

## · 临床研究 ·

## 两种弹性固定系统在单节段腰椎间盘突出症髓核摘除术中的对照研究

吴泽宣, 徐洪海, 韩晓帆, 李伟伟, 段亮, 段大鹏, 杨俊生  
(西安医学院 陕西省人民医院, 陕西 西安 710000)

**【摘要】** 目的:探讨两种弹性椎弓根内固定系统在单节段腰椎间盘突出症开窗髓核摘除术中的临床应用。方法:对 2019 年 6 月至 2021 年 3 月采用手术治疗的 64 例腰椎间盘突出症患者进行回顾性分析,根据术中置入不同的弹性固定系统,分为使用普通椎弓根螺钉弹性棒连接固定组(弹性棒组)和特制弹性椎弓根螺钉刚性棒连接固定组(弹性钉组)。其中弹性棒组 33 例,男 18 例,女 15 例,年龄 30~69(49.18±10.23)岁;弹性钉组 31 例,男 16 例,女 15 例,年龄 32~68(49.81±9.24)岁。分别记录两组患者的手术时间、术中出血量、术后伤口引流量及术后下地时间,比较术前及术后 3、12 个月时的腰背疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS),日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)评分, Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI);测量术前及术后 12 个月侧位 DR 片上位邻近椎体间隙高度;采用 Macnab 标准评定临床疗效。结果:两组患者均顺利完成手术并获随访。弹性棒组的手术时间、术中出血量、术后引流量及术后下地时间分别为(63.73±12.01) min、(89.55±16.07) ml、(81.67±16.00) ml、(3.45±0.75) d,弹性钉组为(62.96±11.54) min、(88.35±17.14) ml、(82.29±15.40) ml、(3.29±0.78) d,组间比较差异无统计学意义。所有患者术后腰痛及下肢麻木等症明显改善,两组患者手术前后的 VAS、JOA 评分、ODI 比较差异无统计学意义( $P>0.05$ )。术后 12 个月上位邻近椎体间隙高度与术前同一节段椎体间隙高度比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),手术前后组间差异无统计学意义。按照 Macnab 标准评定疗效,弹性棒组优 30 例,良 2 例,可 1 例;弹性钉组优 29 例,良 2 例,可 0 例,组间差异无统计学意义( $Z=-0.42, P=0.68$ )。结论:在腰椎间盘突出症开窗髓核摘除术中,两种弹性椎弓根内固定系统疗效相当,均可使用。而弹性钉内固定系统对于两椎体之间距离较短,在弹性棒不能放入或放入困难时具有一定的优势,使用更广泛。

**【关键词】** 腰椎; 椎间盘移位; 手术; 动态固定系统

中图分类号:R681.5

DOI:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.10.008

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Comparative study of two elastic fixation systems in single-segment lumbar disc herniation surgery for nucleus pulposus extraction** WU Ze-xuan, XU Hong-hai, HAN Xiao-fan, LI Wei-wei, DUAN Liang, DUAN Da-peng, and YANG Jun-sheng \*Xi'an Medical College, Shaanxi Provincial People's Hospital, Xi'an 710000, Shaanxi, China

**ABSTRACT Objective:** To investigate the clinical application of two elastic pedicle internal fixation systems in single-segment lumbar disc herniation fenestration. **Methods:** A retrospective analysis of 64 patients with lumbar intervertebral disc herniation treated by surgery from June 2019 to March 2021. According to the different elastic fixation systems placed during the operation, the patients were divided into ordinary pedicle screw elastic rod link group (elastic rod group) and a special elastic pedicle screw rigid rod fixed connection group (elastic screw group). There were 33 cases in the elastic rod group, including 18 males and 15 females, aged from 30 to 69 years old with an average of (49.18±10.23) years old; and 31 cases in the elastic screw group, including 16 males and 15 females, aged from 32 to 68 with an average of (49.81±9.24) years old. The operation time, intraoperative blood loss, postoperative wound drainage, and postoperative landing time of the two groups were recorded separately. The visual analogue scale (VAS), Japanese Orthopaedic Association (JOA) score, and Oswestry Disability Index (ODI) were compared before and 3, 12 months after operation. The height of the adjacent vertebral space on the lateral DR film before and 12 months after the operation was measured. The clinical efficacy was evaluated by Macnab standard. **Results:** All the patients successfully completed the operation, and were followed up. The operation time, intraoperative blood loss, postoperative wound drainage and postoperative landing time in the elastic rod group were (63.73±12.01) min, (89.55±16.07) ml,

基金项目:陕西省科技统筹创新工程计划项目(编号:2015KTCL03-02)

Fund program: Shaanxi Science and Technology Overall Planning and Innovation Project (No. 2015KTCL03-02)

通讯作者: 杨俊生 E-mail: yangzhurenllk@126.com

Corresponding author: YANG Jun-sheng E-mail: yangzhurenllk@126.com

(81.67±16.00) ml, (3.45±0.75) d ,while in the elastic nail group was (62.96±11.54) min, (88.35±17.14) ml, (82.29±15.40) ml, (3.29±0.78) d,the difference was not statistically significant. The symptoms of low back pain and lower extremity numbness were significantly improved in all patients after operation. There was no significant difference in VAS,JOA score and ODI between the two groups before and after surgery ( $P>0.05$ ). At 12 months after operation, there was no significant difference in the height of the adjacent vertebral space between the upper adjacent vertebral body and the same segment before operation( $P>0.05$ ),and there was no significant difference between the groups before and after the operation. According to Macnab criteria, the elastic rod group was excellent in 30 cases ,good in 2 cases ,fair in 1 case,while the elastic nail group was excellent in 29 cases ,good in 2 cases ,fair in 0 cases ,and there was no significant difference ( $Z=-0.42,P=0.68$ ). **Conclusion:**In fenestrated nucleus pulposus extraction for lumbar disc herniation,the two elastic pedicle internal fixation systems are equally effective and can be used. The elastic screw internal fixation system has certain advantages when the distance between the two vertebral bodies is short ,and the elastic rod cannot be placed or is difficult to be placed ,and it is more widely used.

**KEYWORDS** Lumbar vertebrae; Intervertebral disk displacement; Surgery; Dynamic fixed system

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation,LDH) 合并失稳或术中出现潜在不稳,行髓核摘除植骨融合内固定术是目前手术治疗的常见方法,然而融合手术近年也在不断受到一定的质疑。这种术式所造成的腰椎活动度下降以及相应节段应力集中造成邻近节段退变逐渐引起的重视<sup>[1]</sup>。面对以上问题,腰椎动态内固定技术即腰椎间盘髓核摘除非融合内固定技术越来越被关注<sup>[2]</sup>。动态固定设计理念中的一个重要目标就是邻近节段的保护<sup>[3]</sup>,在稳定性与活动性之间试图寻找到平衡,但不同类型弹性固定之间的比较却缺少相关的临床数据。为了探讨两种弹性椎弓根内固定系统在单节段腰椎间盘突出症开窗髓核摘除术中的临床效果是否存在差异,回顾性分析了 2019 年 6 月至 2021 年 3 月采用开窗髓核摘除单侧弹性棒内固定和同期行开窗髓核摘除单侧弹性钉内固定治疗只涉及 1 个椎间关节的腰椎间盘突出症患者的临床资料,观察其在临床治疗效果及并发症上的情况,报告如下。

**1 资料与方法**

**1.1 病例选择**

**1.1.1 纳入标准** 年龄 30~70 岁;影像学资料表明存在单节段椎间盘突出症;腰腿痛症状明显或伴下肢神经功能障碍;正规保守治疗 3 个月后症状未见明显改善;常规实验室检查未见明显手术禁忌;手术治疗后长期随访,临床资料保留完整;患者对治疗及手术方案知情同意,并严格遵守赫尔辛基宣言。

**1.1.2 排除标准** 影像结果无法支持临床症状与体征者;涉及到多节段椎间盘突出;腰椎严重畸形者;腰椎原发或继发肿瘤者;对金属植入物严重过敏患者;有严重的内科基础疾病从而影响治疗的患者;腰椎受到严重暴力损伤后所致腰椎间盘突出者。

**1.2 一般资料**

本研究共纳入 64 例,其中 33 例采用髓核摘除单侧弹性棒内固定术治疗(弹性棒组),男 18 例,女 15 例,年龄 30~69(49.18±10.23)岁,腰椎间盘突出节段 L<sub>3,4</sub> 3 例,L<sub>4,5</sub> 13 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 17 例,随访时间 10~14(11.94±1.25)个月。31 例采用髓核摘除单侧弹性钉内固定术治疗(弹性钉组),男 16 例,女 15 例,年龄 32~68(49.81±9.24)岁,腰椎间盘突出节段 L<sub>3,4</sub> 2 例,L<sub>4,5</sub> 11 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 18 例,随访时间 8~14(11.78±1.11)个月。两组患者一般资料比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ),具有可比性。见表 1。

**1.3 治疗方法**

麻醉满意后,取俯卧位,胸部及髂部垫高使腹部悬空,术前 C 形臂 X 线透视定位,消毒铺巾。取腰部后正中切口,切开皮肤及皮下浅筋膜。皮刀沿着棘突单侧(椎间盘突出侧)切断椎旁肌,塞入小纱条止血,逐步塞入纱布,行钝性分离。常规显露椎板及小关节突后在椎板间做 1 个小开窗,显露并保护神经根,彻底清除椎间盘突出和松弛的髓核。对于开窗过程中小关节突损失>1/2 的患者考虑存在潜在的不稳定,即行术中弹性椎弓根内固定。弹性棒组在开窗侧置

表 1 两组腰椎间盘突出症患者术前一般资料比较

Tab.1 Comparison of preoperative general data of patients with lumbar disc herniation between two groups

组别	例数	性别(例)		年龄( $\bar{x}\pm s$ ,岁)	突出节段(例)			随访时间( $\bar{x}\pm s$ ,月)
		男	女		L <sub>3,4</sub>	L <sub>4,5</sub>	L <sub>5</sub> S <sub>1</sub>	
弹性棒组	33	18	15	49.18±10.23	3	13	17	11.94±1.25
弹性钉组	31	16	15	49.81±9.24	2	11	18	11.78±1.11
检验值		$\chi^2=0.05$		$t=-0.26$	$\chi^2=0.33$			$t=0.56$
P 值		0.81		0.80	0.85			0.28

入椎弓根螺钉,并选择弹性棒连接固定(北京市富乐科技开发有限公司)。弹性钉组则置入动态椎弓根钉,并使用刚性棒连接固定(北京市富乐科技开发有限公司)。再次术中透视检查弹性固定系统位置正确,探查神经根没有张力。冲洗术野,并将防粘连膜置于硬膜的表面,放置引流管后逐层缝合切口。术后常规使用抗生素 48 h 预防感染,佩戴腰带后可适当床旁活动。

1.4 观察项目与方法

(1)记录患者的一般情况,包括手术时间、术中出血量、术后伤口引流量及术后下地时间。(2)比较两组患者术前及术后 3、12 个月时的腰背疼痛视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)<sup>[4]</sup>,日本骨科协会(Japanese Orthopaedic Association, JOA)<sup>[5]</sup>评分, Oswestry 功能障碍指数(Oswestry Disability Index, ODI)<sup>[6]</sup>。(3)使用华海 Med PACS 系统,在侧位 DR 片测量术前及术后 12 个月时上位邻近椎体间隙高度。计算方法:上位椎体下缘 4 等分点与下位椎体上缘 4 等分点连线距离的均值。(4)术后 12 个月随访时采用 Macnab 标准<sup>[7]</sup>对疗效进行评定。

1.5 统计学处理

数据采用 SPSS 18.0 软件进行统计学分析,两组患者的性别及突出节段,进行  $\chi^2$  检验,符合正态分布的定量资料以均数±标准差( $\bar{x}\pm s$ )表示。两组间手术时间、术中出血量、术后引流量、术后下地时间,及术后 3、12 个月时的 VAS、JOA、ODI 比较采用两独立

样本  $t$  检验;Macnab 等级资料比较采用秩和检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

两组患者均顺利完成手术,且获得随访。手术时间、术中出血量、术后引流量、术后下地时间,及术后 3、12 个月随访时 VAS、JOA、ODI 组间差异无统计学意义( $P>0.05$ ),见表 2-4。典型病例见图 1-2。

按照 Macnab 标准评定疗效,弹性棒组优 30 例,良 2 例,可 1 例,差 0 例;弹性钉组优 29 例,良 2 例,可 0 例,差 0 例;组间比较差异无统计学意义( $Z=-0.42, P=0.68$ )。术后 12 个月时测量侧位 DR 片上位邻近椎体间隙高度与术前同一节段椎体间隙高度比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ,表 3)。两组术后均无腰椎间盘突出症复发。

3 讨论

3.1 腰椎融合固定术及单纯开窗髓核摘除术带来的问题

传统的腰椎后路开窗减压、椎弓根钉棒内固定术是治疗腰椎间盘突出症的经典术式,但是该手术方式也存在一定的弊端,过于刚性的固定,导致了腰椎活动度的下降,并且相邻节段的椎体所受应力相应增加,使得相邻节段的椎间盘退变加快<sup>[8]</sup>。据文献报道,在脊柱行髓核摘除植骨融合固定后,其相邻节段椎体退变发生率在 3.9%~41%<sup>[9]</sup>。而融合节段的上位邻近椎体间隙退变的发生率较高,为 25.5%,下位邻近椎体间隙退变的发生率仅为 2.6%,并判断导致

表 2 两组腰椎间盘突出症患者手术一般情况比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.2 Comparison of postoperative general situation of patients with lumbar disc herniation between two groups( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	手术时间(min)	术中出血量(ml)	术后引流量(ml)	术后下地时间(d)
弹性棒组	33	63.73±12.01	89.55±16.07	81.67±16.00	3.45±0.75
弹性钉组	31	62.96±11.54	88.35±17.14	82.29±15.40	3.29±0.78
$t$ 值		0.26	0.29	-0.16	0.86
$P$ 值		0.80	0.78	0.86	0.40

表 3 两组腰椎间盘突出症患者不同时间上位邻近椎体间隙高度及 VAS 比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.3 Comparison of preoperative and vertebral space height and VAS of patients with lumbar disc herniation between two groups at different times( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	上位邻近椎体间隙高度(mm)		VAS(分)		
		术前	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 12 个月
弹性棒组	33	8.33±1.24	8.11±1.25	7.45±0.79	2.52±0.76	2.15±0.90
弹性钉组	31	8.09±1.25	7.86±1.25	7.29±0.73	2.48±0.96	2.00±0.93
$t$ 值		0.78	0.80	0.86	0.15	0.66
$P$ 值		0.44	0.43	0.40	0.89	0.51

注:手术前后 VAS 不同时期组间比较,差异无统计学意义( $F=0.46, P=0.50$ )

Note: There was no significant difference in VAS between groups at different periods before and after surgery ( $F=0.46, P=0.50$ )

表 4 两组腰椎间盘突出症患者不同时间 JOA 及 ODI 比较( $\bar{x}\pm s$ )

Tab.4 Comparison of JOA and ODI between two groups of patients with lumbar disc herniation at different times( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	JOA(分)			ODI(%)		
		术前	术后 3 个月	术后 12 个月	术前	术后 3 个月	术后 12 个月
弹性棒组	33	12.03±1.57	24.70±1.40	25.56±1.72	65.39±3.02	13.33±3.51	11.00±3.57
弹性钉组	31	12.64±1.58	24.90±1.92	26.00±2.17	64.00±3.76	12.52±3.85	10.32±3.28
t 值		-1.56	-0.50	-0.93	1.64	0.89	0.79
P 值		0.12	0.62	0.36	0.11	0.38	0.43

注:手术前后 JOA 不同时期组间比较,差异无统计学意义( $F=1.54, P=0.22$ );手术前后 ODI 不同时期组间比较,差异无统计学意义( $F=1.07, P=0.31$ )

Note: There was no significant difference in JOA score between groups at different periods before and after surgery ( $F=1.54, P=0.22$ ). There was no significant difference in ODI between groups at different periods before and after surgery ( $F=1.07, P=0.31$ )

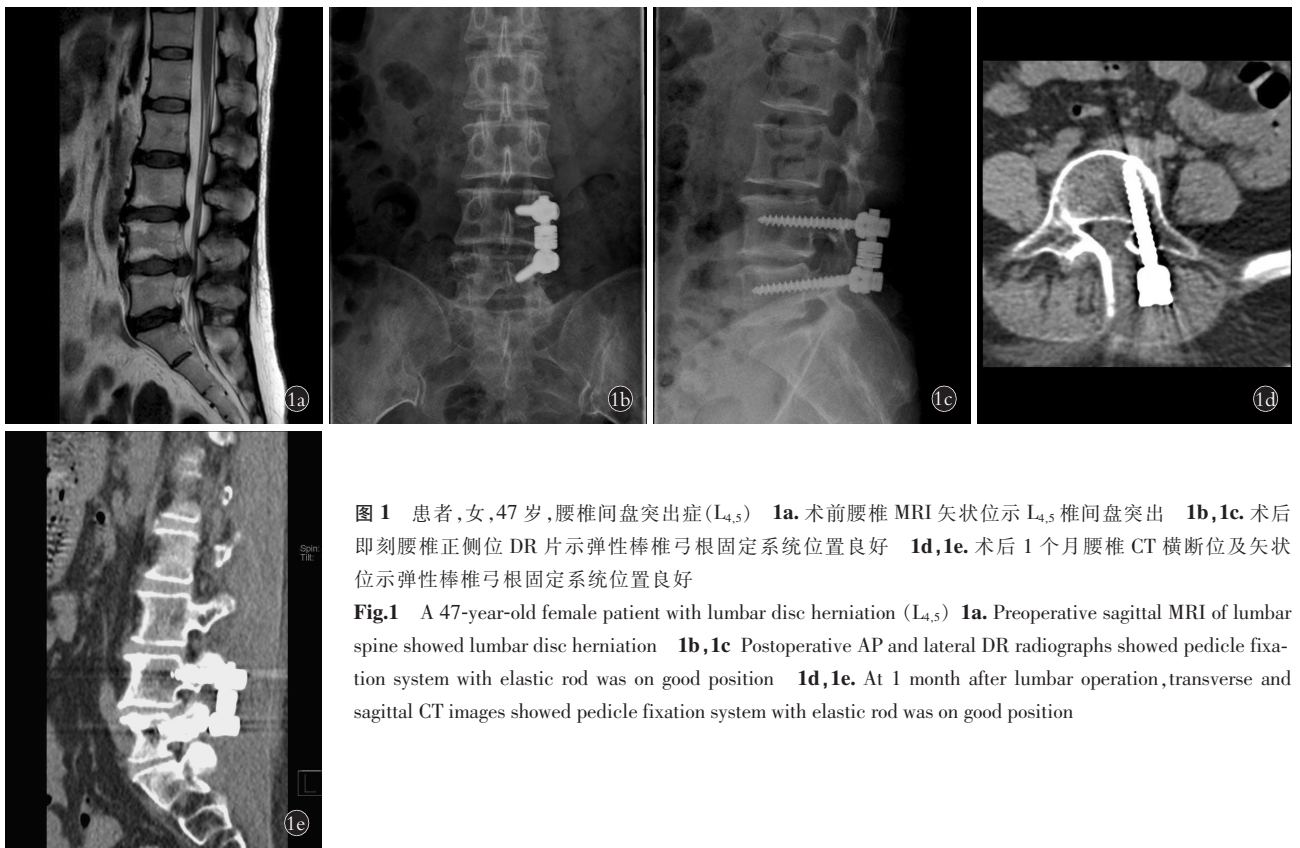


图 1 患者,女,47 岁,腰椎间盘突出症(L<sub>4,5</sub>) 1a. 术前腰椎 MRI 矢状位示 L<sub>4,5</sub> 椎间盘突出 1b,1c. 术后即刻腰椎正侧位 DR 片示弹性棒椎弓根固定系统位置良好 1d,1e. 术后 1 个月腰椎 CT 横断位及矢状位示弹性棒椎弓根固定系统位置良好

Fig.1 A 47-year-old female patient with lumbar disc herniation (L<sub>4,5</sub>) 1a. Preoperative sagittal MRI of lumbar spine showed lumbar disc herniation 1b,1c Postoperative AP and lateral DR radiographs showed pedicle fixation system with elastic rod was on good position 1d,1e. At 1 month after lumbar operation, transverse and sagittal CT images showed pedicle fixation system with elastic rod was on good position

这一结果的原因是上位邻近节段椎体的活动度明显增加<sup>[10]</sup>。当相邻节段退变患者选择保守治疗失败时,高达 36% 的病例需要进行翻修手术,然而结果较差,并最终进展为难治性背痛综合征<sup>[11]</sup>。McAfee 等<sup>[12]</sup>在研究中提出,过于坚强的内固定系统所产生的应力遮挡效应,会使得术中融合上下椎体的骨量丢失。在段大鹏等<sup>[13]</sup>研究中指出,单纯开窗髓核摘除手术时间更短,但是术后下地活动时间及预防术后复发腰椎间盘突出症弹性棒组更优,得出髓核摘除单侧弹性棒固定治疗腰椎间盘突出症的临床疗效较传统的单纯开窗髓核摘除术显著。结合本研究结论,可以认

为弹性棒、弹性钉内固定系统临床疗效均优于单纯开窗髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症,保留了脊柱活动度的同时兼顾了稳定性,减少了术后相邻节段椎间盘的退变及融合椎体的骨量丢失。其中的弹性固定系统,包括了椎弓根动态固定,椎板间固定以及棘突间固定,均可以达到较为满意的临床效果<sup>[14]</sup>。

### 3.2 腰椎动态固定系统的适应证及优点

术中在暴露摘除突出椎间盘髓核过程中,由于各种原因,如关节突内聚、肥大增生等,切除过多关节突关节(>1/2)出现潜在不稳时,置入弹性固定系统,不再进行椎间融合,保证了椎体一定的活动度,





图2 患者,女,40岁,腰椎间盘突出症(L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>) 2a.术前腰椎MRI矢状位示L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>椎间盘突出 2b,2c.术后即刻腰椎正侧位DR片示弹性钉椎弓根固定系统位置良好 2d,2e.术后1个月腰椎CT横断位及矢状位示弹性钉椎弓根固定系统位置良好

**Fig.2** A 40-year-old female patient with lumbar disc herniation (L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>) 2a. Preoperative sagittal MRI of lumbar spine showed L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> lumbar disc herniation 2b,2c. Postoperative AP and lateral lumbar DR radiographs showed pedicle fixation system with elastic screw was on good position 2d,2e. At 1 month after lumbar operation, transverse and sagittal CT images showed that the pedicle fixation system with elastic screw was on good position

也加固了手术区的稳定性,改变了整个脊柱承载重力的模式,在活动度与稳定性中寻找新的平衡。Caserta等<sup>[15]</sup>的研究指出,在腰椎间盘突出屈曲位时,弹性固定系统可以有效地将施加在椎间盘上的应力集中降低约30°,防止交界区加速退化的过程。同时有报道指出使用弹性棒固定后,腰椎间盘突出可再次水化从而达到自我修复的目的<sup>[16]</sup>。刘彦斌等<sup>[17]</sup>及刘涛等<sup>[18]</sup>的研究认为,单边非融合内固定系统可维持腰椎的稳定性,最大限度地保留了责任节段的生物学功能,术后可以尽早拔除引流管并下地活动,预防术后长期卧床并发症的发生。随访中发现,在使用弹性固定治疗单节段腰椎间盘突出症时,两种弹性固定方式在相邻节段退变程度及VAS、ODI上差异不大,对比单纯开窗髓核摘除术对相邻节段更具有保护作用。所以,可以认为使用腰椎动态固定系统是一种安全且有效的方法,具有充分的稳定性,可以减少对整个腰椎活动度的影响,而且在预防症状性相邻节段退变或疾病方面,得到了更优的临床结果。

### 3.3 两种腰椎动态固定系统的差异

在实际手术中,对于椎体间距离较短的,特别是L<sub>5</sub>S<sub>1</sub>节段病变的患者,使用弹性棒内固定系统时,弹性棒上的动态连接结构由于体积较大,两椎弓根钉距离较短而无法置入,从而延长了手术时间,甚至可能无法顺利完成手术。而在另一套弹性钉内固定系

统中,有效地解决了这样的问题。由于使用的椎弓根钉,其体内动态连接结构在锁定后可以三轴六向微动,替代了弹性棒的作用,同时体积更小,更易置入,达到的临床治愈效果与弹性棒固定相差不大,但解决了弹性棒因椎间距过窄无法置入的问题。

本研究结果显示弹性棒及弹性钉组在末次随访时上位邻近椎体间隙高度、VAS、JOA评分、ODI及Macnab等级差异均无统计学意义,表明弹性钉固定能够替代弹性棒固定方案,可以达到维持椎间稳定的效果,同时保留部分椎间活动。通过改变施加在邻近椎间盘上的机械应力,有效减少了上位邻近节段椎间盘退变的发生,避免二次翻修手术对机体的损害;弹性钉固定了病变节段以后,可以使患者术后尽早下地活动,缩短卧床时间,减少并发症的发生,提高患者的生存质量。

本研究尚存在不足之处:(1)仅有短期随访,长期随访结果有待进一步的观察,两种弹性固定方式在患者术后长期的随访过程中,相邻节段退变或疾病,以及翻修手术率及术后难治性背痛综合征发病率是否会有所不同,暂且未知。(2)本研究仅为不同方式的手术后临床观察,未能建立完整的两种弹性固定方式的体外模型,暂时缺乏数据支持说明两种弹性固定方式在降低施加在相邻椎间盘上的集中应力是否相同,以及在水平方向及垂直方向上的受力

情况、旋转活动度是否存在一定的差异,如弹性棒组使用了刚性连接棒,是否能更好地保护脊柱后纵韧带。

综上所述,两种弹性内固定系统在腰椎间盘突出症开窗髓核摘除术中出现潜在不稳时临床应用效果等同。弹性钉对两椎体之间距离较短时,更具有一定的优势,便于临床应用。

#### 参考文献

- [1] Disch AC, Schmoelz W, Matziolis G, et al. Higher risk of adjacent segment degeneration after floating fusions: long-term outcome after low lumbar spine fusions[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2008, 21(2): 79-85.
- [2] 吴海挺, 蒋国强, 卢斌, 等. Dynesys 动态稳定系统治疗多节段腰椎退变性疾病的中远期临床疗效观察[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(11): 1000-1005.  
WU HT, JIANG GQ, LU B, et al. The long-term clinical effect observation of Dynesys dynamic stabilization system in the treatment of multi-segment lumbar degenerative diseases[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(11): 1000-1005. Chinese with abstract in English.
- [3] 姜允琦, 董健. 动态固定系统在多节段腰椎退变性疾病中的应用[J]. *中国骨伤*, 2015, 28(11): 979-981.  
JIANG YQ, DONG J. Application of dynamic fixation system in multi-level lumbar degenerative diseases[J]. *Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma*, 2015, 28(11): 979-981. Chinese with abstract in English.
- [4] 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.
- [5] Kato S, Oshima Y, Oka H, et al. Comparison of the Japanese Orthopaedic Association (JOA) score and modified JOA (mJOA) score for the assessment of cervical myelopathy: a multicenter observational study[J]. *PLoS One*, 2015, 10(4): e0123022.
- [6] Fairbank JC, Pynsent PB. The Oswestry Disability Index[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(22): 2940-2952.
- [7] Patil A, Chugh A, Gotecha S, et al. Microendoscopic discectomy for lumbar disc herniations[J]. *J Craniovertebr Junction Spine*, 2018, 9(3): 156-162.
- [8] 刘伟, 王杰, 蔡凯文. Cosmic 动态非融合系统治疗腰椎退变性疾病的中短期疗效分析[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2013, 7: 620-622.  
LIU W, WANG J, CAI KW. Analysis of the short-term curative effect of Cosmic dynamic non-fusion system in the treatment of degenerative diseases of the lumbar spine[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2013, 7: 620-622. Chinese.
- [9] 曾昭池, 郭中凯, 朱志勇, 等. 融合与非融合术固定治疗腰椎单节段退变性疾病的中远期临床观察[J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21(1): 34-36.  
ZENG SC, GUO ZK, ZHU ZY, et al. Clinical observation of fusion and non-fusion fixation in the treatment of single-segment degenerative diseases of lumbar spine[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2013, 21(1): 34-36. Chinese.
- [10] 陈肇辉, 付强, 王聪, 等. 腰椎后路单节段融合与非融合固定的对比分析[J]. *中国矫形外科杂志*, 2010, 18(8): 629-632.  
CHEN ZH, FU Q, WANG C, et al. Comparative analysis of posterior single-segment fusion and non-fusion fixation of lumbar spine[J]. *Zhongguo Jiao Xing Wai Ke Za Zhi*, 2010, 18(8): 629-632. Chinese.
- [11] Fuster S, Martínez-Anda JJ, Castillo-Rivera SA, et al. Dynamic fixation techniques for the prevention of adjacent segment disease: a retrospective controlled study[J]. *Asian Spine J*, 2022, 16(3): 401-410.
- [12] McAfee PC, Farey ID, Sutterlin CE, et al. The effect of spinal implant rigidity on vertebral bone density. a canine model [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1991, 16(6 Suppl): S190-S197.
- [13] 段大鹏, 卫文博. 髓核摘除单侧弹性棒内固定治疗单节段腰椎间盘突出症[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2021, 36(1): 61-63.  
DUAN DP, WEI WB. Removal of nucleus pulposus and unilateral elastic rod internal fixation for single-segment lumbar disc herniation[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Sun Shang Za Zhi*, 2021, 36(1): 61-63. Chinese.
- [14] Huang YJ, Zhao SJ, Zhang Q, et al. Comparison of lumbar pedicular dynamic stabilisation systems versus fusion for the treatment of lumbar degenerative disc disease: a meta-analysis[J]. *Acta Orthop Belg*, 2017, 83(1): 180-193.
- [15] Caserta S, La Maida GA, Misaggi B, et al. Elastic stabilization alone or combined with rigid fusion in spinal surgery: a biomechanical study and clinical experience based on 82 cases[J]. *Eur Spine J*, 2002, 11 (Suppl 2): S192-S197.
- [16] Vaga S, Brayda BM, Perona F, et al. Molecular MR imaging for the evaluation of the effect of dynamic stabilization on lumbar intervertebral discs[J]. *Eur Spine J*, 2009, 18(Suppl 1): 40-48.
- [17] 刘彦斌, 付强. 后路 Isobar 非融合内固定系统修复腰椎间盘突出症: 恢复腰椎活动度更具优势[J]. *中国组织工程研究*, 2015, 19(13): 2051-2056.  
LIU YB, FU Q. Posterior Isobar non-fusion internal fixation system to repair lumbar intervertebral salt herniation: It is more advantageous to restore lumbar spine mobility[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu*, 2015, 19(13): 2051-2056. Chinese.
- [18] 刘涛, 王振江, 陈凡, 等. 腰椎椎弓根动态内固定修复腰椎退行性疾病: K-Rod 弹性棒、通用弹性棒及 Dynesys 系统比较[J]. *中国组织工程研究*, 2014, 18(44): 7111-7116.  
LIU T, WANG ZJ, CHEN F, et al. Dynamic internal fixation of lumbar pedicle for lumbar degenerative diseases: comparison of K-Rod elastic rod, universal elastic rod and Dynesys system[J]. *Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu*, 2014, 18(44): 7111-7116. Chinese.

(收稿日期: 2022-05-05 本文编辑: 王宏)