

·专题·儿童脊柱外科·

脊柱后路半椎体切除内固定术对低龄患儿
脊柱畸形矫正的疗效

钱 闯 郑一鸣 李邦耀 景延辉 王达辉

【摘要】 目的 初步探讨脊柱后路半椎体切除内固定术对低龄患儿脊柱畸形矫正的临床效果。

方法 以 2015 年 1 月至 2018 年 7 月于复旦大学附属儿科医院接受后路半椎体切除术的低龄 (<6 岁) 半椎体畸形患儿为研究对象,记录患儿手术时间、术中出血量、术后并发症等资料,通过影像学检查测量患儿术前、术后不同阶段的全脊柱矢状面改变情况、Cobb 角、后凸角、后凸角修正值并进行统计分析。**结果** 本研究共纳入 30 例患儿,男 19 例,女 11 例,平均年龄 (3.7 ± 1.8) 岁,术后平均随访时间 (22.41 ± 7.14) 个月,平均手术时间 (3.3 ± 1.3) h,平均出血量 (147.75 ± 168.55) mL,患儿术后均无神经脊髓并发症发生,随访过程中出现 2 例因隐匿性椎弓根骨折造成的内置物相关并发症,经手术内固定翻修及延长固定节段后得到改善。患儿术后即刻以及末次随访 Cobb 角、后凸角修正值术后均得到显著改善 ($P < 0.05$)。**结论** 采用脊柱后路半椎体切除经椎弓根钉短节段内固定融合术治疗低龄儿童的半椎体畸形安全、有效,但需基于精确的术前评估、严密的围手术期监护及完整的术后随访。

【关键词】 脊柱; 半椎体畸形; 低龄儿童; 脊柱后凸/先天性

Efficacy of posterior hemivertebra resection and internal fixation for correction of spinal deformity in young children. Qian Chuang, Zhen Yiming, Li Bangyao, Jing Yanhui, Wang Dahui. Department of Orthopedics, Affiliated Children's Hospital, Fudan University & National Children's Medical Center, Shanghai 200000, China. Corresponding author: Wang Dahui, Email: dr. wangdahui@163.com

【Abstract】 Objective To evaluate the efficacy of posterior hemivertebra resection on spinal deformity in young children. **Methods** From January 2015 to May 2018, retrospective reviews were conducted for 30 young children with hemivertebral deformities undergoing posterior hemivertebra resection and internal fixation. The data of operative duration, amount of bleeding and postoperative complications were recorded. The sagittal plane of whole spine, Cobb's angle, kyphotic Cobb's angle and correction values of kyphotic Cobb's angle were measured by imaging data. And T test was used for comparing the effect of operation on correction of scoliosis and kyphosis. **Results** There were 19 boys and 11 girls with an average age of (3.7 ± 1.8) years. The average follow-up period was (22.41 ± 7.14) months, the average operative duration (3.3 ± 1.3) h and the average amount of bleeding (147.74 ± 168.55) mL. There was no postoperative onset of neurological and spinal complications. Two complications were associated with loosening of internal fixation in two children. The improvements of scoliosis and kyphosis were statistically significant. **Conclusion** Posterior hemivertebra resection is both safe and effective for correction of scoliosis and kyphosis caused by hemivertebra deformity in young children.

【Key words】 Spine; Hemispondylosis; Young Child; Kyphosis/CN

半椎体畸形是导致先天性脊柱侧弯的主要原因之一,约 46% 的先天性脊柱侧弯由椎体发育不良所致。与特发性、神经肌肉型脊柱侧弯不同,半椎体畸形所导致的脊柱侧弯往往在较短的节段内就

能形成较明显的畸形病变。半椎体畸形按其病理学分型,可分为完全分节型、部分分节型以及分节不全型 3 类。其中,完全分节型是半椎体畸形中最常见的一类,由于完全分节型半椎体的上下终板完整,随着患儿生长,该类型的半椎体畸形也最容易加重。因此,手术必须纳入完全分节型半椎体畸形的治疗方案中^[1]。目前常用的手术治疗方案包括脊柱后路半椎体切除内固定术及前路半椎体切除术 2 种,上述 2 种方法均能在较小的手术范围内,有

DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.09.006

基金项目:国家重点研发项目(编号:2016YFC1000506)

作者单位:国家儿童医学中心,复旦大学附属儿科医院骨科(上海市,201102)

通讯作者:王达辉,Email:dr. wangdahui@163.com

效纠正脊柱冠状面失衡的效果。而在年长儿中,由于半椎体相邻的上下椎体畸形生长以及相邻代偿性脊柱侧弯较为僵硬,术中往往需要切开更大的创口,以纠正患儿畸形。目前,关于低龄儿童后路半椎体切除经椎弓根钉短节段内固定融合术的研究中,专门针对脊柱畸形矫正疗效的报道较少。因此,本研究回顾性分析了接受后路半椎体切除内固定术低龄儿童资料,对低龄儿童后路手术疗效进行初步评估。

材料与方法

一、临床资料

以2015年1月至2018年7月于复旦大学附属儿科医院接受后路半椎体切除术的低龄半椎体畸形患儿为研究对象,记录患儿手术时间、术中出血量、术后并发症等资料。纳入标准:①年龄<6岁者;②影像学检查结果提示患儿脊柱畸形由脊柱半椎体导致者;③行脊柱后路经椎弓根钉内固定置入半椎体切除术者;④随访资料完整者。排除标准:①既往手术史者;②脊柱MRI检查结果提示患儿合并脊髓发育畸形者;③多发半椎体畸形者。

二、术前准备以及手术室准备

除常规术前检查外,增加如下检查项:①全脊柱正侧位片、牵引位片检查:明确半椎体性质及各个脊柱侧弯的僵硬程度;②全脊柱MRI平扫检查:尽可能排除脊髓神经畸形(脊髓空洞症、脊髓拴系症、脊髓纵裂等);③全脊柱CT三维重建:评估半椎体的形态、椎体旋转程度,病椎椎弓根大小等;④心脏超声检查:排除先天性心脏疾病;⑤腹部B超检

查、肺功能检查:排除患儿因脊柱畸形导致的脏器及呼吸功能不全。如发现患儿合并脊柱畸形以外的其他疾病,需在其他科室协助诊疗的基础上,根据患儿病情转归制定脊柱手术方案。

手术当日,患儿进入手术室前在病房提前进行外周静脉输液,与患儿沟通交流顺利情况下,应尽量由家长安抚患儿,消除患儿术前紧张,并由家长告知患儿术后神经功能检查的配合要领。麻醉后开放患儿的深静脉通路输液,备自体血回输装置,监测患儿肛温,手术开始后封温毯加热维持患儿体温。术后个体化镇痛镇静。

三、手术策略

前文提到,对于半椎体畸形的患儿,其侧弯主要由病变椎体引起,若发现患儿在半椎体区域上下两侧同时存在Cobb角大于 25° 的侧弯,则行全脊柱左右Bending位片检查,通过柔韧性评估来决定是否需要延长手术节段,如为代偿性弯则不作特殊处理,待手术矫正后再评估其恢复情况。

针对不同的病变位置,手术策略略有不同:位于胸段(T1-T10)/腰段(L3-S1)的半椎体手术,手术策略为半椎体上下一个节段的固定融合;位于胸腰段(T11-L2)的半椎体手术,由于固定节段位于前后凸交界区,为稳定手术区域,避免邻近节段退变的加速,手术固定融合节段将延长一至两个节段。

四、手术技术

患儿接受全身麻醉后,俯卧位脊柱后路正中切口暴露手术区域,手术流程如下:①半椎体上下节段各置入相应数目的椎弓根螺钉;②半椎体对侧螺钉用钛棒临时固定;③用高速磨钻在半椎体的椎板上标记切除范围并显露椎弓根(图1A);④经椎弓

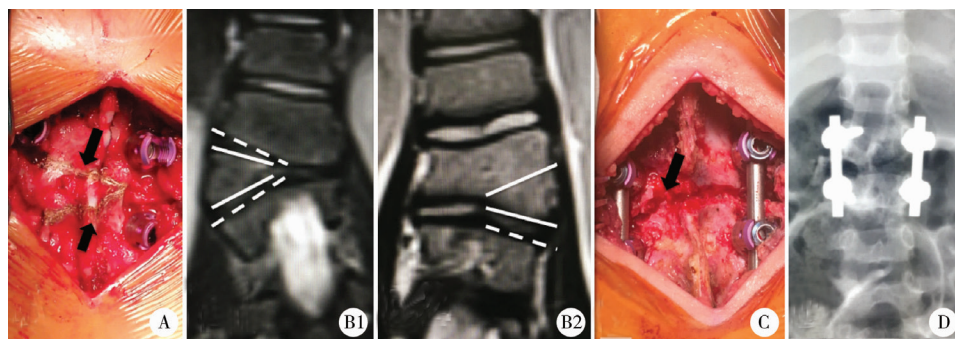


图1 脊柱后路半椎体切除内固定术 A. 术中应用高速磨钻在将要切除的半椎体椎板以及椎弓根部位进行标记(黑色箭头所示); B1. 完全性半椎体(实线所示)切除后应刮除上下节段椎体的终板软骨(虚线所示); B2. 分节不全型半椎体(实线所示)应在术前明确定位,刮除完全分节侧的终板软骨(虚线所示)。

Fig. 1 Posterior lumbar vertebral resection and internal fixation A. Intraoperative high-speed grinding is used for marking semi-vertebral lamina and pedicle for removal (indicated by black arrow); B1. Complete semi-vertebral body (indicated by solid line) should be scraped off endplate cartilage of upper and lower segments of vertebral body (indicated by dotted line); B2. Segmental incomplete vertebral body (indicated by solid line) should be definitely positioned before surgery. Endplate cartilage on segmented should be completely scraped off (indicated by dotted line)

根分次切除半椎体前方椎体;⑤用神经拉钩牵拉由脑棉保护的硬膜囊及神经根切除半椎体后方,刮除上位椎体下终板以及下位椎体上终板以备融合(图1B);⑥根据病变所在区域,预弯双侧钛棒,连接凸侧钛棒,先予以凸侧加压,闭合半椎体切除后的上下终板(图1C);⑦更换凹侧钛棒,矫正后凸畸形后固定;⑧术后透视确定位置良好(图1D)。

五、影像学测量

于术前、术后3个月、术后6个月拍摄全脊柱X线正侧位片,此后每隔1年拍摄一次,在明确半椎体所处区域的基础上测量以下指标:①Cobb角:上端椎上终板切线与下端椎下终板切线之间的夹角;②最大后凸角:最大矢状面后凸Cobb角;③后凸角修正值:最大后凸角减去脊柱正常曲度存在的后凸(胸段:每包含一节正常椎体减3°;胸腰段:最大后凸角即后凸角修正值;腰段:每包含一节正常椎体加10°)。所有指标的定量过程由1名脊柱外科医师独立完成,连续测量2次后取其平均值。

六、统计学方法

采用SPSS13.0进行统计分析。最大后凸角、后凸角修正值、Cobb角等计量资料采用均数、标准差进行统计描述;各区域后凸角大小比较采用 F 检验,术前与术后的Cobb角、后凸角修正值比较采用配对 t 检验。无特殊说明的情况下以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、患儿一般资料

本研究纳入2015年1月至2018年6月因半椎体畸形入住我院的患儿30例。男19例,女11例,平均年龄(3.7 ± 1.8)岁,平均随访时间($22.41 \pm$

7.14)个月;Y型软骨均未闭合,Risser征均为0级;30例患儿中,8例半椎体位于胸段,16例半椎体位于胸腰段,6例半椎体位于腰段。手术时长(3.3 ± 1.3)h,平均出血量(147.74 ± 168.55)mL,所有患儿均采用自体血回输。

二、并发症

30例患儿均无神经脊髓并发症出现。1例胸腰段半椎体患儿术后3个月出现内固定切割骨折,经远端延长一节段翻修内固定手术后稳定;1例患儿在术后1年的随访中出现原病变位置的脊柱后凸加重,患儿为T10左侧完全型半椎体畸形,术前T9-T12后凸角修正值为38.9°,T9-T11 Cobb角为37.5°,手术切除T10半椎体,并行T9、T11双侧椎弓根螺钉固定矫形。术后即刻检查Cobb角为12.2°,后凸角修正值为16.5°,出院行支具佩戴半年维持脊柱稳定。术后1年患儿定期复查时发现T11左侧椎弓根切割骨折,T9右侧椎弓根螺钉松动,并伴有T11椎体压缩性骨折,患儿T8-T12 Cobb角为32.9°,T8-T12后凸角修正值为51.9°,二次手术取出内置物,再次行后路内固定后凸矫形手术后,T8-T12 Cobb角得到改善(二次手术后Cobb角为0.3°,后凸角修正值为3.6°),见图2。

三、影像学结果

术前患儿Cobb角最大值为46.5°,平均(38.6 ± 8.5)°;患儿后凸角修正值最大值为45.8°,平均(33.6 ± 4.4)°。值得一提的是,虽然本次入选的30名患儿脊柱后凸畸形程度在各脊柱不同区域内存在统计学差异($P < 0.05$),但经修正后,后凸角修正值与其所处的区域无关($P > 0.05$)。患儿术后即刻以及末次随访时Cobb角、后凸角修正值均得到明显改善($P < 0.05$)。详见表1及表2。

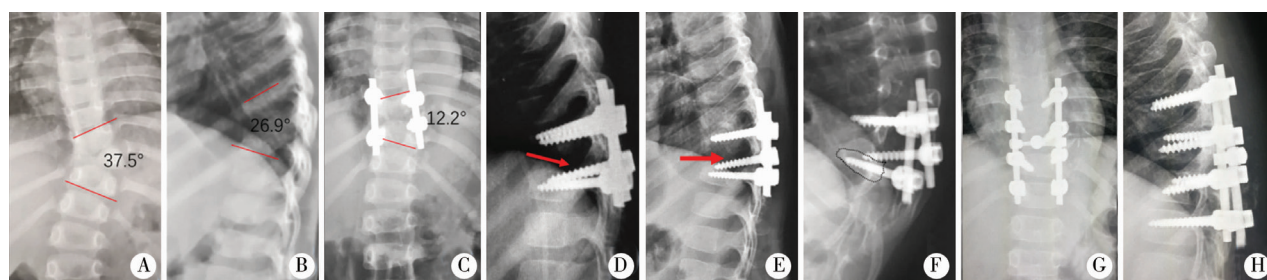


图2 后凸矫形术后内固定松动1例 A. 患儿为T10左侧完全型半椎体畸形,术前Cobb角(T9-T11)为37.5°;B. 后凸角修正值为(T9-T12)38.9°;C、D. 手术切除T10半椎体并行T9、T11双侧椎弓根螺钉固定矫形。术后即刻检查,Cobb角为12.2°,后凸角修正值为16.5°,出院行支具佩戴半年维持脊柱稳定;E. 术后半年,随访发现T11左侧椎弓根螺钉松动(图E箭头处);F. 嘱患儿继续支具佩戴。术后1年患儿定期复查时发现T11左侧椎弓根骨折,T11左侧椎弓根螺钉脱出,并伴有T11椎体压缩性骨折(图F虚线标出T11椎体形态);G、H. 患儿Cobb角为32.9°,后凸角修正值为51.9°,手术取出内置物后再次行后路延长内固定后凸矫形手术后得到改善(二次手术后Cobb角为0.3°,后凸角修正值为3.6°)

Fig. 2 One case of internal fixation loosening after kyphosis

表 1 各区域后凸角大小比较($\bar{x} \pm s$)Table 1 Comparison of kyphosis angle from each region($\bar{x} \pm s$)

| 区域 | 最大后凸角($^{\circ}$) | 后凸角修正值($^{\circ}$) |
|---------------|---------------------|----------------------|
| 胸段($n=8$) | 43.1+5.6 | 35.7+4.2 |
| 胸腰段($n=16$) | 35.7+6.5 | 35.7+6.5 |
| 腰段($n=6$) | 32.8+13.2 | 40.4+10.6 |
| F 值 | 6.085 | 0.484 |
| P 值 | 0.032 | 0.334 |

表 2 术前术后的 Cobb 角、后凸角修正值比较($\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of Cobb's angle and correction values of kyphotic Cobb's angle before and after operation($\bar{x} \pm s$)

| 观察时点 | Cobb's 角($^{\circ}$) | 后凸角修正值($^{\circ}$) |
|-------|------------------------|----------------------|
| 术前 | 38.6 \pm 8.5 | 33.6 \pm 10.4 |
| 术后 | 8.2 \pm 3.0 | 4.1 \pm 1.1 |
| t 值 | 8.978 | 16.562 |
| P 值 | <0.001 | <0.001 |

讨 论

先天性侧凸以半椎体畸形多见,前已述及半椎体分为完全分节型、部分分节型和分节不全型。完全分节型半椎体有上下两个椎间盘,存在潜在的生长可能。随着脊柱生长,凸侧将比凹侧多出一个完整的骨化中心。因此,与部分分节型和分节不全型相比,完全分节型患儿脊柱不对称加重的可能性更大^[2]。保守治疗难以控制其进展,因此手术治疗成为其唯一的有效治疗手段。

目前,治疗先天性侧凸的手术方法包括原位融合、凸侧骨骺阻滞和半椎体切除 3 种。然而,原位融合有导致病情进一步发展的风险^[3]。半椎体切除分为全椎体切除和部分椎体切除,全椎体切除能够有效去除病因,矫正脊柱畸形并维持良好的矫形效果^[4]。Ruf 和 Harms^[5]报道了后路手术治疗先天性脊柱畸形的效果:28 例 6 岁以下患儿接受了后路一期半椎体切除术后,侧凸矫形率为 72.0%,后凸矫形率为 63.0%,头侧及尾侧代偿弯的自发矫正率分别为 78% 及 65%。5 岁以前的患儿生长潜能大,如不切除病变的椎体,可导致病变邻近节段椎体的生长发育畸形,日后手术切除半椎体后的矫形效果减弱^[6]。但目前对于接受手术的最适年龄仍存在争议,有人认为患儿过早手术可能会提高导致麻醉及内固定相关不良事件的发生风险,甚至影响脊柱纵向生长及椎管生长。但是,根据 Dimeglio^[7]生长曲

线,儿童脊柱的生长是一个缓慢的过程(如一个 5 岁的孩子接受 5 个节段的脊柱融合后,在未来 10 年内,可能丧失约 3.5 cm 的身高,而半椎体切除一般为短节段融合,如果为了保留生长潜力而忽略了严重的脊柱畸形,可能达不到最佳的治疗效果)。Zhang J 等人^[8]的研究也表明低龄儿童(小于 7 岁)的椎弓根螺钉置入不会影响椎管面积的发育。Kl-emme^[9]等建议,对于有手术指征的患儿,可在 1 岁后尽早行手术治疗。

半椎体切除内固定置入手术理论上而言是安全的,但由于婴幼儿免疫系统功能相对低下,在围手术期以及随访过程中仍有并发症发生的可能。目前已有许多半椎体切除术后感染、出血、神经功能损害的相关报道^[10-11]。Ruf 等^[12]研究者发现内置物相关并发症(包括椎弓根骨折及内固定断裂)的发生率为 12.2%。Wang 等^[13]报道了由于椎弓根螺钉切迹过高导致患儿出现切口并发症。本组病例中,有 2 名患儿术中、术后时刻的全脊柱 X 线摄片均未发现椎弓根骨折,但在术后 3 个月及术后 1 年随访中发现下位固定节段椎弓根发生骨折,椎弓根螺钉松动,进一步导致固定节段压缩性骨折,出现脊柱的后凸畸形。入院拔除螺钉,延长节段固定矫形后行 CT 检查,明确二次手术螺钉均在位且无隐匿性骨折发生后,支具固定 6 个月,现患儿恢复顺利。由以上经验可总结出,接受半椎体切除的患儿术前、术后均应行 CT 三维重建检查,术前主要对椎弓根直径进行评估以决定内置物的种类,术后主要对椎弓根隐性骨折发生的可能性进行评估,如有骨折则需延长支具固定和卧床的时间。

在临床工作中,脊柱外科医师可能更关注半椎体畸形带来的冠状面失衡,目前尚无文献明确指出半椎体畸形对脊柱后凸畸形的作用。Jang 等^[14]提出,位于胸椎、胸腰段的半椎体畸形更容易造成脊柱的后凸畸形。本研究测量了患儿术前的胸椎后凸角度、腰椎前凸角度以及胸腰段的矢状面角度,发现部分患儿术前的确没有脊柱后凸畸形。但如果去除脊柱生理前凸对后凸畸形的代偿及生理后凸对后凸畸形的影响,这些半椎体仍造成了患儿的后凸畸形。所以,只有去除脊柱生理曲度的影响,才可能真正确定半椎体畸形对脊柱矢状面平衡的影响。本研究提出了后凸角修正值的概念,即在确定脊柱病变区域最大后凸角时,以其所处区域为标准,增加或减少一定比例的后凸角度,以获得能在脊柱各个节段通用的后凸角度。在胸段,由于胸椎

后凸的影响,客观上增大了最大后凸角测量值,因此将计算公式定为“后凸角修正值=最大后凸角- $3^{\circ} \times$ 最大后凸角包含的节段数”。而胸腰段本身生理曲度为 0° ,因此该区域内的后凸角以最大后凸角为准。腰段脊柱受到腰椎前凸的影响,后凸角修正值=最大后凸角+ $10^{\circ} \times$ 最大后凸角包含的节段数。应用上述方法,我们对各个区域内的后凸畸形角度进行了处理,这一修正值能够指导临床医师在手术过程中更精确地把握患儿矢状面的矫形程度。

本研究虽然达到了预期的研究目的,但仅纳入了本院30名患儿作为研究对象,样本量较小,随访时间较短,因此还需在日后更长期的随访中进一步评估中远期的后凸纠正疗效。此外,本次研究仅纳入了单节段半椎体病变患儿的临床数据,后凸角修正值对于连续多节段或者不连续多部位半椎体畸形患儿的后凸角度改善的具体意义还需进一步评估。

参考文献

- Callahan BC, Georgopoulos G, Eilert RE. Hemivertebral excision for congenital scoliosis [J]. *Pediatr Orthop*, 1997, 17(1):96-99.
- McMaster MJ, Singh H. Natural history of congenital kyphosis and kyphoscoliosis. A study of one hundred and twelve patients [J]. *Bone Joint Surg Am*, 1999, 81(10):1367-1383.
- Demirkiran G, Dede O, Ayvaz M, et al. Convex instrumented hemiepiphysiodesis with concave distraction; a treatment option for long sweeping congenital curves [J]. *J Pediatr Orthop*, 2016, 36(3):226-231. DOI:10.1097/BPO.0000000000000441.
- Shono Y, Abumi K, Kaneda K. One-stage posterior hemivertebra resection and correction using segmental posterior instrumentation [J]. *Spine*, 2001, 26(7):752-757.
- Ruf M, Harms J. Hemivertebra resection by a posterior approach; innovative operative technique and first results [J]. *Spine*, 2002, 27(10):1116-1123.
- Jalanko T, Rintala R, Puisto V, et al. Hemivertebra resection for congenital scoliosis in young children; comparison of clinical, radiographic, and health-related quality of life outcomes between the anteroposterior and posterolateral approaches [J]. *Spine*, 2011, 36(1):41-49.
- Dickson RA, Deacon P. Spinal growth [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 1987, 69(5):690-692. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181ccaf4d.
- Xue X, Shen J, Zhang J, et al. X-Ray assessment of the effect of pedicle screw on vertebra and spinal canal growth in children before the age of 7 years [J]. *Eur Spine J*, 2014, 23(3):520-529. DOI:10.1007/s00586-013-3035-7.
- Klemme WR, Polly DJ, Orchowski JR. Hemivertebral excision for congenital scoliosis in very young children [J]. *J Pediatr Orthop*, 2001, 21(6):761-764.
- Deviren V, Berven S, Smith JA, et al. Excision of hemivertebrae in the management of congenital scoliosis involving the thoracic and thoracolumbar spine [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2001, 83(4):496-500.
- Nakamura H, Matsuda H, Konishi S, et al. Single-stage excision of hemivertebrae via the posterior approach alone for congenital spine deformity; follow-up period longer than ten years [J]. *Spine*, 2002, 27(1):110-115.
- Ruf M, Jensen R, Letko L, et al. Hemivertebra resection and osteotomies in congenital spine deformity [J]. *Spine*, 2009, 34(17):1791-1799. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181ab6290.
- Wang S, Zhang J, Qiu G, et al. Posterior hemivertebra resection with bisegmental fusion for congenital scoliosis; more than 3 year outcomes and analysis of unanticipated surgeries [J]. *Eur Spine J*, 2013, 22(2):387-393. DOI:10.1007/s00586-012-2577-4.
- Chang DG, Kim JH, Ha KY, et al. Posterior hemivertebra resection and short segment fusion with pedicle screw fixation for congenital scoliosis in children younger than 10 years; greater than 7-year follow-up [J]. *Spine*, 2015, 40(8):484-491. DOI:10.1097/BRS.0000000000000809.

(收稿日期:2018-08-17)

本文引用格式:钱闯,郑一鸣,李邦耀,等. 脊柱后路半椎体切除内固定术对低龄患儿脊柱畸形矫正的疗效[J]. 临床小儿外科杂志, 2018, 17(9):664-668. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.09.006.

Citing this article as: Qian C, Zheng YM, Li BY, et al. Efficacy of posterior hemivertebra resection and internal fixation for correction of spinal deformity in young children [J]. *J Clin Ped Sur*, 2018, 17(9):664-668. DOI:10.3969/j.issn.1671-6353.2018.09.006.