

扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术 治疗胸腰椎角状后凸畸形

刘新宇, 原所茂, 田永昊, 王连雷, 周超, 郑燕平, 李建民

(山东大学齐鲁医院骨科 250012 济南市)

【摘要】目的:总结扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术治疗胸腰椎角状后凸畸形的手术疗效。**方法:**2009 年 12 月~2012 年 2 月采用扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术治疗 13 例胸椎及胸腰段角状后凸畸形患者,男 8 例,女 5 例;年龄 15~47 岁,平均 33.5 岁;完全分节后方半脊椎畸形 3 例,陈旧性胸椎及腰椎骨折后凸畸形 6 例,陈旧性脊柱结核后凸畸形 4 例(其中 1 例为 T3~T5 畸形愈合)。后凸顶椎部位:T3~T5 1 例,T7/8 1 例,T8/9 1 例,T11/12 1 例,T12 4 例,L1 5 例。10 例病变节段位于 T11~L1 水平者均存在严重腰背部疼痛,VAS 评分 8~10 分,平均 8.7 ± 1.1 分;3 例胸段后凸畸形者均合并神经功能障碍,Frankel C 级 2 例,D 级 1 例。术前局部后凸角度 $62.0^\circ\sim 75.0^\circ$,平均 67.3° 。采用扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术矫正后凸畸形,观察术后症状改善及畸形矫正情况。**结果:**患者均顺利完成手术,手术时间 $400\pm 60\text{min}$,术中失血为 $960\pm 120\text{ml}$ 。术中无节段血管、神经损伤,无硬膜撕裂、胸膜破裂和/或气胸等并发症。术后局部后凸角矫正至 $18.0^\circ\sim 24.5^\circ$,平均 $20.3^\circ\pm 2.5^\circ$,平均矫正率为 68.7%。所有患者术后均获得随访,随访时间 24~36 个月,平均 29.6 个月,末次随访时后凸角为 $19.0^\circ\sim 24.2^\circ$,平均 $21.0^\circ\pm 3.3^\circ$,与术后比较无显著性差异($P>0.05$);无矢状面失平衡者。术前胸背部疼痛患者 VAS 评分改善至 2.1 ± 1.9 分,与术前比较有显著性差异($P<0.05$)。术前 2 例 Frankel C 级患者 1 例恢复至 D 级、1 例恢复至 E 级,1 例 D 级患者恢复至 E 级。随访期间无内固定器械松动、断裂等并发症,植骨均融合。**结论:**扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术治疗胸腰椎角状后凸畸形手术相对安全,矫正率较高,疗效可靠。

【关键词】 脊柱后凸畸形;蛋壳技术;闭合-张开技术;疗效

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2014.09.03

中图分类号:R682.3,R687.3 文献标识码:A 文章编号:1004-406X(2014)-09-0779-05

Expanded eggshell and closing-opening procedure of the treatment for thoracolumbar angular kyphosis/LIU Xinyu, YUAN Suomao, TIAN Yonghao, et al//Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2014, 24(9): 779-783

【Abstract】 Objectives: To determine the efficacy of combined expanded eggshell and closing-opening procedure of the treatment for thoracolumbar kyphosis. **Methods:** Since December 2009 to February 2012, a total of 13 patients(8 males, 5 females) with thoracolumbar kyphosis(kyphosis Cobb angle $>60^\circ$) was included in this study. 3 cases were diagnosed as failure of formation(type 1 deformity), 6 cases as old thoracic and lumbar compression fractures, and 4 cases as old spinal tuberculosis(including one case of T3-T5 vertebral malunion). Vertebral kyphosis located at T3-T5($n=1$), T7/8($n=1$), T8/9($n=1$), T11/12($n=1$), T12($n=4$) and L1($n=5$). 10 cases with the lesion segments at T11-L1 presented with serious back pain. The preoperative visual analog score (VAS) was 8.7 ± 1.1 (8-10). The remaining 3 kyphosis cases were associated with severe neurological deficit. The preoperative Frankel grade was C in 2 cases and D in 1 case. The average preoperative kyphosis Cobb angle was 67.3° (range, $62.0^\circ\sim 75.0^\circ$). Expanded eggshell combined with closing-opening technique was used for correction. **Results:** The average operation time was $400\pm 60\text{min}$ and the average blood loss was $960\pm 120\text{ml}$. No neurovascular injury, dural tearing, pleural rupture, hemothorax or pneumothorax was noted during and after operation. The average local kyphosis Cobb angle was $20.3^\circ\pm 2.5^\circ$ ($18.0^\circ\sim 24.5^\circ$) and the average correction rate was 68.7%. All patients received more than 2 years of follow-up, with an average of 29.6 months(range, 24-36 months). During the follow-up, local kyphosis Cobb angle was $21.0^\circ\pm 3.3^\circ$ ($19.0^\circ\sim 24.2^\circ$) without sagittal

第一作者简介:男(1974-),副教授,硕士生导师,医学博士,研究方向:脊柱外科

电话:(0531)82166541 E-mail:newyuliu@163.com

imbalance. The 3 cases with neurological deficit recovered from Frankle C to D in 1 case, C to E in 1 cases, and D to E in 1 case. Loss of correction, instrument failure and fracture were not observed.

Conclusions: Expanded eggshell procedure combined with closing-opening technique is a safe and effective treatment for thoracolumbar kyphosis.

【Key words】 Kyphosis; Eggshell; Closing-opening procedure; Efficacy

【Author's address】 The Orthopedics Department of Qilu Hospital, Shandong University, Ji'nan, 250012, China

胸腰椎后凸畸形是临床较为常见的脊柱畸形,病因主要包括先天性后方半脊椎、脊柱特异性及非特异性感染、外伤、医源性等。严重胸腰椎后凸畸形存在重度腰背部疼痛或合并严重神经功能障碍,严重影响工作及生活者需手术治疗。目前主要后凸矫正方法包括 Smith-Petersen 截骨术(SPO)^[1]、经椎弓根椎体截骨术(PSO)^[2,3]、闭合-张开楔形截骨术(COWO)^[4]、全脊椎切除术(VCR)^[5-8]及全脊椎去松质骨截骨术(VCD)即“蛋壳”技术^[9]等。对大角度脊柱后凸畸形,PSO 截骨往往不能获得良好的矫形效果,VCR 技术又存在手术创伤大、脊髓及血管损伤几率高等问题。为进一步改善矫形效果、减少截骨手术并发症,自 2009 年 12 月~2012 年 2 月,我院采用扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术治疗 13 例大角度后凸畸形患者,获得了良好临床疗效,报道如下。

1 资料及方法

1.1 一般资料

13 例患者中男 8 例,女 5 例;年龄 15~47 岁,平均 33.5 岁。均为胸椎及胸腰段角状后凸畸形。完全分节后方半脊椎畸形 3 例,陈旧性胸椎及腰椎骨折后凸畸形 6 例,陈旧性脊柱结核后凸畸形 4 例(其中 1 例为 T3~T5 畸形愈合)。后凸顶椎部位:T3~T5 1 例,T7/8 1 例,T8/9 1 例,T11/12 1 例,T12 4 例,L1 5 例。10 例病变节段位于 T11~L1 水平患者均存在严重腰背部疼痛,VAS 评分 8~10 分,平均 8.7 ± 1.1 分。3 例陈旧性脊柱结核后凸畸形患者均合并神经功能障碍,神经功能 Frankel 分级 C 级 2 例,D 级 1 例。术前均行站立位正侧位 X 线片、MRI 及 CT 扫描三维重建,术前局部后凸 Cobb 角(后凸部位上一节段椎体上终板与下一节段下终板所成角度) $62.0^\circ \sim 75.0^\circ$,平均 $67.3^\circ \pm 7.1^\circ$;胸椎后凸角(T5 上终板与 T12 下终板夹角,病变节段位于 T12 无法确定 T12 下终板时,以 L1 上终板替代)为 $35.0^\circ \sim 59.6^\circ$,平均 40.2° ;

$\pm 11.0^\circ$;腰椎前凸角(L1 上终板与 S1 上终板夹角,病变节段位于 L1 无法确定 L1 上终板时,以 T12 下终板替代)为 $5.9^\circ \sim 43.4^\circ$,平均 $24.6^\circ \pm 14.3^\circ$;脊柱矢状位平衡(sagittal vertical axis,SVA,经第 7 颈椎椎体中心所作的铅垂线与 S1 椎体后上缘的水平距离,若铅垂线位于 S1 椎体后上缘前方,则 SVA 为正值,否则为负值)为 $-(21.3 \pm 23.5\text{mm})$,无矢状面失平衡者。

1.2 手术方法

麻醉成功后取俯卧位,常规消毒铺巾。以后凸为中心后正中切口,切开皮肤、皮下组织、深筋膜,推开椎旁肌,显露手术节段。在拟截骨椎体上下 2~3 个节段各置入椎弓根螺钉,透视满意后,切除截骨节段及上下方各一个节段椎板、横突及关节突关节。用磨钻及刮匙先自左侧磨除截骨节段椎弓根,去除左侧椎体内松质骨,并向对侧及前方尽量刮除。用磨钻将椎体左侧皮质骨面逐步向外磨除,可磨除相应节段部分肋骨及肋椎关节以扩大空间,便于安放钛网。截骨时如截骨节段神经根影响手术操作,如为 T12 及以上节段神经根,可切断以增加手术显露,避免术中过度牵拉脊髓。切除截骨节段上下方椎间盘,处理完毕后上临时固定棒。同法处理右侧,由于钛网自左侧安装,因此不需要完全磨除椎体右外侧所有皮质骨,只需磨至外侧皮质骨松软,不妨碍矫形即可,无需切除肋骨。椎体后缘骨质尽量用磨钻和刮匙磨薄并小心去除,残存的脊髓正前方的骨折用薄短的“L”型椎体后方处理器将后缘皮质骨轻轻打向前方并取出。自左侧安放合适长度的钛网,上棒,采用闭合-张开技术,首先合拢前方截骨面初步矫正后凸畸形,然后依靠前方钛网的支撑作用,逐步压缩脊柱以达到前方撑开、后方闭合的作用,从而进一步矫正后凸畸形,锁紧内固定系统。放置引流管一根,逐层缝合切口(图 1)。

术中采用自体血回输系统,全程神经电生理监护,包括体感诱发电位、运动诱发电位及自由肌

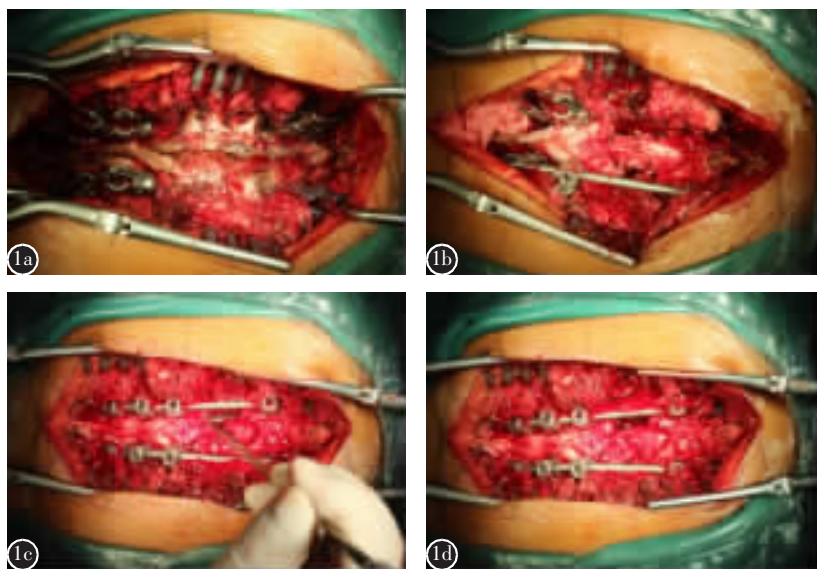


图 1 手术方法 a 显露相应节段棘突、椎板、关节突关节,置入椎弓根螺钉 b 扩大蛋壳技术截骨并切除上下缘椎间盘及软骨终板完毕 c 安装钛网 d 上棒矫形固定

Figure 1 Surgical procedure a Exposure of the corresponding spinous, lamina and facet, pedicle screws were inserted b Expanded eggshell osteotomy was performed c The titanium mesh was installed d The fixing rod was placed and kyphosis was corrected using closing-opening technique

电监护(free-running EMG)。术后 7d 佩带支具下地活动,支具佩带时间不少于 3 个月。

1.3 观察指标及统计学方法

记录手术时间及术中出血量,观察术中及术后并发症、临床症状改善情况等。术后及末次随访时在 X 线片上测量局部后凸 Cobb 角度、胸椎后凸 Cobb 角,腰椎矢状位前凸角度及 SVA,计算后凸矫正率;观察植骨融合情况。SVA $\geq \pm 50$ mm 为矢状位失平衡。采用 SPSS 12.0 进行统计学分析。手术前后局部后凸角、胸椎后凸角、腰椎前凸角及 SVA 的比较用 *t* 检验,检验水准取双侧 0.05。

2 结果

患者均顺利完成手术,手术时间 400 ± 60 min,术中失血量为 960 ± 120 ml。术中无节段血管及神经功能损伤,无硬膜撕裂、胸膜破裂和/或血气胸等并发症发生。局部后凸 Cobb 角矫正至 $18.0^\circ \sim 24.5^\circ$,平均 $20.3^\circ \pm 2.5^\circ$,平均矫正率 68.7%。

术后均获得随访,随访时间 24~36 个月,平均 29.6 个月。术前胸背部疼痛患者 VAS 评改善至 2.1 ± 1.9 分,与术前比较差异有显著性 ($P < 0.05$)。3 例术前合并神经功能障碍者均有改善,2 例 Frankel 分级 C 级 1 例恢复至 D 级,1 例恢复至 E 级;1 例 D 级患者恢复至 E 级。末次随访时

局部后凸 Cobb 角 $21.0^\circ \pm 3.3^\circ$ ($19.0^\circ \sim 24.2^\circ$),与术后比较无显著性差异 ($P > 0.05$),矫正无明显丢失。胸椎后凸角为 $36.3^\circ \pm 4.2^\circ$ ($34.0^\circ \sim 42.8^\circ$);腰椎前凸角为 $41.4^\circ \pm 8.3^\circ$ ($30.0^\circ \sim 45.7^\circ$);SVA 为 $-(8.5 \pm 11.2)$ mm,与术前比较矢状位曲度明显改善 ($P < 0.05$),无矢状面失平衡者。随访期间无内固定器械松动、断裂等并发症发生,植骨均融合(图 2)。

3 讨论

3.1 截骨术式的选择

1945 年 Smith-Petersen^[1]首先报道了 SPO 治疗强直性脊柱炎后凸畸形的临床疗效。这种手术方式相对安全,技术难度低,但矢状位畸形矫正效果较差,不适用于大角度后凸畸形矫正。1985 年,Thomasen 及 Heining 分别报道了经椎弓根截骨技术(PSO)^[2]和经椎弓根去松质骨楔形截骨术(蛋壳技术)^[3]。与 SPO 相比,PSO 可实现三柱截骨的目的,脊柱短缩后更有利于骨性愈合,可有效避免 SPO 后椎体间张开对脊柱前方大血管的牵拉刺激。单节段 PSO 可矫正 $30^\circ \sim 40^\circ$ 。Kawahara 等^[4]在经椎弓根楔形截骨的基础上,通过前方撑开后方闭合的方法(COWO),有效改善了后凸畸形的矫正率。1922 年 MacLennan 等^[5]首先报道了前后路联合 VCR 手术;2005 年 Suk 等^[6]报道了单一后路

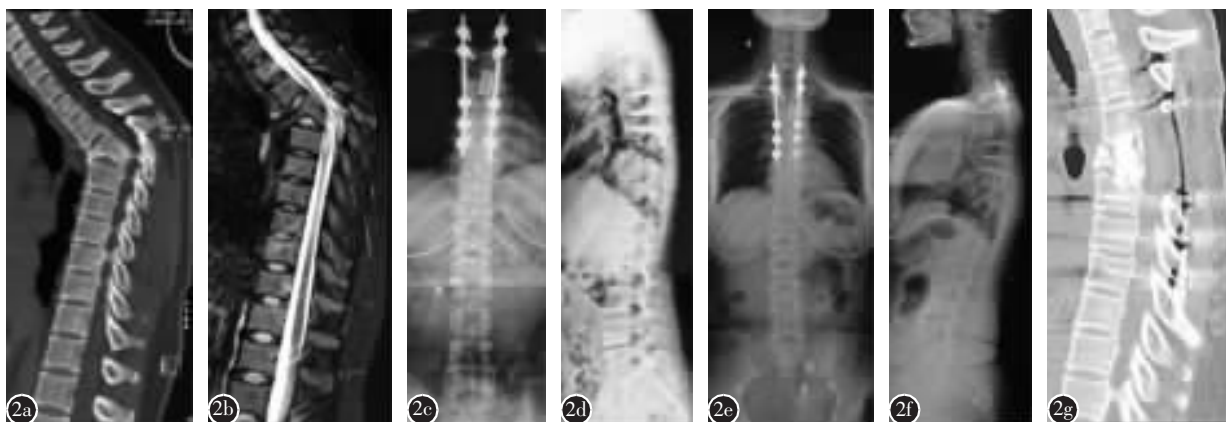


图2 患者女, 30岁, 陈旧性结核后凸畸形, 双下肢无力伴行走不稳5年 a、b 术前 CT 及 MR 示 T3~T5 椎体畸形愈合、胸椎后凸畸形伴脊髓受压, 局部后凸角 62° c、d 术后 X 线正侧位示矫形满意(后凸角度 21°) e~g 术后 2 年 X 线片及 CT 示矫形无丢失(后凸角度 21°), 钛网无移位, 植骨融合满意

Figure 2 A female patient, 30yr, with tuberculosis kyphosis received the expanded eggshell combined with closing-opening surgery a, b CT and MR showed vertebral body malunion at T3-5 and a kyphosis angle of 62° before operation c, d X-ray examination showed kyphosis angle was reduced to 21° e-g Loss of correction was not observed after 2 years and the kyphosis angle was 21° with satisfied bone fusion

VCR(PVCR)技术。文献报道 PVCR 矢状位矫正率可达 72%^[7]。但 PVCR 存在手术创伤大、术中出血多及脊髓损伤风险高等问题, 并发症总体发生率 40%左右, 其中 11.4% 患者出现神经功能损伤^[8]。

目前对脊柱截骨方式缺乏统一命名。Schwab 等^[10]根据截骨部位不同分为 6 个级别(1~6 级): 1 级, 部分关节突截骨(如 SPO 截骨); 2 级, 全关节突截骨(如 Ponte 截骨); 3 级, 椎弓根+部分椎体截骨(如 PSO); 4 级, 椎弓根+部分椎体截骨及上位椎间盘切除; 5 级, 椎体及上下椎间盘切除(如 VCR); 6 级, 相邻多节段椎体及椎间盘切除。按照上述分类, 本组病例中, 除 1 例为 6 级截骨外(T3~T5 融合者), 其余均为 5 级。

脊柱三柱截骨术中一般需要首先去除后路结构, 通过向两侧咬除肋横突关节和部分肋骨近端, 由两侧进行骨膜下剥离, 显露前方椎体并将其全部咬除, 再通过器械加压实现脊柱矫形。骨膜下剥离及椎体切除过程中导致胸膜损伤、术中大出血、脊髓损伤的几率较高。为进一步改善手术疗效、减少并发症, 王岩等^[11]报道扩大蛋壳技术及 VCD 技术^[9]治疗脊柱后凸及侧后凸畸形, 有效降低了截骨手术出血量及脊髓损伤危险性。我们在王岩报道的扩大蛋壳技术基础上加用闭合-张开技术, 在保证手术安全的前提下, 取得了良好的后凸矫形效果。手术安全性较高, 矫形效果满意。

3.2 本技术的优点

3.2.1 有效提高了手术安全性 ①骨内操作, 无需彻底剥离肋骨及椎体; 椎体前方及侧方的皮质骨用磨钻磨薄后, 依靠椎弓根钉棒系统的力量足以完成截骨部位的撑开或合拢等操作, 因此术中节段血管及胸膜损伤的危险显著降低。②采用磨钻及刮匙有效降低了术中脊髓震荡; ③椎体前方及侧方骨质处理完毕后再处理椎体后方皮质, 避免术中误操作导致的脊髓前部损伤, 从而保证了手术的安全性。本组术中出血量为 960±120ml, 未发生胸膜破裂、脊髓损伤及大血管损伤等并发症。

3.2.2 改善矫形效果 后凸角度大于 60° 时, 单纯 PSO 或蛋壳技术有时难以取得良好的矫形效果^[4]。采用闭合-张开技术矫形时, 合拢截骨面首先获得最初的 30°~35° 矫形, 继续合拢时, 由于前方钛网的支撑, 使得前方椎体张开从而达到继续矫正残余畸形的效果。同时钛网的存在也可有效避免合拢后脊柱过度短缩所导致的脊髓皱缩。本组患者后凸矫正率达 68.7%, 且术中及术后均未发生脊髓损伤, 手术安全性较高。

3.2.3 有利于植骨融合及钛网稳定性 本组均为单纯后凸患者, 切除截骨平面上下缘的椎间盘及软骨终板后, 即可满足矫形要求, 最前方的皮质骨不必强求完全切除。此外不安装钛网侧的外侧皮质骨磨至松软, 依靠钉棒系统的压缩力量即可顺

利合拢,因此截骨节段前方及侧方可保留部分骨质,从而起到“骨性 cage”的作用,有利于大量植骨及保持钛网稳定性。截骨节段上下软骨终板及椎间盘均被去除,既有利于畸形矫正,又有利于植骨融合。

3.3 手术中应注意的问题

3.3.1 脊髓保护 脊柱截骨后短缩脊柱会导致脊髓皱缩,严重者可出现脊髓损伤。有研究证实脊髓皱缩程度与椎板切除范围有相关性^[12],因此在闭合截骨面时一定要保证椎板切除范围足够,一般截骨节段及上下各一个节段椎板均需切除,以保证脊髓安全。经椎弓根去松质骨时应尽量在保留椎弓根内侧壁情况下进行,直到椎弓根内壁影响操作视线后方切除椎弓根内壁。去除椎弓根内壁前尽量用磨钻将骨质打薄,以减少采用椎板咬骨钳或髓核钳时对脊髓的刺激。椎体后壁应用磨钻尽量磨除,但有时脊髓正前方的 1/4~1/3 骨质磨除困难,此时可将后壁前方松质骨充分刮除,用神经剥离子感觉椎体后壁皮质骨松动后,应用薄且短的“L”型椎体后缘处理器,将后壁分块打向前方再去除。我们的经验是,即使是角状后凸患者,脊髓和椎体后缘之间也存在明显间隙,在电生理监护下分次逐步切除后缘骨质并无很大手术风险,但不要试图整块去除椎体后壁。

截骨节段神经根往往会影响到上下软骨终板切除及钛网安装,因此可以结扎 T12 及以上神经根,以方便操作,避免脊髓过度牵拉导致的脊髓损伤。一侧截骨完毕后应安装临时固定棒然后再行对侧截骨。此外,本组均采用术中联合电生理监护,在椎弓根螺钉置入、截骨及脊柱合拢等多个操作步骤中,应与监护师充分交流,必要时停止术中操作,便于准确监护 MEP 及 SEP 波形。

3.3.2 出血量控制 陈旧性结核或者陈旧性骨折后凸畸形患者,磨钻去松质骨时出血较少易于操作,但先天性后方半脊椎患者则出血较多,尽量采用磨砂钻头并用骨蜡尽量封闭出血面。贴近椎弓根内壁椎管内往往存在较多静脉丛,应先用双极电凝烧灼后再行下一步操作,以减少术中出血。本组均采用自体血回输,可有效降低输血量及手术费用。

3.3.3 骨面处理、钛网安装及植骨 外侧皮质骨面用磨钻逐步磨除,尽量不要用骨刀凿除,以免损伤节段血管。安装钛网的左侧可磨除相应节段部分肋骨及肋椎关节以扩大空间,便于安放钛网。无

需刻意彻底切除病变节段肋骨及肋椎关节,以防血管损伤。前方及右侧骨皮质仅需将外侧皮质打薄,不影响撑开及合拢操作即可,不必完全去除。安装钛网时不必强求置于椎体冠状面中心,钛网安装于偏左侧的位置更有利于在右侧截骨部位植入大量自体骨粒,以便提高植骨融合率。

总之,扩大“蛋壳”结合闭合-张开技术治疗胸腰椎角状后凸畸形手术安全性较高,矫形效果满意,术后 2 年随访未见矫形丢失。但本组病例数少,随访时间不长,有待进一步观察。

4 参考文献

1. Smith-Petersen MN, Larson EB, AuFranc OE. Osteotomy of the spine for correction of flexion deformity in rheumatoid arthritis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1945, 27: 1-11.
2. Thomasen E. Vertebral osteotomy for correction of kyphosis in ankylosing spondylitis[J]. Clin Orthop Relat Res, 1985, 194: 142-152.
3. Heinig CA. Eggshell procedure. In: Luque ER, ed. Segmental Spinal Instrumentation [M]. Thorofare, NJ: Slack. 1984. 221-230.
4. Kawahara N, Tomita K, Baba H, et al. Closing-opening wedge osteotomy to correct angular kyphotic deformity by single posterior approach[J]. Spine, 2001, 26(4): 391-402.
5. MacLennan A. Scoliosis[J]. BMJ, 1922, 2: 865-866.
6. Suk SI, Chung ER, Kim JH, et al. Posterior vertebral column resection for severe rigid scoliosis [J]. Spine, 2005, 30(14): 1682-1687.
7. Hamzaoglu A, Alanay A, Ozturk C, et al. Posterior vertebral column resection in severe spinal deformities[J]. Spine, 2011 36(5): 340-344.
8. 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.
9. Wang Y, Lenke LG. Vertebral column decancellation for the management of sharp angular spinal deformity[J]. Eur Spine J, 2011, 10(20): 1703-1710.
10. Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification [J]. Neurosurgery, 2014, 74(1): 112-120.
11. 王岩, 张雪松, 张永刚, 等. 后路扩大“蛋壳”技术行畸形脊椎切除矫治重度成人先天性脊柱侧后凸[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(9): 655-658.
12. 刘新宇, 郑燕平, 李建民, 等. 脊椎截骨后脊柱短缩安全范围的实验研究[J]. 中华骨科杂志, 2009, 29(5): 503-507.

(收稿日期:2014-04-08 末次修回日期:2014-06-08)

(英文编审 蒋欣/贾丹彤)

(本文编辑 卢庆霞)