

# 腰椎滑脱复位融合内固定术治疗儿童重度发育不良性腰椎滑脱的临床疗效及影像学分析



全文二维码

赵梦奇 祁新禹 刘昊楠 郭东 白云松 李承鑫 张学军

首都医科大学附属北京儿童医院骨科, 北京 100045

通信作者: 张学军, Email: zhang-x-j04@163.com

**【摘要】 目的** 评估腰椎滑脱复位融合内固定术治疗儿童重度发育不良性腰椎滑脱 (high dysplastic developmental spondylolisthesis, HDDS) 的临床疗效及影像学参数变化特征。 **方法** 回顾性分析 2014 年 1 月至 2019 年 12 月于首都医科大学附属北京儿童医院行腰椎滑脱复位融合内固定术的 29 例重度腰椎滑脱患儿临床资料, 其中男性 2 例、女性 27 例, 年龄  $(9.9 \pm 2.6)$  岁, 术前滑脱 Meyerding 分度为 III 度 16 例、IV 度 9 例、V 度 4 例。记录患儿术前、术后 3 个月及术后 2 年时的腰椎滑脱率、矢状面轴向垂直距离 (sagittal vertical axis, SVA)、胸椎后凸角 (thoracic kyphosis, TK)、腰椎前凸角 (lumbar lordosis, LL)、骨盆投射角 (pelvic incidence, PI)、骨盆倾斜角 (pelvic tilt, PT)、骶骨倾斜角 (sacral slope, SS)、滑脱角 (slip angle, SA) 等指标。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 及日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分评估患儿腰腿痛和腰椎功能改善情况。 **结果** 29 例均顺利完成手术, 术后随访时间 2 年及以上, 平均随访时间  $(31.8 \pm 10.9)$  个月。患儿 SVA [术前比术后 3 个月为  $(37.8 \pm 21.5)^\circ$  比  $(21.1 \pm 8.2)^\circ$ ]、LL [术前比术后 3 个月为  $(52.2 \pm 19.3)^\circ$  比  $(34.5 \pm 11.7)^\circ$ ]、PT [术前比术后 3 个月为  $(39.4 \pm 14.0)^\circ$  比  $(26.4 \pm 8.2)^\circ$ ]、SS [术前比术后 3 个月为  $(27.8 \pm 10.7)^\circ$  比  $(35.2 \pm 7.9)^\circ$ ]、SA [术前比术后 3 个月为  $(26.4 \pm 14.4)^\circ$  比  $(10.7 \pm 5.2)^\circ$ ] 均较术前显著改善 ( $P < 0.05$ ); TK [术前比术后 3 个月为  $(14.4 \pm 9.3)^\circ$  比  $(15.5 \pm 5.4)^\circ$ ]、PI [术前比术后 3 个月为  $(67.3 \pm 12.5)^\circ$  比  $(61.6 \pm 10.9)^\circ$ ] 较术前无明显变化 ( $P > 0.05$ )。SVA [术后 3 个月比术后 2 年为  $(21.1 \pm 8.2)^\circ$  比  $(19.9 \pm 8.2)^\circ$ ]、TK [术后 3 个月比术后 2 年为  $(15.5 \pm 5.4)^\circ$  比  $(20.1 \pm 7.5)^\circ$ ]、PT [术后 3 个月比术后 2 年为  $(26.4 \pm 8.2)^\circ$  比  $(30.7 \pm 11.4)^\circ$ ]、SS [术后 3 个月比术后 2 年为  $(35.2 \pm 7.9)^\circ$  比  $(41.0 \pm 11.0)^\circ$ ] 和 SA [术后 3 个月比术后 2 年为  $(10.7 \pm 5.2)^\circ$  比  $(10.6 \pm 6.0)^\circ$ ] 均无明显变化 ( $P > 0.05$ ), LL [术后 3 个月比术后 2 年为  $(34.5 \pm 11.7)^\circ$  比  $(46.3 \pm 11.8)^\circ$ ] 和 PI [术后 3 个月比术后 2 年为  $(61.6 \pm 10.9)^\circ$  比  $(71.7 \pm 13.8)^\circ$ ] 明显增大 ( $P < 0.05$ )。术后 2 年时 VAS 评分由术前  $(5.6 \pm 1.1)$  分降至  $(0.4 \pm 0.2)$  分 ( $t = 17.030, P < 0.05$ ), JOA 评分由术前  $(11.9 \pm 2.9)$  分升至  $(20.4 \pm 2.8)$  分 ( $t = -17.972, P < 0.05$ ), 有效率达 96.6%。2 例术后出现神经刺激症状, 1 例出现伤口皮下积液, 对症治疗后均恢复良好, 无一例发生内固定失效。末次随访时平均滑脱复位率为  $(82.6 \pm 6.7)\%$ , 脊柱融合率为 100%。 **结论** 腰椎滑脱复位融合内固定术治疗 HDDS 临床疗效满意, 可有效重建脊柱-骨盆矢状面平衡, 值得临床推广应用。

**【关键词】** 发育不良性; 腰椎滑脱; 影像学参数; 手术治疗; 临床疗效**基金项目:** 中央高水平医院临床科研业务费资助 (2022-PUMCH-D-004)

DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202204068-014

## Clinical outcomes and radiographic measurements of posterior reduction and internal fixation with bone graft fusion for children with high dysplastic developmental spondylolisthesis

Zhao Mengqi, Qi Xinyu, Liu Haonan, Guo Dong, Bai Yunsong, Li Chengxin, Zhang Xuejun

Department of Orthopedics, Affiliated Children's Hospital, Capital Medical University, Beijing 100045, China

Corresponding author: Zhang Xuejun, Email: zhang-x-j04@163.com

**【Abstract】 Objective** To explore the clinical effect and radiographic features of posterior reduction and internal fixation with bone graft fusion for children with high dysplastic developmental spondylolisthesis

(HDDS). **Methods** A total of 29 HDDS children undergoing lumbar spondylolisthesis surgery were recruited from January 2014 to December 2019. There were 2 boys and 27 girls with a mean age of  $(9.9 \pm 2.6)$  years. According to the Meyerding classification scheme, clinical grades were III ( $n=16$ ), IV ( $n=9$ ) and V ( $n=4$ ). Spinal parameters were recorded pre-operation and at Month 3/24 post-operation, including lumbar spondylolisthesis rate, sagittal vertical axis (SVA), thoracic kyphosis (TK), lumbar lordosis (LL), pelvic incidence (PI), pelvic tilt (PT), sacral slope (SS) and slip angle (SA). Clinical outcomes were evaluated by visual analogue scale (VAS) and Japanese Orthopaedic Association (JOA) score. **Results** All procedures were completed successfully. All of them were followed up for over 2 years with a mean period of  $(31.8 \pm 10.9)$  months. The relevant measurements were SVA [pre-operation vs Month 3 post-operation ( $37.8 \pm 21.5$ )° vs. ( $21.1 \pm 8.2$ )°], LL [pre-operation vs Month 3 post-operation ( $52.2 \pm 19.3$ )° vs. ( $34.5 \pm 11.7$ )°], PT [pre-operation vs Month 3 post-operation ( $39.4 \pm 14.0$ )° vs. ( $26.4 \pm 8.2$ )°], SS [pre-operation vs Month 3 post-operation ( $27.8 \pm 10.7$ )° vs. ( $35.2 \pm 7.9$ )°] and SA [pre-operation vs Month 3 post-operation ( $26.4 \pm 14.4$ )° vs. ( $10.7 \pm 5.2$ )°], There were significant improvements as compared with pre-operation ( $P < 0.05$ ), No significant changes occurred in TK (pre-operation vs Month 3 post-operation  $14.4 \pm 9.3$ ° vs.  $15.5 \pm 5.4$ °) or PI ( $67.3 \pm 12.5$ ° vs.  $61.6 \pm 10.9$ °) ( $P > 0.05$ ). SVA [Month 3 vs. Year 2 post-operation were ( $21.1 \pm 8.2$ )° vs. ( $19.9 \pm 8.2$ )°], TK [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $15.5 \pm 5.4$ )° vs. ( $20.1 \pm 7.5$ )°], PT [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $26.4 \pm 8.2$ )° vs. ( $30.7 \pm 11.4$ )°], SS [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $35.2 \pm 7.9$ )° vs. ( $41.0 \pm 11.0$ )°] and SA [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $10.7 \pm 5.2$ )° vs. ( $10.6 \pm 6.0$ )°] showed no marked changes ( $P > 0.05$ ). LL [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $34.5 \pm 11.7$ )° vs. ( $46.3 \pm 11.8$ )°] and PI [Month 3 vs. Year 2 post-operation ( $61.6 \pm 10.9$ )° vs. ( $71.7 \pm 13.8$ )°] changed markedly ( $P < 0.05$ ). At Year 2 post-operation, VAS score dropped from pre-operation ( $5.6 \pm 1.1$ ) to ( $0.4 \pm 0.2$ ) ( $t = 17.030$ ,  $P < 0.05$ ) and JOA score spiked from pre-operation ( $11.9 \pm 2.9$ ) to ( $20.4 \pm 2.8$ ) ( $t = -17.972$ ,  $P < 0.05$ ). Improvement rate of JOA score was 96.6%. In this cohort, the complications were nerve root stimulation symptoms ( $n=2$ ) and wound effusion ( $n=1$ ). All of them recovered after conservative measures. No internal fixation failure occurred. The mean lumbar spondylolisthesis rate and fusion rate was  $(82.6 \pm 6.7)\%$  and 100% at the final follow-up. **Conclusions** Posterior reduction and internal fixation with bone graft fusion is both effective and safe for HDDS children. A wider clinical popularization is warranted.

**[Key words]** Dysplastic; Lumbar Spondylolisthesis; Radiographic Parameters; Surgical Treatment; Clinical Outcome

**Fund program:** Clinical Research Fund of the Central High-level Hospital (2022-PUMCH-D-004)

DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202204068-014

发育不良性腰椎滑脱是儿童及青少年较为少见的脊柱疾病,发病率约为 2.6%,部分患儿可伴有腰骶部发育异常<sup>[1-2]</sup>。Marchetti 等<sup>[3]</sup>在 1997 年将其分为重度发育不良性腰椎滑脱 (high dysplastic developmental spondylolisthesis, HDDS) 和轻度发育不良性腰椎滑脱。其中 HDDS 指 Meyerding 分度  $\geq$  III 度 (即第 5 腰椎滑脱椎体向前滑脱长度与第 1 骶椎椎体上缘长度的比值  $\geq 50\%$ ), 此类患儿多伴有明显腰骶部发育不良,且多数处于青少年期,滑脱进展迅速,常导致脊柱-骨盆矢状面参数异常及神经压迫症状,严重影响患儿的生长发育和身心健康<sup>[4]</sup>。目前, HDDS 的主要治疗方法为手术治疗,较为常用的手术方式为腰椎滑脱复位融合内固定术,与传统原位融合术相比,该术式不仅能重建患儿脊柱-骨盆矢状位力线,矫正腰骶部畸形,还能降低滑

脱进展的风险<sup>[5]</sup>。本文对首都医科大学附属北京儿童医院收治的 HDDS 患儿进行回顾性分析,评估腰椎滑脱复位融合内固定术治疗 HDDS 的临床疗效及影像学参数变化特征。

## 资料与方法

### 一、一般资料

回顾性分析 2014 年 1 月至 2019 年 12 月于本院就诊的 HDDS 患儿临床资料。纳入标准: ①年龄  $< 18$  岁; ②滑脱节段为第 5 腰椎; ③术前完善全脊柱正侧位 X 线片 (包含双侧股骨头); ④行腰椎滑脱复位植骨融合内固定术。排除标准: ①仅有第 5 腰椎峡部裂或轻度滑脱; ②合并脊柱创伤、肿瘤、感染等; ③既往接受过其他类型脊柱手术。按上述纳

排标准,共纳入 29 例患儿。本研究正式开始前经首都医科大学附属北京儿童医院伦理委员会审批通过([2022]-E-105-R),患儿家属均签署知情同意书。

## 二、手术方式

29 例均行腰椎滑脱复位融合内固定术,术中显露椎板、椎弓根解剖位置及双侧神经根,经椎弓根置入螺钉,行第 5 腰椎/第 1 骶椎椎间盘切除,撑开椎间隙,进一步松解神经根,减压,截取适当长度,通过转杠、拧紧椎弓根螺钉矫正滑脱,交替提拉达到复位效果,最后植入自体骨促进融合。24 例行第 5 腰椎至第 1 骶椎短节段固定,3 例行第 4 腰椎至第 1 骶椎固定,2 例行第 4 腰椎至第 2 骶椎固定。

## 三、影像学参数评估与测量方法

由两名医师测量两次影像学参数取平均值,角度测量精确至  $0.1^\circ$ ,长度测量精确至  $0.1\text{ mm}$ 。记录患儿术前、术后 3 个月及术后 2 年随访时影像学参数。

### (一)滑脱程度评估

根据患儿全脊柱 X 线片按 Meyerding 分度方法判定患儿滑脱情况,并计算术前、术后滑脱程度。滑脱程度( $\%$ ) = 第 5 腰椎椎体滑移距离( $\text{mm}$ )/第 1 骶椎上终板长度( $\text{mm}$ )  $\times 100\%$ ;滑脱复位率 = (术前滑脱程度 - 术后滑脱程度)/术前滑脱程度  $\times 100\%$ 。

### (二)脊柱-骨盆矢状面参数

①矢状面轴向垂直距离(sagittal vertical axis, SVA):脊柱矢状面第 7 颈椎铅垂线(C7 plumbline, C7PL)到第 1 骶椎后上角的距离,SVA 在  $-40.0 \sim 40.0\text{ mm}$  内为矢状面平衡;②胸椎后凸角(thoracic kyphosis, TK):过第 5 胸椎上终板与第 12 胸椎下终板的直线所成的夹角;③腰椎前凸角(lumbar lordosis, LL):过第 1 腰椎上终板与第 5 腰椎下终板的直线所成的夹角;④骨盆投射角(pelvic incidence, PI):股骨头中心至第 1 骶椎上终板中点的直线与垂直于第 1 骶椎上终板中点的直线所成的夹角;⑤骨盆倾斜角(pelvic tilt, PT):股骨头中心和第 1 骶椎上终板中点的连线与经过股骨头中心的垂直参考线所成的夹角;⑥骶骨倾斜角(sacral slope, SS):水平参考线与第 1 骶椎上终板线所成的夹角;⑦滑脱角(slip angle, SA):过第 1 骶椎上终板直线与第 5 腰椎下终板线所成的夹角。

## 四、疗效评估

采用疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)及日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Associ-

ation, JOA)评分评估患儿手术疗效。①VAS 评分:记录患儿术前、术后 1 周、术后 3 个月及 2 年 VAS 评分;②JOA 评分:记录患儿术前、术后 3 个月及 2 年 JOA 评分,JOA 评分改善率  $\geq 60\%$  为显效,  $> 25\%$  为有效。

## 五、统计学处理

采用 SPSS 23.0 进行数据分析。计量资料采用 Shapiro-Wilk 法进行正态性检验,采用 Levene 法进行方差齐性检验;服从正态分布的计量资料采用  $\bar{x} \pm s$  表示。两组计量资料服从正态分布且方差齐时采用两独立样本  $t$  检验,方差不齐时采用独立样本  $t'$  检验,不服从正态分布则采用 Mann-Whitney  $U$  检验;对各随访时间点的疗效和影像学数据进行  $F$  检验,方差齐时采用 Tuckey 检验,方差不齐时采用 Games-Howell 检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

29 例患儿年龄( $9.9 \pm 2.6$ )岁;其中男性 2 例,女性 27 例;Ⅲ度 17 例,Ⅳ度 9 例,Ⅴ度 3 例,术前均表现为不同程度腰腿痛、腰椎活动受限或步态异常。术前 10 例合并轻度脊柱侧凸,5 例矢状面失衡。随访时间均超过 2 年。术后 3 个月及 2 年复查 X 线片可见腰椎滑脱术后复位效果可,腰骶部畸形得到明显矫正,融合效果满意。术前、术后 3 个月、术后 2 年随访影像学参数见表 1。

术前滑脱率为( $72.3 \pm 14.1$ )%,术后 3 个月滑脱率为( $12.9 \pm 5.5$ )%;5 例矢状面失衡患儿术后均改善至平衡范围内。SVA、LL、PT、SS、SA 与术前相比均有显著改变,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),TK 和 PI 无显著改变( $P > 0.05$ );术后 2 年与术后 3 个月相比,SVA、TK、PT、SS、SA 均无明显变化( $P > 0.05$ ),LL 和 PI 增大( $P < 0.05$ )。术后 2 年平均滑脱复位率为( $12.9 \pm 1.2$ )%,术后 2 年滑脱复位率为( $82.6 \pm 6.7$ )%。

患儿术前及术后 2 年 VAS 评分及 JOA 评分见表 2。VAS 评分由术前的( $5.6 \pm 1.1$ )分降低至术后 2 年时的( $0.4 \pm 0.2$ )分,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );JOA 评分由术前( $11.9 \pm 2.9$ )分上升至术后 2 年的( $20.4 \pm 2.8$ )分,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。9 例显效(31.0%),19 例有效(65.5%),1 例疗效可(3.4%),有效率达 96.6%。

2 例术后出现腿痛,经保守治疗后疼痛逐渐缓解,随访至术后 3 个月时疼痛消失;1 例术后第 3 天

表 1 29 例重度发育不良性腰椎滑脱患儿术前、术后 3 个月及术后 2 年影像学参数( $\bar{x} \pm s$ )Table 1 Radiographic measurement of 29 HDDS children at pre-operation and Month 3/24 post-operation( $\bar{x} \pm s$ )

分组	SVA(°)	TK(°)	LL(°)	PI(°)	PT(°)	SS(°)	SA(°)
术前	37.8 ± 21.5	14.4 ± 9.3	52.2 ± 19.3	67.3 ± 12.5	39.4 ± 14.0	27.8 ± 10.7	26.4 ± 13.4
术后 3 个月	21.1 ± 8.2	15.5 ± 5.4	34.5 ± 11.7	61.6 ± 10.9	26.4 ± 8.2	35.2 ± 7.9	10.7 ± 5.2
术后 2 年	19.9 ± 8.2	20.1 ± 7.5	46.3 ± 11.8	71.7 ± 13.8	30.7 ± 11.4	41.0 ± 11.0	10.6 ± 6.0
F 值	11.619	3.795	8.651	3.776	7.747	10.230	23.695
P 值	<0.001	0.028	<0.001	0.028	0.001	<0.001	<0.001
P <sub>1</sub> 值	0.004	0.892	<0.001	0.282	0.001	0.037	<0.001
P <sub>2</sub> 值	0.887	0.048	0.021	0.021	0.426	0.122	0.997

注 P 值:3 个不同时间点影像学参数整体比较; P<sub>1</sub> 值:患儿术前与术后 3 个月影像学参数比较; P<sub>2</sub> 值:患儿术后 3 个月与术后 2 年随访影像学参数比较; SVA:矢状面轴向垂直距离; TK:胸椎后凸角; LL:腰椎前凸角; PI:骨盆投射角; PT:骨盆倾斜角; SS:骶骨倾斜角; SA:滑脱角

表 2 29 例重度发育不良性腰椎滑脱患儿各随访时间点 VAS 评分及 JOA 评分( $\bar{x} \pm s$ , 分)Table 2 VAS and JOA scores of 29 HDDS children at different follow-up timepoints( $\bar{x} \pm s$ , points)

分组	VAS 评分	JOA 评分
术前	5.6 ± 1.1	11.9 ± 2.9
术后 2 年	0.4 ± 0.2	20.4 ± 2.8
t 值	17.030	-17.972
P 值	<0.001	<0.001

注 VAS:疼痛视觉模拟; JOA:日本骨科协会

出现伤口皮下积液,换药后伤口愈合良好;2 例术后 1 年出现第 4 腰椎轻度滑脱,未出现腰腿痛等神经刺激症状,目前继续随访观察中。

## 讨论

HDDS 是儿童及青少年较为复杂的脊柱畸形,常合并腰骶部发育不良,多数患儿需手术治疗,目前关于选择原位融合或复位融合治疗仍存在较大争议。Jiang 等<sup>[6]</sup>认为复位融合手术难度大,患儿发生神经系统并发症的风险较高,且术后上位椎体可能发生继发性滑脱,因此推荐选择原位融合术<sup>[7]</sup>。Martiniani 等<sup>[8]</sup>对比原位融合和复位融合两种术式后发现,患儿术后腰腿痛及腰椎功能改善情况无明显差异。近年来部分学者发现复位融合术可有效恢复脊柱-骨盆矢状面序列,改善患儿远期生活质量,且不会增加神经系统并发症的发生风险<sup>[9]</sup>。

腰椎滑脱复位融合内固定术的首要治疗目标是重建脊柱-骨盆矢状面序列。本组患儿术后 SVA 显著低于术前,其中 5 例矢状面失衡患儿术后均恢复至平衡状态,表明该术式可有效重建患儿脊柱矢状面力线。本研究结果显示,与术前相比,术后 3 个月患儿 LL 显著降低( $P < 0.05$ ),表明复位融合术可

有效改善患儿腰椎前凸程度,恢复矢状面平衡。术后 2 年患儿 LL 和 TK 较术后 3 个月有所增加,可能与患儿生长发育有关。文献报道 LL 和 TK 均随年龄增长而逐渐增加,且本组患儿术后 TK 和 LL 多处于相对正常范围,因此我们认为此现象并非手术效果不佳所致<sup>[10]</sup>。此外,SA 的变化可直观反映腰椎滑脱的复位效果。本研究发现与术前相比,患儿术后各随访时间点 SA 均明显降低( $P < 0.05$ ),且术后 2 年与术后 3 个月相比 SA 变化并不明显( $P > 0.05$ ),提示该术式治疗 HDDS 效果显著,且可长期维持腰椎滑脱复位后融合节段的稳定性。

根据骶骨发育形态与脊柱骨盆间的关系,HDDS 可分为两种类型<sup>[11]</sup>:①平衡型:骶骨与骨盆间维持相对平衡状态,影像学参数与正常人无明显差异,其特点为 SS 大而 PT 小;②不平衡型:其特点为 SS 小而 PT 大,可伴有骨盆后倾和腰骶局部后凸畸形。本研究结果显示,HDDS 患儿术后 SS 较术前明显增加,而 PT 则显著减少,且两者差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),术后 2 年时 21 例不平衡型骨盆患儿中有 5 例(23.8%)向平衡型骨盆转化,提示腰椎滑脱复位融合术疗效满意,可有效改善骨盆平衡状态。此外,PI 与腰椎滑脱的关系仍存在争议,文献报道 HDDS 患儿 PI 明显高于正常儿童,且 PI 值随生长发育逐渐增大<sup>[1,12]</sup>。Roussouly 等<sup>[13]</sup>和 Labelle 等<sup>[14]</sup>认为高 PI 值可能与腰椎滑脱进展相关,Gutman 等<sup>[15]</sup>认为 PI 值增加可能是脊柱为维持矢状面平衡而发生的继发性改变,因此,高 PI 值是否为腰椎滑脱的高危因素尚无定论。本研究发现,患儿术后 3 个月 PI 值较术前略有减小,这可能是由于接受腰椎滑脱复位融合术后,PT 值减小,SS 值增大,而  $PI = SS + PT$ ,最终导致 PI 值相差并不明显。由于术后 2 年时患儿年龄增加,PI 值也相应增大,因此患儿 PI 值较术后 3 个月时明显增加。



文献报道多数 HDDS 患儿因腰腿痛就诊, 腰椎滑脱复位术后多数患儿症状可明显缓解, 与以往研究类似<sup>[16-17]</sup>。本研究发现随着时间延长, 患儿 VAS 评分逐渐降低, 且未出现复发性腰腿痛, 术后 2 年患儿 JOA 评分较术前显著提高, 有效率达 96.6%, 表明腰椎滑脱复位融合术疗效满意, 可有效改善患儿生活质量。值得注意的是, 本组有 2 例患儿术后出现腿痛, 保守治疗后症状逐渐缓解, 术后 3 个月随访时疼痛消失。此外, 本组 2 例接受第 5 腰椎/第 1 骶椎短节段固定的患儿术后 1 年发现第 4 腰椎椎体继发性滑脱, 滑脱率分别为 17.6% 和 38.3%, 术后 2 年复查时滑脱率分别为 20.3% 和 40.1%, 因患者滑脱无明显进展趋势且无临床症状, 因此未予特殊处理, 仍继续观察。我们认为继发性滑脱的发生可能与以下因素相关: ① HDDS 患儿第 4、5 腰椎常伴有关节突关节发育不良, 单纯采取第 5 腰椎/第 1 骶椎短节段固定可能导致上位椎体继发性滑脱; ② 术中操作如椎旁肌剥离和椎弓根螺钉置入可能对相邻节段小关节和棘间韧带造成损伤, 术后脊柱活动度增加, 最终导致上位椎体出现继发性滑脱。

综上所述, 腰椎滑脱复位融合内固定术治疗 HDDS 效果满意, 术后并发症发生率低, 可有效重建脊柱-骨盆矢状面序列, 显著改善患儿生活质量, 值得临床推广应用。

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 赵梦奇、祁新禹负责研究的设计、实施和起草文章; 刘昊楠、郭东、白云松进行病例数据收集及分析; 李承鑫、张学军负责研究设计与酝酿, 并对文章知识性内容进行审阅

## 参 考 文 献

- [1] Tsirikos AI, Garrido EG. Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents [J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92 (6): 751-759. DOI:10.1302/0301-620X.92B6.23014.
- [2] Mehdian SH, Arun R. A new three-stage spinal shortening procedure for reduction of severe adolescent isthmic spondylolisthesis: a case series with medium-to long-term follow-up [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2011, 36 (11): E705-E711. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182158c1f.
- [3] Marchetti PG, Bartolozzi P. Classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment [M]//Bridwell KH, DeWald RL, Hammerberg KW, et al. The Textbook of Spinal Surgery. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997: 1211-1254.
- [4] Lamartina C, Zavatsky JM, Petrucci M, et al. Novel concepts in the evaluation and treatment of high-dysplastic spondylolisthesis [J]. Eur Spine J, 2009, 18 (Suppl 1): 133-142. DOI:10.1007/s00586-009-0984-y.
- [5] Mac-Thiong JM, Hresko MT, Alzakri A, et al. Criteria for surgical reduction in high-grade lumbosacral spondylolisthesis based on quality of life measures [J]. Eur Spine J, 2019, 28 (9): 2060-2069. DOI:10.1007/s00586-019-05954-x.
- [6] Jiang GY, Ye CY, Luo JY, et al. Which is the optimum surgical strategy for spondylolisthesis: reduction or fusion in situ? A meta-analysis from 12 comparative studies [J]. Int J Surg, 2017, 42: 128-137. DOI:10.1016/j.ijssu.2017.04.066.
- [7] Hoel RJ, Brenner RM, Polly DW Jr. The challenge of creating lordosis in high-grade dysplastic spondylolisthesis [J]. Neurosurg Clin N Am, 2018, 29 (3): 375-387. DOI:10.1016/j.nec.2018.03.006.
- [8] Martiniani M, Lamartina C, Specchia N. "In situ" fusion or reduction in high-grade high dysplastic developmental spondylolisthesis (HDSS) [J]. Eur Spine J, 2012, 21 (Suppl 1): S134-S140. DOI:10.1007/s00586-012-2230-2.
- [9] Bourassa-Moreau É, Mac-Thiong JM, Joncas J, et al. Quality of life of patients with high-grade spondylolisthesis: minimum 2-year follow-up after surgical and nonsurgical treatments [J]. Spine J, 2013, 23 (7): 770-774. DOI:10.1016/j.spinee.2013.01.048.
- [10] Porto AB, Okazaki VHA. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: a review of normative values and reliability [J]. J Manipulative Physiol Ther, 2018, 41 (8): 712-723. DOI:10.1016/j.jmpt.2018.03.003.
- [11] Hresko MT, Labelle H, Roussouly P, et al. Classification of high-grade spondylolistheses based on pelvic version and spine balance: possible rationale for reduction [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2007, 32 (20): 2208-2213. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31814b2cee.
- [12] Zhou XY, Zhao J, Li B, et al. Assessment of sagittal spinopelvic balance in a population of normal Chinese children [J]. Spine (Phila Pa 1976), 2020, 45 (13): E787-E791. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003428.
- [13] Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management [J]. Eur Spine J, 2010, 19 (11): 1824-1836. DOI:10.1007/s00586-010-1476-9.
- [14] Labelle H, Mac-Thiong JM, Roussouly P. Spino-pelvic sagittal balance of spondylolisthesis: a review and classification [J]. Eur Spine J, 2011, 20 (Suppl 5): 641-646. DOI: 10.1007/s00586-011-1932-1.
- [15] Gutman G, Silvestre C, Roussouly P. Sacral doming progression in developmental spondylolisthesis: a demonstrative case report with two different evolutions [J]. Eur Spine J, 2014, 23 (Suppl 2): 288-295. DOI:10.1007/s00586-014-3306-y.
- [16] Fujimori T, Okuda S, Iwasaki M, et al. Validity of the Japanese orthopaedic association scoring system based on patient-reported improvement after posterior lumbar interbody fusion [J]. Spine J, 2016, 26 (6): 728-736. DOI:10.1016/j.spinee.2016.01.181.
- [17] Chiarotto A, Maxwell LJ, Ostelo RW, et al. Measurement properties of visual analogue scale, numeric rating scale, and pain severity subscale of the brief pain inventory in patients with low back pain: a systematic review [J]. J Pain, 2019, 20 (3): 245-263. DOI:10.1016/j.jpain.2018.07.009.

(收稿日期: 2022-04-22)

**本文引用格式:** 赵梦奇, 祁新禹, 刘昊楠, 等. 腰椎滑脱复位融合内固定术治疗儿童重度发育不良性腰椎滑脱的临床疗效及影像学分析 [J]. 临床小儿外科杂志, 2024, 23 (1): 72-76. DOI: 10.3760/cma.j.cn101785-202204068-014.

**Citing this article as:** Zhao MQ, Qi XY, Liu HN, et al. Clinical outcomes and radiographic measurements of posterior reduction and internal fixation with bone graft fusion for children with high dysplastic developmental spondylolisthesis [J]. J Clin Ped Sur, 2024, 23 (1): 72-76. DOI:10.3760/cma.j.cn101785-202204068-014.