

· 临床论著 ·

腰椎管狭窄症单侧双通道内镜下单侧与双侧减压比较[△]

芦怀旺, 胡鹏*, 田霖, 刘彬, 张玉红, 孙兆忠

(滨州医学院附属医院脊柱外科, 山东滨州 256603)

摘要: [目的] 比较单侧症状的中重度腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopic, UBE) 下单侧与双侧减压的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2020 年 3 月—2021 年 2 月采用 UBE 技术治疗单侧症状的中重度 LSS 120 例患者的临床资料。根据医患沟通结果, 60 例采用单侧减压, 60 例采用双侧减压。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 所有患者手术顺利, 均无严重手术并发症。单侧组手术时间短于双侧组 ($P<0.05$); 其他围手术期指标两组差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随时间推移, 两组 VAS 评分及 ODI 指数均显著降低 ($P<0.05$), 而 JOA 评分显著增加 ($P<0.05$), 术前两组 VAS 评分、ODI 指数、JOA 评分的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 术后相应时间点双侧组上述评分均显著优于单侧组 ($P<0.05$)。影像学方面, 术后即刻、末次随访时两组椎管面积均较术前均显著增加 ($P<0.05$), 但两组椎间隙高度、局部腰椎前凸角均无显著变化 ($P>0.05$)。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 术后即刻及末次随访时, 双侧组的椎管面积显著大于单侧组 ($P<0.05$), 两组椎间隙高度、局部腰椎前凸角的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] UBE 单侧或双侧减压均可有效治疗单侧症状的中重度 LSS, 相比之下, 双侧减压可更有效扩大硬膜囊面积, 临床效果更佳。

关键词: 腰椎管狭窄症, 单侧双通道内镜, 单侧入路, 双侧减压, 硬膜囊面积

中图分类号: R681.5 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2022) 18-1643-05

Comparison of unilateral and bilateral decompression under unilateral biportal endoscopy for lumbar spinal stenosis // LU Huai-wang, HU Peng, TIAN Lin, LIU Bin, ZHANG Yu-hong, SUN Zhao-zhong. Department of Spine Surgery, Binzhou Medical University, Binzhou 256603, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of unilateral and bilateral decompression under unilateral biportal endoscopy (UBE) for moderate and severe lumbar spinal stenosis (LSS) with unilateral symptoms. [Methods] A retrospective study was conducted on 120 patients who received decompression by UBE for moderate and severe LSS in our department from March 2020 to February 2021. According to preoperative doctor-patient communication, 60 patients underwent unilateral decompression, while the remaining 60 patients had bilateral decompression performed. The data regarding to perioperative period, follow-up and radiographs were compared between the two groups. [Results] All patients were operated on smoothly without serious complications. Although the unilateral group consumed significantly less operation time than the bilateral group ($P<0.05$), there was no significant difference in other perioperative indicators between the two groups ($P>0.05$). The VAS and ODI scores decreased significantly ($P<0.05$), while the JOA score increased significantly in both groups over time ($P<0.05$). The bilateral group proved significantly superior to the unilateral group in terms of abovementioned scores at 7 days, 3 months after operation and the latest follow-up ($P<0.05$). Radiographically, the dural sac area significantly increased immediately after operation and at the latest follow-up compared with that preoperatively in both groups ($P<0.05$), which in bilateral group was better than the unilateral group ($P<0.05$). However, the intervertebral space height and local lumbar lordosis angle remained unchanged in both groups postoperatively by comparison with those preoperatively ($P>0.05$), which were not statistically significant between the two groups at matching time points ($P>0.05$). [Conclusion] Both unilateral and bilateral decompression by using UBE do effectively treat moderate and severe LSS with unilateral symptoms. By contrast, the bilateral decompression does more effectively expand the dural sac area with better clinical outcomes over the unilateral decompression.

Key words: lumbar spinal stenosis, unilateral biportal endoscopic, unilateral approach, bilateral decompression, dural sac area

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2022.18.03

[△]基金项目: 山东省医药卫生科技发展计划项目 (编号: 2017WS752); 山东省中医药科技发展计划项目 (编号: 2019-0498)

作者简介: 芦怀旺, 硕士研究生, 研究方向: 微创脊柱外科, (电话) 18560700702, (电子信箱) sdzplhw@163.com

* 通信作者: 胡鹏, (电话) 18206567669, (电子信箱) qyhupeng@163.com

腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 是一种因椎管有效容积减小而导致硬膜囊和神经根受压的腰椎退行性疾病, 常常表现为单侧或双侧腰腿疼痛、麻木及神经源性跛行, 主要由骨性结构异常 (包括关节突及椎板的异常骨质增生) 和纤维组织异常 (包括椎间盘突出及黄韧带肥厚) 所致^[1]。LSS 常因引起腰腿疼痛及间歇性跛行症状而极大地限制了患者的日常功能活动, 并可能产生负面的心理影响^[2]。如果保守治疗方法失败, LSS 可能需要手术治疗^[3]。随着人们生活节奏的加快, 患者逐渐寻求并发症少、疼痛少、恢复快的治疗方法, 以适应繁忙的生活方式。内窥镜脊柱手术已经不断发展并被世界范围内的脊柱外科接受为一种实用的手术方式^[4]。2017年, Heo 等^[5]首次提出单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopic, UBE) 脊柱技术的概念, 并成功应用于腰椎椎间融合手术。直到2020年国内首次报道 UBE 技术治疗腰椎间盘突出症和 LSS^[6]。近年来, UBE 手术越来越多地用于治疗腰椎间盘突出或 LSS, 并取得了良好的效果^[7, 8]。也有研究表明 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^[9]。然而, 目前国内尚无 UBE 技术对单侧症状性中重度 LSS 患者行单侧减压、双侧减压的临床疗效比较的研究报道, 本研究回顾性分析近年本科采用 UBE 手术治疗的具有单侧症状的中重度 LSS 患者的临床资料, 比较两种减压方式的临床疗效及并发症。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) CT、MR 均证实单节段中重度 LSS, Lee 系统分级 ≥ 2 级^[10], 并有单侧下肢神经症状; (2) 伴或不伴 I 度腰椎滑脱, 腰椎动力位 X 线片提示腰椎稳定; (3) 规范保守治疗 3~6 个月无效, 症状加重并影响生活; (4) 巨大椎间盘突出所致的中央管或侧椎管狭窄。

排除标准: (1) 严重的脊柱畸形; (2) 合并 II 度及以上腰椎滑脱或腰椎失稳; (3) 既往有腰椎手术史或脊柱感染史; (4) 系统性疾病, 不能耐受手术者; (5) 多节段 LSS, 出现双侧神经源性症状。

1.2 一般资料

回顾性分析本院 2020 年 3 月—2021 年 2 月 UBE 手术治疗单侧症状的中重度 LSS 患者的临床资料, 其中 120 例符合上述标准, 纳入本研究。根据医患沟

通结果分为单侧组及双侧组, 每组各 60 例。两组患者一般资料比较详见表 1。两组年龄、性别、体质量指数 (body mass index, BMI)、病程、节段等一般资料差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 本研究获得滨州医学院附属医院伦理委员会批准, 所有患者均知情并同意手术。

表 1 两组患者一般资料与比较

指标	单侧组 (n=60)	双侧组 (n=60)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	59.13 \pm 8.06	61.82 \pm 10.67	0.118
性别 (例, 男/女)	33/27	29/31	0.584
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.95 \pm 1.87	24.06 \pm 2.40	0.783
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	19.52 \pm 8.76	19.65 \pm 9.20	0.935
节段 (例, L _{3/4} /L _{4/5} /L ₅ S ₁)	4/38/18	6/43/11	0.316

1.3 手术方法

手术均由同等年资熟练掌握 UBE 技术的医师完成。

单侧组: 全麻后, 患者俯卧位, 透视定位责任节段上位椎板下缘, 在其水平上、下各 1.5 cm 同侧椎弓根的内侧缘, 分别做 2 个长约 10 mm 切口, 逐级套管扩张, 头端及尾端切口分别为内镜通道和工作通道 (以左侧入路为例, 根据术者习惯内镜与工作通道可以随意切换), 等离子电极刀去除软组织, 显露椎板间隙和黄韧带, 高速磨钻配合椎板咬骨钳等去除同侧椎板部分骨质至黄韧带止点, 切除黄韧带和上关节突腹侧部分骨质行“潜行”减压。游离松解神经根 (必要时切除椎间盘), 直至硬脊膜波动好, 神经根活动良好, 完成同侧减压。彻底止血, 撤出内镜, 缝合切口。

双侧组: 先行同侧减压, 步骤同单侧组, 然后镜下沿棘突根部用磨钻磨削适量骨质, “过顶”显露对侧黄韧带及椎板, 去除对侧黄韧带及部分椎板骨质使硬脊膜充分减压, 用神经剥离子探查对侧椎弓根内壁并以此为标志完成对侧行走神经根的“潜行”减压和松解。探查, 直至硬脊膜波动恢复, 双侧行走神经根活动度恢复正常, 减压满意后镜下止血, 缝合切口。

1.4 评价指标

记录两组围术期情况, 包括手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间及早期并发症。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。行影像检查, 测量椎间隙高度、椎管面积、局部腰椎前凸角(L₁₋₅ Cobb角)变化情况。

1.5 统计学方法

采用SPSS 22.0统计学软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 资料呈正态分布时, 两组间比较采用独立样本 t 检验; 组内各时间点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 围手术期情况

两组均顺利完成手术, 均未发生脊柱感染及神经根损伤等严重并发症。两组围手术期资料见表2。单侧组手术时间短于双侧组($P < 0.05$), 两组手术切口长度、术中失血量、透视次数、下地时间、住院时间、切口愈合等级的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。单侧组出现硬膜外血肿1例, 双侧组硬膜外血肿2例、硬膜囊撕裂1例, 经保守治疗治愈; 单侧组术后2~7d有3例术后出现健侧下肢轻度疼痛麻木(VAS评分 ≤ 3 分), 应用营养神经脱水药物后症状缓解, 而双侧组未出现类似症状。

表2 两组患者围手术期资料与比较

指标	单侧组 (n=60)	双侧组 (n=60)	P值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	65.65±29.68	94.55±38.81	<0.001
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	2.11±0.23	2.16±0.28	0.228
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	15.33±10.29	17.08±14.62	0.450
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	4.33±1.42	4.62±1.65	0.315
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.02±1.07	3.33±1.30	0.148
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	60/0/0	59/1/0	0.317
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	6.45±1.83	6.87±1.52	0.177

2.2 随访结果

所有患者均获随访15~26个月, 平均(20.34±3.36)个月, 单侧组术后出现的3例健侧下肢疼痛的患者, 经营养神经药物保守治疗, 术后3个月随访时症状明显缓解, 末次随访时症状消失。所有患者腰腿部疼痛、麻木等状况明显好转。两组患者随访资料见表3。两组完全负重活动时间差异无统计学意义($P > 0.05$); 随时间推移, 两组患者VAS评分及ODI指数

均显著降低($P < 0.05$), 而JOA评分显著增加($P < 0.05$)。术前两组VAS评分、ODI指数、JOA评分的差异均无统计学意义($P > 0.05$), 术后7d、术后3个月及末次随访时双侧组的VAS评分、ODI指数、JOA评分均显著优于单侧组($P < 0.05$)。

表3 两组患者随访结果($\bar{x} \pm s$)与比较

指标	单侧组 (n=60)	双侧组 (n=60)	P值
完全负重活动时间 (d)	59.78±2.65	60.33±2.74	0.266
VAS评分(分)			
术前	7.54±1.37	7.36±1.38	0.467
术后1周	4.48±1.07	4.12±1.39	<0.001
术后3个月	3.78±1.13	2.93±1.03	<0.001
末次随访	3.33±1.17	2.35±1.09	<0.001
P值	<0.001	<0.001	
ODI评分(%)			
术前	72.17±6.13	71.53±6.34	0.579
术后1周	44.85±2.78	40.02±2.70	<0.001
术后3个月	38.37±6.48	30.73±6.25	<0.001
末次随访	26.50±6.38	17.87±5.26	<0.001
P值	<0.001	<0.001	
JOA评分(分)			
术前	11.83±2.34	11.72±2.26	0.782
术后1周	20.18±2.73	22.13±2.65	<0.001
术后3个月	22.60±2.76	24.10±2.46	0.002
末次随访	23.87±2.51	25.00±2.07	0.008
P值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组影像测量结果见表4。术后即刻、末次随访时两组椎管面积较术前均显著增加($P < 0.05$), 但两组椎间隙高度、腰椎前凸角均无显著变化($P > 0.05$)。术前两组间上述影像指标的差异均无统计学意义($P > 0.05$), 术后即刻及末次随访时, 双侧组的椎管面积显著大于单侧组($P < 0.05$), 两组椎间隙高度、局部腰椎前凸角的差异均无统计学意义($P > 0.05$)。典型病例影像见图1。

3 讨论

LSS是一种常见的退行性病变, 可导致中央椎管、侧隐窝或椎间孔(或两者结合)变窄, 逐渐压迫椎管或椎间孔内的神经、血管结构。LSS影响约11%的人群, 主要影响老年人^[11, 12]。腿部疼痛和行走困难会限制患者的功能和日常活动的参与, 会产生负面

的心理影响^[13, 14], 是老年人群脊柱手术最常见的指征^[15]。虽然传统的椎板切除减压术会取得较好的临床疗效, 但由于其广泛的椎旁肌肉及小关节突关节的切除, 容易导致脊柱后柱不稳、腰椎滑脱等, 往往需要额外的椎体融合术以实现脊柱的稳定^[16], 大大增

加了住院时间及术后恢复时间。随着微创理念的不断发展, UBE 技术凭借其创伤小、恢复快等优势已被广泛用于治疗 LSS, 它无需广泛剥离椎旁肌, 最大限度地减少对正常腰椎稳定性的破坏, 避免了开放术式的诸多并发症^[17, 18], 其安全性和有效性已被证实^[19]。

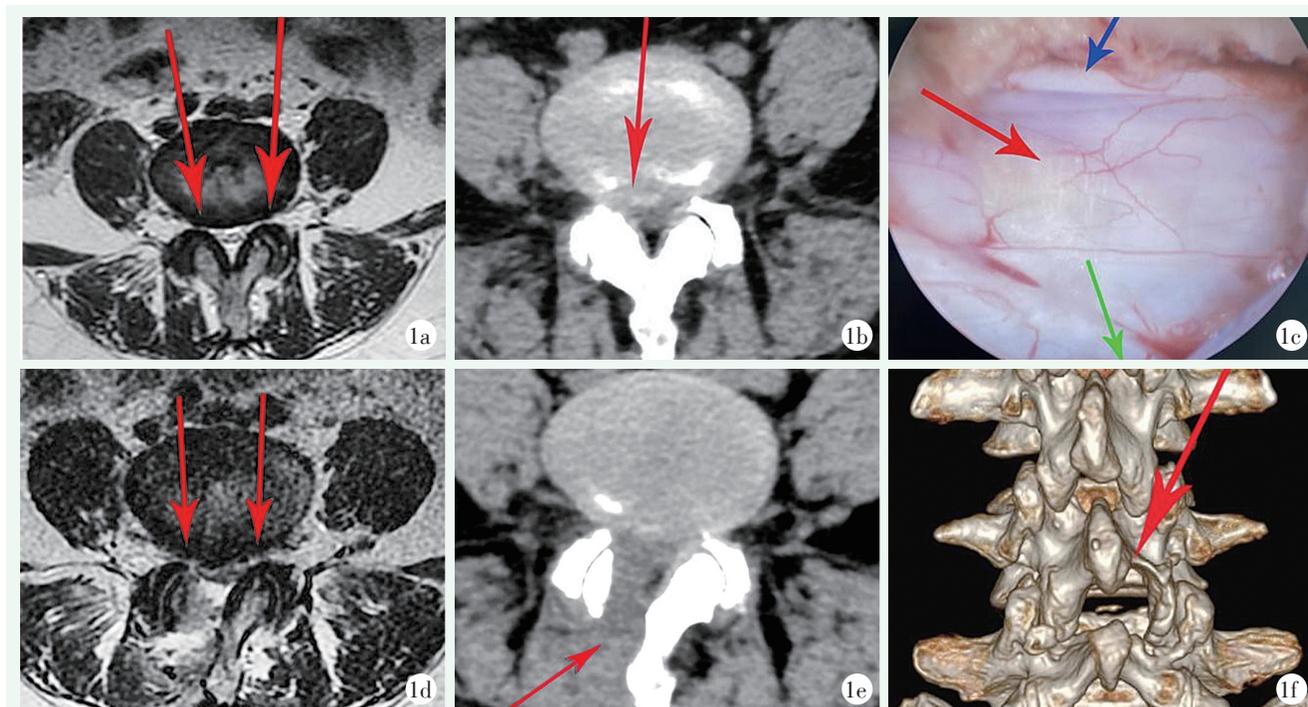


图 1 患者, 男, 52 岁, 右下肢疼痛 2 个月, 诊断为腰椎管狭窄症 1a, 1b: 术前 MR、CT 显示 L_{4/5} 椎管狭窄压迫双侧 L₅ 神经根 1c: 术中显示硬膜囊 (红色箭头)、同侧 (绿色箭头) 及对侧 (蓝色箭头) 神经根的压迫解除 1d~1f: 术后 3 d MRI 及 CT 显示硬膜囊及神经根减压充分, 下肢疼痛麻木症状消失

表 4 两组患者影像测量结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	单侧组 (n=60)	双侧组 (n=60)	P 值
椎间隙高度 (mm)			
术前	7.05±0.52	7.13±0.53	0.448
术后即刻	7.01±0.53	7.08±0.54	0.483
末次随访	6.97±0.51	7.03±0.53	0.530
P 值	0.703	0.632	
椎管面积 (mm ²)			
术前	51.37±17.74	50.33±13.37	0.719
术后即刻	118.33±16.51	131.27±17.05	<0.001
末次随访	118.65±16.53	131.12±17.02	<0.001
P 值	<0.001	<0.001	
局部腰椎前凸角 (°)			
术前	16.95±2.39	17.07±2.43	0.791
术后即刻	16.81±2.40	16.78±2.41	0.955
末次随访	16.68±2.38	16.61±2.42	0.864
P 值	0.830	0.579	

本研究发现 UBE 治疗单侧症状的中重度 LSS, 单侧组及双侧组术后下肢疼痛明显缓解, 生活质量得到大幅度改善。由于双侧组需要将对侧进行减压, 会去除相对较多的组织结构, 故手术时间相对延长。两组手术均属于微创手术, 术后即刻及末次随访时腰椎间隙高度及局部腰椎前凸角较术前无明显变化 ($P > 0.05$), 而双侧组硬脊膜显露更充分, 术后硬膜囊面积改善优于单侧组, 因减压更彻底故术后临床疗效优于单侧组。本研究中双侧组发生硬膜外血肿 2 例, 硬脊膜撕裂 1 例, 单侧组硬膜外血肿 1 例, 所有患者均经保守治疗痊愈, 两组均未发生神经根损伤及感染等其他严重并发症。

另外作者发现单侧组 3 例患者术后 2~7 d 出现了健侧下肢轻度疼痛麻木等不适, 应用神经营养药物治疗后症状逐渐缓解。分析原因, 认为可能由以下几点: (1) 漂移现象: 在症状侧减压时, 由于手术中减压并松解了粘连较重的软组织, 患侧硬膜囊压力降低, 神经根及硬脊膜囊向患侧漂移, 在漂移过程中健

侧神经根会受牵拉刺激,从而产生健侧的下肢疼痛麻木等不适;(2)残留椎间盘或血肿的刺激:术后可能会有残余椎间盘突出或血肿形成压迫,在症状侧神经根已经充分减压未产生症状,而健侧神经根缺乏避让空间而产生相应的临床症状;(3)椎间隙高度的丢失:减压过程中切除部分椎间盘及关节突可能导致术后椎间隙逐渐塌陷,术前合并健侧侧隐窝轻度狭窄,术后致健侧侧隐窝狭窄加重,从而产生健侧神经根的压迫及刺激症状^[20]。

目前对于单侧症状的中重度LSS行UBE手术是进行单侧减压还是双侧减压,尚无统一论。文献显示超过一半的椎管狭窄病例表现为单侧神经根症状,只有42%~43%的病例伴有双侧下肢神经根症状^[14, 21]。考虑到很大一部分患者仅表现为单侧神经根症状,Zhang等^[22]认为可能没有必要对无症状侧进行减压。而Yasar等^[23]认为减压范围不应局限于出现临床症状的解剖部位,其他有狭窄的部位也应行预防减压,如果减压范围不够,手术远期效果将受影响。本研究也发现单侧症状的中重度LSS行双侧减压可以减少健侧出现神经性症状及再次手术的风险,建议一期行双侧减压。

综上所述,UBE对单侧症状的中重度LSS患者单侧组和双侧组均可获得较好的临床疗效,但双侧组临床疗效更优。单侧组手术时间少于双侧组,但由于术后硬膜囊面积改善不及双侧组,且术后可能会出现健侧下肢神经刺激症状,建议一期行双侧减压。但本研究结论仍需要大样本量和更长时间的随访来进一步证实。

参考文献

- [1] Bredow J, Eysel P, Oikonomidis S. Postoperatives management der belastung und rehabilitation nach lumbalen wirbelsäulenoperationen [J]. *Orthopade*, 2020, 49 (3): 201-210.
- [2] 李建国, 孙武, 高春雨, 等. 肥胖对腰椎管狭窄症后路椎间融合术的影响 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (7): 593-597.
- [3] Bydon M, Alvi MA, Goyal A. Degenerative lumbar spondylolisthesis: definition, natural history, conservative management, and surgical treatment [J]. *Neurosurg Clin N Am*, 2019, 30 (3): 299-304.
- [4] Ahn Y. A historical review of endoscopic spinal discectomy [J]. *World Neurosurg*, 2021, 145: 591-596.
- [5] Heo DH, Son SK, Eum JH, et al. Fully endoscopic lumbar interbody fusion using a percutaneous unilateral biportal endoscopic technique: technical note and preliminary clinical results [J]. *Neurosurg Focus*, 2017, 43 (2): E8.
- [6] 张夏琦, 凡进, 田大胜, 等. 单边双通道内镜技术与开放手术行腰椎后路减压融合的短期疗效比较 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2021, 41 (10): 1503-1508.
- [7] Eun SS, Eum JH, Lee SH, et al. Biportal endoscopic lumbar decompression for lumbar disk herniation and spinal canal stenosis: a technical note [J]. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*, 2017, 78 (4): 390-396.
- [8] 曹臣, 陈书连, 高延征, 等. 单侧双通道内镜治疗重度脱垂型腰椎间盘突出症 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (3): 273-276.
- [9] 赵子豪, 孙亦强, 赵加庆, 等. 腰椎管狭窄症的双通道内镜与开放减压比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (11): 973-978.
- [10] Lee GY, Lee JW, Choi HS, et al. A new grading system of lumbar central canal stenosis on MRI: an easy and reliable method [J]. *Skeletal Radiol*, 2011, 40 (8): 1033-1039.
- [11] Katz JN, Zimmerman ZE, Mass H, et al. Diagnosis and management of lumbar spinal stenosis: a review [J]. *JAMA*, 2022, 327 (17): 1688-1699.
- [12] 许伟, 李智斐, 余伟波, 等. 精准定位内镜减压治疗多节段腰椎管狭窄症 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (1): 5-10.
- [13] Ammendolia C, Schneider M, Williams K, et al. The physical and psychological impact of neurogenic claudication: the patients' perspectives [J]. *J Can Chiropr Assoc*, 2017, 61 (1): 18-31.
- [14] Jensen RK, Jensen TS, Koes B, et al. Prevalence of lumbar spinal stenosis in general and clinical populations: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Spine J*, 2020, 29 (17): 2143-2163.
- [15] Leschke JM, Chen CC. Supplementing decompression with instrumented fusion for symptomatic lumbar spinal stenosis—a critical appraisal of available randomized controlled trials [J]. *Neurosurg Rev*, 2021, 44 (2): 643-648.
- [16] 南运东, 徐长科. 经皮内镜椎间孔入路减压治疗腰椎管狭窄症 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (19): 1811-1812.
- [17] Rushton A, Zoulas K, Powell A, et al. Physical prognostic factors predicting outcome following lumbar discectomy surgery: systematic review and narrative synthesis [J]. *Physiotherapy*, 2019, 105 (suppl 1): e52-e53.
- [18] 朱剑, 镐英杰, 任志楠, 等. 单侧双通道内镜下腰椎融合术治疗腰椎退行性疾病的初步研究 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31 (11): 1026-1033.
- [19] 余洋, 谭彪, 杨世鹏, 等. 经皮内镜可视化椎间孔成形术治疗腰椎间盘突出症 [J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18 (9): 779-782, 786.
- [20] 李子全, 余可谊, 王以朋, 等. 经皮椎间孔入路脊柱内镜下单侧减压治疗腰椎管狭窄症临床疗效及非手术侧下肢症状观察研究 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (7): 831-836.
- [21] Amundsen T, Weber H, Lilleås F, et al. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995, 20 (10): 1178-1186.
- [22] Zhang L, Miao HX, Wang Y, et al. Limited unilateral decompression and pedicle screw fixation with fusion for lumbar spinal stenosis with unilateral radiculopathy: a retrospective analysis of 25 cases [J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2015, 58 (1): 65-71.
- [23] Yasar B, Simsek S, Er U, et al. Functional and clinical evaluation for the surgical treatment of degenerative stenosis of the lumbar spinal canal [J]. *J Neurosurg Spine*, 2009, 11 (3): 347-352.

(收稿:2022-06-09 修回:2022-08-10)

(同行评议专家: 陈刚 吴学元)

(本文编辑: 郭秀婷)