

· 临床论著 ·

不同年龄后路半椎体切除的临床比较<sup>△</sup>

曹江, 杨小红, 吕欣, 黄辉

(贵州省遵义医科大学附属医院小儿骨科, 贵州遵义 563000)

**摘要:** [目的] 比较不同年龄段后路半椎体切除术治疗单纯半椎体脊柱畸形的临床效果。[方法] 回顾性分析2013年1月—2020年12月收治的80例单纯半椎体脊柱畸形低龄患儿临床资料,按年龄段不同分为幼龄组43例,大龄组37例,均行后路半椎体切除术治疗。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组患儿均顺利完成手术,术中无神经、血管损伤等并发症。幼龄组手术时间、术中出血量、固定节段均显著少于大龄组( $P<0.05$ )。两组患者均获随访,随访时间10~12个月,平均(11.05±0.84)个月。随时间推移,两组坐高、身高均较术前显著增加( $P<0.05$ ),两组下地活动时间、完全负重时间、坐高变化率和并发症发生率的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。影像方面,与术前相比较,术后即刻和末次随访时两组后凸Cobb角、侧凸Cobb角和C<sub>7</sub>PL-CSVL均显著减小( $P<0.05$ )。相应时间点,幼龄组的后凸Cobb角、侧凸Cobb角和C<sub>7</sub>PL-CSVL显著小于大龄组( $P<0.05$ )。两组术后即刻、末次随访的后凸、侧凸Cobb角矫正率与C<sub>7</sub>PL-CSVL矫正率的差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。经Pearson相关分析发现:年龄与手术时间、失血量呈正相关( $P<0.001$ ),与坐高变化率、后凸Cobb角、侧凸Cobb角和C<sub>7</sub>PL的矫正率无相关性( $P>0.05$ )。[结论] 早期对单纯半椎体脊柱畸形低龄患儿行后路半椎体切除术可缩短手术时间,减少术中出血量与固定节段。

**关键词:** 单纯半椎体, 脊柱畸形, 后路半椎体切除术, 年龄

**中图分类号:** R687 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478(2022)10-0865-06

**Comparison of clinical outcomes of posterior hemivertebrotomy in different ages // CAO Jiang, YANG Xiao-hong, LÜ Xin, HUANG Hui. Department of Pediatric Orthopedics, Affiliated Hospital, Zunyi Medical University, Zunyi 563000, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical results of posterior hemivertebrotomy for treatment of spinal deformities due to single hemivertebra in different ages. [Methods] A retrospective study was performed on 80 children who underwent posterior hemivertebrotomy for spinal deformities due to single hemivertebra in our department from January 2013 to December 2020. Based on the age at operation, 43 children who aged 3 to 6 years were fall into the young group, while 37 children who aged more than 6 to 10 years were enrolled into the old group. The perioperative, follow-up and radiographic documents were compared between the two groups. [Results] All children in both groups had the surgical procedures completed smoothly without complications, such as nerve and vascular injury. The young group consumed significantly shorter operative time, associated with significantly less intraoperative blood loss and segments fixed than the old group ( $P<0.05$ ). Patients in both groups were followed up for 10~12 months, with an average of (11.05±0.84) months. The sitting height and standing height significantly increased in both groups over time ( $P<0.05$ ), while there were no significant differences in the time to resume walking and full weight-bearing activity, the variation rate of sitting height and the incidence of complications between the 2 groups ( $P>0.05$ ). Radiographically, kyphotic Cobb angle, scoliotic Cobb angle, and C<sub>7</sub>PL-CSVL were significantly reduced in both groups immediately after surgery and at the last follow-up compared with those preoperatively ( $P<0.05$ ). At corresponding time points, they young group had significantly less kyphotic Cobb angle, scoliotic Cobb angle and C<sub>7</sub>PL-CSVL than the old group ( $P<0.05$ ). There was no statistical significance in the correction rate of kyphotic and scoliotic Cobb angles and the correction rate of C<sub>7</sub>PL-CSVL between the two groups immediately after surgery and at the last follow-up ( $P>0.05$ ). Pearson correlation analysis found that age was positively correlated with operating time and blood loss ( $P<0.001$ ), but not correlated with sitting height change rate, kyphotic Cobb angle, scoliotic Cobb angle, and C<sub>7</sub>PL correction rate ( $P>0.05$ ). [Conclusion] Early posterior hemivertebrotomy for spinal deformities due to single hemivertebra might be conducive to shorten the operation time, reduce intraoperative blood loss and fixed segments.

**Key words:** hemivertebra, spinal deformity, posterior hemivertebrotomy, age

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.10.01

△基金项目:贵州省科学技术基金项目(编号:黔科合J字LKZ[2013]48号)

作者简介:曹江,副主任医师,研究方向:小儿骨科(儿童脊柱畸形),(电话)13595267901,(电子信箱)nochll\_8@tom.com

单纯半椎体脊柱畸形为先天性脊柱畸形中最常见的类型之一，也是导致脊柱侧弯的主要原因<sup>[1]</sup>。据报道，近50%的先天性脊柱侧弯由椎体发育障碍导致<sup>[2]</sup>。单纯半椎体脊柱畸形不同于神经肌肉型、特发性脊柱侧弯，其导致的脊柱侧弯往往在较短节段内形成明显畸形，对其未来脊柱生长与活动功能的影响较大。随着患儿生长发育，单纯半椎体脊柱畸形日趋加重，故相关研究者主张在儿童时期进行有效治疗，以低龄儿童时期为主，以免影响患儿预后<sup>[3]</sup>。据报道，后路半椎体切除术可直接清除致畸因素，是治疗该病的理想术式<sup>[4]</sup>。当前，关于低龄单纯半椎体脊柱畸形儿童进行后路半椎体切除术的具体时机的报道较多，多选择3~10岁儿童为研究对象，一般认为3~6岁为幼儿期，7~10岁为大龄儿童时期。但临床对低龄儿童手术治疗的具体时机争议较大：部分学者认为幼儿时期椎弓根发育不全、骨质柔软，无法耐受内固定器械，手术难度与风险较大<sup>[5]</sup>，另有学者认为幼儿时期手术矫形效果良好，可减小对脊柱生长的影响，为脊柱保留更多活动度<sup>[6]</sup>。鉴于此，本研究回顾性分析不同年龄段患儿行后路半椎体切除术的效果，为合理选择手术时机提供临床依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准：(1)术前X线片、脊柱MRI、CT扫描与重建等检查确诊为单纯半椎体脊柱畸形；(2)患儿年龄为3~10岁；(3)既往无相关手术史；(4)病历档案齐全，无缺漏。

排除标准：(1)合并凝血功能障碍、免疫系统疾病等或不耐受麻醉；(2)合并其他畸形病变、骨科疾病或神经损伤；(3)中途失访。

### 1.2 一般资料

回顾性分析2013年1月—2020年12月本科收治的3~10岁单纯半椎体脊柱畸形患儿的临床资料，共80例符合上述标准，纳入本研究。根据患儿年龄，分为幼龄组43例(3~6岁)、大龄组37例(7~10岁)。幼龄组男21例，女22例；畸形椎数量：1个33例，2个8例，3个及以上2例；畸形椎位置：胸段27例，腰段15例，胸腰段1例；半椎体分节：完全分节40例，不完全分节3例。大龄组男20例，女17例；畸形椎数量：1个29例，2个6例，3个及以上2例；畸形椎位置：胸段21例，腰段13例，胸腰段3例；半椎体分节：完全分节35例，不完全

分节2例。除年龄外，两组患儿一般资料比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。本研究获医院伦理委员会审批备案，所有患者均知情同意。

### 1.3 手术方法

全麻，取俯卧位，透视下确定半椎体所在节段，标记椎弓根螺钉在椎体的位置。常规消毒，铺巾，在脊柱后正中处行纵切口，逐层切开皮肤及皮下筋膜，根据C形臂X线机透视结果，暴露畸形椎及其上、下各2~8节椎骨的后侧。分别于畸形椎上、下节段置入3~4对椎弓根螺钉，透视后确定位置满意。打开椎管，用刮匙、小咬骨钳和骨刀等工具谨慎切除畸形半椎体，包括棘突、椎板、关节突和椎弓根，以及上、下邻椎的部分椎板，注意保护硬脊膜。切除半椎体时可尽量撬出整块椎体，减少术中出血，切除应彻底，避免残存生长板继续诱发脊柱侧弯。对完全分节型半椎体可完整切除，对不完全分节型半椎体可楔形切除或用骨刀切碎半椎体后取出。对胸段半椎体，若肋骨影响矫正，可咬除肋骨，直至肋骨小头，保留松质骨，便于植骨操作。分别于左右两侧切除畸形椎体时，放置相应的椎弓钉连接棒临时固定。完成切除后，左右两侧置换为预弯的钛棒，不锁紧，注意保护脊髓，通过凸侧加压、凹侧撑开等技术矫正半椎体畸形，透视满意后拧紧椎弓根螺钉，矫正侧弯时注意硬脊膜搏动以及有无褶皱，避免过度追求矫正度数，若有硬脊膜搏动减弱、褶皱等异常情况，立即停止矫正，咬除上下椎板，进行加压操作。矫正满意后进行唤醒实验，检测SSEP，无脊髓损伤，可锁定顶板内固定系统。用神经剥离子探查椎管中有无碎骨屑或异常突起，若有则压实或取出，避免压迫脊髓。在半椎体切除缝隙里置入自体松质骨，若不足则用异种或同种植骨材料予以植骨融合。植骨块应修整光滑，避免尖端刺伤脊髓。植骨满意后，逐层缝合切口，用0.9%生理盐水和1%聚维酮碘反复冲洗切口，留置引流管，关闭切口，无菌敷料包扎，术后用热塑矫形支具进行外固定。

常规进行抗感染、脱水等治疗，持续负压引流，引流量低于10 ml/24 h时拔出引流管，术后2周拆线，佩戴支具半年。每月随访1次，随访3个月后改为每3个月随访1次，自术后半年起，每6~12个月随访1次。支具外固定到骨性融合，钉棒内固定系统保留在体内。

### 1.4 评价指标

记录两组患儿围手术期资料，包括手术时间、切口长度、术中出血量、术后引流量与手术固定节段数

量。采用下地活动时间、完全负重时间、坐高与身高数据、坐高变化率评价临床效果。坐高变化率=坐高/身高×100%。统计术后1年内并发症发生率，评估预后。行影像检查，测量后凸及侧凸 Cobb 角；冠状面平衡，即 C<sub>7</sub>垂线 (C<sub>7</sub> plumb line, C<sub>7</sub>PL) 与骶骨中心纵线 (central sacral vertical line, CSVL) 的偏距 (C<sub>7</sub>PL-C<sub>7</sub>SVL) 数据，计算上述参数矫正率，矫正率=(术前参数-术后参数)/术前参数×100%。

### 1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 统计软件分析本研究数据，计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示，两组间比较采用完全随机 *t* 检验；组内不同时间点间比较采用单因素方差分析，两两比较采用 LSD 法。计数资料进行  $\chi^2$  检验，理论频数 1~5 时，采用校正卡方检验；年龄与临床影像资料行 Pearson 相关分析。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围术期情况

两组均顺利完成手术，术中无神经、血管损伤等并发症。两组围手术期资料见表 1，幼龄组手术时间、切口长度、术中出血量、固定节段数均显著小于大龄组，差异有统计学意义 (*P*<0.05)。两组术后引流量的差异无统计学意义 (*P*>0.05)。切口愈合方面，幼龄组 43 例中，甲级愈合 40 例，乙级愈合 2 例，丙级愈合 1 例；大龄组 37 例中，甲级愈合 26 例，乙级愈合 7 例，丙级愈合 4 例；两组间差异有统

计学意义 (*P*=0.008)。术后早期并发症方面，幼龄组 43 例中，气胸 2 例，高热 1 例；大龄组 37 例中，气胸 1 例，高热 1 例；两组间差异无统计学意义 (*P*=0.772)。

表 1 两组患者围手术期资料 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	幼龄组 (n=43)	大龄组 (n=37)	<i>P</i> 值
手术时间 (h)	2.34±0.21	3.19±0.26	<0.001
切口长度 (cm)	6.98±0.42	21.04±0.56	<0.001
术中出血量 (ml)	258.45±34.19	647.86±42.44	<0.001
术后引流量 (ml)	513.56±43.96	514.51±43.18	0.923
固定节段 (节)	2.98±0.65	7.79±0.89	<0.001

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访，随访时间 10~12 个月，平均 (11.05±0.84) 个月。两组随访资料见表 2。两组下地活动时间和完全负重时间差异无统计学意义 (*P*>0.05)，随时间推移，两组坐高、身高均较术前显著增加，差异均有统计学意义 (*P*<0.05)；两组间坐高变化率、身高变化率差异均无统计学意义 (*P*>0.05)。

晚期并发症方面，幼龄组出现新的后凸畸形 1 例，并发症发生率 2.33% (1/43)；大龄组出现植骨不融合 1 例，并发症发生率 2.70% (1/37)；两组患儿均经二次手术延长固定节段、矫正畸形，并发症发生率组间比较差异无统计学意义 (*P*=0.914)。

表 2 两组患者随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	时间点	幼龄组 (n=43)	大龄组 (n=37)	<i>P</i> 值
下地活动时间 (d)		39.65±4.59	39.26±4.48	0.703
完全负重活动时间 (周)		22.52±2.67	22.64±2.74	0.844
坐高 (cm)	术前	40.69±5.12	52.69±6.42	<0.001
	术后 1 个月	43.48±4.12	55.88±7.53	<0.001
	末次随访	58.94±6.34	76.15±8.43	<0.001
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
术后 1 个月坐高变化率 (%)		6.86±1.32	6.05±1.14	0.210
末次随访坐高变化率 (%)		44.85±3.52	44.52±3.96	0.694
身高 (cm)	术前	73.38±10.63	96.93±12.45	<0.001
	术后 1 个月	77.69±10.48	101.88±13.69	<0.001
	末次随访	109.95±11.24	144.14±14.46	<0.001
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	
术后 1 个月身高变化率 (%)		4.31±1.03	4.15±1.45	0.567
末次随访身高变化率 (%)		49.84±5.21	49.22±5.36	0.602

### 2.3 影像评估

两组影像测量结果见表 3。与术前相比较, 术后即刻和末次随访时两组后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 角和 C<sub>7</sub>PL-CSVL 均显著减小 ( $P<0.05$ ), 且幼龄组三个时间点的后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 和 C<sub>7</sub>PL-CSVL 显著小于大龄组 ( $P<0.05$ )。两组患儿术后即刻、末次随访的后凸 Cobb 角矫正率、侧凸 Cobb 角矫正率与

C<sub>7</sub>PL-CSVL 矫正率的比较差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。

至末次随访时, 内固定松动或断棒, 幼龄组为 1/43 (2.33%), 大龄组为 2/37 (5.41%), 两组间差异无统计学意义 ( $P=0.470$ )。曲轴畸形幼龄组为 2/43 (4.65%), 大龄组为 1/37 (2.70%), 两组间差异无统计学意义 ( $P=0.647$ )。典型影像见图 1。

表 3 两组影像测量结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	时间点	幼龄组 (n=43)	大龄组 (n=37)	P 值
后凸 Cobb 角 (°)	术前	19.35±3.51	35.85±3.45	<0.001
	术后即刻	4.25±0.21	9.78±1.76	<0.001
	末次随访	7.92±0.79	11.78±1.25	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
即刻矫正率 (%)		77.15±10.42	74.43±9.66	0.232
末次矫正率 (%)		70.16±7.69	68.92±5.31	0.412
侧凸 Cobb 角 (°)	术前	33.31±5.18	45.36±6.85	<0.001
	术后即刻	12.66±3.14	16.27±2.15	<0.001
	末次随访	16.84±4.58	20.69±3.64	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
即刻矫正率 (%)		64.66±10.47	64.95±11.66	0.907
末次矫正率 (%)		51.69±10.09	53.15±10.98	0.537
C <sub>7</sub> PL-CSVL (mm)	术前	21.36±3.69	24.36±4.55	<0.001
	术后即刻	11.38±0.58	12.74±2.52	<0.001
	末次随访	5.19±0.72	5.89±0.78	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
即刻矫正率 (%)		47.62±4.31	47.70±4.48	0.792
末次矫正率 (%)		75.09±10.75	75.82±10.87	0.764

### 2.4 年龄与临床和影像指标的相关分析

经 Pearson 相关分析发现: 年龄与手术时间、失血量呈正相关 ( $P<0.001$ ), 与坐高变化率、后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 角和 C<sub>7</sub>PL 的矫正率无相关性 ( $P>0.05$ )。见表 4。

表 4 80 例患者年龄与临床和影像指标的 Pearson 相关分析

指标	r 值	P 值
手术时间	0.725	<0.001
术中失血量	0.769	<0.001
坐高变化率	0.251	0.055
后凸 Cobb 角矫正率	0.217	0.091
侧凸 Cobb 角矫正率	0.728	0.052
C <sub>7</sub> PL 矫正率	0.382	0.069

## 3 讨论

后路半椎体切除术对半椎体脊柱畸形的矫形效果

良好, 且有微创等优势<sup>[7, 9, 10]</sup>, 目前观点倾向于受术者年龄越小越好<sup>[11, 12]</sup>。3 岁以下小儿因免疫力过低, 不宜手术, 故本研究以 3~10 岁低龄儿童为受试者, 其中 6 岁以上 37 例, 主要因早期未重视、地区经济问题等原因到大龄儿童时期才来诊治, 将其与幼儿比较, 分析手术时机对单纯半椎体脊柱畸形低龄儿童的影响。

结果显示: 与大龄组比较, 幼龄组手术时间较短, 切口长度小, 术中出血量、固定节段较少。这是因为半椎体脊柱畸形幼儿行手术治疗, 可实现短节段固定融合, 为脊柱保留更多活动度<sup>[13, 14]</sup>。反之, 若手术时年龄较大, 脊柱畸形角度较大, 往往需要长节段固定, 会增加切口长度、手术时间及术中出血量。刘昊楠等<sup>[15]</sup>表明畸形严重、手术节段多、手术时间长的患儿发生大量失血的风险高。经 Pearson 相关分析发现: 年龄与手术时间、失血量呈正相关, 提示年



龄越小,其手术时间越短、失血量越小,但因本研究样本量较小等缘故,这一点有待进一步深入研究。司泽兵等<sup>[16]</sup>认为先天性脊柱侧后凸应尽可能早地进行后路半椎体切除术,从而获得冠状面和矢状面良好的矫正效果,避免手术节段延长。脊柱 Cobb 角与 C<sub>7</sub>PL-CSVL 是评估脊柱矫形结果的常用参数<sup>[17, 18]</sup>,本研究统计了两组患儿术前、术后即刻、随访 1 年的数据,计算术后即刻、末次随访矫正率,结果显示:与术前相比较,术后即刻和末次随访时两组患者的后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 角和 C<sub>7</sub>PL-CSVL 均显著减小 ( $P<0.05$ ),但即刻、末次随访的后凸、侧凸 Cobb 角与 C<sub>7</sub>PL-CSVL 矫正率组间比较差异无统计学意义,

提示手术时机对儿童脊柱矫正率的影响不明显,3~10 岁儿童均可获得良好的脊柱矫正效果。然而,幼龄组上述三个时间点后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 角和 C<sub>7</sub>PL-CSVL 小于大龄组,提示低龄儿童因年龄幼小,畸形相对不严重,术后更容易获得理想矫形效果,这与司泽兵等观点一致。术后随访发现两组患儿下地活动时间、完全负重时间和坐高变化率差异无统计学意义,进一步经 Pearson 相关分析发现:年龄与坐高变化率、后凸 Cobb 角、侧凸 Cobb 角和 C<sub>7</sub>PL 的矫正率无相关性,提示不同年龄段患儿实行半椎体切除术不影响术后活动时间、身高和矫正率变化。

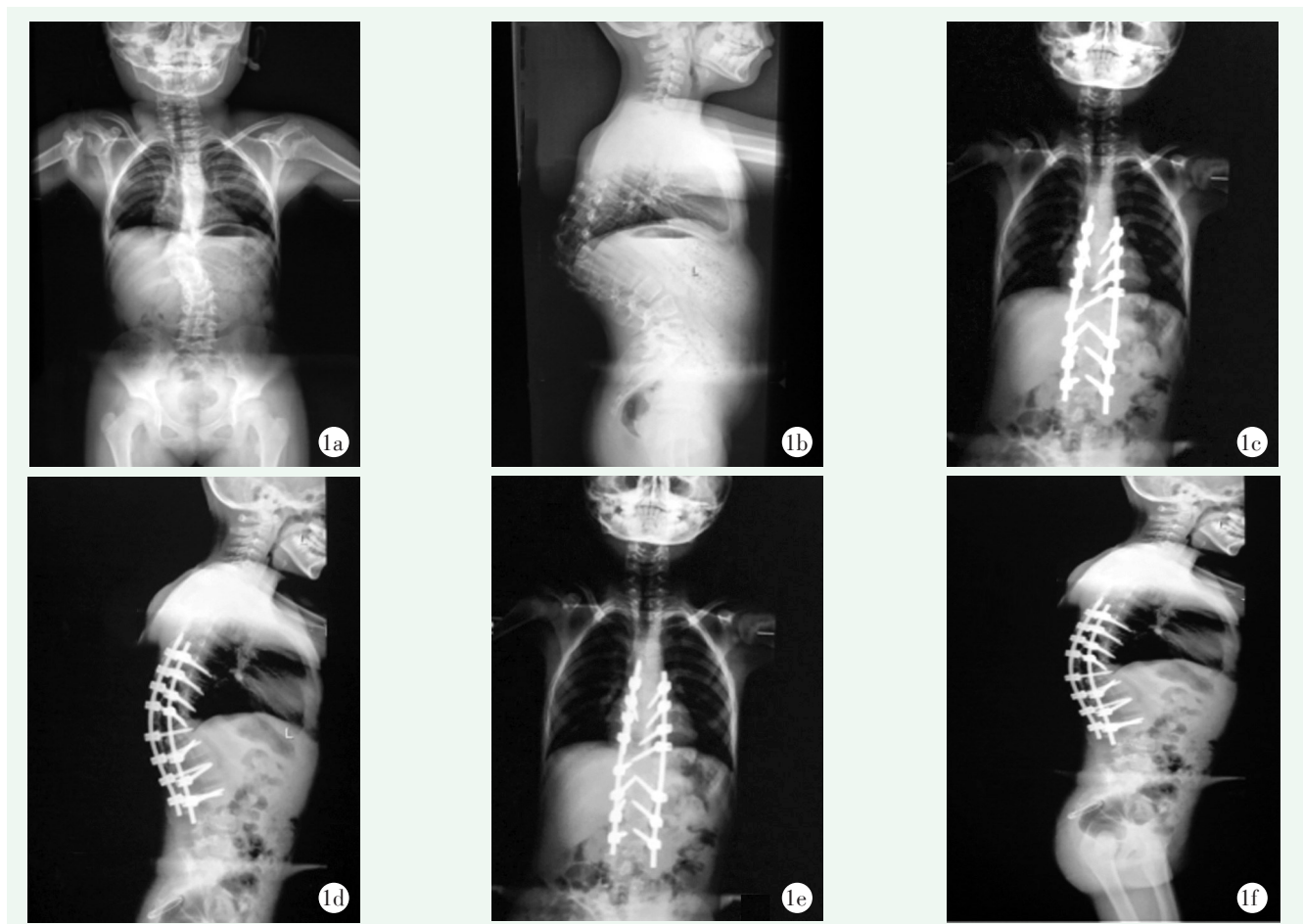


图1 患者,女,10岁 1a, 1b: 术前脊柱正侧位 X 线片示脊柱侧弯后凸畸形,侧凸 Cobb 角 48.6°、后凸 Cobb 角 102.5° 1c, 1d: 术后即刻脊柱正侧位 X 线片示侧凸 Cobb 角 10.2°、后凸 Cobb 角 33.6° 1e, 1f: 术后 12 个月脊柱正侧位 X 线片示侧弯、后凸畸形矫正满意,未出现新的后凸畸形,矫形效果无明显丢失,侧凸 Cobb 角 13.2°、后凸 Cobb 角 38.6°

远期预后关系到儿童未来脊柱生长发育、活动范围以及椎间盘突出发生时间,是决定单纯半椎体脊柱畸形患儿手术时机的主要影响因素<sup>[19, 20]</sup>。本研究对两组患儿进行为期 12 个月的单中心随访,结果显示:两组患儿均无假关节形成、切口不愈合等严重并

发症,但各有 1~2 例固定松动或断棒、曲轴畸形。固定松动或断棒可能是脊柱生长及小儿日常活动所致;曲轴畸形可能是术后脊柱后方融合,在脊柱生长作用下,脊柱前方继续生长,加重畸形,经二次手术获得良好矫形效果。Huang 等<sup>[21]</sup>对一期后路半椎体

切除术后并发症进行了超过2年的随访,发现效果好,且没有严重并发症,与本研究结果一致。半椎体切除术可去除椎体脊柱畸形低龄儿童的致畸原因,松懈脊柱,减小矫正阻力,增加矫正效果<sup>[22-25]</sup>。

综上所述,后路半椎体切除术对单纯半椎体脊柱畸形低龄儿童的矫形效果良好,在3~6岁进行手术可缩短手术时间,减少术中出血量,避免固定节段延长,矫形结果更佳。本研究存在一定不足,随访时间短,患儿年龄小,距离骨骼成熟的时间较远,将来应持续跟进,延长随访时间,提供更精密、科学的研究成果。

### 参考文献

- [1] Passias PG, Poorman GW, Jalai CM, et al. Incidence of congenital spinal abnormalities among pediatric patients and their association with scoliosis and systemic anomalies [J]. *J Pediatr Orthop*, 2019, 39 (8): 608-613.
- [2] Pahys JM, Guille JT. What's new in congenital scoliosis [J]. *J Pediatr Orthop*, 2018, 38 (3): 172-179.
- [3] 邱勇. 先天性颈胸段半椎体畸形: 需要早期手术的特例 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29 (7): 582-583.
- [4] Chu G, Huang J, Zeng K, et al. A modified surgical procedure for congenital kyphoscoliosis: selective partial hemivertebrectomy via posterior-only approach [J]. *Childs Nerv Syst*, 2015, 31 (6): 923-929.
- [5] Bollini G, Docquier PL, Viehweger E, et al. Thoracolumbar hemivertebrae resection by double approach in a single procedure: long-term follow-up [J]. *Spine*, 2006, 31 (15): 1745-1757.
- [6] Ridderbusch K, Spiro AS, Kunkel P, et al. Strategies for treating scoliosis in early childhood [J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2018, 115 (22): 371-376.
- [7] Huang Y, Feng G, Liu L, et al. Posterior hemivertebral resection for upper thoracic congenital scoliosis: be aware of high risk of complications [J]. *J Pediatr Orthop B*, 2019, 28 (1): 1-9.
- [8] Wang Y, Kawakami N, Tsuji T, et al. Proximal junctional kyphosis following posterior hemivertebra resection and short fusion in children younger than 10 years [J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30 (4): 370-376.
- [9] 苟林. 一期后路半椎体切除联合短节段内固定治疗半椎体脊柱侧后凸畸形 [J]. *颈腰痛杂志*, 2020, 41 (6): 39-42.
- [10] Takahashi J, Ebara S, Hashidate H, et al. Computer-assisted hemivertebral resection for congenital spinal deformity [J]. *J Orthop Sci*, 2011, 16 (5): 503-509.
- [11] 刘杰, 陈晓红, 郭士方, 等. 后路半椎体全切钉棒固定治疗幼儿和青少年先天性脊柱侧凸畸形的对比研究 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2014, 22 (9): 851-853.
- [12] Zhang YB, Zhang JG. Treatment of early-onset scoliosis: techniques, indications, and complications [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133 (3): 351-357.
- [13] 王升儒, 仇建国, 田野, 等. 儿童及青少年颈胸段/上胸段先天性脊柱侧后凸畸形手术治疗的疗效与并发症 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2019, 29 (7): 597-603.
- [14] Zhang YB, Zhang JG. Treatment of early-onset scoliosis: techniques, indications, and complications [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2020, 133 (3): 351-357.
- [15] 刘昊楠, 张学军, 李嘉鑫, 等. 儿童先天性脊柱侧弯后路截骨矫形术围手术期出血的相关因素分析 [J]. *中华医学杂志*, 2020, 100 (25): 1962-1966.
- [16] 司泽兵, 吴继功, 马华松, 等. 后路半椎体切除短节段固定治疗6岁以下儿童先天性脊柱侧后凸 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (11): 972-975.
- [17] Chokshi FH, Kadom N, Dwivedi N, et al. Radiographic Cobb angle: a feature of congenital lumbar spine stenosis [J]. *Curr Probl Diagn Radiol*, 2019, 48 (1): 45-49.
- [18] Hu Z, Liu D, Zhu Z, et al. Using satellite rod technique in patients with severe kyphoscoliosis undergoing three-column osteotomy: a minimum of 2 years' follow-up [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (1): 83-89.
- [19] Yelamathy PKK, Chhabra HS, Vaccaro A, et al. Management and prognosis of acute traumatic cervical central cord syndrome: systematic review and spinal cord society-spine trauma study group position statement [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28 (10): 2390-2407.
- [20] Konakondla S, Gokaslan ZL. Commentary: factors affecting prognosis of patients with osteoblastoma of the mobile spine: a long-term follow-up study of 70 patients in a single center [J]. *Neurosurgery*, 2020, 86 (1): 9-10.
- [21] Huang Y, Feng G, Song Y, et al. Efficacy and safety of one-stage posterior hemivertebral resection for unbalanced multiple hemivertebrae: a more than 2-year follow-up [J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2017, 160 (2): 130-136.
- [22] Burkhardt BW, Meyer C, Wagenpfeil G, et al. The effect of cervicodorsal hemivertebra resection on head tilt and trunk shift in children with congenital scoliosis [J]. *J Pediatr Orthop*, 2020, 40 (4): 256-265.
- [23] Guo D, Yao Z, Qi X, et al. Short fixation with a 3-rod technique for posterior hemivertebra resection in children younger than 5 years old [J]. *Pediatr Investig*, 2020, 4 (2): 104-108.
- [24] Wang C, Meng Z, You DP, et al. Individualized study of posterior hemivertebra excision and short-segment pedicle screw fixation for the treatment of congenital scoliosis [J]. *Orthop Surg*, 2021, 13 (1): 98-108.
- [25] Xue X, Zhao S, Miao F, et al. Posterior-only lumbosacral hemivertebral resection and fusion in paediatric scoliosis with minimum two year follow-up [J]. *Int Orthop*, 2020, 44 (5): 979-986.

(收稿:2021-05-01 修回:2021-12-24)

(同行评议专家: 张立军 陈立民)

(本文编辑: 闫承杰)