

· 技术创新 ·

## 椎前分节不良脊柱后凸畸形的一期后路截骨矫正<sup>△</sup>

王洪倩, 夏冰\*, 刘福云, 张宇, 胡伟明, 董英梅, 王文静, 王飞鹏

(郑州大学第三附属医院小儿骨科, 河南郑州 450052)

**摘要:** [目的] 介绍椎前分节不良脊柱后凸畸形一期后路截骨矫正的手术技术和初步临床效果。[方法] 2006年—2017年对单纯 Winter II 型先天性脊柱后凸患儿 13 例行一期经后路 Schwab 截骨联合内固定术。根据患儿年龄、后凸部位及病变范围确定截骨方式, 其中 1 例采用 SPO (Smith-Petersen osteotomy, SPO) 截骨术, 1 例同时采用 Ponte 及 VCRs 截骨术, 5 例采用 PSO (pedicle subtraction osteotomy, PSO) 截骨术, 4 例采用 BDBO (bone-disc-bone osteotomy, BDBO) 截骨术, 1 例采用 VCR (vertebral column resection, VCR) 截骨术, 1 例采用 VCRs 截骨术。术后佩戴支具, 维持矫正效果。[结果] 13 例患儿均顺利完成手术, 未出现严重并发症, 术前合并神经系统症状者得到改善。平均随访 (66.4±33.5) 个月, 术后及末次随访时主弯 Cobb 角较术前显著减小 ( $P<0.05$ ), 矢状位胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK)、腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL) 均较术前显著改善 ( $P<0.05$ ), 骨盆角 (T1-pelvic angle, TPA) 较术前无明显变化 ( $P>0.05$ )。[结论] 椎前分节不良脊柱后凸畸形的一期后路截骨矫正是治疗单纯 Winter II 型先天性脊柱后凸的有效手术方式, 且能控制畸形进展。

**关键词:** 先天性脊柱后凸, 分节不良, 后路截骨术, 矫正术

**中图分类号:** R682.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 10-0925-04

**One-stage posterior osteotomy for the correction of congenital kyphosis due to anterior segmentation failure // WANG Hong-qian, XIA Bing, LIU Fu-yun, ZHANG Yu, HU Wei-ming, DONG Ying-mei, WANG Wen-jing, WANG Fei-peng. Department of Pediatric Orthopedics, The Third Affiliated Hospital, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China**

**Abstract:** [Objective] To introduce the surgical technique and preliminary clinical results of the one-stage posterior osteotomy for the correction of congenital kyphosis due to anterior segmentation failure. [Methods] From 2006 to 2017, 13 children with pure Winter-II congenital kyphosis underwent one-stage posterior Schwab osteotomies combined with internal fixation. The osteotomy mode was determined according to the age, kyphotic site and lesion range of the children. Smith-Petersen Osteotomy (SPO) in 1 case, Ponte osteotomy combined with VCRs in 1 case, pedicle subtraction osteotomy (PSO) in 5 cases, bone-disc-bone osteotomy (BDBO) in 4 cases, vertebral column resection (VCR) in 1 case, and VCRs in 1 case were performed correspondingly. Braces were worn after surgery to maintain the correction effect. [Results] All the 13 children had corresponding surgical operations performed smoothly without serious complications. The patients who had neurological symptoms were improved after operation. At the latest follow-up lasted for (66.4±33.5) months the Cobb angle of the main curve significantly decreased ( $P<0.05$ ), and the thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL) significantly improved ( $P<0.05$ ), whereas the T1-pelvic angle (TPA) remained unchanged compared with those preoperatively ( $P>0.05$ ). [Conclusion] One-stage posterior osteotomy is an effective surgical method for Winter type II congenital kyphosis with a benefit of controlling progression of the deformity.

**Key words:** congenital kyphosis, segmentation failure, posterior osteotomy, corrective surgery

先天性脊柱后凸畸形可导致严重的矢状面失衡<sup>[1]</sup>, 其病情进展可发生在少儿整个生长期<sup>[2]</sup>。Winter 等<sup>[3]</sup>根据后凸形态的不同, 将先天性脊柱后凸畸形分为 3 种类型: I 型为椎体前方形成缺陷; II 型为椎体前方分节不良; III 型为混合型。其中 II 型

好发于胸腰段及腰段, 随着后凸角度的增加, 可能出现腰疼、心肺腹受压, 进而出现呼吸及胃肠道症状<sup>[4]</sup>。目前有关先天性脊柱后凸手术治疗的报道并不多见, 截骨方式及入路尚有争论, 部分学者支持脊柱后路截骨内固定术<sup>[5, 6]</sup>。本研究介绍椎前分节不良脊

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.10.13

△基金项目:河南省医学科技攻关计划联合共建项目(编号:LHGJ20190384)

作者简介:王洪倩, 研究生, 研究方向:小儿骨科, (电话)15224794698, (电子信箱)357689315@qq.com

\* 通信作者:夏冰, (电话)13523083364, (电子信箱)1312755420@qq.com

柱后凸畸形一期后路截骨矫正治疗单纯 Winter II 型先天性脊柱后凸畸形的手术技术和初步临床效果。

## 1 手术技术

### 1.1 术前准备

所有患儿术前完善常规检查, 均行全脊柱正侧位 X 线片、左右侧 Bending 像、全脊柱 CT 及三维重建、MRI、肺功能及超声心动图。测量矢状位后凸及冠状位侧凸主弯 Cobb 角、矢状位胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK) 及腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL)、T1 骨盆角 (T1-pelvic angle, TPA) 并记录。根据患儿年龄、后凸部位及病变范围确定截骨方式。

### 1.2 麻醉与体位

所有患儿采用气管插管全身麻醉, 俯卧位, 腹部悬空。

### 1.3 手术操作

所有患儿手术均由同一位拥有丰富治疗经验的专科医师进行。麻醉成功后, 术中全程电生理监测, C 形臂 X 线机透视定位, 常规行自体血回收。常规消毒铺巾后于后正中中线行切口, 逐层切开并分离椎旁肌暴露后凸畸形椎板。

Schwab I 级截骨 (Smith-petersen osteotomy, SPO): 本组应用 1 例, 固定 2 个椎体。切除棘突及部分关节突, 不切除椎板、黄韧带和上关节突。沿椎弓根方向置入螺钉, 之后用固定棒连接并加压, 闭合截骨间隙, C 形臂 X 线机透视矫正效果理想。

Schwab II 级截骨 (Ponte): 本组应用 1 例 (图 1), 固定 4 个椎体。在 Schwab I 级截骨基础上扩大切除范围, 切除椎弓根间椎板、关节突及黄韧带等截骨节段后方结构。

Schwab III 级截骨 (pedicle subtraction osteotomy, PSO): 本组应用 5 例, 平均固定 3.6 个椎体。楔形切除部分椎体和后方结构, 包括相邻椎板的上、下部分及附着的黄韧带, 切除双侧上关节突及下关节突。若在胸椎, 肋骨头和肋横突也将被切除。沿椎弓根上下及内缘进行截骨, 注意保护神经根, 椎弓根间使用固定棒暂时连接, 于融合椎体间向椎体前方进行截骨, 使截骨间隙呈前宽后窄的 V 字形, 注意保护椎体侧方的节段血管, 加压椎弓根螺钉间隙, 闭合截骨间隙, C 形臂 X 线机透视矫正效果理想。

Schwab IV 级截骨 (bone-disc-bone osteotomy, BDBO): 本组应用 4 例, 平均固定 3.25 个椎体。切除椎弓根及其后方结构, 切除部分椎体包括相邻终

板, 以及沿椎弓根下缘刮除至少 1 个椎间盘。若为胸椎, 切除两侧横突或肋骨头。两侧同样操作, 将双侧椎弓根螺钉和预弯的固定棒相连并交替加压, 闭合截骨间隙, C 形臂 X 线机透视矫正效果理想。

Schwab V 级截骨 (vertebral column resection, VCR): 本组应用 1 例, 固定 2 个椎体。完整切除 1 个椎体, 包括棘突、棘上韧带、棘间韧带、黄韧带, 切除相邻两个椎间盘, 以及相连的关节突和横突。在胸椎还需切除同序列肋骨。将双侧椎弓根螺钉和预弯的固定棒相连并交替加压, 闭合截骨间隙, C 形臂 X 线机透视矫正效果理想。

Schwab VI 级截骨 (VCRs): 本组应用 2 例, 平均固定 4 个椎体 (图 1)。即多个椎体的 V 级截骨。

### 1.4 术后处理

术后留置引流管, 无引流液或引流液较少时拔除引流管。床上行翻身、四肢主动或被动功能锻炼, 注意避免发生内固定切割、断裂等并发症发生情况下带支具早期下床活动, 定期检查切口愈合情况。复查全脊柱正侧位 X 线片, 观察截骨处有无移位、感染、内固定脱落等并发症。所有患儿术后佩戴支具, 维持术后矫正效果至少 3 个月, 每 3 个月复查一次, 1 年后每 6 个月复查一次, 评估切口愈合情况、脊柱活动度等, 拍摄 CT 及全脊柱正侧位 X 线片, 观察有无假关节形成、植骨不愈合及内固定相关并发症。测量术后及末次随访时 Cobb 角、TK、LL、TPA 并记录。

## 2 临床资料

### 2.1 一般资料

本研究共选取符合纳入标准患儿 13 例, 男 8 例, 女 5 例, 年龄 9~192 个月, 平均 (62.2±59.6) 个月。其中以腰背部后凸畸形入院者 8 例, 以胸背部及腰骶部包块入院者 3 例, 以腰骶部异常毛发伴下肢无力入院者 2 例。脊柱后凸顶点位置分别为: 胸椎段 (T<sub>1</sub>~T<sub>9</sub>) 1 例, 胸腰段 (T<sub>10</sub>~L<sub>2</sub>) 10 例, 腰椎段 (L<sub>3</sub>~L<sub>5</sub>) 2 例。术前 6 例合并脊髓拴系综合征, 1 例合并脊髓空洞, 2 例合并骨性脊髓纵裂。术前合并双下肢皮肤感觉减退、大小便异常、肌张力降低等神经系统症状者共 4 例。本研究经医院医学伦理委员会批准, 所有患儿家属均知情同意。

### 2.2 初步结果

所有患儿均顺利完成手术, 手术时间 140~360 min, 平均 (217.2±52.0) min, 出血量 150~1100 ml, 平均 (380.8±280.3) ml, 脊柱内固定节段: 2 个

椎体 2 例, 3 个椎体 7 例, 4 个椎体 3 例, 5 个椎体 1 例。术后均未出现伤口感染、内固定脱落、假关节形成及神经系统症状等并发症, 术前合并神经系统症状者得到改善。随访时间 36~120 个月, 平均 (66.4±33.5) 个月。随访过程中, 所有病例均未出现植骨不愈合及内固定相关并发症。

患儿脊柱矢状位后凸 Cobb 角由术前的平均 (41.9±15.7)° 显著改善为术后的 (19.2±10.7)°, ( $P<0.05$ ); 末次随访为 (19.3±12.0)°, 矫形效果无丢失。冠状位主弯 Cobb 角由术前的平均 (9.1±6.6)° 显著改善为术后的 (4.8±2.8)°、末次随访为

(2.8±1.9)°, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 随访期间患儿冠状位侧凸畸形持续改善。

患儿脊柱矢状位 TK 由术前的平均 (17.0±9.5)° 显著改善为术后 (25.7±7.4)° 及末次随访 (30.9±8.2)°, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 平均 LL 由术前 (43.9±14.5)° 显著改善为术后 (33.6±13.1)° 及末次随访 (33.8±9.5)°, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ ); TPA 术前平均为 (12.9±10.0)°, 与术后 (11.6±3.0)° 及末次随访 (11.9±1.6)° 相比, 差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

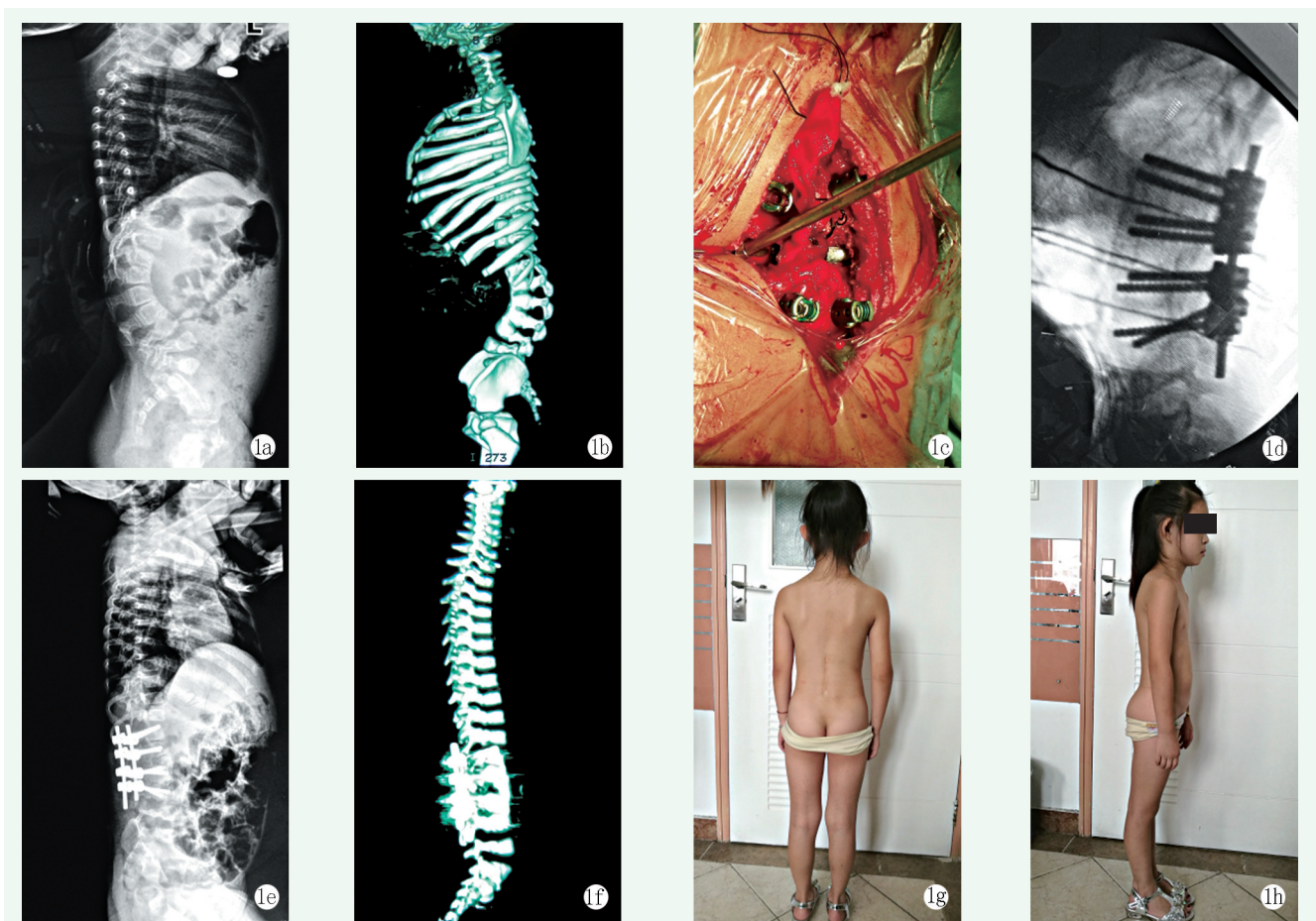


图 1 患者, 女, 15 个月, 以“腰背部后凸半年”入院 1a: 术前全脊柱侧位 X 线片示 L<sub>2/3</sub>, L<sub>4/5</sub> 椎体间分隔不全, 椎体附件发育异常 1b: 术前全脊柱 CT 三维重建示 T<sub>12</sub>~L<sub>4</sub> 椎体前缘骨性融合, 椎间隙变窄 1c: 术中 T<sub>12</sub>~L<sub>1</sub>、L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub> 采用 II 级截骨, L<sub>2</sub> 采用 VI 级截骨但保留前方皮质 1d: 术中 C 形臂 X 线机透视矫正效果理想 1e, 1f: 术后全脊柱侧位 X 线片及全脊柱 CT 三维重建示矫形效果良好 1g, 1h: 术后 6 年 10 个月, 腰背部可见手术瘢痕, 脊柱生理曲度无明显异常, 腰椎屈伸、旋转、侧屈活动度均在正常范围内, 手术效果满意

### 3 讨论

先天性脊柱后凸畸形是一种矢状面畸形<sup>[2, 7]</sup>, 畸形进展呈渐进性, 一旦外观显示后凸通常已达到较严重程度。研究表明脊柱后凸的进展可发生在少儿整个

生长期<sup>[2]</sup>, 并通常在青春期前后加速, 10 岁之前约为 2.5°/年, 10 岁之后约为 5°/年。也有文献报道脊柱后凸畸形的进展可能达到每年 4°~13°<sup>[8]</sup>, 直到骨骼发育成熟才趋于稳定。Winter 等<sup>[3]</sup> 根据后凸形态的不同, 将先天性脊柱后凸畸形分为三种类型, 即 I 型 (椎体前方形成缺陷), II 型 (椎体前方节不



良), III型(混合型)。本文所述后凸为II型,临床上较为少见,胸腰段或腰骶段是常见的累及部位。

Atici等<sup>[7]</sup>对先天性脊柱后凸的自然病史研究发现非手术治疗包括支具治疗无效,预后较差,手术是有效的治疗方式,旨在纠正脊柱矢状面平衡并阻止后凸畸形的进行性进展<sup>[8]</sup>,同时可改善呼吸和消化功能,缓解腹部压迫所产生的一系列症状。低龄患儿脊柱柔韧性佳,一般认为手术年龄越早,矫形效果越好<sup>[3, 9-11]</sup>。本研究患儿平均年龄(62.2±59.6)个月,采用手术治疗后取得良好效果,矢状位及冠状位畸形均有明显改善,与此观点结果一致,TPA变化无统计学差异考虑本组病例腰骶段畸形者数量过少。

Hanson于1926年首先报道了采用单纯后路融合术成功治疗先天性脊柱后凸患者<sup>[11, 12]</sup>,但后期学者研究发现此术式适应证局限,且其仅在脊柱后方将椎板进行融合,对已经发生畸形的椎体未作处理,故无法控制后凸发展<sup>[13]</sup>; Mayfield等<sup>[14]</sup>认为椎体前方分节障碍,椎体间骨桥形成时,可行前方截骨术,但前路很难切除椎体附件且易损伤椎体相邻脏器; Winter<sup>[15]</sup>和 McMaster<sup>[4]</sup>经过研究比较认为联合前后路融合能明显提高矫正效果和融合率,但该术式创伤大,术后恢复较慢。

近年来,更多学者提倡一期后路截骨术<sup>[16-18]</sup>,本研究采用经后路 Schwab截骨联合内固定治疗单纯 Winter II型先天性脊柱后凸,其优点在于,单一切口创伤小,手术时间短,避免了前路开胸手术并发症,出血量少,恢复时间短,适用于所有节段病变,截骨术后即刻矫形效果较好,加用内固定提高矫形稳定性和矫正率。但因单纯 Winter II型先天性脊柱后凸较少见,导致本研究病例数量较少,部分病例随访时间较短,其长期疗效还需进一步随访。

综上所述,笔者认为 Winter II型先天性脊柱后凸进展相对较慢,症状不明显,不利于早期诊断治疗,但一经发现应尽早手术。本研究结果也表明,一期后路 Schwab截骨联合内固定治疗单纯 Winter II型先天性脊柱后凸可取得满意的临床疗效,截骨矫正畸形后即可控制畸形进展,术后未出现严重并发症,且矫形效果满意,可改善脊柱活动度,提高生活质量,随访过程中矫形效果无明显丢失。但术前应完善检查,合理选择截骨方式,术后注意预防并发症及合理佩戴外固定支具辅助矫形。

#### 参考文献

[1] Zhang HQ, Xiao LG, Guo CF, et al. Deformed complex vertebral osteotomy technique for management of severe congenital spinal angular kyphotic deformity [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (3): 1016-1025.

[2] Marks DS, Qaimkhani SA. The natural history of congenital scoliosis and kyphosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2009, 34 (17): 1751-1755.

[3] Winter RB, Moe JH, Wang JF. Congenital kyphosis: its natural history and treatment as observed in a study of one hundred and thirty patients [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1973, 55 (2): 223-274.

[4] McMaster MJ, Singh H. The surgical management of congenital kyphosis and kyphoscoliosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26 (19): 2146-2154, 2155.

[5] Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification [J]. *Neurosurgery*, 2014, 74 (1): 112-120.

[6] Yang C, Zheng Z, Liu H, et al. Posterior vertebral column resection in spinal deformity: a systematic review [J]. *Eur Spine J*, 2016, 25 (8): 2368-2375.

[7] Atici Y, Sokucu S, Uzumcugil O, et al. The results of closing wedge osteotomy with posterior instrumented fusion for the surgical treatment of congenital kyphosis [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22 (6): 1368-1374.

[8] Kiepe F, Hermann EJ, Heissler HE, et al. Multisegmental lumbar corporectomy and transcorporeal fixation for correction of extreme thoracolumbar kyphosis in myelomeningocele with chronic decubitus [J]. *Pediatr Neurosurg*, 2019, 54 (2): 116-120.

[9] 刘福云, 夏冰, 牛学强, 等. 一期后路手术治疗儿童先天性腰骶椎后凸合并脊髓畸形 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18 (23): 1945-1948.

[10] McMaster MJ, Singh H. Natural history of congenital kyphosis and kyphoscoliosis. A study of one hundred and twelve patients [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1999, 81 (10): 1367-1383.

[11] Kim YJ, Otsuka NY, Flynn JM, et al. Surgical treatment of congenital kyphosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2001, 26 (20): 2251-2257.

[12] 高中玉, 张涛, 姜文学. 先天性脊柱后凸的手术治疗进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2005, 13 (13): 1015-1017.

[13] Leatherman KD, Dickson RA. Two-stage corrective surgery for congenital deformities of the spine [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1979, 61-B (3): 324-328.

[14] Mayfield JK, Winter RB, Bradford DS, et al. Congenital kyphosis due to defects of anterior segmentation [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1980, 62 (8): 1291-1301.

[15] Winter RB, Moe JH, Lonstein JE. The surgical treatment of congenital kyphosis. A review of 94 patients age 5 years or older, with 2 years or more follow-up in 77 patients [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1985, 10 (3): 224-231.

[16] Atici Y, Balioglu MB, Kargin D, et al. Analysis of complications following posterior vertebral column resection for the treatment of severe angular kyphosis greater than 100 degrees [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2017, 51 (3): 201-208.

[17] 姚子明, 张学军, 郭东, 等. 儿童先天性脊柱后凸畸形截骨方式的选择及效果分析 [J]. *临床小儿外科杂志*, 2021, 20 (1): 19-23.

[18] Dikici F, Akgul T, Sariyilmaz K, et al. Selection of distal fusion level in terms of distal junctional kyphosis in Scheuermann kyphosis. A comparison of 3 methods [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2018, 52 (1): 7-11.

(收稿:2022-04-14 修回:2022-11-18)  
(同行评议专家: 孟纯阳 王红强)  
(本文编辑: 郭秀婷)