

# 后路全脊椎截骨联合钛网支撑治疗合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形

欧阳超, 陈志明, 马华松, 王晓平, 陈 阳

(解放军 306 医院骨科 全军脊柱外科中心 100101 北京市)

【摘要】目的:探讨经后路全脊椎截骨联合钛网支撑治疗合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形的临床疗效及手术安全性。方法:2006 年 1 月~2009 年 11 月我院采取后路全脊椎截骨联合钛网支撑治疗术前合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形患者 15 例, 脊柱后凸 Cobb 角  $85^{\circ}\sim 150^{\circ}$ , 平均  $112.8^{\circ}$ , C7 铅垂线距 S1 后上缘距离  $36\sim 48\text{mm}$ , 平均  $30.4\text{mm}$ , 脊髓功能 Frankel 分级 B 级 3 例, C 级 4 例, D 级 8 例。随访观察神经功能变化情况; 记录围手术期相关并发症。结果: 手术时间平均  $331.4\text{min}$  ( $240\sim 470\text{min}$ ), 术中出血量平均  $2196.7\text{ml}$  ( $1200\sim 4000\text{ml}$ ), 随访时间平均 28.0 个月 ( $20\sim 35$  个月), 脊柱后凸 Cobb 角术后平均  $42.4^{\circ}$ , 末次随访时平均  $44.5^{\circ}$ , 矫正率为  $64.1\%$ , 丢失率为  $6.0\%$ ; C7 铅垂线距 S1 后上缘距离术后平均  $10.4\text{mm}$ , 末次随访时平均  $7.8\text{mm}$ , 矫正率为  $66.0\%$ ; 末次随访时除 1 例 Frankel 分级 D 级患者加重为 A 级外, 余病例神经功能均较术前有恢复。围手术期共发生 5 例次并发症, 其中神经并发症 3 例次, 除 1 例神经完全损伤无恢复外, 余 2 例经营养神经及高压氧治疗后神经功能均恢复正常; 非神经并发症 2 例次, 包括 1 例胸腔积液, 1 例切口感染, 经对症处理后均治愈。所有患者内固定物无移位及断裂, 植骨融合良好。结论: 全脊椎截骨在矫形的同时有效解除了顶点区脊髓压迫, 促进了术后神经功能恢复, 但有加重神经损伤的风险。

【关键词】角状后凸畸形; 后路全脊椎截骨; 并发症

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2013.11.07

中图分类号: R682.3 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2013)-11-0993-05

Posterior osteotomy and mesh cage support for severe and rigid angular kyphosis complicated with neurologic deficits/OUYANG Chao, CHEN Zhiming, MA Huasong, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2013, 23(11): 993-997

【Abstract】Objectives: To evaluate the efficacy and safety of posterior osteotomy and mesh cage support for severe and rigid angular kyphosis complicated with neurologic deficits. Methods: From January 2006 to November 2009, 15 patients suffering from rigid angular kyphosis complicated with neurologic deficits underwent posterior osteotomy and mesh cage support in our institute. The mean Cobb angle of kyphosis was  $112.8^{\circ}$ , Sagittal vertical axis(SVA) was  $30.4\text{mm}$ . According to Frankel grading system, 3 patients were classified as grade B, 4 as grade C, 8 as grade D. Frankel grade was measured before and after operation. The complications were recorded retrospectively. Results: The average surgery time was  $331.4\text{min}$  ( $240\sim 470\text{min}$ ) and the average blood loss was  $2096.7\text{ml}$  ( $1200\sim 4000\text{ml}$ ). The average follow-up time was 28.0 months ( $20\sim 35$  months). The post-op kyphosis was  $42.4^{\circ}$  with a correction rate of  $64.1\%$ , and the kyphosis was  $44.5^{\circ}$  at final follow-up, with a loss rate of  $6.0\%$ . The post-op average SVA was  $10.4\text{mm}$  with a correction rate of  $66.0\%$ . A total of 5 complications occurred in perioperative period, including 3 neurological complications and 2 non-neurological complications. 1 case grading Frankel had changed from D to A achieved no recover till the final follow-up, another 2 cases Frankel grade had changed to normal by neurotrophic and hyperbaric oxygen therapy. Another 2 cases who observed in pleural effusion and local infection, they were healed with appropriated treatment. Bony fusion was achieved in all patients, there was no correction lose. Conclusions: Posterior osteotomy can ensure satisfactory correction and decompression to the spinal cord, however risk of

第一作者简介:男(1986-), 在读研究生,研究方向:脊柱外科

电话: (010)66356729-2261 E-mail:453303326@qq.com.

通讯作者:马华松 E-mail:mh306h@yahoo.com.cn

neurological injury must be taken into consideration.

**[Key words]** Angular kyphosis; Posterior vertebral column resection; Complication

**[Author's Address]** Spinal Surgery Center of PLA, 306th Hospital, Beijing, 100101, China

先天性脊柱畸形、陈旧性创伤及脊柱结核是引起脊柱角状后凸的常见原因,当后凸进行性发展会严重影响患者外观及心肺功能。此类患者手术难度大,风险高,特别对于术前已经合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形而言,被认为是术后神经并发症出现的高危因素之一<sup>[1-3]</sup>,传统的 Smith-Peterson 截骨(SPO)及经椎弓根椎体间截骨(PSO)因矫形能力有限,且无法改善神经症状,对此类畸形无能为力。我科自 2006 年 1 月~2009 年 11 月采取后路全脊椎截骨 (posterior vertebral column resection, PVCR) 联合钛网支撑治疗合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形患者 15 例,回顾研究相关临床资料,探讨手术效果及安全性,报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

2006 年 1 月~2009 年 11 月收治合并神经症状的胸腰椎角状后凸畸形患者 15 例,男 11 例,女 4 例,年龄 13~61 岁,平均 26.6 岁,术前后凸 Cobb 角 85°~150°,平均 112.8°;测得 C7 铅垂线距 S1 后上缘距离-36~48mm,平均 30.4mm;其中先天性脊柱后凸 8 例,结核性脊柱后凸 6 例,陈旧性脊柱骨折 1 例;有 3 例为术后翻修病例。术前所有患者合并不同程度下肢感觉、运动功能及大小便障碍,所有患者均有长期后背疼痛病史,VAS 评分 3.2~6.8 分,平均 5.5 分。术前脊髓功能 Frankel 分级:B 级 3 例,C 级 4 例,D 级 8 例。

所有患者入院常规拍摄全脊柱正侧位 X 线片,在侧位片上测量脊柱后凸角度及 C7 铅垂线距 S1 后上缘距离,其中后凸角的测量根据 Cobb 法:上终椎上缘水平线的垂线与下终椎下缘水平线的垂线所形成的夹角;C7 铅垂线位于 S1 前方记为“+”,后方记为“-”,为便于统计均取绝对值计算。行 CT 平扫及三维重建,了解椎体发育及分布情况;行 MRI 检查明确有无脊髓空洞、脊髓栓系等畸形改变及脊髓受压情况。

### 1.2 手术方法

采用气管插管静脉复合全身麻醉,所有病例

均在脊髓体感诱发电位(SSEP)监护下进行,常规显露,根据术前手术设计方案确定置钉椎体及截骨椎体,先切除顶椎后方全部椎板,显露脊髓和神经根,仔细保护,用骨刀沿椎弓根骨膜下切除椎体、上下方的椎间盘及相邻椎体的终板,根据矫形及减压需要可切除顶椎附近 1~3 个椎体。截骨过程中采用临时固定棒固定,截骨完成后两侧交替换棒进行矫形,然后测量前柱缺损长度,剪裁合适长度的钛网填充碎骨粒后置入,行前柱支撑,于截骨部位上下螺钉之间再次加压完成矫形,透视确认钛网位置良好。在矫形及钛网置入过程中反复探查脊髓神经有无硬膜囊过度皱褶及骨性卡压,术中若出现诱发电位波幅变化及时探查截骨断端,明确原因并及时处理。

### 1.3 手术效果评估

术前、术后 1 周及末次随访时拍摄 X 线片观察脊柱后凸 Cobb 角、矢状面平衡改变情况,以 Frankel 分级评定术后及随访时脊髓神经功能情况;复习病历,收集随访资料,记录术后及随访期手术相关并发症。

### 1.4 统计方法

应用 SPSS 18.0 软件包进行统计分析。比较术前、术后及随访时后凸角及矢状面平衡之间的差异,采取配对 *t* 检验,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

手术时间 240~470min,平均 331.4min,术中出血量 1200~4000ml,平均 2196.7ml,手术共截除 29 个椎体(平均截除 1.9 个椎体),其中 3 例行单椎体截骨;10 例截除 2 个椎体;2 例截除 3 个椎体。截骨平面在 T7~L3,固定节段在 T3~L5 范围。所有患者术后获 20~35 个月(平均 28.0 个月)随访。

末次随访时脊髓功能 Frankel 分级:A 级 1 例,C 级 1 例,D 级 2 例,E 级 11 例(表 1);除 1 例由 D 级加重为 A 级外,其余患者均有明显恢复。术后 1 周时,脊柱后凸 Cobb 角 15°~98°,平均 42.4°,矫正率为 64.1%;C7 铅垂线距 S1 后上缘距

离-12~20mm, 平均 10.4mm, 矫正率为 66.0%; 统计分析显示术后与术前相比差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。末次随访时, 脊柱后凸 Cobb 角  $18^\circ\sim 100^\circ$ , 平均  $44.5^\circ$ ; C7 铅垂线距 S1 后上缘距离-10~20mm, 平均 7.8mm; 统计分析显示末次随访与术后相比差异无统计学意义 ( $P>0.05$ , 表 2)。术后 1 周时 VAS 评分 4.0~7.8 分, 平均 6.1 分; 末次随访时为 1.5~3.8 分, 平均 3.2 分, 所有病例后背疼痛症状明显改善。末次随访时摄片示钛网位置较术后相比无松动及移位, 矫形效果均未见明显丢失, 植骨融合良好 (图 1)。

围手术期共发生 5 例次并发症。其中神经并发症 3 例次, 包括: 完全性脊髓神经损伤 1 例, 脊髓缺血性损伤 1 例, 术后血肿压迫 1 例。病例 2 为

表 1 术前、术后及末次随访时神经功能 Frankel 分级

Table 1 Neurological function in preoperative, postoperative, and final follow-up

术前 Frankel 分级	n	术后/末次随访时 Frankel 分级				
		A	B	C	D	E
B	3			1/1	2/1	0/1
C	4			1/0	2/1	1/3
D	8	2/1		1/0	2/0	3/7

术后翻修病例, 再次手术时脊髓神经与周围组织粘连严重, 分离时不慎导致脊髓神经完全损伤, 至末次随访时脊髓神经功能仍无恢复; 病例 9 术中出血 4000ml, 在截骨过程中出血量即达 3000ml 左右, 诱发电位监测波幅明显减低, 矫形过程中未见脊髓过度牵拉, 术中探查脊髓及神经无卡压及

表 2 术前、术后及末次随访时后凸角及矢状面平衡变化情况 ( $\bar{x}\pm s, n=15$ )

Table 2 Kyphosis and sagittal balance changes in preoperative, postoperative, and final follow-up

观察指标 Outcome measures	术前 Pre-op	术后 Post-op	末次随访 Final follow-up	矫正率 Correction rate	丢失率 Loss rate
脊柱后凸 Cobb 角 Cobb angle of kyphosis	$112.8\pm 24.4$	$42.4\pm 24.0^{①}$	$44.5\pm 24.1^{①②}$	$0.641\pm 0.145$	$0.060\pm 0.045$
矢状面平衡 Sagittal vertical axis(SVA)	$30.4\pm 8.4$	$10.4\pm 5.7^{①}$	$7.8\pm 5.6^{①②}$	$0.660\pm 0.152$	$-0.591\pm 0.585$

注: ①与术前比较  $P<0.05$ , ②与术后比较  $P>0.05$

Note: ①Compared with preoperation,  $P<0.05$ ; ②Compared with postoperation,  $P>0.05$

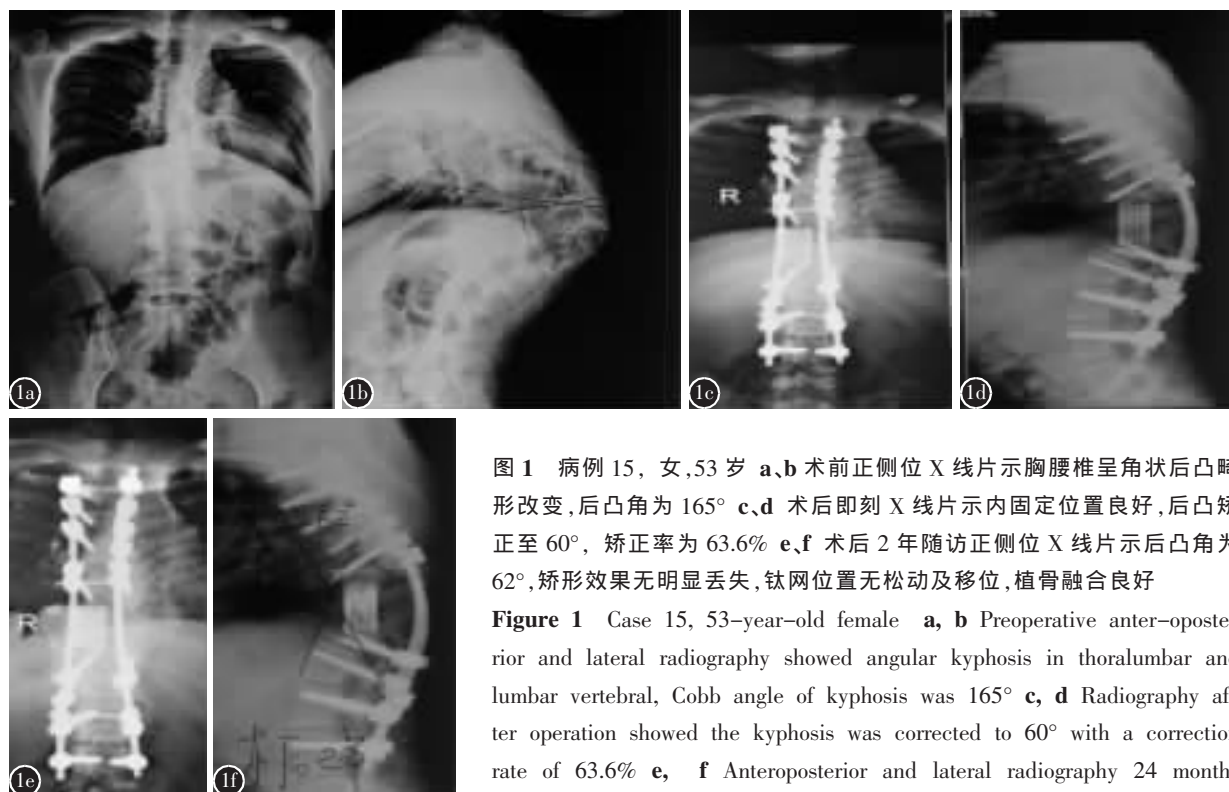


图 1 病例 15, 女, 53 岁 a、b 术前正侧位 X 线片示胸腰椎呈角状后凸畸形改变, 后凸角为  $165^\circ$  c、d 术后即刻 X 线片示内固定位置良好, 后凸矫正至  $60^\circ$ , 矫正率为 63.6% e、f 术后 2 年随访正侧位 X 线片示后凸角为  $62^\circ$ , 矫形效果无明显丢失, 钛网位置无松动及移位, 植骨融合良好

Figure 1 Case 15, 53-year-old female a, b Preoperative anteroposterior and lateral radiography showed angular kyphosis in thoracolumbar and lumbar vertebral, Cobb angle of kyphosis was  $165^\circ$  c, d Radiography after operation showed the kyphosis was corrected to  $60^\circ$  with a correction rate of 63.6% e, f Anteroposterior and lateral radiography 24 months after operation showed kyphosis was  $62^\circ$ , no displacement of mesh cage, bone fusion was obtained and no loss of correction

bone fusion was obtained and no loss of correction

皱褶现象,给予及时补充血容量,甲泼尼龙冲击治疗,术毕诱发电位监测波幅恢复至 80%,术后动脚实验可,患者术后即出现双下肢麻木症状, Frankel 分级由术前 D 级变至 C 级,3 周后逐渐恢复正常;病例 13 术中诱发电位无异常,术后动脚良好,术后 12h 引流仅 300ml,夜间患者双下肢肌力进行性减退,直至 1 级, MRI 检查发现大块血肿形成压迫硬膜囊,给予再次手术血肿清除,术后辅以激素、营养神经及高压氧治疗,术后 1 个月患者双下肢感觉基本恢复,肌力恢复至 3 级,至末次随访时肌力完全恢复正常, Frankel 分级 E 级。非神经并发症 2 例次,包括 1 例胸腔积液经胸腔闭式引流后治愈;1 例切口感染,经再次手术清创、合理使用抗生素治愈。

### 3 讨论

重度脊柱角状后凸畸形一直是困扰临床医生的难题,若不予外科治疗则后凸进行性发展,前、中柱结构破坏后脊柱稳定性降低,继发骨性增生,严重者顶点附近腹侧骨嵴或椎间盘组织受到前方的挤压突入椎管压迫脊髓神经,进而出现下肢及大小便功能障碍等神经症状,严重影响患者生活质量。由于畸形严重,脊柱柔韧性低及已经合并的神经受损等因素导致手术难度高,风险大。传统的 SPO 及 PSO 截骨因矫形能力有限<sup>[4,5]</sup>,且无法达到减压目的,不适于合并神经症状的脊柱角状后凸畸形的治疗。

自 Suk 等<sup>[6]</sup>首次采取单纯 PVCR 治疗重度脊柱畸形以来,不少学者<sup>[2,6,7]</sup>报道 PVCR 截骨治疗重度脊柱角状后凸畸形取得满意矫形效果。PVCR 截骨不同于传统手术方式,它是典型的闭合-开放型截骨,主要原理是通过三柱切除后方加压使脊柱短缩而完成矫形,然而脊柱过度短缩会增加神经损伤风险, Lenke 等<sup>[7]</sup>研究认为脊柱急性短缩超过截骨范围节段高度的 2/3 即为危险范围。由于本组患者后凸畸形严重,为达到更好矫形效果,需切除顶点附近多个椎体,本组平均截除 1.9 个椎体。由于截骨范围长,闭合矫形时若使截骨上下椎体完全骨性接触势必会增加脊柱短缩程度,降低手术安全性<sup>[8]</sup>,若不使上下椎体骨性闭合则达不到骨性融合。我们截骨完成后于前柱置入钛网支撑,从而避免脊髓过度短缩现象,防止了因脊髓短缩引起神经并发症发生,同时钛网的支撑使

脊柱获得了即刻稳定,利于患者早期下地活动,减少长期卧床带来相关并发症;与此同时也实现了良好的植骨融合率。此外,由于 VCR 截骨是 360° 环形截骨,因此它能在矫形的同时有效解除了顶点区脊髓高张力状态,为术后神经功能恢复提供了有利条件。本组患者后凸及矢状面平衡矫正率分别为 64.1% 和 66.0%,与以往文献<sup>[2,6,9]</sup>报道相当,且本组除 1 例脊髓神经完全损伤病例至末次随访神经功能无恢复外,所有病例神经功能均较术前得到了明显改善。

然而 PVCR 截骨是一种高风险术式,手术创伤大,出血量多,神经并发症并不少见。既往报道神经损伤发生率在 1.2%~27.9%<sup>[2,10,11]</sup>。尤其对于术前已经存在神经症状者被认为是术后完全永久的脊髓损伤的原因之一<sup>[2,6]</sup>。Suk 等<sup>[2]</sup>先后二次报道的 PVCR 截骨共治疗 86 例脊柱畸形患者中有 3 例出现完全性瘫痪(Frankel A 级),该 3 例患者中有 2 例术前就已经存在神经受损症状,包括 1 例 Frankel D 级,1 例 Frankel C 级。我们之前对脊柱后路截骨术治疗 321 例脊柱畸形患者的临床资料研究结果也发现术前即存在神经损害的患者手术时神经损伤发生率(20.0%)显著高于神经功能正常患者(2.6%)<sup>[3]</sup>。对于术前已经存在脊髓神经功能障碍者手术风险高的原因主要因为此类患者术前脊髓及周围血管走形的异常,以及来自顶点腹侧的慢性压迫的存在使脊髓长期处于缺血、缺氧的临界瘫痪状态,加上手术过程中脊髓牵拉及血容量丢失进一步加重脊髓刺激及缺血改变,术后极易出现神经损伤加重。本组病例虽然术后大部分患者神经功能获得明显改善,但是由于后凸畸形严重及本身存在神经损害等因素,术后共出现 3 例神经并发症,包括 1 例永久性的神经损伤。

PVCR 截骨对于合并神经症状的角状后凸畸形不仅可取得满意矫形效果,同时解除了压迫,为术后神经功能恢复创造了有利条件,该术式目前已经比较成熟,但是由于后凸程度重及脊髓神经存在受损,术后神经并发症还是时有发生,因此神经并发症的预防乃是手术成败的关键,我们认为在术前、术中、术后每一个环节都需引起高度重视。首先,明确手术目的,重视术前评估。合并神经症状的重度后凸畸形矫形有时候是次要的,手术目的在于防止畸形进一步加重,维持脊柱稳定,缓解神经症状,适当矫形,避免过度矫形增大手术风



险。其次,术中提供足够血容量支持,避免血压过低,防止脊髓缺血损伤。曾岩等<sup>[9]</sup>报道 PVCR 截骨术治疗 40 例脊柱畸形患者中有 2 例术中未见脊髓神经根损伤,术后出现短期的下肢感觉、运动功能障碍,他认为可能与截骨过程中过快、过多血容量的丢失而又未得到及时补充有关。重度僵硬性的角状后凸畸形,在顶点区脊髓血供相对较差,加之手术过程血量的丢失,进一步减少脊髓血供而造成脊髓间接损伤。本组病例 9 术中未出现脊髓神经损伤但手术过程中出血较多达 4000ml,术中体表诱发电位波幅明显减低,超出临界范围,术后患者出现双下肢麻木症状,究其原因可能为脊髓缺血损伤所致。第三,术中防止脊髓过度牵拉及皱缩。我们在截骨过程中始终保持一侧有临时内固定棒固定,在加压过程中均衡合理的使用压力,未出现因牵拉致脊髓神经损伤。本组采取可根据术中需要进行剪裁的钛网行前柱支撑,避免了加压后硬膜囊过度短缩现象,值得注意的是加压前椎管减压应充分,防止矫形过程中引起脊髓夹击损伤,必要时可以后方扩大椎板减压;在加压闭合及钛网植入后应反复行截骨区脊髓神经周围探查,防止骨性卡压,确保硬膜囊及神经根无受压存在。第四,始终保持术野清晰,直视下观察脊髓搏动。特别对于翻修手术来说,在行截骨前应探查清楚脊髓及神经根与周围组织的关系,分离后仔细保护。本组 1 例完全性脊髓神经损伤患者就是因为术中未能正常分清神经与周围组织关系,操作失误所致。第五,术后注重引流量的观察及定时观察患者动脚情况。因截骨后脊髓神经失去骨性结构保护,术后若引流不畅易形成血肿压迫。本组有 1 例因引流不畅致血肿形成压迫脊髓。最后,常规术中诱发电位监测。Lenke 等<sup>[7]</sup>将无脊髓电生理监测视为 VCR 截骨的相对手术禁忌证。术中实时监测能及时发现神经传导信号的异常,在减低脊髓神经进一步损害中发挥重要作用,当监测波幅出现变化时,应在排除血容量不足及其他干扰引起变化的同时及时进行截骨区域探查,尤其在闭合加压矫形过程中出现波幅变化应及时闭合松解行截

骨区探查,及时探明原因及处理。

总之,全脊椎截骨能直接去除顶点区脊髓压迫,解除了顶点区脊髓高张力状态,促进了术后神经功能恢复;联合钛网支撑又避免了脊柱过度短缩,重建了脊柱稳定性,提高了植骨融合率,是治疗合并神经症状的重度脊柱角状后凸畸形的有效方法。但已经合并的神经症状大大加重了手术风险,需引起高度重视。

#### 4 参考文献

1. 郭继东, 史亚民, 侯树勋, 等. 后路全脊椎截骨矫形治疗成人先天性脊柱后凸畸形[J]. 中国骨肿瘤骨病, 2011, 10(3): 255-258.
2. Suk SI, Chung ER, Kim JH, et al. Posterior vertebral column resection for severe scoliosis[J]. Spine, 2005, 30(14): 1682-1687.
3. 马华松, 陈志明, 杨滨, 等. 脊柱畸形后路截骨术神经并发症分析[J]. 中华外科杂志, 2012, 50(4): 328-332.
4. Molinari, Robert W. Sagittal plane decompensation[J]. Curr Opin Orthop, 2005, 16(3): 148-151.
5. Bridwell KH, Lewis SJ, Lenke LG, et al. Pedicle subtraction osteotomy for the treatment of fixed sagittal imbalance [J]. J Bone Joint Surg Am, 2003, 85(3): 454-463.
6. Suk SI, Kim JH, Kim WJ, et al. Posterior vertebral column resection for severe spinal deformity[J]. Spine, 2002, 27(21): 2374-2382.
7. Lenke LG, O'Leary PT, Bridwell KH, et al. Posterior vertebral column resection for severe pediatric deformity: minimum two year follow-up of thirty-five consecutive patients [J]. Spine, 2009, 34(20): 2213-2221.
8. 陈仲强, 李危石, 郭昭庆, 等. 胸腰段陈旧骨折继发后凸畸形的外科治疗[J]. 中华外科杂志, 2005, 43(4): 201-204.
9. 曾岩, 陈仲强, 郭昭庆, 等. 中-重度脊柱后凸成角畸形后路矫形手术的并发症及其对策[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2011, 21(6): 468-473.
10. Chang KW, Cheng CW, Chen HC, et al. Correction hinge in the compromised cord for severe and rigid angular kyphosis with neurologic deficitis[J]. Spine, 2009, 34(10): 1040-1045.
11. Lenke LG, Brenda A, Sides MA, et al. Vertebral column resection for the treatment of severe spinal deformity [J]. Clin Orthop Rel Res, 2010, 468: 687-699.

(收稿日期:2013-01-07 末次修回日期:2013-09-22)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 彭向峰)