

· 临床论著 ·

## 腰椎管狭窄症单侧与双侧通道减压融合比较

周若南, 王祥善\*, 张 华, 寇德鹏

(河南省郑州市骨科医院脊柱三科, 河南郑州 450052)

**摘要:** [目的] 比较单侧与双侧通道减压微创经椎间孔入路腰椎融合术 (minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 治疗腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 的效果。[方法] 回顾性分析本院 2018 年 1 月—2021 年 6 月采用 MIS-TLIF 治疗的 90 例 LSS 患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 47 例采用单侧通道双侧减压, 另外 43 例采用双侧通道双侧减压。比较两组围术期情况、随访与影像学资料。[结果] 两组均顺利手术, 术中无严重并发症。早期并发症发生率单侧组为 10.64%, 双侧组为 11.63%, 差异无统计学意义 ( $P=0.881$ )。单侧组手术时间、术中失血量、术中透视次数、术后下地行走时间均显著优于双侧组 ( $P<0.05$ ), 两组间切口总长度、切口愈合等级和住院时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。两组患者均获随访 12 个月以上, 两组恢复完全负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随时间推移, 两组 VAS 和 ODI 评分显著减少 ( $P<0.05$ ), 而 JOA 评分显著增加 ( $P<0.05$ )。术前两组间 VAS、ODI 和 JOA 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但是, 出院时、术后 6、12 个月单侧组的上述临床评分均显著优于双侧组 ( $P<0.05$ )。影像方面, 与术前相比, 术后即刻和末次随访时两组患者椎间隙高度、最小椎管面积、腰椎前凸角均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间在上述指标的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。相应时间点两组间 Bridled 融合分级的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。末次随访时两组所有患者均无钉棒松动、断裂、椎间融合器移位等不良影像表现。[结论] MIS-TLIF 单侧与双侧通道减压均可有效治疗 LSS, 相比之下单侧通道术中创伤小、术后下床早、康复快, 临床效果均优于双侧通道。

**关键词:** 腰椎管狭窄症, 通道, 减压, 微创经椎间孔腰椎融合术

中图分类号: R681.5 文献标志码: A 文章编号: 1005-8478 (2023) 07-0589-06

**Unilateral versus bilateral channel endoscopic decompression in minimal invasive transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar spinal stenosis // ZHOU Ruo-nan, WANG Xiang-shan, ZHANG Hua, KOU De-peng. Department of Spine Surgery, Zhengzhou Orthopaedic Hospital of Henan Province, Zhengzhou 450052, China**

**Abstract:** [Objective] To compare the clinical outcomes of unilateral versus bilateral channel endoscopic decompression in minimally invasive transforaminal interbody fusion (MIS-TLIF) for lumbar spinal stenosis (LSS). [Methods] A retrospective study was conducted on a total of 90 patients who received MIS-TLIF for LSS in our department from January 2018 to June 2021. According to preoperative doctor-patient communication, 47 patients underwent bilateral decompression through an unilateral channel, with the remained 43 cases received bilateral decompression through bilateral channels. The perioperative conditions, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups were operated on successfully with no serious intraoperative complications. The incidence of early complications was of 10.64% in unilateral group, while 11.63% in bilateral group, which was not statistically significant ( $P=0.881$ ). The unilateral group proved significantly superior to the bilateral group in terms of operative time, intraoperative blood loss, intraoperative fluoroscopy times and postoperative walking time ( $P<0.05$ ), although there was no significant difference in total incision length, incision healing grade and hospital stay between the two groups ( $P>0.05$ ). All patients in both groups were followed up for more than 12 months, and there was no statistical significance in the time to resume full weight-bearing activities between the two groups ( $P>0.05$ ). The VAS and ODI scores decreased significantly ( $P<0.05$ ), while JOA score increased significantly over time in both groups ( $P<0.05$ ). There were no significant differences in VAS, ODI and JOA scores between the two groups before surgery ( $P>0.05$ ), however, the unilateral group proved significantly superior to the bilateral group in abovementioned clinical scores at discharge, 6 months and 12 months after surgery ( $P<0.05$ ). Regarding imaging, the height of the intervertebral space, the minimum spinal canal area, and the lumbar lordosis angle significantly improved in both groups immediately after surgery and at the last follow-up compared with preoperative results ( $P<0.05$ ), whereas no statisti-

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.07.03

作者简介:周若南,副主任医师,硕士学位,研究方向:脊柱外科,(电话)13838296138,(电子信箱)billzhou519@sohu.com

\* 通信作者:王祥善,(电子信箱)13838076078@163.com

cal significance was found in the above indexes between the two groups at any corresponding time points ( $P>0.05$ ). There was no statistically significant difference in the Bridled fusion grade between two groups at any corresponding time points ( $P>0.05$ ). At the last follow-up, all patients in both groups had no adverse imaging manifestations such as screw loosening, fracture, and interbody fusion cage displacement. [Conclusion] Both unilateral and bilateral channel decompression in MIS-TLIF do effectively treat LSS. By comparison, unilateral channel decompression achieve better clinical results than bilateral channel, with less intraoperative trauma, earlier postoperative ambulation, and faster recovery.

**Key words:** lumbar spinal stenosis, channel, decompression, minimally invasive transforaminal lumbar fusion

腰椎管狭窄症 (lumbar spinal stenosis, LSS) 是指腰椎椎管各径线缩短、硬膜囊、脊髓或神经根受压迫从而导致相应神经功能障碍的一类疾病, 是导致严重疼痛和残疾的主要原因<sup>[1]</sup>。研究指出<sup>[2]</sup>, 退行性 LSS 是中老年腰腿痛的重要原因, 随着社会老龄化趋势不断加重, 该病的发病率也逐年增加。LSS 患者常步行 100~200 m 时出现腰腿痛, 休息或下蹲可减轻症状, 继续行走又可出现腰腿痛, 脊柱背伸时症状加重、前屈时则症状减轻。有部分 LSS 患者可严重影响下肢活动及功能, 甚至引起瘫痪<sup>[3]</sup>, 给患者造成了极大的痛苦。有研究指出, 退变性 LSS 多需要手术减压治疗<sup>[4]</sup>。因此针对 LSS 患者探讨创伤小、效果好、恢复快的手术方案十分必要。微创经椎间孔入路腰椎融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 是指利用通道等技术经椎间孔入路实施减压、椎间融合、固定的术式<sup>[5, 6]</sup>。有研究显示该术式可缩短双节段 LSS 术后下地时间和完全负重活动时间<sup>[7]</sup>。该术式又可分为单侧与双侧入路, 有学者认为单侧入路创伤更小, 而双侧入路可增加手术创伤、破坏后方脊柱结构的稳定性, 影响术后腰椎功能<sup>[8]</sup>; 另有学者认为双侧入路较单侧入路操作更方便、减压也更彻底<sup>[9]</sup>。有研究比较了单侧入路与双侧入路双侧减压治疗退行性 LSS 的短期疗效, 发现二者效果相当, 但后者能更好地避免并发症<sup>[10]</sup>。但在 LSS 患者治疗中如何合理选择术式尚不明确。基于此, 本研究回顾性分析 90 例 LSS 的临床资料, 以探讨上述问题, 为此类患者手术方案的选取提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) LSS 单节段病变; (2) 符合通道下 MIS-TLIF 指征<sup>[11]</sup>; (3) 伴有或不伴 Meyerding I~II 度腰椎滑脱<sup>[12]</sup>, 且滑脱椎体椎弓根均完整 (图 1a, 1b); (4) 经规范保守治疗 6 个月, 症状无改善甚

至加重者; (5) 美国麻醉医师协会 (American Society of Anesthesiologists, ASA) 分级 I~II 级<sup>[13]</sup>。

排除标准: (1) 脊柱结核、脊柱肿瘤、脊柱骨折等; (2) 严重骨质疏松症; (3) 伴有心脑血管病、器质性疾病, 不能耐受手术; (4) 有凝血系统、免疫系统等疾病; (5) 临床资料不完整。

### 1.2 一般资料

回顾性分析本院 2018 年 1 月—2021 年 6 月收治的 LSS 患者的临床资料, 其中有 90 例符合上述标准, 纳入本研究。依据医患沟通结果, 47 例采用单侧通道入路双侧减压, 另外 43 例采用双侧通道双侧减压。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、节段和滑脱 Meyerding 分度的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。本研究已经过医院伦理委员会审批 [审批号: 2022 医院伦审第 (003) 号], 患者均知情同意。

表 1 两组患者一般资料与比较

指标	单侧组 (n=47)	双侧组 (n=43)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$ )	70.3±8.2	70.7±8.5	0.821
性别 (例, 男/女)	29/18	28/15	0.737
BMI ( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	22.4±3.1	22.2±3.0	0.757
病程 (年, $\bar{x} \pm s$ )	4.2±0.6	4.1±0.6	0.432
节段 (例, L <sub>3/4</sub> /L <sub>4/5</sub> /L <sub>5</sub> S <sub>1</sub> )	2/33/12	3/32/8	0.681
Meyerding 分度 (例, 0/I/II)	29/18/0	26/15/2	0.772

### 1.3 手术方法

两组均采用可扩张通道或者锥形通道和脊柱微创手术系统, 可选择性应用显微镜。

单侧组: 全麻, 俯卧位, 消毒铺巾。透视定位, 于责任节段椎间隙水平线与棘突交叉点, 症状重的一侧旁约 2~3 cm, 对应关节突关节位置, 行 3 cm 纵行切口, 逐级扩张后置入通道 (图 1c), 显微镜下经工作通道先行同侧下关节突及上关节突大部分切除, 切除同侧少部分黄韧带, 显露 Kambin 三角, 切除同侧椎间盘, 至椎体骨性终板, 自体颗粒骨植入椎间隙,

斜向放置椎间融合器。向对侧倾斜通道，向内于黄韧带背侧咬除椎板至棘突根部。采用角度骨刀或微型磨钻去除棘突根部，暂时保留对侧黄韧带（图1d）。适度下压黄韧带和硬膜囊，切除对侧椎板关节突腹侧部分，至对侧侧隐窝减压，达到270°减压（图1e），充分切除黄韧带神经减压（图1f）。经皮置入2对椎弓根螺钉及双侧棒，调整紧固双侧钉-棒系统。透视确认钉-棒系统位置良好，再次探查双侧神经根，见减压充分。冲洗切口，撤出通道，放置引流，缝合切口。

双侧组：麻醉体位同上。透视定位，于责任椎间隙水平线与棘突交叉点旁约2~3 cm，双侧行3 cm纵行切口。分别置入双侧通道，分别经双侧通道减压，逐侧进行。椎间处理、经皮椎弓根螺钉及钉-棒固定同上。

#### 1.4 评价指标

记录围术期资料。采用完全负重时间、疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Oswestry功能障碍指数（Oswestry disability index, ODI）评分、日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association, JOA）评分评价临床效果。行影像检查，测量椎间隙高度、腰椎前凸角（矢状位L<sub>1-5</sub> Cobb角）、最小椎管横截面积；采用Bridwell融合评价分级标准评价椎间融合程度<sup>[17]</sup>。

#### 1.5 统计学方法

采用SPSS 21.0软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表述，资料符合正态分布时，组间比较采用独立样本 $t$ 检验，组内比较采用单因素方差分析，两两比较采用LSD法；若资料不符合正态分布，采用秩和检验。计数资料采用 $\chi^2$ 检验或Fisher精确检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 围术期情况

两组均顺利完成手术，术中无大出血等严重并发症。双侧组有1例Meyerding II度滑脱僵硬、复位困难，改为开放手术彻底松解，达到手术目的。单侧组术后2例出现轻度神经感觉异常，予以营养神经、激素、脱水药物治疗后1~2 d恢复；1例足背伸肌力降至Ⅲ~Ⅳ级，经针灸及药物治疗后出院时恢复至Ⅳ+级；1例硬膜撕裂脑脊液漏，行明胶海绵填塞，1例切口浅表血肿后自吸收。双侧组2例切口渗血，加压包扎缓解；2例硬膜撕裂脑脊液漏，行明胶海绵填

塞，其中1例马尾神经外溢，出现马尾神经轻度损伤症状；1例切口表浅脂肪液化合并感染，给予切口清创、抗感染及对症处理，出院时控制。早期并发症发生率单侧组为10.6%，双侧组为11.6%，差异无统计学意义（ $P=0.881$ ）。

围手术期资料见表2，单侧组手术时间、术中失血量、术中透视次数、术后下地行走时间均显著优于双侧组（ $P < 0.05$ ），两组间切口总长度、切口愈合等级和住院时间的差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。

表2 两组围手术期资料与比较

指标	单侧组 (n=47)	双侧组 (n=43)	P值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$ )	121.5±18.5	162.4±21.5	<0.001
切口长度 (cm, $\bar{x} \pm s$ )	6.3±0.8	6.5±0.9	0.267
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$ )	92.4±14.6	165.7±31.0	<0.001
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$ )	15.0±2.1	18.0±2.6	<0.001
术后下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	4.1±0.5	5.1±0.7	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙)	46/1	41/2	0.982
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$ )	7.8±1.5	8.1±1.7	0.376

表3 两组随访结果 ( $\bar{x} \pm s$ ) 与比较

指标	单侧组 (n=47)	双侧组 (n=43)	P值
完全负重活动时间 (周)	12.5±1.2	12.7±1.3	0.450
腰痛 VAS 评分 (分)			
术前	5.8±0.7	5.8±0.6	>0.999
出院时	2.1±0.4	2.8±0.6	<0.001
术后6个月	1.7±0.4	2.2±0.4	<0.001
术后12个月	1.7±0.3	2.1±0.4	<0.001
P值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)			
术前	34.3±4.8	34.2±4.7	0.921
出院时	15.7±3.1	18.3±3.3	<0.001
术后6个月	11.2±2.7	13.1±2.7	<0.001
术后12个月	11.1±2.6	13.0±2.7	<0.001
P值	<0.001	<0.001	
JOA 评分 (分)			
术前	12.4±2.2	12.3±2.1	0.826
出院时	21.5±3.1	19.7±3.1	0.007
术后6个月	23.4±3.2	21.5±3.0	0.005
术后12个月	23.5±3.4	21.4±3.1	0.003
P值	<0.001	<0.001	

### 2.2 随访结果

两组患者均获随访12个月以上，两组恢复完全

负重活动时间的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。随时间推移, 两组 VAS 和 ODI 评分显著减少 ( $P<0.05$ ), 而 JOA 评分显著增加 ( $P<0.05$ )。术前两组间 VAS、ODI 和 JOA 评分的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 但是, 出院时、术后 6、12 个月单侧组的上述临床评分均显著优于双侧组 ( $P<0.05$ )。

随访过程中, 双侧组 1 例硬膜撕裂马尾神经外溢导致马尾神经轻度损伤症状经营养神经药物、针灸和功能锻炼后恢复正常。两组均无疼痛与神经根症状加重者, 均无翻修手术。

### 2.3 影像评估

两组患者影像评估资料见表 4, 与术前相比, 术后即刻和末次随访时两组椎间隙高度、最小椎管面积、腰椎前凸角均显著改善 ( $P<0.05$ )。相应时间点, 两组间椎间隙高度、最小椎管面积、腰椎前凸角 Cobb 角的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。术后 6 个月两组多数已达到椎间融合, 与 6 个月时间相比, 末次随访时两组 Bridled 融合分级均无显著变化 ( $P>0.05$ ); 相应时间点两组间 Bridled 融合分级的差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ )。末次随访时两组所有患者均无钉棒松动、断裂、椎间融合器移位等不良影像表现。单侧组典型影像见图 1g, 1h。

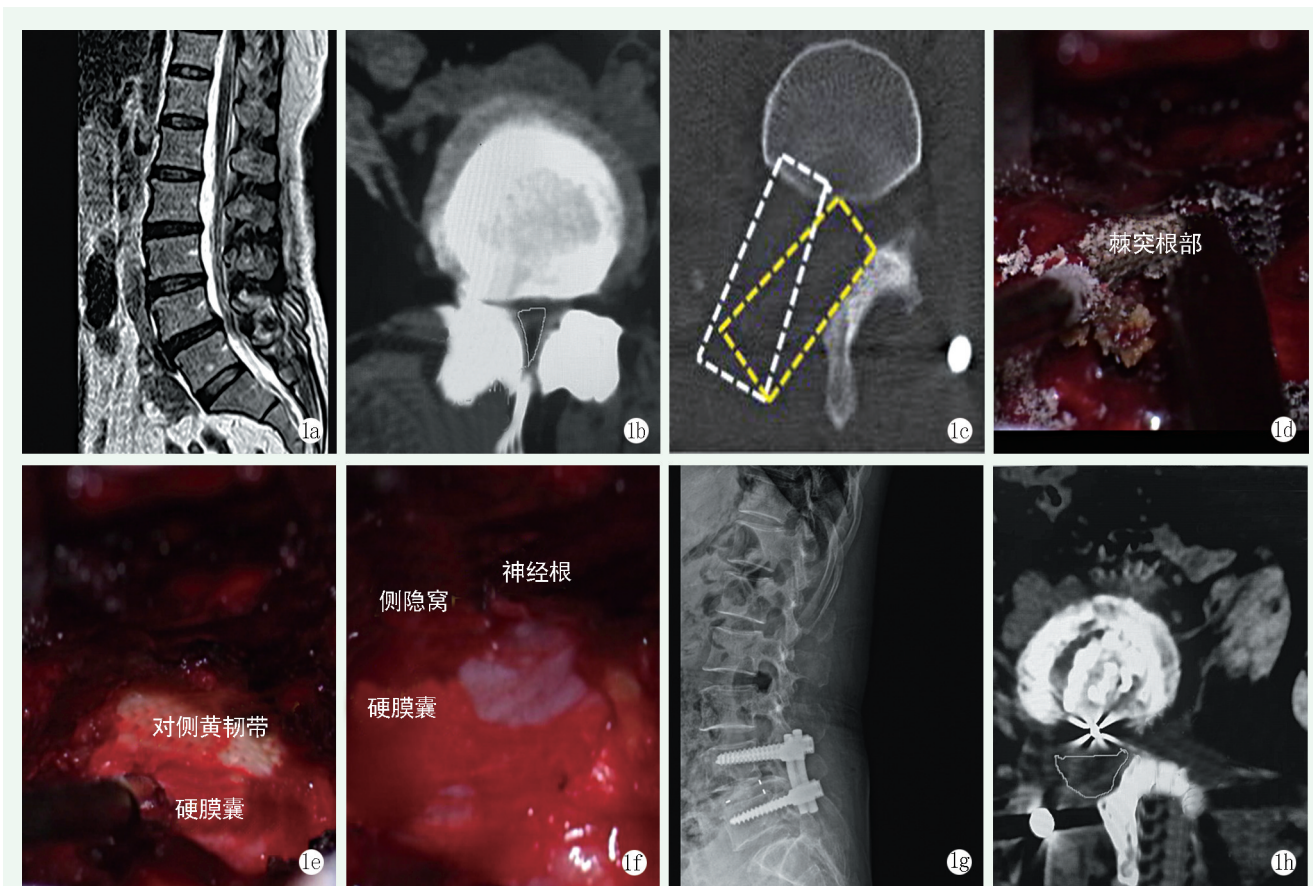


图 1 患者, 女, 58 岁, 双下肢疼痛麻木, 右侧为重, 采用通道 MIS-TLIF 单侧入路双侧减压术 1a: 术前矢状面 MRI 显示 L<sub>4</sub> I 度滑脱, L<sub>4/5</sub> 椎管狭窄 1b: 术前横断面 CT 显示 L<sub>4/5</sub> 节段关节突关节增生, 椎管狭窄, 椎管面积 40.3 mm<sup>2</sup> 1c: 术中通道置入模式图, 单侧通道双侧减压 1d: 对侧减压镜下所见, 磨钻或角度骨刀切除棘突根部 1e: 显露对侧黄韧带及部分硬膜 1f: 磨钻或角度骨刀配合椎板咬骨钳切除对侧椎板关节突腹侧部分骨质及黄韧带, 至对侧侧隐窝减压, 松解硬膜囊和神经根 1g: 术后 13 个月随访侧位 X 线片示椎间植骨 Bridwell I 级融合 1h: 术后 13 个月随访横断面 CT 示椎管减压彻底, 椎管面积 175.1 mm<sup>2</sup>

### 3 讨论

LSS 作为中老年常见病, 可给社会医疗保障体系带来巨大负担<sup>[18]</sup>。MIS-TLIF 是 LSS 的治疗手段之一, 孙武等<sup>[19]</sup> 研究指出 MIS-TLIF 治疗退行性腰椎

侧凸单节段椎管狭窄创伤小、并发症少, 且有利于腰椎功能恢复。通道下 MIS-TLIF 单侧入路双侧减压与双侧入路双侧减压均是 LSS 患者常用的微创治疗方式, 但如何选择入路方式目前并无统一标准。本研究显示, 通道下 MIS-TLIF 单侧入路双侧减压与双侧入路双侧减压比较能减轻手术创伤、减少术中透视次

数、促进术后早期恢复,与徐政等<sup>[20]</sup>报道的结果相符。通道下 MIS-TLIF 手术最大限度减少对脊柱后方结构的破坏,相对于通道下 MIS-TLIF 双侧入路双侧减压,单侧入路双侧减压不但保留了棘间韧带、棘上韧带等稳定结构,更保留了对侧关节突关节及关节囊、部分对侧椎板及黄韧带,且对椎旁肌肉的损伤更小,从而更好地维持良好的脊柱稳定性,术后恢复快且远期并发症少。这也是本研究单侧组术后腰痛 VAS 评分、ODI 和 JOA 评分优于双侧组的原因。

表 4 两组影像评估结果与比较

指标	单侧组 (n=47)	双侧组 (n=43)	P 值
椎间隙高度 (mm, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	6.1±1.0	6.2±1.0	0.637
术后即刻	11.0±1.5	11.1±1.6	0.760
术后 12 个月	11.1±1.4	11.2±1.6	0.735
P 值	<0.001	<0.001	
最小椎管面积 (cm <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )			
术前	0.5±0.1	0.5±0.1	0.600
术后即刻	1.9±0.2	1.8±0.2	0.653
术后 12 个月	1.9±0.2	1.9±0.2	0.668
P 值	<0.001	<0.001	
腰椎前凸角 Cobb 角 (°, $\bar{x} \pm s$ )			
术前	30.2±5.6	29.8±5.4	0.731
术后即刻	40.6±6.1	40.8±6.3	0.879
末次 12 个月	41.3±7.2	41.1±7.0	0.894
P 值	<0.001	<0.001	
Bridled 融合分级 (例, I/II/III)			
术后 6 个月	44/2/1	39/3/1	0.656
末次随访	47/0/0	42/1/0	0.296
P 值	0.074	0.166	

有研究认为<sup>[21]</sup>,单侧入路双侧减压治疗 LSS 可显著降低下腰痛评分 [(7.5±0.8) 分到 (1.7±0.7) 分]、腿痛评分 [(7.3±0.8) 分到 (1.7±0.7) 分],显著降低 ODI 评分 [(72.4±8.2) 分到 (16.2±4.5) 分],且 91.3% 的患者获得了优良的手术效果,本研究结果与该报道相符,且本研究还显示单侧组术后 JOA 评分高于双侧组。Huang 等<sup>[22]</sup>比较了单侧入路双侧减压与常规椎间孔入路腰椎间融合治疗的老年腰椎退行性疾病患者的临床资料,发现前者术中失血量、术后引流量均少于后者,提示该术式创伤小。本研究与上述报道结果相符。单侧入路双侧减压还可避免

对双侧反复透视确认置入通道位置,可减少透视次数。

此外,本研究还显示通道下 MIS-TLIF 单侧入路双侧减压治疗 LSS 与双侧入路双侧减压的效果相当。在 LSS 治疗中单侧入路双侧减压可实现 270°减压,而双侧入路双侧减压可实现 360°减压,无对侧椎间盘突出不需要 360°减压。芦怀旺等<sup>[23]</sup>研究显示采用单侧双通道内镜下单侧与双侧减压治疗单侧症状的中重度 LSS 均有效。另有汤杰等<sup>[24]</sup>研究显示,单侧入路双侧减压治疗高龄 LSS 与开放手术疗效一致,但可缩短手术时间、减少术中出血、且不破坏腰椎稳定性,本研究结果也显示单侧入路双侧减压更具优势。本研究中两组完全负重时间、术后影像学随访结果均相当,提示二者均可有效治疗 LSS 但单侧入路双侧减压术后恢复更快。袁超等<sup>[25]</sup>报道显示双侧入路双侧减压、单侧入路双侧减压和单侧减压治疗单节段重度 LSS 均可获得良好的临床效果,本研究结果与该报道相符。

本研究还发现两组并发症发生率相当,提示在 LSS 患者治疗中 MIS-TLIF 单侧入路双侧减压与双侧入路双侧减压均安全。笔者的工作经验:(1)单侧入路双侧减压术式适用于下肢单侧症状为主对侧无或有轻度症状的 LSS 患者,但是在行对侧减压时需要有充足的光源,对对侧硬膜囊、神经根完好保护的前提下才能减压对侧黄韧带及侧隐窝;(2)对于对侧椎间孔狭窄严重、对侧神经根腹侧受压及双侧症状严重的患者建议采用双侧入路双侧减压;(3)肥胖可增加术中失血量、切口并发症及邻椎退变<sup>[26]</sup>,建议针对此类患者术中应注意控制创伤,术后加强对并发症及邻椎退变的预防。

综上所述,通道 MIS-TLIF 术单侧入路双侧减压与双侧入路双侧减压治疗 LSS 均有效,但前者术中创伤小,术后下床早、恢复快,能显著减轻术后腰痛和腰椎功能障碍程度。

#### 参考文献

- [1] 周彦吉,刘长信,刘焰刚,等.美国脊柱患者实效研究试验腰椎管狭窄症系统评价[J].中国全科医学,2022,25(5):535-541.
- [2] 苗莹,刘蒙,纪海洋,等.腰部十字灸治疗退行性腰椎管狭窄症 30 例[J].中国针灸,2022,42(7):747-748.
- [3] 陈新,黄波,万海武.椎间植骨内固定治疗腰椎管狭窄症的优势[J].中国组织工程研究,2013,17(31):5705-5710.
- [4] 高尚聚,李文毅,张隆,等.麻醉高风险高龄退变性腰椎管狭窄症患者经皮脊柱内镜下椎管减压术治疗效果研究[J].中国全科医学,2020,23(27):3433-3439.

- [5] Leonova ON, Cherepanov EA, Krutko AV. MIS-TLIF versus O-TLIF for single-level degenerative stenosis: study protocol for randomised controlled trial [J]. *BMJ Open*, 2021, 11 (3): e041134.
- [6] Koike Y, Kotani Y, Terao H, et al. Comparison of outcomes of oblique lateral interbody fusion with percutaneous posterior fixation in lateral position and minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for degenerative spondylolisthesis [J]. *Asian Spine J*, 2021, 15 (1): 97-106.
- [7] 蒋小红, 王辉, 郑亚东, 等. 两种椎体间融合术治疗双节段腰椎管狭窄的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (21): 1934-1938.
- [8] Bussières A, Cancelliere C, Ammendolia C, et al. Non-surgical interventions for lumbar spinal stenosis leading to neurogenic claudication: a clinical practice guideline [J]. *J Pain*, 2021, 22 (9): 1015-1039.
- [9] Masi C, Couraud G, Daste C, et al. Development of a new patient-reported outcome measure assessing activities and participation in people with lumbar spinal stenosis: The Cochin Spinal Stenosis 19-item questionnaire [J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2021, 57 (1): 92-100.
- [10] 徐政, 陈金传, 刘艺. 经皮椎间孔镜单, 双侧入路双侧减压治疗退行性腰椎管狭窄症的短期疗效比较 [J]. *山东医药*, 2018, 58 (1): 81-83.
- [11] Hartl R, Korge A. 微创脊柱外科: 技术, 循证与争论 [M]. 济南: 山东科学技术出版社, 2014: 302.
- [12] Uysal M, Ozalay M, Derincek A, et al. Effect of PLIF and TLIF on sagittal spinopelvic balance of patients with degenerative spondylolisthesis [J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2018, 52 (4): 272-276.
- [13] Mak PH, Campbell RC, Irwin MG, et al. The ASA Physical Status Classification: inter-observer consistency. *American Society of Anesthesiologists [J]*. *Anaesth Intensive Care*, 2002, 30 (5): 633-640.
- [14] 黎春华, 瓮长水, 蒋天裕, 等. 疼痛强度评估量表应用于老年腰痛患者的同时效度与偏好性 [J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18 (8): 752-754.
- [15] Jones T, Miller R, Street JT, et al. Validation of the Oswestry disability index for pain and disability in arthrogyrosis multiplex congenita [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2019, 62 (2): 92-97.
- [16] 孙兵, 车晓明 (整理). 日本骨科协会评估治疗 (JOA 评分) [J]. *中华神经外科杂志*, 2012, 28 (6): 623.
- [17] Bridwell KH, Lenke LG, McEnery KW, et al. Anterior fresh frozen structural allografts in the thoracic and lumbar spine. Do they work if combined with posterior fusion and instrumentation in adult patients with kyphosis or anterior column defects [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995, 20 (12): 1410-1418.
- [18] 黄鸿昊, 袁昕, 布国俊, 等. 运动疗法治疗腰椎管狭窄症的研究进展 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (21): 1965-1968.
- [19] 孙武, 朱立国, 杨克新, 等. 退行性腰椎侧凸椎管狭窄两种椎间融合术比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (21): 1939-1944.
- [20] 徐政, 陈金传, 刘艺. 经皮椎间孔镜单, 双侧入路双侧减压治疗退行性腰椎管狭窄症的短期疗效比较 [J]. *山东医药*, 2018, 58 (1): 81-83.
- [21] Xue J, Chen H, Zhu B, et al. Percutaneous spinal endoscopy with unilateral interlaminar approach to perform bilateral decompression for central lumbar spinal stenosis: radiographic and clinical assessment [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22 (1): 236.
- [22] Huang Y, Chen J, Gao P, et al. A comparison of the bilateral decompression via unilateral approach versus conventional approach transforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of lumbar degenerative disc disease in the elderly [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2021, 22 (1): 156.
- [23] 芦怀旺, 胡鹏, 田霖, 等. 腰椎管狭窄症单侧双通道内镜下单侧与双侧减压比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (18): 1643-1647.
- [24] 汤杰, 马南, 徐镇, 等. 单侧入路双侧减压治疗高龄腰椎管狭窄症的疗效观察 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2021, 31 (6): 497-501.
- [25] 袁超, 张正丰, 李长青, 等. 微创经椎间孔入路腰椎间融合术治疗重度腰椎管狭窄症 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2019, 33 (7): 801-806.
- [26] 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.

(收稿:2022-08-13 修回:2022-12-29)

(同行评议专家:黄勇 朱卉敏 梅伟)

(本文编辑:郭秀婷)