.5±4.2	0.006
	术后 6 个月	14.5±2.0	14.6±2.5	0.852
	末次随访	11.0±1.8	11.2±2.1	0.667
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	10.3±2.0	10.5±2.1	0.684
	出院时	18.7±3.0	16.5±2.8	0.002
	术后 6 个月	22.5±3.9	22.7±4.0	0.833
	末次随访	22.8±3.8	22.5±3.9	0.745
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4 两组影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	时间点	截骨融合组 (n=40)	截骨固定组 (n=31)	P 值
冠状面 Cobb 角 (°)	术前	38.9±5.8	39.1±5.9	0.887
	术后即刻	11.6±2.0	11.4±2.2	0.690
	末次随访	11.9±2.2	11.6±2.3	0.578
	P 值	<0.001	<0.001	
矢状面 Cobb 角 (°)	术前	18.5±3.2	18.2±3.4	0.704
	术后即刻	32.7±4.5	32.4±4.4	0.779
	末次随访	32.5±4.6	32.7±4.3	0.852
	P 值	<0.001	<0.001	
C ₇ PL-CSVL (mm)	术前	25.5±4.6	25.8±4.8	0.790
	术后即刻	19.8±3.5	19.4±3.4	0.630
	末次随访	19.6±3.4	19.5±3.5	0.904
	P 值	<0.001	<0.001	
SVA (mm)	术前	50.5±9.8	49.8±9.2	0.760
	术后即刻	27.7±5.2	27.4±5.0	0.807
	末次随访	27.9±5.3	27.6±5.1	0.811
	P 值	<0.001	<0.001	

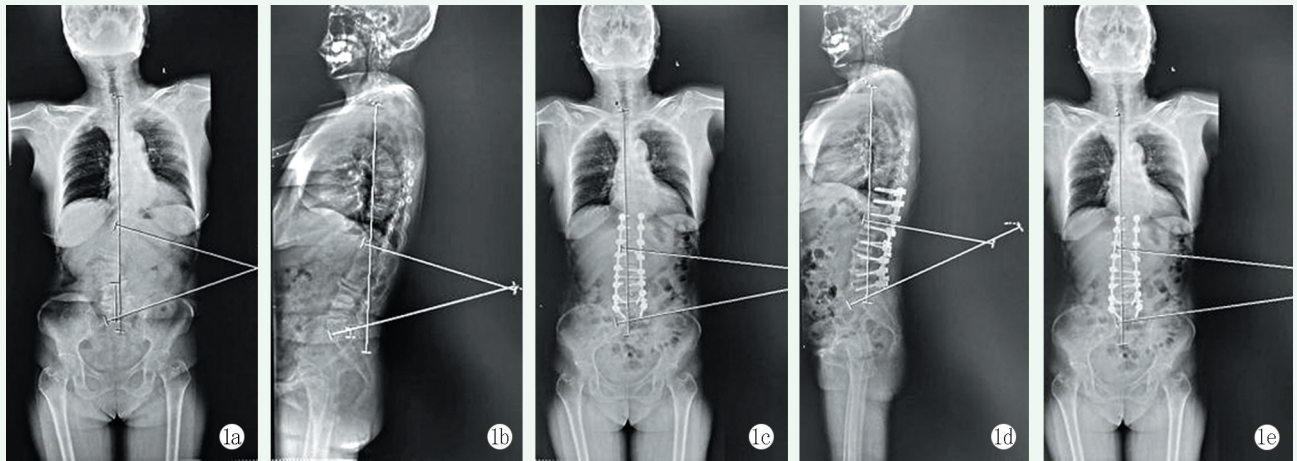


图 1 患者,女,65岁,退变性脊柱侧后凸畸形,采用 PCO 联合 L_{3/4}、_{4/5}TLIF 术(截骨融合组) 1a:术前脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 36°, C₇PL-CSVL 偏移 10 mm 1b:术前脊柱全长侧位 X 线片,矢状面 Cobb 角 32°, SVA 偏移-40 mm 1c:术后即刻脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 14°, C₇PL-CSVL 偏移 0 mm 1d:末次随访脊柱全长侧位 X 线片,矢状面 Cobb 角 39°, SVA 偏移 13 mm 1e:末次随访脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 15°, C₇PL-CSVL 偏移 0 mm



图 2 患者,男,63岁,退变性脊柱侧后凸畸形,采用改良 VCR 截骨神经减压、前柱骨柱支撑矫形+钉棒内固定融合术 2a:术前脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 16°, C₇PL-CSVL 偏移 26 mm 2b:术前脊柱全长侧位 X 线片,矢状面 Cobb 角-30°, SVA 偏移 100 mm 2c:术后即刻脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 3°, C₇PL-CSVL 偏移 0 mm 2d:末次随访脊柱全长侧位 X 线片,矢状面 Cobb 角 25°, SVA 偏移 12 mm 2e:末次随访脊柱全长正位 X 线片,冠状面 Cobb 角 4°, C₇PL-CSVL 偏移 0 mm

此外,本研究还发现随着时间推移,两组随访结果和影像学指标均显著改善,且截骨融合组完全负重活动时间,出院时腰部 VAS、ODI、JOA 评分均显著优于截骨固定组,说明 PCO 联合局部 TLIF、高级别截骨治疗严重的退变性脊柱侧后凸畸形均可达到手术目的,但是 PCO 联合局部 TLIF 术后早期疼痛轻、腰椎功能康复更快。后柱截骨创伤小,可合理把握适应证,灵活应用该术式,有利于患者术后早期进行康复锻炼^[25, 26]。而 ≥ 3 级截骨创伤较大,患者术后早期疼痛严重、康复锻炼困难。因此 PCO 联合局部 TLIF 治疗严重的退变性脊柱侧后凸畸形术后早期的效果更佳。但是两种方案均可有效缓解症状、改善脊柱功

能、重建脊柱稳定性、恢复脊柱平衡,因而两种术式的远期效果相当。

综上所述,对严重退变性脊柱侧后凸畸形需要手术的患者采用 PCO 联合局部 TLIF 可达到常规 ≥ 3 级截骨矫形减压内固定手术相同的效果,但前者可显著减轻手术创伤、降低手术风险、加快术后康复、减少并发症。PCO 联合局部 TLIF 相较于 ≥ 3 级截骨矫形减压具有明显的优势,这无疑是一次成功的尝试,值得借鉴。

参考文献

[1] 王向阳,吴爱悯.微创和传统策略治疗成人退变性脊柱畸形

- [1] . 现代实用医学, 2022, 34 (10): 1263-1264.
- [2] Yamada K, Nakamae T, Nakanishi K, et al. Long-term outcome of targeted therapy for low back pain in elderly degenerative lumbar scoliosis [J]. *Eur Spine J*, 2021, 30 (7): 2020-2032.
- [3] 倪佳俊, 袁磊, 曾岩, 等. 重度脊柱畸形矫形手术中脊髓/神经损伤并发症危险因素及预防的研究进展 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32 (4): 374-378.
- [4] 秦志新, 孙麟, 李季声, 等. 微创脊柱外科手术治疗成人退行性脊柱侧凸的研究进展 [J]. *山东医药*, 2022, 62 (7): 105-108.
- [5] 蔡宗霖, 万冠, 石华刚, 等. 改良 SRS-Schwab IV 级截骨治疗陈旧性胸腰椎骨折后凸畸形对消化功能的影响 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2022, 32 (9): 788-794, 804.
- [6] Slattery C, Verma K. Classification in brief: SRS-Schwab Classification of adult spinal deformity [J]. *Clin Orthop Relat Res*, 2018, 476 (9): 1890-1894.
- [7] 陈毅, 王利民, 王卫东, 等. 3D 打印辅助 SRS-Schwab IV 级截骨术治疗老年性脊柱后凸畸形 [J]. *中华实验外科杂志*, 2020, 37 (12): 2337-2340.
- [8] 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.
- [9] 张宇雷, 李富平, 西信, 等. 开放及微创经椎间孔入路椎间融合术后融合节段椎间隙高度及前凸恢复程度的比较研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2020, 34 (4): 422-427.
- [10] 陈仲强, 刘忠军, 党耕町. 脊柱外科学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013: 384.
- [11] 黎春华, 瓮长水, 蒋天裕, 等. 疼痛强度评估量表应用于老年腰痛患者的同时效度与偏好性 [J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18 (8): 752-754.
- [12] Jones T, Miller R, Street JT, et al. Validation of the Oswestry disability index for pain and disability in arthrogyposis multiplex congenita [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2019, 62 (2): 92-97.
- [13] 孙兵, 车晓明(整理). 日本骨科协会评估治疗 (JOA 评分) [J]. *中华神经外科杂志*, 2012, 28 (6): 623.
- [14] 苑珍珍, 杨召, 许海委. 中药抑制椎间盘退变的分子机制研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (1): 44-47.
- [15] 程云忠, 海涌. 后路聚乙烯系绳可减少成人脊柱畸形多节段固定后近端交界性后凸的发生 [J]. *中华医学杂志*, 2021, 101 (33): 2635.
- [16] 郑杰, 何敏娟, 王大伟, 等. 退变性脊柱侧弯 3D 打印个性化减压融合 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (15): 1364-1368.
- [17] 王超, 杨依林, 袁佳滨, 等. 退行性脊柱侧弯术后冠状面失平衡相关因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (5): 385-389.
- [18] Solla F, Barrey CY, Burger E, et al. Patient-specific rods for surgical correction of sagittal imbalance in adults: technical aspects and preliminary results [J]. *Clin Spine Surg*, 2019, 32 (2): 80-86.
- [19] 王玉, 邱勇, 刘盾, 等. 伴 B 型和 C 型冠状面失平衡的退变性脊柱侧凸患者后路截骨矫形术后临床疗效比较 [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100 (11): 842-847.
- [20] 潘玺宇, 乔军, 刘臻, 等. 应用脊柱后柱截骨术治疗类“Lenke 5 型”腰椎先天性脊柱侧凸 [J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41 (22): 1598-1606.
- [21] Han S, Hyun SJ, Kim KJ, et al. Factors for the acquisition of 10° angular change at the lumbar spine through posterior column osteotomy in adult spinal deformity surgery [J]. *J Neurosurg Spine*, 2018, 29 (6): 667-673.
- [22] Shi B, Zhao Q, Xu L, et al. SRS-Schwab Grade 4 osteotomy for congenital thoracolumbar kyphosis: a minimum of 2 years follow-up study [J]. *Spine J*, 2018, 18 (11): 2059-2064.
- [23] 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.
- [24] 刘钢. Ponte 截骨联合椎间融合治疗成人退变性脊柱侧凸的临床研究 [D]. 天津: 天津医科大学, 2020.
- [25] Sacramento-Domínguez C, Cynthia N, Yankey KP, et al. One-stage multiple posterior column osteotomies and fusion and pre-op halo-gravity traction may result in a comparative and safer correction of complex spine deformity than vertebral column resection [J]. *Spine Deform*, 2021, 9 (4): 977-985.
- [26] Gandhi SV, Januszewski J, Bach K, et al. Development of proximal junctional kyphosis after minimally invasive lateral anterior column realignment for adult spinal deformity [J]. *Neurosurgery*, 2019, 84 (2): 442-450.

(收稿:2022-08-12 修回:2022-12-30)
(同行评议专家:朱卉敏 梅伟)
(本文编辑:闫承杰)