

· 临床论著 ·

腰椎管狭窄症的双通道内镜与开放减压比较[△]

赵子豪¹, 孙亦强², 赵加庆¹, 于先凯¹, 付国勇¹, 李雪城¹, 孙兆忠¹, 耿晓鹏^{1*}

(1. 滨州医学院附属医院骨科, 山东滨州 256603; 2. 胜利油田中心医院骨科, 山东东营 257000)

摘要: [目的] 比较单边双通道内镜技术 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 与开放下腰椎板间开窗减压治疗退变性腰椎管狭窄症 (degenerative lumbar spinal stenosis, DLSS) 的临床疗效及椎旁肌损伤程度。[方法] 回顾性分析 2019 年 10 月—2020 年 10 月本科手术治疗的 68 例 DLSS 患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 36 例行 UBE 治疗 (内镜组), 32 例开放下腰椎板间开窗减压 (开放组)。比较两组围术期、随访与影像学资料。[结果] 所有患者手术顺利, 无严重手术并发症发生。内镜组手术切口长度、下地时间及住院时间均显著优于开放组 ($P < 0.05$); 术后 1 d 内镜组 CK 值显著低于开放组 ($P < 0.05$), 但术后 7 d 时两组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。随时间推移, 两组患者 VAS、ODI 评分均显著减少 ($P < 0.05$), 而 JOA 评分显著增加 ($P < 0.05$); 术后 7 d 内镜组上述评分均显著优于开放组 ($P < 0.05$), 但术前、术后 3 个月、末次随访时两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。影像方面, 末次随访时内镜组椎管面积小于开放组 ($P < 0.05$), 但椎旁肌截面积显著大于开放组 ($P < 0.05$), 而前者的椎旁肌萎缩程度显著小于后者 ($P < 0.05$)。[结论] UBE 治疗 DLSS 具有椎旁肌创伤小、术后恢复快等优势, 可取得与开放手术同等的治疗效果。

关键词: 腰椎管狭窄症, 单边双通道内镜技术, 腰椎板间开窗减压, 椎旁肌

中图分类号: R681.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2022) 11-0973-06

Unilateral biportal endoscopic decompression versus open counterpart for degenerative lumbar spinal stenosis // ZHAO Zi-hao¹, SUN Yi-qiang², ZHAO Jia-qing¹, YU Xian-kai¹, FU Guo-yong¹, LI Xue-cheng¹, SUN Zhao-zhong¹, GENG Xiao-peng¹. 1. Department of Orthopaedics, Affiliated Hospital, Binzhou Medical University, Binzhou 256603, China; 2. Department of Orthopedics, Central Hospital of Shengli Oilfield, Dongying 257000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy and paraspinal muscles injury of unilateral biportal endoscopy (UBE) and open lumbar interlaminar fenestration decompression for the treatment of degenerative lumbar spinal stenosis (DLSS). [Methods] A retrospective study was done on a total of 68 patients who received surgical treatment for DLSS in our department from October 2019 to October 2020. Based on doctor-patient communication, 36 patients were treated with UBE, while the remaining 32 patients were treated with open lumbar interlaminar fenestration decompression. The perioperative, follow-up and imaging data were compared between the two groups. [Results] All patients in both groups had operations performed successfully without serious complications. The UBE group proved significantly superior to the open group in terms of incision length, postoperative walking and the hospital stay ($P < 0.05$). In addition, the UBE group had significantly lower creatine kinase (CK) than the open group at 1 day postoperatively ($P < 0.05$), whereas which became not statistically significant at 7 days postoperatively ($P > 0.05$). The VAS and ODI scores decreased significantly ($P < 0.05$), whereas the JOA score increased in both groups over time ($P < 0.05$), which in the UBE group proved significantly superior to the open group at 7 days after operation, and became not statistically significant between the two groups at 3 months after operation and latest follow-up ($P > 0.05$). Radiographically, although the UBE group had significantly less spinal canal area than the open group ($P < 0.05$), the former had significantly greater paravertebral muscle cross-sectional area, whereas associated with significantly less paravertebral muscle atrophy than the latter at the latest follow up ($P < 0.05$). [Conclusion] The UBE has the advantages of quite less trauma to paravertebral muscles, while faster postoperative recovery for treatment of DLSS, and achieves the similar clinical outcome as open surgery.

Key words: lumbar spinal stenosis, unilateral biportal endoscopy, lumbar interlaminar fenestration decompression, paraspinal muscle

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.11.03

[△]基金项目: 山东省自然科学基金资助项目 (编号: ZR2017LH020)

作者简介: 赵子豪, 住院医师, 在读硕士研究生, 研究方向: 骨外科, (电话) 15153511525, (电子信箱) zzh5351@126.com

* 通信作者: 耿晓鹏, (电话) 15553365885, (电子信箱) gengxiaopeng1970@163.com

退变性腰椎管狭窄症 (degenerative lumbar spinal stenosis, DLSS) 是脊柱外科常见的疾病, 因骨性或纤维结构退化及异常增生, 导致腰椎中央管、神经根管、侧隐窝或椎间孔的管腔内径不同程度的狭窄, 继而引起腰腿痛及间歇性跛行等临床症状^[1]。通常认为出现严重的神经损害、工作和生活受到影响, 保守治疗无效时则考虑手术治疗^[2]。传统椎板切除术大范围减压会使腰部不稳, 后期出现持续的腰痛^[3, 4]。减压后腰椎融合内固定虽然在一定程度上维持了减压节段的稳定性, 但会导致脊柱相邻节段及骶髋关节的生物力学负荷增加, 也可引起臀后及下肢痛, 且此术式手术时间长、出血多, 致使手术疗效降低^[5, 6]。腰椎板间开窗减压相对以上术式对脊柱的骨性结构及其周围软组织破坏小, 但会对椎旁肌及其支配的神经存在一定的损伤, 早期椎旁肌水肿, 后期肌肉去神经化, 发生脂肪变性及萎缩, 术后可遗留下腰部疼痛^[7, 8]。

为降低开放手术中出现的医源性损伤及术后并发症, 脊柱内镜技术在治疗 DLSS 得到了广泛的发展。而近年来, 单边双通道脊柱内镜技术 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 作为一项新的微创技术广泛用于临床, 术中在双通道分离内镜操作下具有灵活方便及组织损伤小等特点。本院自 2020 年 6 月份引入该技术, 术后患者症状缓解快、下地活动时间早, 且住院时间短, 获得了满意度较高的评价。本研究回顾分析本院收治的 68 例 DLSS 病例资料, 旨在比较 UBE 与开放下腰椎板间开窗减压治疗 DLSS 的临床疗效及其对椎旁肌损伤程度。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 单节段中-重度中央管狭窄, 或侧隐窝狭窄, 且症状体征与影像学诊断相符; (2) 无腰椎不稳及 2 节或 2 节以上椎管狭窄; (3) 无凝血功能障碍及感染等禁忌证; (4) 保守治疗无效, 存在持续神经损害症状。

排除标准: (1) 既往腰椎手术史; (2) 腰椎滑脱 (Meyerding II 级及以上), 或退行性腰椎侧凸 Cobb 角 > 20°; (3) 腰椎肿瘤、结核或骨折等引起的椎管狭窄; (4) 严重内科疾病, 能耐受全麻及手术; (5) 不签署知情同意书的患者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 10 月—2020 年 10 月本科收

治的 DLSS 患者, 共 68 例符合上述标准, 纳入本研究。依据术前医患沟通结果分为两组, 36 例行 UBE 减压 (内镜组), 32 例行传统开放减压。两组患者术前一般资料见表 1, 两组年龄、性别、体质指数 (body mass index, BMI)、病程及病变节段的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。该研究已获本院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。

表 1 两组患者术前一般资料与比较

指标	内镜组 (n=36)	开放组 (n=32)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	59.25±4.45	60.31±4.58	0.336
性别 (例, 男/女)	17/19	14/18	0.774
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	24.02±2.20	23.75±1.90	0.580
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	69.42±23.72	68.97±19.50	0.993
节段 (例, L4/5/L5/S1)	19/17	18/14	0.667

1.3 手术方法

内镜组: 透视定位责任椎间隙, 以症状重一侧为操作侧。用注射器针头定位, 侧位透视显示针头方向正对椎板下缘和棘突根部交界区, 正位显示针头在棘突操作侧旁开约 1 cm。以此点为中心上下 1 cm 各作标记。于两标记点分别作横行切口并套管扩张, 置入内镜后生理盐水持续冲洗, 应用射频清理软组织并止血, 显露椎板间隙, 初级扩张导杆锚定后透视。正位见内镜管和导杆交汇在椎间隙, 导杆锚定在上位椎体椎板下缘。行同侧部分椎板和关节突内侧部分切除, 小心扩大神经根管入口和侧隐窝, 完成减压。然后越过硬膜囊背侧减压, 如椎间盘突出则一并切除。减压完成后充分止血, 撤出器械, 切口缝合。

开放组: 透视定位以责任棘突为中心作后正中切口。剥离椎旁肌, 至关节突内缘, 去除相邻椎板上下缘部分及内侧部分关节突进行开窗, 至少保留外侧半关节突。去除增厚黄韧带及对硬脊膜和神经根压迫组织, 充分减压硬膜和神经根。同法完成对侧减压, 如椎间盘突出则一并切除。冲洗并彻底止血后, 左右置管引流, 关闭切口。

1.4 评价指标

记录两组围术期情况, 包括手术时间、术中出血量、透视次数、术后引流量、并发症及住院时间。于术前、术后 1 d 及 7 d 晨起空腹抽血, 检测肌酸激酶 (creatinine kinase, CK)。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) 及日本骨科协会评分 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评价临床效果。

所有患者术前及末次随访时行MRI检查(1.5T),注意MRI在轴位上的扫描与患者腰椎终板保持平行,所有患者均选取相应狭窄节段的椎间盘中间轴位T2加权像进行分析。使用Image J软件(version 1.8.0)对图像处理。椎管面积的测量参考Lin等^[9]测量方法。椎旁肌截面积(cross sectional area, CSA)测量参考韩耕愚等^[10]的测量方法;肌肉截面积变化率(ratio of CSA variation, RCV) = 末次 CSA/术前 CSA × 100%,椎旁肌萎缩程度 = (100% - RCV)。

1.5 统计学方法

采用SPSS 20.0软件对数据进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,资料呈正态分布时,组间比较采用独立样本t检验;时间点间比较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。计数资料采用 χ^2 检验或Fisher精确检验。等级资料两组比较采用Mann-whitney U检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围术期情况

患者均顺利完成手术,内镜组无术中转为开放手术病例,两组患者术中均未出现血管及神经损伤等并发症。两组围术期情况见表2。内镜组手术切口长度、恢复下地行走时间、住院时间均明显短于开放组($P < 0.05$),内镜组术中透视次数多于开放组($P < 0.05$),两组手术时间和切口愈合等级差异无统计学意义($P > 0.05$)。内镜组术中需水流持续灌注,引流液排入废弃桶内,术中出血量无法计算,但出血量较少;内镜组不放置引流管。两组患者静脉血CK均呈曲线变化,术后1d达峰值($P < 0.05$);术前及术后7d时两组间差异无统计学意义($P > 0.05$),但术后1d时内镜组CK值明显低于开放组($P < 0.05$)。两组术后早期均无症状加重,无感染等并发症发生。

2.2 随访结果

所有患者均获随访,平均随访时间(12.48 ± 0.49)个月。内镜组及开放组各有4例术后残留下肢麻木不适感,给予营养神经药物保守治疗,末次随访时麻木不适感好转。所有患者腰腿部症状逐步减轻,功能改善。两组随访资料见表3。内镜组完全负重活动时间显著早于开放组($P < 0.05$);随时间推移,两组患者VAS、ODI评分均显著减少($P < 0.05$),而JOA评分显著增加,术后7d,内镜组的VAS、ODI和JOA评分均显著优于开放组($P <$

0.05),但是术前、术后3个月、末次随访时两组间VAS、ODI及JOA评分差异均无统计学意义($P > 0.05$)。

表2 两组患者围手术期资料与比较

指标	内镜组 (n=36)	开放组 (n=32)	P值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	72.47 ± 7.35	69.75 ± 6.62	0.115
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	2.03 ± 0.16	6.12 ± 0.48	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	-	79.03 ± 9.09	-
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	4.11 ± 0.95	2.25 ± 0.44	<0.001
术后引流量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	0	110.84 ± 30.31	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.25 ± 0.44	7.22 ± 0.42	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	36/0/0	32/0/0	0.533
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.92 ± 0.60	11.91 ± 1.06	<0.001
血液CK (U/L, $\bar{x} \pm s$)			
术前	62.81 ± 11.71	60.63 ± 12.53	0.461
术后1d	111.50 ± 20.59	349.31 ± 29.79	<0.001
术后7d	63.22 ± 10.25	62.00 ± 7.93	0.588
P值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组的影像测量结果比较见表4。与术前相比,末次随访时,两组椎管面积均显著增加($P < 0.05$),内镜组CSA与术前比较差异无统计学意义($P > 0.05$),但开放组CSA较术前明显减少($P < 0.05$)。术前两组椎管面积、CSA差异均无统计学意义($P > 0.05$),但末次随访时内镜组椎管面积显著小于开放组($P < 0.05$),但CSA显著大于开放组($P < 0.05$),内镜组椎旁肌萎缩率明显小于开放组($P < 0.05$)。

3 讨论

椎板间开窗减压作为治疗DLSS的经典术式,直视下去除压迫硬膜囊和神经根的增生及异常组织,相较其他开放手术最大限度地保留了脊柱正常解剖结构。但此术式需要使用电刀剥离术区周围组织,术中对椎旁肌持续牵拉且牵拉力度较大,造成椎旁肌缺血性损伤及周围瘢痕形成。研究表明,椎旁肌损伤后肌肉萎缩会加速脊柱的退变,从而出现脊柱失稳和腰部肌肉长期疼痛等情况发生^[11, 12]。

随着脊柱微创外科的发展,UBE已被广泛应用于临床治疗DLSS,尤其完成单侧椎板切开双侧减压(unilateral laminotomy with bilateral decompression, ULBD)时不需要对对侧组织剥离即可实现双侧减

压^[13, 14]。该技术通过在操作过程中调节内镜的角度,越过硬膜囊背侧进入对侧侧隐窝可清楚探查减压结构,较易完成对侧减压而不干扰对侧椎旁肌,术后能够早期进行腰背肌功能锻炼,防止椎旁肌失用性萎缩。当在一侧镜下开窗时其精确度高且范围小,操作通道通过椎板间隙进入椎管不需要对深层肌肉进行剥离,也不会过多破坏同侧的脊柱后方韧

带复合体,使减压节段最大程度地保持稳定性,有利于术后椎旁肌的康复。此外,相较于开放下肌肉剥离过程中损伤脊神经背支及其分支的缺点,UBE术后不会造成椎旁肌的失神经性萎缩。同时整个手术过程中持续地生理盐水冲洗带走局部炎性因子,减少了术区炎性反应。

表3 两组患者随访结果($\bar{x} \pm s$)与比较

指标	时间点	内镜组 (n=36)	开放组 (n=32)	P 值
完全负重活动时间 (d)		59.64±6.01	69.22±7.75	<0.001
VAS 评分 (分)	术前	6.63±0.34	6.73±0.45	0.312
	术后 7 d	4.01±0.58	4.50±0.41	<0.001
	术后 3 个月	2.59±0.30	2.64±0.22	0.482
	末次随访	1.81±0.44	1.83±0.19	0.947
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	63.28±4.62	63.37±3.72	0.394
	术后 7 d	40.36±2.76	45.87±3.51	<0.001
	术后 3 个月	26.47±3.70	27.38±3.61	0.313
	末次随访	13.69±1.62	14.25±2.12	0.227
	P 值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)	术前	12.39±0.83	12.62±1.16	0.335
	术后 7 d	22.11±1.45	20.90±1.73	0.003
	术后 3 个月	24.75±1.08	24.40±1.16	0.210
	末次随访	25.94±1.17	25.75±1.10	0.485
	P 值	<0.001	<0.001	

表4 两组患者影像评估结果($\bar{x} \pm s$)与比较

指标	时间点	内镜组 (n=36)	开放组 (n=32)	P 值
椎管面积 (cm ²)	术前	0.92±0.12	0.91±0.11	0.768
	末次随访	1.53±0.11	1.78±0.11	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
CSA (cm ² , $\bar{x} \pm s$)	术前	31.73±4.93	31.41±4.61	0.783
	末次随访	30.16±4.64	27.81±3.98	<0.001
	P 值	0.171	0.001	
末次随访椎旁肌萎缩程度 (%)		4.77±0.87	11.43±1.21	<0.001

肌肉组织损伤后早期炎症阶段肌肉细胞坏死,肌细胞内的CK被释放到血液中,导致患者术后外周静脉血CK值升高^[15, 16]。在损伤后期椎旁肌可出现脂肪变性及萎缩纤维化,研究显示受损椎旁肌在MRI上信号强度的改变与其水肿和脂肪变性的组织学变化密切相关且具有一致性,并认为MRI是评估椎旁肌损伤和萎缩的准确手段^[17, 18]。本研究通过对两组患者的CK值及CSA分析,发现内镜组明显优于开放组。表明UBE技术可以有效降低对椎旁肌的损伤,

也从一定程度上避免了腰椎手术失败综合征(failed back surgery syndrome)等情况发生^[19]。

UBE技术是继开放脊柱手术和显微脊柱手术之后手术方式的进一步拓展,它并不是一种全新的手术,而是内窥镜或关节镜在脊柱手术中的创新应用^[20]。该技术弥补了通道显微镜技术在经空气介质操作下存在视野不清晰和操作范围受限制等问题;也弥补了椎间孔镜技术在经水介质操作中因其视野通道和工作通道同轴,存在视野缺乏及需要专门配备的手

术器械等条件限制^[21-23]。本研究显示,内镜组在术后7d的VAS、ODI及JOA评分明显优于开放组,两组术后3个月和末次随访时VAS、ODI及JOA评分均较术前明显改善,并随时间延长持续维持无明显差异;末次随访减压节段的椎管面积也均较术前明显

增加。这表明UBE技术对周围骨性组织和软组织破坏少,术后恢复更快,减压效果也无差异。并且内镜组患者的手术切口长度、早期下地及住院时间都明显短于开放组,这些因素都有助于患者在术后更好的康复。

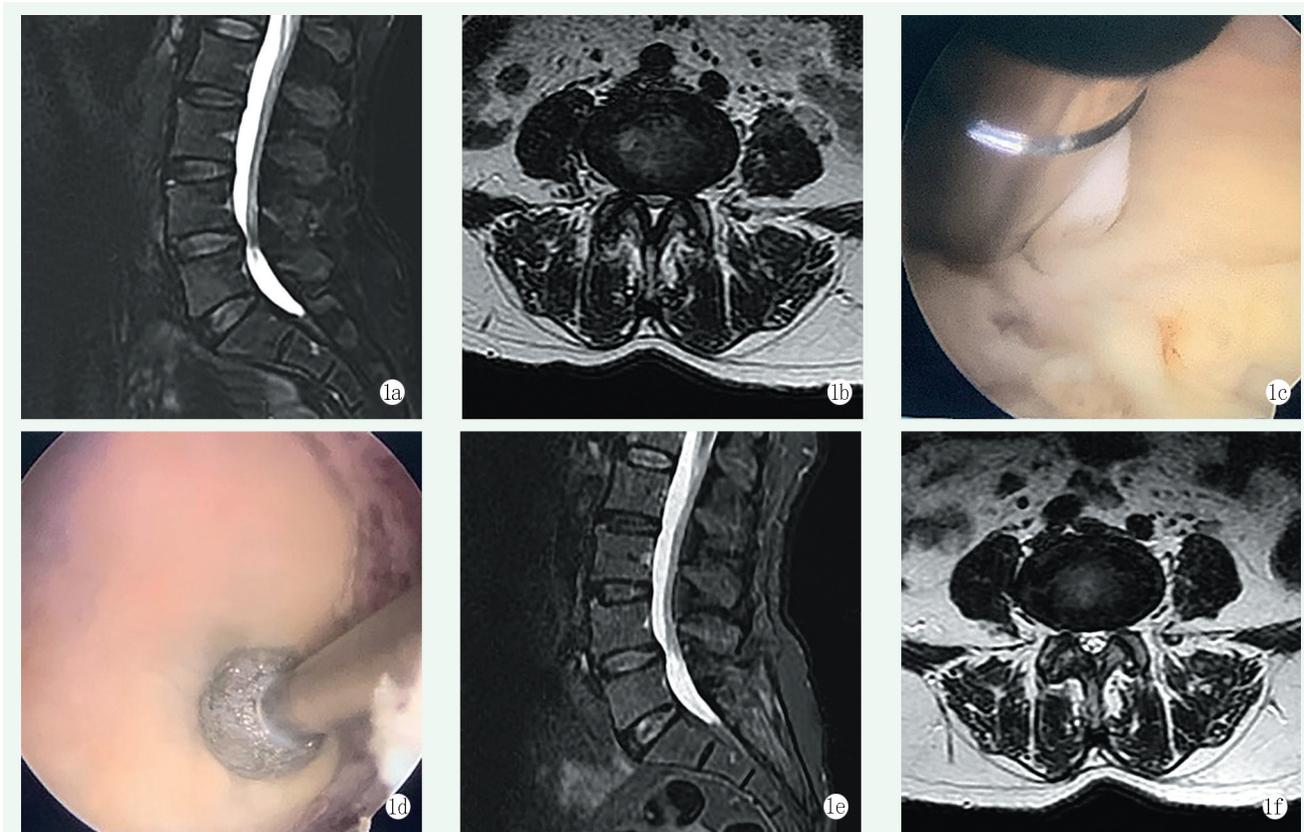


图1 患者,女,61岁,因腰痛伴双小腿疼痛麻木4年,加重1个月入院,诊断为DLSS,行UBE手术治疗 1a,1b:术前MRI示L_{4/5}节段双侧椎管狭窄伴椎间盘突出 1c:术中采用射频头清除软组织,显露椎板间隙,初步建立工作空间 1d:术中使用磨钻磨除部分椎板及关节突关节,术中证实椎间盘压迫不明显,未切除椎间盘 1e,1f:术后复查腰椎MRI可见椎管压迫明显解除,患者术后症状显著缓解

UBE在治疗DLSS时弥补了椎间孔镜及经显微镜通道技术操作过程中存在的不足,相比开放手术,临床效果达到了一致性,并且对椎旁肌侵入性低,症状恢复的快,可降低后期出现椎旁肌萎缩及下腰部疼痛等情况的发生率。但本研究结论仍需要更大的样本及更长时间的随访来验证。

参考文献

- [1] Arabmotlagh M, Sellei RM, Vinas-Rios JM, et al. Klassifikation und diagnostik der lumbal en spinal kanalstenose [Classification and diagnosis of lumbar spinal stenosis] [J]. Orthopade, 2019, 48 (10): 816-823.
- [2] 王正安,曾忠友,宋永兴,等.两种不同手术入路固定融合治疗腰椎管狭窄症的对比[J].中国矫形外科杂志,2019,27(11):986-990.
- [3] Trigg SD, Devillbiss Z. Spine conditions: lumbar spinal stenosis [J]. FP Essent, 2017, 461 (1): 21-25.
- [4] Ilyas H, Golubovsky JL, Chen J, et al. Risk factors for 90-day reoperation and readmission after lumbar surgery for lumbar spinal stenosis [J]. J Neurosurg Spine, 2019, 31 (1): 20-26.
- [5] Heo DH, Quillo-Olvera J, Park CK. Can percutaneous biportal endoscopic surgery achieve enough canal decompression for degenerative lumbar stenosis? Prospective case-control study [J]. World Neurosurg, 2018, 120: e684-e689.
- [6] 王斌,郭东哲,夏晨,等.椎旁肌间隙入路手术治疗单节段腰椎管狭窄症[J].中国矫形外科杂志,2020,28(23):2139-2143.
- [7] He S, Sun Z, Wang Y, et al. Combining YESS and TESSYS techniques during percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for multilevel lumbar disc herniation [J]. Medicine, 2018, 97 (28): 112-114.
- [8] 张隆,时莉芳,陈佳,等.两种术式治疗腰椎间盘突出的临床对比[J].中国矫形外科杂志,2020,28(1):10-14.
- [9] Lin GX, Akbary K, Kotheeranurak V, et al. Clinical and radiologic

- outcomes of direct versus indirect decompression with lumbar interbody fusion: a matched-pair comparison analysis [J]. *World Neurosurg*, 2018, 119 : e898-e909.
- [10] 韩耕愚, 姜宇, 李危石. 不同影像学参数在评估腰部椎旁肌退变中应用的研究进展 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2020, 30 (6) : 566-571.
- [11] 程勇泉, 鲁凯伍, 姚欣强, 等. 椎旁肌间隙和传统入路混合手术治疗腰椎退行性疾病 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (9) : 795-799.
- [12] 翁峰标, 周建新, 杨立文, 等. 后路减压融合术后持续腰痛的发生率及危险因素 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (21) : 1921-1926.
- [13] Heo DH, Lee DC, Park CK. Comparative analysis of three types of minimally invasive decompressive surgery for lumbar central stenosis: biportal endoscopy, uniportal endoscopy, and microsurgery [J]. *Neurosurg Focus*, 2019, 46 (5) : E9.
- [14] Kim JE, Choi DJ. Clinical and radiological outcomes of unilateral biportal endoscopic decompression by 30° arthroscopy in lumbar spinal stenosis: minimum 2-year follow-up [J]. *Clin Orthop Surg*, 2018, 10 (3) : 328-336.
- [15] Portella ST, Acioly MA. Rhabdomyolysis and spine surgery: a systematic review of the literature [J]. *J Clin Neurosci*, 2019, 70 (2) : 178-182.
- [16] Portella ST, Escudeiro GP, Mansilla R, et al. Predictive factors for muscle injury after posterior lumbar spinal surgery [J]. *World Neurosurg*, 2019, 129 (3) : e514-e521.
- [17] Hu ZJ, Xu WB, Chen S, et al. Accuracy of magnetic resonance imaging signal intensity ratio measurements in the evaluation of multifidus muscle injury and atrophy relative to that of histological examinations [J]. *Spine*, 2014, 39 (10) : E623-E629.
- [18] Hu ZJ, Fang XQ, Zhou ZJ, et al. Effect and possible mechanism of muscle-splitting approach on multifidus muscle injury and atrophy after posterior lumbar spine surgery [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2013, 95 (24) : e1921-e1929.
- [19] Li ZZ, Hou SX, Shang WL, et al. Modified percutaneous lumbar foraminoplasty and percutaneous endoscopic lumbar discectomy: Instrument design, technique notes, and 5 years follow-up [J]. *Pain Physician*, 2017, 20 (1) : E85-E98.
- [20] Lin GX, Huang P, Kotheeranurak V, et al. A systematic review of unilateral biportal endoscopic spinal surgery: preliminary clinical results and complications [J]. *World Neurosurg*, 2019, 125 (2) : 425-432.
- [21] Kim JE, Choi DJ. Unilateral biportal endoscopic decompression by 30° endoscopy in lumbar spinal stenosis: technical note and preliminary report [J]. *J Orthop*, 2018, 15 (2) : 366-371.
- [22] 朱斌, 田大胜, 陈磊, 等. 单边双通道内镜技术在腰椎疾病中的应用研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2020, 40 (15) : 1030-1038.
- [23] 侯继春, 傅博, 郑浩, 等. 单侧入路双侧减压术治疗退行性腰椎管狭窄症的研究进展 [J]. *中华骨与关节外科杂志*, 2021, 14 (3) : 222-228.

(收稿:2021-12-01 修回:2022-03-20)
(同行评议专家: 辛 兵 王明飞)
(本文编辑: 闫承杰)