

# Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路 270° 环形椎管减压治疗老年腰椎管狭窄症

王贺辉, 夏冬冬, 吴小川, 胡佰文

(宁波市第一医院骨科, 浙江 宁波 315010)

**【摘要】目的:**探讨 Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路 270° 环形减压治疗老年腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 的临床疗效。**方法:**对 2018 年 12 月至 2021 年 1 月采用 Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路 270° 环形减压术治疗的 29 例 LSS 进行回顾性分析, 其中男 12 例, 女 17 例; 年龄 63~83 (71.52±10.82) 岁; 患者均伴有明确的间歇性跛行, 以双下肢神经源性症状为主; 均为单节段椎管狭窄, L<sub>3,4</sub> 5 例, L<sub>4,5</sub> 21 例, L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 3 例。采用疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS), Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry disability index, ODI) 和改良 Macnab 评定标准分别对疼痛, 下腰痛功能障碍指数及临床疗效进行评价。**结果:**29 例手术均顺利完成, 且获得 12 个月以上的随访。手术时间 (73.45±5.89) min, 术中出血量 (9.93±0.83) ml, 住院时间 (4.03±0.41) d。术前、术后 1 d 及术后 1、3、12 个月时腰痛 VAS 分别为 (2.31±0.88)、(1.45±0.62)、(1.21±0.61)、(1.10±0.55)、(1.03±0.49) 分; 腿痛 VAS 分别为 (6.48±0.56)、(1.97±0.61)、(1.31±0.59)、(1.17±0.59)、(1.10±0.55) 分; ODI 评分分别为 (38.41±2.74)、(18.14±1.17)、(5.17±0.53)、(5.07±0.45)、(4.90±0.48) 分; 腰腿痛 VAS、ODI 评分术前与术后各随访时间节点比较, 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。术后 1 年按改良 Macnab 标准评定疗效, 结果优 22 例, 良 5 例, 可 2 例。**结论:**Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路 270° 环形椎管减压治疗老年腰椎管狭窄症临床疗效满意, 具有创伤小、出血少、镜下操作空间大、减压充分、术后恢复理想等优点, 同时最大程度地减少了对腰椎稳定结构的破坏, 是一种治疗老年腰椎管狭窄症的理想术式。

**【关键词】** 经皮椎板间入路; 单侧椎板间入路; Delta 大通道内镜; 环形减压; 腰椎管狭窄症

中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.11.012

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



## Unilateral interlaminar approach 270° circular spinal canal decompression under the iLESSYS Delta for the treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly

WANG He-hui, XIA Dong-dong, WU Xiao-chuan, HU Bai-wen (Department of Orthopaedics, the First Hospital of Ningbo, Ningbo 315010, Zhejiang, China)

**ABSTRACT Objective** To investigate the clinical effect of unilateral interlaminar approach 270° circular spinal canal decompression under the Interlaminar Endoscopic Surgical System (iLESSYS) Delta for the treatment of lumbar spinal stenosis (LSS) in the elderly. **Methods** Total of 29 patients with LSS treated with the iLESSYS Delta from December 2018 to January 2021 were retrospectively analyzed, including 12 males and 17 females with an average age of (71.52±10.82) years old ranging from 63 to 83 years old. All patients had definite intermittent claudication, mainly neurogenic symptoms of both lower limbs. All patients had single-level spinal stenosis, including L<sub>3,4</sub> 5 cases, L<sub>4,5</sub> 21 cases, and L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 3 cases. Visual analogue scale (VAS), Oswestry Disability Index (ODI) and modified Macnab assessment criteria were used to evaluate pain, low back pain dysfunction index and clinical efficacy, respectively. **Results** All 29 cases were successfully completed. The operation time was (73.45±5.89) min, the intraoperative blood loss was (9.93±0.83) ml, the hospital stay was (4.03±0.41) days, and the follow-up was more than 12 months. The VAS scores of low back pain before surgery and 1 day, 1 month, 3 months, 1 year after surgery were 2.31±0.88, 1.45±0.62, 1.21±0.61, 1.10±0.55, 1.03±0.49; VAS of leg pain were 6.48±0.56, 1.97±0.61, 1.31±0.59, 1.17±0.59, 1.10±0.55; ODI scores were 38.41±2.74, 18.14±1.17, 5.17±0.53, 5.07±0.45, 4.90±0.48; low back and leg pain VAS score and ODI score have statistically significant differences between preoperative and postoperative follow-up time points ( $P<0.05$ ). The MacNab efficacy evaluation at 1-year follow-up: excellent in 22 cases, good in 5 cases and fair in 2 cases. **Conclusion** The clinical effect of unilateral interlaminar approach 270° circular spinal canal decompression under the iLESSYS Delta for the treatment of lumbar spinal stenosis in the elderly is satisfactory, with the advantages of less trauma and less bleeding, large microscopic operation space, sufficient decompression, and ideal post-operative recovery, and at the same

通讯作者: 夏冬冬 E-mail: drdongdongxia@163.com

Corresponding author: XIA Dong-dong E-mail: drdongdongxia@163.com

time, it can minimize the damage to the stable structure of the lumbar spine, which is an ideal surgical method for the treatment of elderly lumbar spinal stenosis.

**KEYWORDS** Percutaneous interlaminar approach; Unilateral interlaminar approach; Inter laminar endoscopic surgical system(iLESSYS) Delta; Circular decompression; Lumbar spinal stenosis

腰椎管狭窄症(lumbar spinal stenosis, LSS)是一种由于腰椎小关节增生内聚、黄韧带增生肥厚、椎间盘膨出或突出等不同病理改变导致腰椎中央椎管、侧隐窝狭窄,椎管内神经、血管周围间隙变窄,继而引起神经根及马尾神经受压而出现相应的神经源性症状、行走障碍、间歇性跛行甚至马尾综合征的疾病<sup>[1]</sup>。该疾病保守治疗效果不理想,减压手术被视为其治疗的金标准。传统术式为在全麻下椎板切开减压、伴或不伴椎间融合内固定,可有效扩大椎管、减压松解神经,疗效明确。然而,传统开放手术存在术中创伤大出血多、术后恢复慢、卧床久、并发症多等问题,且该病多发于老年患者<sup>[2]</sup>,多合并有基础疾病、身体条件常不能耐受开放手术。近年来,随着内镜使用的日趋成熟,经皮内镜下减压治疗 LSS 已陆续被很多学者报道<sup>[3]</sup>。然后在常规内镜下因操作空间有限,手术疗效仍很难保证。然而随着 Delta 大通道内镜系统(inter laminar endoscopic surgical system, iLESSYS)的推广使用,术式可采用椎板间入路,利用直径 10 mm 的工作管道及更大尺寸的内镜器械,增大了镜下操作视野及操作空间,有利于椎管狭窄的充分减压,可以做到腰椎椎管前方术侧的椎间盘、腰椎椎管左右两侧关节突关节及后方椎板、黄韧带的 270° 环形减压。本研究回顾了 2018 年 12 月至 2021 年 1 月采用 Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路减压术治疗的 29 例 LSS 患者,现对其安全性与临床疗效报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 病例选择

纳入标准:以间歇性跛行伴下肢神经源性症状为主诉;保守治疗 3 个月以上效果不理想;术前 CT、MRI 等检查明确为椎间盘膨出或突出、腰椎双侧小关节增生内聚,黄韧带肥厚等引起单节段椎管狭窄,且查体与影像学资料相符;术前检查无手术禁忌,可以耐受手术;患者及家属同意并签署手术知情同意书。排除标准:腰椎影像学检查有明显的腰椎不稳或腰椎滑脱;以腰椎间盘中央型巨大突出为主引起的腰椎间盘突出伴椎管狭窄;病变节段有手术史,或者存在腰椎骨折、肿瘤、感染等其他疾病;合并严重基础疾病、身体条件差,不能耐受手术;存在其他手术禁忌证;术后随访不满 12 个月。

### 1.2 临床资料

本组 29 例,男 12 例,女 17 例;年龄 63~83

(71.52±10.82)岁;患者均伴有明确的间歇性跛行,以双下肢神经源性症状为主;术前腰椎影像显示均为单节段椎管狭窄,L<sub>3,4</sub> 5 例,L<sub>4,5</sub> 21 例,L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 3 例;合并高血压病 13 例,糖尿病 10 例,陈旧性脑梗死 2 例,冠心病 1 例。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 手术方法** 手术均由脊柱外科同一副主任医师完成。全身麻醉成功后,患者取俯卧位,调整手术床使得椎板间隙尽量张开,C 形臂 X 线透视定位责任节段及主要症状侧椎板间隙,做好体表标记。术区常规消毒铺巾,尖刀逐层依次切开皮肤、皮下组织及深筋膜,切口长约 1.2 cm。逐级放入软组织扩张管至黄韧带表面,C 形臂 X 线透视位置满意后,更换为 Delta 大通道并撤除软组织扩张管,再次 X 线透视确认工作通道位置准确(图 1)。连接内镜光源系统,镜下清理显露黄韧带、椎板间隙的四周骨性结构,以此为解剖标志,用镜下磨钻或椎板咬骨钳去除部分增厚的上下位部分椎板及内聚的部分下关节突,暴露黄韧带附着点、咬除肥厚黄韧带,接着去除增生内聚的上关节突内缘,达到充分扩大减压侧隐窝。使用套管从神经根外侧小心向内拨开并保护神经根及硬膜囊,显露椎间隙。用抓钳摘除突出的椎间盘,解除前方的压迫。探查硬膜囊及同侧走行神经根松解无受压后,完成该侧减压。倾斜工作套管角度,镜下磨钻或椎板咬骨钳去除棘突根部,将内镜视野调整至对侧,保持工作套管深度,探钩小心离断硬膜囊系带。直视下用配套的椎板咬骨钳经硬膜囊背侧咬除对侧肥厚黄韧带,注意保护下方硬膜囊。探查减压对侧椎管及侧隐窝,镜下磨钻或椎板咬骨钳去除对侧增生内聚的部分关节突,潜行减压、扩大对侧椎管及侧隐窝,显露对侧神经根,直至对侧硬膜囊及走行神经根松弛无受压。镜下探查见双侧椎管减压满意(图 2a),受压的硬膜囊及神经根恢复搏动,无活动性出血,退出内镜及工作通道,全层缝合术部切口,无菌敷料包扎,术毕。

**1.3.2 术后处理** 术后可予以甘露醇 100 ml、甲强龙 40 mg,每日 1 次,脱水消肿,抑制炎症反应。术后第 1 天在佩戴腰部支具保护下下地活动,同时行双下肢股四头肌功能锻炼,术后 3 周开始行“五点支撑法”核心肌肉功能锻炼。

### 1.4 观察项目与方法

(1)一般情况观察,包括手术时间、术中出血量、

住院时间及并发症。(2)影像学观察,通过影像学资料观察手术前后椎管及神经根减压情况。(3)临床症状观察,采用视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS), Oswestry 功能障碍指数(Oswestry disability index, ODI)<sup>[4]</sup> 和改良 Macnab 评定标准<sup>[5]</sup> 分别对疼痛,下腰痛功能障碍指数及临床疗效进行评价

### 1.5 统计学处理

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。符合正态分布的定量资料以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,各时间点的比较采用配对样本 *t* 检验。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

所有手术顺利完成,手术时间为(73.45±5.89) min,术中出血量为(9.93±0.83) ml,住院时间为(4.03±0.41) d。术后发现 1 例患者切口渗液多,考虑硬脊膜撕裂,予以切口加压包扎、头低脚高位、延长卧床时间后,切口在术后第 3 天完全干燥。2 例术后出现对侧下肢对应神经支配区麻木,但肌力正常,术后经消炎脱水、营养神经等药物治疗后麻木症状很快好转。典型病例影像学资料见图 2、图 3。

术后影像学可见手术节段的椎管较术前明显扩大,双侧神经根松解减压充分(图 2b)。29 例患者均获得 12 个月以上的随访。腰腿痛 VAS 术前与术后各时间节点比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。ODI 评分术前与术后各随访时间节点比较,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。术后 1 年随访时改良 Macnab 疗效评定:优 22 例,良 5 例,可 2 例。

## 3 讨论

### 3.1 传统腰椎开放手术缺点

LSS 是导致老年患者腰腿痛的常见疾病,其发病率为 1.7%~10%,在 65 岁以上人群 LSS 是脊柱手术最常见病因,其严重影响老年患者的身心健康,同时也给其家

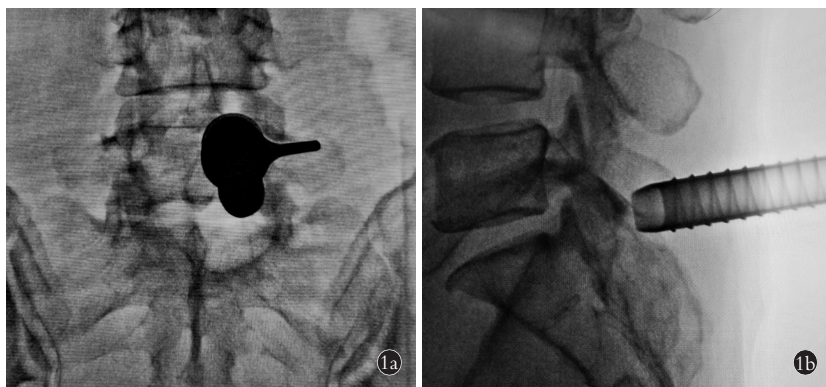


图 1 X 线透视确认工作通道位置 1a. 腰椎正位 X 线片示工作通道位于 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 右侧椎板间隙 1b. 腰椎侧位 X 线片示工作通道位于 L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 椎间隙水平

Fig.1 X-ray fluoroscopy to confirm the position of the working channel 1a. Lumbar AP X-ray showed the working channel was located in the right lamina space of L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> 1b. Lumbar lateral X-ray of showed the working channel was located at the level of the L<sub>5</sub>S<sub>1</sub> intervertebral space

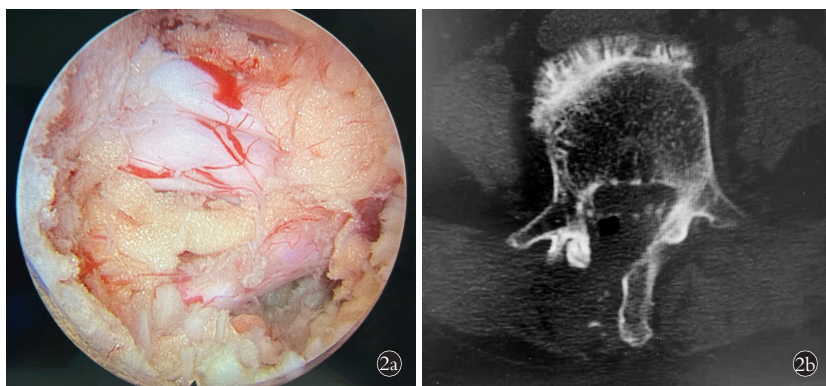


图 2 患者,女,65 岁,腰椎管狭窄症 2a. 术中可见神经根及硬膜囊充分减压松解 2b. 术后第 2 天复查 CT 可见椎管明显扩大

Fig.2 A 65-year-old female patient with lumbar spinal stenosis 2a. Sufficient decompression and release of nerve roots and dural mater were observed during the operation 2b. CT scan on the second day after operation showed significant expansion of the spinal canal

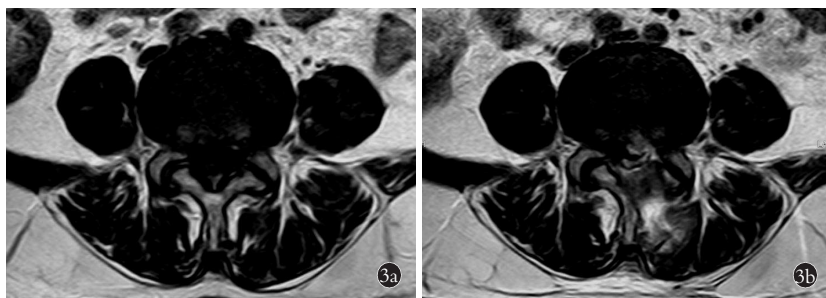


图 3 患者,男,63 岁,腰椎管狭窄症 3a. 术前 MR 可见关节突增生内聚、黄韧带增生肥厚、椎管狭窄明显,神经根及硬脊膜受压 3b. 术后第 2 天复查 MR 可见椎管减压充分,神经根及硬脊膜受压解除

Fig.3 A 63-year-old male patient with lumbar spinal stenosis 3a. Preoperative MR showed joint process hyperplasia and cohesion, hypertrophy of the yellow ligament, spinal canal stenosis was obvious, nerve roots and dura mater were compressed 3b. MR reexamination on the second day after operation showed the spinal canal was fully decompressed, and nerve root and dural mater compression were relieved

**表 1 腰椎管狭窄症患者 29 例手术前后腰腿痛 VAS 比较**  
( $\bar{x}\pm s$ )

**Tab.1 Comparison of low back pain and leg pain VAS of 29 patients with lumbar spinal stenosis before and after operation**( $\bar{x}\pm s$ )

时间	腰痛 VAS	腿痛 VAS
术前	2.31±0.88	6.48±0.56
术后 1 d	1.45±0.62 <sup>#</sup>	1.97±0.61 <sup>*</sup>
术后 1 个月	1.21±0.61 <sup>##</sup>	1.31±0.59 <sup>**</sup>
术后 3 个月	1.10±0.55 <sup>###</sup>	1.17±0.59 <sup>***</sup>
术后 1 年	1.03±0.49 <sup>####</sup>	1.10±0.55 <sup>****</sup>

单位:分

注:与术前比较,<sup>#</sup> $t=7.26, P<0.05$ ;<sup>##</sup> $t=7.70, P<0.05$ ;<sup>###</sup> $t=8.95, P<0.05$ ;<sup>####</sup> $t=9.79, P<0.05$ ;<sup>\*</sup> $t=35.37, P<0.05$ ;<sup>\*\*</sup> $t=59.49, P<0.05$ ;<sup>\*\*\*</sup> $t=60.74, P<0.05$ ;<sup>\*\*\*\*</sup> $t=58.66, P<0.05$

庭带来了严重的经济负担<sup>[6]</sup>。腰椎管狭窄症在解剖学和影像学上主要表现为腰椎椎管空间上的狭窄,可发生在腰椎椎管中央、关节突关节组成的侧隐窝区域,以及出口神经根所在的椎间孔位置。老年 LSS 多为获得性退行性病变,与腰椎间盘和关节突关节的年龄相关性变性有关,退变过程导致了椎间盘高度的丢失,同时伴有椎间盘膨突出和黄韧带内折,以及由椎间盘退变继发关节突压力增加所引起小关节突关节增生肥大,导致骨赘形成和关节囊增厚<sup>[7-8]</sup>。椎管狭窄减少了中央管和神经孔的横截面积,对神经根以及周围的小静脉施加了进一步的压力,这个过程反过来导致缺血缺氧性神经损伤,这种缺血机制目前被认为是椎管狭窄所引起的特征性间歇性跛行的主要原因之一<sup>[9]</sup>。

由于 LSS 病理特征多为关节突增生内聚、黄韧

带增生肥厚致压神经、血管组织,保守治疗无法从根本上解决患者的疾病痛苦。手术治疗是解除其症状的有效手段<sup>[10-11]</sup>。传统手术治疗通过后路椎板切除减压术,虽可获得良好的短期疗效,但对患者造成的创伤大,恢复时间也较长,引起患者医源性脊柱不稳定,滑脱发生,严重者可能还需再次手术<sup>[12-13]</sup>。而腰椎后路椎板切除减压、椎间融合内固定术虽可获得减压和维持手术节段的稳定,但术中出血量相对较多,术后患者恢复时间长,同时易引起相邻阶段的退变加剧<sup>[14-15]</sup>。最近的一份临床实践指南建议,在没有脊柱畸形或不稳定的情况下,腰椎融合术未被证明能改善 LSS 患者的预后<sup>[16]</sup>。同样,北美脊椎学会的指南建议,在无相关脊柱侧凸或腰椎滑脱的情况下,对于无脊柱不稳定、以下肢症状为主导的患者,建议仅进行单独减压即可<sup>[17]</sup>。

### 3.2 Delta 大通道 iLESSYS 优势

近年来脊柱微创手术应用广泛,其中脊柱内镜技术已成为腰椎退行性疾病的主流微创治疗方案<sup>[18-19]</sup>。Delta 大通道 iLESSYS 是由经皮内窥镜下椎间孔入路椎间盘切除术(percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED)演变而来,不仅扩大了通道,同时也配备了更大的磨钻及操作器械,足以轻松地去除多余的增生骨质<sup>[20]</sup>。Delta 大通道技术因可以潜行进入椎管内实现椎管内减压及神经根减压,从而实现既可以不使用内固定又可以实现充分减压,使致压的神经根得到松解。Delta 大通道技术不同于采用局部浸润麻醉下的经皮椎间孔经技术,Delta 大通道技术采用全身麻醉下经椎板间入路直接背侧减压,工作通道视野相对开阔,减压范围较大,可经单侧切口行双侧狭窄侧隐窝及中央管减压,

**表 2 腰椎管狭窄症患者 29 例手术前后 ODI 评分比较**( $\bar{x}\pm s$ )

**Tab.2 Comparison of ODI scores of 29 patients with lumbar spinal stenosis before and after operation**( $\bar{x}\pm s$ )

项目	术前	术后 1 d	术后 1 个月	术后 3 个月	术后 1 年
疼痛程度	4.20±0.41	1.07±0.25	0.24±0.43	0.24±0.43	0.24±0.42
生活自理	3.14±0.43	1.03±0.18	0.17±0.37	0.14±0.34	0.14±0.34
提物	3.90±0.40	1.83±0.38	0.21±0.41	0.21±0.41	0.21±0.41
行走	3.14±0.34	1.14±0.34	0.14±0.34	0.14±0.34	0.14±0.34
坐位	3.86±0.34	0.93±0.25	0.79±0.41	0.76±0.43	0.76±0.43
站立	3.72±0.52	1.10±0.30	0.24±0.43	0.24±0.43	0.24±0.43
睡眠	3.86±0.57	0.28±0.52	0.17±0.38	0.17±0.38	0.17±0.38
社会活动	3.79±0.48	3.31±0.46	0.83±0.38	0.79±0.41	0.72±0.45
性生活	4.70±0.46	4.34±0.48	1.24±0.43	1.24±0.43	1.21±0.41
旅行	4.03±0.32	3.10±0.30	1.10±0.30	1.10±0.30	1.10±0.30
总分	38.41±2.74	18.14±1.17 <sup>#</sup>	5.17±0.53 <sup>##</sup>	5.07±0.45 <sup>*</sup>	4.90±0.48 <sup>**</sup>

单位:分

注:与术前比较,<sup>#</sup> $t=50.33, P<0.05$ ;<sup>##</sup> $t=71.14, P<0.05$ ;<sup>\*</sup> $t=70.71, P<0.05$ ;<sup>\*\*</sup> $t=66.03, P<0.05$

术中可以实现对增生肥厚的黄韧带、增生内聚的关节突关节及椎板切除等操作, 从而实现对椎管的 270° 环形精准减压, 且术中对腰椎正常的骨性结构破坏极少, 腰椎的稳定性无影响, 因此这项技术可以有效规避传统的腰椎融合内固定术术后可能出现的手术切口感染、内固定物的松动脱出、临近节段退变、部分患者对内固定物排异反应等等并发症, 也为患者减轻了经济负担。同时, Delta 大通道技术手术切口小, 对组织的破坏少, 从而降低了患者术后的疼痛及功能障碍程度, 减少了术中出血量, 加快了术后康复。

### 3.3 本研究结论和不足

因此, Delta 大通道内镜下经皮单侧椎板间入路 270° 环形椎管减压治疗老年 LSS 临床疗效满意, 具有创伤小、出血少、镜下操作空间大、减压充分、术后恢复理想等优点, 同时可最大限度减少对腰椎稳定结构的破坏, 是一种治疗老年 LSS 的理想术式。然而, 因为 Delta 大通道技术国内外起步较晚, 经验较为匮乏, 所以本文还有很多不足之处, 首先, 手术病例数偏少, 难以反映总体水平; 其次, 该技术治疗的患者术后随访时间普遍偏短, 长期临床疗效不确定, 这也需要日后做更多的研究来验证该技术的临床效果。

#### 参考文献

[1] KATZ J N, HARRIS M B. Clinical practice. Lumbar spinal stenosis [J]. *N Engl J Med*, 2008, 358(8): 818-825.

[2] KAPETANAKIS S, GKANTSINIKOUDIS N, THOMAIDIS T, et al. The role of percutaneous transforaminal endoscopic surgery in lateral recess stenosis in elderly patients [J]. *Asian Spine J*, 2019, 13(4): 638-647.

[3] CIOL M A, DEYO R A, HOWELL E, et al. An assessment of surgery for spinal stenosis: time trends, geographic variations, complications, and reoperations [J]. *J Am Geriatr Soc*, 1996, 44(3): 285-290.

[4] FAIRBANK J, PYNSENT P. The Oswestry disability index [J]. *Spine*, 2000, 25: 2940-2953.

[5] MACNAB I. Negative disc exploration. An analysis of the causes of nerve-root involvement in sixty-eight patients [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1971, 53(5): 891-903.

[6] OHASHI M, WATANABE K, HIRANO T, et al. Predicting factors at skeletal maturity for curve progression and low back pain in adult patients treated nonoperatively for adolescent idiopathic scoliosis with thoracolumbar/lumbar curves: a mean 25-year follow-up [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(23): E1403-E1411.

[7] CHAD D A. Lumbar spinal stenosis [J]. *Neurol Clin*, 2007, 25: 407-418.

[8] ARBIT E, PANNULLO S. Lumbar stenosis: a clinical review [J]. *Clin Orthop*, 2001, 384: 137-143.

[9] PORTER R W. Spinal stenosis and neurogenic claudication [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1996, 21(17): 2046-2052.

[10] WEINSTEIN J N, LURIE J D, OLSON P R, et al. United States' trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992-2003 [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(23): 2707-2714.

[11] PEARSON A, BLOOD E, LURIE J, et al. Predominant leg pain is associated with better surgical outcomes in degenerative spondylolisthesis and spinal stenosis: results from the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2011, 36(3): 219-229.

[12] PHAN K, MOBBS R J. Minimally invasive versus open laminectomy for lumbar stenosis: a systematic review and meta-analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2016, 41(2): E91-E100.

[13] HAMMAD A, WIRRIES A, ARDESHIRI A, et al. Open versus minimally invasive TLIF: literature review and meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2019, 14(1): 229.

[14] RESNICK D K, WATTERS W C III, MUMMANENI P V, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: Lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21: 62-66.

[15] JACOBS W C, RUBINSTEIN S M, KOES B, et al. Evidence for surgery in degenerative lumbar spine disorders [J]. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2013, 27(5): 673-684.

[16] RESNICK D K, WATTERS W C 3RD, MUMMANENI P V, et al. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 10: lumbar fusion for stenosis without spondylolisthesis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2014, 21(1): 62-66.

[17] KREINER D S, SHAFFER W O, BAISDEN J L, et al. North American Spine Society. An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (update) [J]. *Spine J*, 2013, 13(7): 734-743.

[18] NAKAMURA J I, YOSHIHARA K. Initial clinical outcomes of percutaneous full-endoscopic lumbar discectomy using an interlaminar approach at the L4-L5 [J]. *Pain Physician*, 2017, 20(4): E507-E512.

[19] HWANG J H, PARK W M, PARK C W. Contralateral interlaminar keyhole percutaneous endoscopic lumbar surgery in patients with unilateral radiculopathy [J]. *World Neurosurg*, 2017, 101: 33-41.

[20] WU F, KONG W, LIAO W, et al. Percutaneous total endoscopic resection of partial articular processes for treatment of lateral crypt stenosis and lumbar spinal stenosis: technical report and efficacy analysis [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 9130182.

(收稿日期: 2022-09-19 本文编辑: 王宏)