

· 临床研究 ·

## 青少年腰椎间盘突出症 Waveflex 动态固定<sup>△</sup>

薛海鹏<sup>1,3</sup>, 吴 燕<sup>2</sup>, 赵 霞<sup>3</sup>, 李秉营<sup>3</sup>, 徐展望<sup>1\*</sup>

(1. 山东中医药大学, 山东济南 250355; 2. 山东第一医科大学第一附属医院, 山东济南 250014;  
3. 山东中医药大学附属医院, 山东济南 250014)

**摘要:** [目的] 评估 Waveflex 动态固定系统治疗青少年腰椎间盘突出症短期疗效。[方法] 回顾性分析 2017 年 6 月—2020 年 12 月采用 Waveflex 动态固定系统结合椎板间扩大开窗髓核摘除治疗青少年椎间盘突出 23 例患者的临床资料, 评估其临床与影像结果。[结果] 23 例患者均顺利完成手术, 无严重并发症, 手术时间 (73.8±5.5) min, 术中出血量 (131.7±22.4) ml, 随访时间 12~36 个月。随时间推移 (术前、术后 6 个月和末次随访), 腰痛 VAS 评分 [(5.4±1.0), (2.3±0.6), (1.5±0.6),  $P<0.001$ ]、腿疼 VAS 评分 [(6.5±0.9), (2.4±0.6), (1.4±0.5),  $P<0.001$ ] 和 ODI 评分 [(59.0±4.8), (19.7±2.9), (13.0±3.0),  $P<0.001$ ] 均显著减少。影像方面, 术后椎间隙高度 [(8.6±1.6)mm, (10.4±1.4)mm, (10.1±1.5)mm,  $P<0.001$ ]、腰椎前凸角 [(18.3±8.6)°, (24.7±7.4)°, (23.9±6.4)°,  $P<0.001$ ] 和患椎间隙 Pfirrmann 分级 (I/II/III/IV/V) [(0/6/15/2/0), (1/10/9/3/0), (2/13/4/4/0),  $P=0.009$ ] 较术前显著改善。[结论] Waveflex 动态固定治疗青少年腰椎间盘突出症短期临床疗效良好, 有利于维持椎间隙高度, 延缓椎间盘退变。

**关键词:** 青少年, 椎间盘突出症, waveflex, 动态固定

**中图分类号:** R681.53      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 09-0851-04

**Waveflex dynamic fixation for lumbar disc herniation in adolescents** // XUE Hai-peng<sup>1,3</sup>, WU Yan<sup>2</sup>, ZHAO Xia<sup>3</sup>, LI Bing-ying<sup>3</sup>, XU Zhan-wang<sup>1</sup>. 1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China; 2. The First Affiliated Hospital, Shandong First Medical University, Jinan 250014, China; 3. Affiliated Hospital, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China

**Abstract:** [Objective] To evaluate the short-term clinical outcomes of Waveflex<sup>TM</sup> spinal system in the treatment of lumbar disc herniation in of adolescent. [Methods] A retrospective study was conducted on 23 adolescent patients who received extended interlaminar fenestrated discectomy combined with internal fixation with Waveflex<sup>TM</sup> spinal system for intervertebral disc herniation in our hospital from June 2017 to December 2020. The clinical and imaging data were evaluated. [Results] All the 23 patients were successfully operated on without serious complications, whereas with the operation time of (73.8±5.5) min, and the intraoperative blood loss of (131.7±22.4) ml, and followed up from 12 to 36 months. As time went by (preoperative, 6 months after surgery and the last follow-up), the VAS score for lumbago [(5.4±1.0), (2.3±0.6), (1.5±0.6),  $P<0.001$ ], the VAS score for leg pain [(6.5±0.9), (2.4±0.6), (1.4±0.5),  $P<0.001$ ], and ODI scores [(59.0±4.8), (19.7±2.9), (13.0±3.0),  $P<0.001$ ] were significantly reduced. Radiographically, the height of the intervertebral disc [(8.6±1.6)mm, (10.4±1.4)mm, (10.1±1.5)mm,  $P<0.001$ ], the lumbar lordotic angle [(18.3±8.6)°, (24.7±7.4)°, (23.9±6.4)°,  $P<0.001$ ], and Pfirrmann grade of disc degeneration (I/II/III/IV/V) [(0/6/15/2/0), (1/10/9/3/0), (2/13/4/4/0),  $P=0.009$ ] significantly improved postoperatively compared with those preoperatively. [Conclusion] This waveflex dynamic fixation does achieve satisfactory clinical consequences in short term for adolescent lumbar disc herniation, which might be beneficial to maintain the height of intervertebral space and delay the degeneration of intervertebral disc.

**Key words:** adolescent, intervertebral herniated disc, waveflex, dynamic fixation

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是一种临床常见的疾病, 以腰腿痛为主要临床表现。

青少年 LDH 临床少见, 占有手术治疗 LDH 病例的 0.5%~3%<sup>[1, 2]</sup>, 其发病与多种因素有关, 创伤、脊柱

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.09.17

<sup>△</sup>基金项目: 济南市科技发展计划项目 (编号: 202019148); 徐展望全国名老中医药专家传承工作室建设项目 (国中医药人教函[2022]75 号); 山东中医药大学青年创新团队项目

作者简介: 薛海鹏, 医学博士, 副主任医师, 研究方向: 脊柱外科, (电话)13287711511, (电子信箱)13287711511@163.com

\* 通信作者: 徐展望, (电子信箱)275179609@qq.com

局部畸形及遗传等是其可能的危险因素<sup>[3]</sup>。考虑到青少年术后对功能及长远学习及工作要求,为降低椎间隙塌陷及复发风险,本研究2017年6月—2020年12月应用Waveflex™ spinal system(韩国, Medyssey公司)动态固定系统结合后路椎板间扩大开窗髓核摘除术治疗青少年椎间盘突出23例,取得满意效果,现报道如下。

## 1 临床资料

### 1.1 一般资料

2017年6月—2020年12月本院对青少年LDH经系统规范保守治疗3个月以上保守治疗无效的23例患者,应用Waveflex动态系统结合椎板间扩大开窗髓核摘除术治疗。其中男15例,女8例;年龄17~21岁,平均(19.4±1.5)岁;L<sub>4/5</sub> 15例, L<sub>5/S1</sub> 7例, L<sub>3/4</sub> 1例。所有患者均有明确的下肢放射痛伴或不伴腰痛,查体出现对应节段神经支配区肌力下降、感觉异常等,下肢直腿抬高试验阳性;影像检查证实为单节段椎间盘突出或髓核脱垂;既往均无腰椎手术史,无受累节段活动度丧失。本研究经医院医学伦理委员会批准,所有患者均知情同意并签署知情同意书。

### 1.2 手术方法

采用全身麻醉,取俯卧位,腹部悬空。术前透视定位手术节段并做标记。采用后正中切口,长约8~10 cm,切开皮肤及皮下组织,逐层剥离显露双侧椎板和关节突关节,非开窗侧采用Wiltse入路,术中注意保护棘上韧带、棘突间韧带和关节囊的完整性。以横突上缘与关节突关节交界1/3标记为进钉点,置入4枚椎弓根螺钉,透视证实螺钉位置良好。根据下肢症状选择单侧或双侧开窗,扩大椎板间孔,咬除黄韧带,保护硬膜及神经根,摘除突出及脱出髓核组织及间隙内变性髓核组织,确保神经根松弛。将Waveflex弹性棒与椎弓根螺钉连接并锁定固定,对于间隙较窄的患者,可适当撑开,但勿过度。再次透视确认内固定物位置良好,彻底止血,冲洗切口,棘突两侧分别留置负压引流装置,逐层缝合。

术前30 min临时应用头孢唑啉钠预防感染。术后常规营养神经及消肿药物,术后48 h内拔除引流管,12~14 d拆线;术后即开始行踝泵锻炼并鼓励患者交替双下肢直腿抬高训练,拔除引流管佩戴支具下地活动;下地后复查腰椎正侧位X线片及腰椎CT平

扫+矢状位重建,支具保护1个月去除,3个月内避免弯腰、负重。术后6个月及末次随访时复查腰椎CT平扫+矢状位重建、腰椎MRI。

### 1.3 评价指标

记录围手术期资料,包括手术时间、术中出血量及并发症情况。采用疼痛视觉模拟评分(visual analog scale, VAS)、Oswestry功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)评价临床效果。行影像学检查,测量腰椎前凸角(矢状面L<sub>1</sub>~L<sub>5</sub> Cobb角)、手术节段椎间隙中缘高度,采用Pfirrmann分级系统<sup>[4]</sup>评估手术节段椎间盘退变情况。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 21.0统计软件(SPSS公司,美国)进行数据分析,计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时采用单因素方差分析,两两比较采用LSD法,资料呈非正态分布时,采用秩和检验。等级资料采用Kendall检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床结果

本组23例患者均顺利完成手术。手术时间60~80 min,平均(73.8±5.5) min;术中出血量110~200 ml,平均(131.7±22.4) ml。手术过程中均未出现硬脊膜破裂、神经损伤等相关并发症。未出现手术部位感染病例。

23例患者完成术后两次随访,随访时间12~36个月。临床结果见表1,术后6个月和末次随访时患者的腰痛、腿疼及ODI评分较术前显著改善,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );但是,术后6个月与末次随访相比,腰痛和腿疼VAS评分及ODI评分差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

### 2.2 影像评估

影像评估结果见表1,术后6个月和末次随访时腰椎前凸角、椎间隙高度较术前显著增加,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。术后6个月与末次随访时相比,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。在本组病例中部分患者手术间盘Pfirrmann分级较术前明显改善,部分患者椎间盘呈现再水化现象,末次随访时Pfirrmann分级新增I级2例(8.7%),II级7例(30.4%),改善率39.1%;但是,2例退变至IV级(8.7%)。随访过程中,所有患者均未出现弹性棒及螺钉断裂、松动及术后椎间盘再突出等情况。

表 1 23 例患者临床与影像检查资料比较

指标	术前	术后 6 个月	未次随访时	P 值
腰痛 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	5.4 $\pm$ 1.0	2.3 $\pm$ 0.6	1.5 $\pm$ 0.6	<0.001
腿痛 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$ )	6.5 $\pm$ 0.9	2.4 $\pm$ 0.6	1.4 $\pm$ 0.5	<0.001
ODI 评分 (% , $\bar{x} \pm s$ )	59.0 $\pm$ 4.8	19.7 $\pm$ 2.9	13.0 $\pm$ 3.0	<0.001
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )	8.6 $\pm$ 1.6	10.4 $\pm$ 1.4	10.1 $\pm$ 1.5	<0.001
腰椎前凸角 ( $^{\circ}$ , $\bar{x} \pm s$ )	18.3 $\pm$ 8.6	24.7 $\pm$ 7.4	23.9 $\pm$ 6.4	<0.001
Pfirrmann 分级 (例, I/II/III/IV/V)	0/6/15/2/0	1/10/9/3/0	2/13/4/4/0	0.009

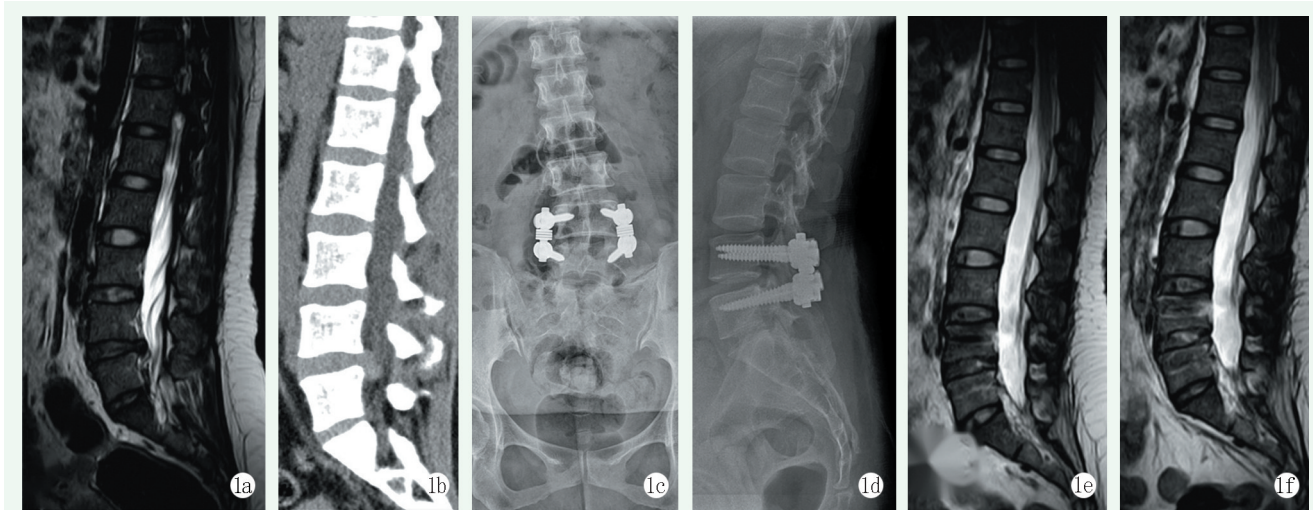


图 1 患者, 女, 21 岁, 腰痛伴左下肢麻木疼痛 3 个月, L<sub>4/5</sub> 椎间盘左侧突出并脱出 1a: 术前 MRI 矢状位 T2 像, 见 L<sub>4/5</sub> 椎间盘突出, L<sub>4/5</sub> 和 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间隙“黑间盘”改变 1b: 术前 CT 矢状位, 显示 L<sub>4/5</sub> 椎间盘突出 1c, 1d: 术后正侧位 X 线片, 显示内固定位置良好 1e, 1f: 术后 6 个月和末次随访 (术后 18 个月) MRI 矢状位 T2 像, 显示手术节段椎管占位消失, L<sub>4/5</sub> 节段呈现“再水化”现象, 椎间隙无明显塌陷

### 3 讨论

青少年椎间盘突出症临床少见, 在本研究中, 青少年患者术前腰椎前凸角偏小, 脊柱形态多为 Rous-souly I 型与 II 型, 与其他研究结果相似<sup>[5, 6]</sup>, 提示脊柱矢状面形态异常在青少年椎间盘突出症发生中存在一定关系。椎体终板为二次骨化中心, 正常时 21 岁左右与椎体融合<sup>[7]</sup>, 因此本研究将年龄定在 21 岁以内。目前, 手术治疗方法很多, 孔镜微创虽取得了良好效果, 但存在术后椎间隙塌陷及复发风险<sup>[8, 9]</sup>, 有报道孔镜术后再突出率约为 7.9%~12.4%<sup>[10]</sup>, 髓核摘除的过程, 客观上加速了手术椎间盘的退变进程。对于青少年 LDH 患者, 应充分考虑椎间隙塌陷及椎间盘退变对患者的影响, 动态固定系统符合上述要求。

动态固定系统可保留部分节段运动功能, 限制手术节段异常活动, 可维持椎间高度、减轻椎间盘应力及促进椎间盘修复, 降低术后再突出<sup>[11]</sup>, 动态固

定技术在降低固定节段的椎间盘内压力的同时, 也使受到保护的椎间盘髓核有了“再水化”的机会<sup>[12, 13]</sup>。Waveflex 系统优点在于在保留生理运动的同时承担椎间盘部分负重功能, 降低椎间隙应力。崔凯莹等<sup>[14]</sup>通过将 Waveflex 定系统合 Hybrid 技术发现 Waveflex 系统在一定程度上延缓椎间融合后半刚性内固定节段及头侧邻近节段退变的发生, 本研究结果表明, 青少年椎间盘突出症患者采用 Waveflex 动态固定系统短期随访中在维持椎间隙高度, 促进椎间盘再水化, 改善 Pfirrmann 分级中发挥着重要作用, 同时对于巨大髓核脱出, 椎间隙塌陷明显的患者在改善椎间隙高度方面亦有重要作用。Pfirrmann 分级系统对椎间盘退变的分级评估存在局限先性, 特别是对于 III 级和 IV 的评估存在主观性, 容易对研究结果产生影响。在本组病例中新增 2 例 Pfirrmann 分级 IV 级患者, 均为巨大髓核脱出且高体重指数, 因此, 对于高体重患者应用 Waveflex 系统的有效性仍需进一步研究。Waveflex 系统的缺点在于脊柱旋转及侧弯时对间盘的保护性差, 其次, 因弹性棒承载着一定应力, 易

发生疲劳断裂。本研究随访过程中未出现螺钉及弹性棒断裂的情况。

应用 Waveflex 系统作者有以下几点体会：(1) 非开窗侧采用 Wiltse 入路，重视软组织，特别是关节囊等相关结构的保护；(2) 螺钉置入时宜偏外，同时加大内倾角度，防止螺钉置入时对关节突关节的影响；(3) 连接棒尽可能接近腰椎自然曲度；(4) 避免过度撑开，增加内固定装置应力。

本研究仅为单中心的短期回顾性分析，由于本组研究病例数较少，存在偏倚，长期效果及 Waveflex 对椎间盘的保护作用仍需多中心、大样本的随机对照研究和更长时间的临床随访证据。

### 参考文献

- [1] Hatia NN, Chow G, Timon SJ, et al. Diagnostic modalities for the evaluation of pediatric back pain: a prospective study [J]. J Pediatr Orthop, 2008, 28 (2): 230-233.
- [2] Feldman DS, Hedden DM, Wright JG, et al. The use of bone scan to investigate back pain in children and adolescents [J]. J Pediatr Orthop, 2000, 20 (6): 790-795.
- [3] Sarma P, Thirupathi RT, Srinivas D, et al. Adolescent prolapsed lumbar intervertebral disc: Management strategies and outcome [J]. J Pediatr Neurosci, 2016, 11 (1): 20-24.
- [4] Urrutia J, Besa P, Campos M, et al. The Pfirrmann classification of lumbar intervertebral disc degeneration: an independent inter- and intraobserver agreement assessment [J]. Eur Spine J, 2016, 25 (9): 2728-2733.
- [5] Mao L, Zhu B, Wu XT. One-stage percutaneous endoscopic lumbar discectomy for symptomatic double-level contiguous adolescent lumbar disc herniation [J]. Orthop Surg, 2021, 13 (5): 1532-1539.
- [6] Benzakour T, Igoumenou V, Mavrogenis AF, et al. Current concepts for lumbar disc herniation [J]. Int Orthop, 2019, 43 (4): 841-851.
- [7] Dang L, Liu Z. A review of current treatment for lumbar disc herniation in children and adolescents [J]. Eur Spine J, 2010, 19 (2): 205-214.
- [8] Eun SS, Lee SH, Sabal LA, et al. Long-term follow-up results of percutaneous endoscopic lumbar discectomy [J]. Pain Physician, 2016, 19 (8): 1161-1166.
- [9] 白金柱, 洪毅, 张军卫, 等. 侧路椎间孔镜腰椎间盘切除中期疗效评价 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (9): 790-794.
- [10] 毛路, 祝斌, 吴小涛, 等. 腰椎经皮椎间孔镜下椎间盘摘除术后再手术 [J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (7): 582-585.
- [11] 郑燕平, 刘新宇. 从临床积累中不断探索腰椎经椎弓根动态固定的应用范围及其价值 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (17): 1171-1174.
- [12] Ciavarró C, Caiani EG, Brayda BM, et al. Mid-term evaluation of the effects of dynamic neutralization system on lumbar intervertebral discs using quantitative molecular MR imaging [J]. J Magn Reson Imaging, 2012, 35 (5): 1145-1151.
- [13] 刘园桐, 镇万新, 杨大志, 等. Dynesys 非融合术后腰椎节段放射学改变及椎间盘再水化 [J]. 中国矫形外科杂志, 2015, 23 (13): 1173-1178.
- [14] 崔凯堂, 陈文明, 刘国岩, 等. Waveflex 半刚性内固定系统治疗腰椎退变性疾病的中期疗效 [J]. 中华骨科杂志, 2021, 41 (17): 1257-1266.

(收稿:2023-01-13 修回:2023-02-16)

(同行评议专家:郭群峰 吴瑞 马园)

(本文编辑:郭秀婷)