

· 临床研究 ·

显微镜辅助 Zista 通道下 MIS-TLIF 治疗退行性腰椎滑脱症

文杰^{1,2}, 张辉², 王中华^{1,2}, 宋玉鑫², 张富强², 王栋^{1,2}, 刘林²

(1. 甘肃省中医药大学临床医学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院骨二科, 甘肃 兰州 730000)

【摘要】 目的: 探讨显微镜辅助 Zista 通道下微创经椎间孔入路腰椎椎体间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 治疗 I、II 度退行性腰椎滑脱症的临床疗效及优势。方法: 回顾性分析 2017 年 1 月至 2018 年 3 月采用显微镜辅助 Zista 通道下的 MIS-TLIF 手术治疗的 18 例退行性腰椎滑脱症患者的临床资料, 其中男 10 例, 女 8 例; 年龄 48~70 岁, 平均 59 岁; 病程 6 个月~5 年, 平均 33 个月; L₄ 13 例, L₅ 5 例。Meyerding 滑脱分度: I 度 11 例, II 度 7 例。记录围手术期观察指标; 比较术前与术后各时点的腰腿痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS), 日本骨科协会 (Japanese Orthopaedic Association, JOA) 评分以评价临床症状及腰椎功能; 术后第 12 个月时, 根据影像学资料测量椎间隙高度, 采用 Brantigan-Steffee 标准评估椎间融合情况; 依照改良 Macnab 标准评定临床疗效。结果: 所有患者顺利完成手术, 术后获得 12 个月以上的随访。手术时间 (160.45±34.98) min, 术中出血量 (88.32±21.12) ml, 术后引流量 (50.34±18.22) ml, 术后下地时间 (20.65±6.25) h。腰痛 VAS 评分术前 (7.81±2.16) 分与术后 7 d (4.19±1.17) 分、3 个月 (2.25±0.62) 分、12 个月 (1.53±0.58) 分比较, 差异均有统计学意义 (P<0.05); 腿痛 VAS 评分术前 (8.47±2.21) 分与术后 7 d (3.45±0.86) 分、3 个月 (2.31±0.73) 分、12 个月 (1.43±0.47) 分比较, 差异均有统计学意义 (P<0.05); JOA 评分术前 (12.01±2.33) 分与术后 7 d (18.56±3.12) 分、3 个月 (23.54±3.31) 分、12 个月 (26.34±2.65) 分比较, 差异均有统计学意义 (P<0.05)。椎间隙高度由术前的 (4.46±0.72) mm 增高到术后 12 个月时的 (10.24±1.48) mm (P<0.05); 所有手术节段成功融合, 其中 E 级 16 例, D 级 2 例; 依照改良 Macnab 标准, 结果优 15 例, 良 2 例, 可 1 例。结论: 显微镜辅助 Zista 通道下的 MIS-TLIF 治疗 I、II 度退行性腰椎滑脱症中有着明显的微创优势, 是一种安全有效的方法。

【关键词】 腰椎滑脱症; 显微镜; Zista 通道; 脊柱融合术
中图分类号: R681.5

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2021.01.004

开放科学 (资源服务) 标识码 (OSID):



Treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis with minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion by microscope-assisted Zista channel WEN Jie, ZHANG Hui, WANG Zhong-hua, SONG Yu-xin, ZHANG Fu-qiang, WANG Dong, and LIU Lin*. *The Second Department of Orthopaedics, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou 730000, Gansu, China

ABSTRACT Objective: To investigate the clinical efficacy and advantage of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion under microscope-assisted Zista channel in the treatment of degree I and II degenerative lumbar spondylolisthesis. **Methods:** The clinical data of 18 patients with degenerative lumbar spondylolisthesis treated by microscope-assisted Zista channel MIS-TLIF operation from January 2017 to March 2018 were analyzed retrospectively. There were 10 males and 8 females with an average age of 59 years (48 to 70). The course of spondylolisthesis ranged from 6 months to 5 years with an average of 33 months. The segment of spondylolisthesis was L₄ in 13 cases and L₅ in 5 cases. According to Meyerding spondylolisthesis criteria, 11 cases were degree I and 7 cases were degree II. The perioperative observation indexes were recorded. The VAS score and JOA score of lumbago and leg pain before and after operation were compared to evaluate the clinical efficacy. At 12 months after operation, the height of intervertebral space was measured by imaging data, the intervertebral fusion was evaluated by Brantigan-Steffee standard, and the curative effect was evaluated according to the modified Macnab standard. **Results:** All the patients completed the operation successfully and were followed up more than 12 months after operation. Operation time was (160.45±34.98) min, intraoperative blood loss was (88.32±21.12) ml, postoperative drainage volume was (50.34±18.22)

基金项目: 甘肃省人民医院内科科研基金项目 (编号: 18GSSY4-17)

Fund program: Scientific Research Fund Project in Gansu Provincial People's Hospital (No.18GSSY4-17)

通讯作者: 刘林 E-mail: 1104856178@qq.com

Corresponding author: LIU Lin E-mail: 1104856178@qq.com

ml, and walking time after operation was (20.65±6.25) h. Preoperative and postoperative at 7 days, 3 months, 12 months, VAS score of low back pain was 7.81±2.16, 4.19±1.17, 2.25±0.62 and 1.53±0.58 respectively, VAS score of leg pain was 8.47±2.21, 3.45±0.86, 2.31±0.73 and 1.43±0.47, JOA score was 12.01±2.33, 18.56±3.12, 23.54±3.31 and 26.34±2.65. There were significant differences in VAS and JOA scores between preoperative and postoperative ($P<0.05$). The height of intervertebral space increased from (4.46±0.72) mm preoperative to (10.24±1.48) mm at 12 months after operation ($P<0.05$). All operative segments got fusion (16 cases of grade E and 2 cases of grade D). According to Macnab standard, 15 cases obtained excellent results, 2 cases good, 1 case fair. **Conclusion:** MIS-TLIF under microscope-assisted Zista channel has obvious minimally invasive advantages in the treatment of degree I and II degenerative lumbar spondylolisthesis, and it is a safe and effective method.

KEYWORDS Lumbar spondylolisthesis; Microscope; Zista channel; Spinal fusion

退行性腰椎滑脱症 (degenerative lumbar spondylolisthesis, DLS) 是指椎间盘及小关节退变引起上下椎体移位, 常伴有腰椎管狭窄, 以腰腿疼痛、间歇性跛行为主要表现。当症状加重或保守治疗效果不佳时应考虑手术治疗^[1]。自 2002 年 Foley 等^[2]报道了微创经椎间孔入路腰椎椎体间融合术 (minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion, MIS-TLIF) 以来, 该术式已成熟运用于轻度 DLS 的手术治疗中, 并取得了比开放 TLIF 更好的临床疗效^[3-4], 该技术多采用可扩张通道下完成手术操作, 但可扩张通道由于术野有限、学习曲线陡峭、椎旁肌肉组织不均匀的牵压损伤, 以及术后并发症的增加不得不引起重视^[5]。随后有人设计的 Zista 锥形通道是集内镜椎间盘切除术 (microendoscopic discectomy, MED) 与可扩张通道的优势于一体, 在显微镜下应用 Zista 通道系统对轻度腰椎滑脱进行 MIS-TLIF 手术, 具有术野清楚、操作简便、创伤小等优势^[6]。笔者 2017 年 1 月至 2018 年 3 月, 对 18 例 I、II 度 DLS 患者采用显微镜辅助 Zista 通道下 MIS-TLIF 手术治疗, 取得了满意的临床疗效, 现报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准 符合退变性腰椎滑脱的诊断标准, 经保守治疗 6 个月以上症状不缓解或加重; 仅为退变引起的 Meyerding I、II 度单节段滑脱; 患者的症状、体征与影像学相符; 既往无腰部手术史、创伤、骨折、肿瘤及感染病灶^[7]。

1.1.2 排除标准 相邻节段椎间盘退变明显; 峡部裂性滑脱; 合并其他重要器官功能障碍而不能耐受手术者; 术后失访或随访时间不足 12 个月者。

1.2 一般资料

本研究共纳入 18 例, 其中男 10 例, 女 8 例, 年龄 48~70 岁, 平均 59 岁; 病程 6 个月至 5 年, 平均 33 个月。滑脱节段: L₄ 13 例, L₅ 5 例。按 Meyerding 滑脱分度: I 度 11 例, II 度 7 例。典型临床表现为不同程度的下腰痛、下肢根性症状、间歇性跛行, 查体时病变节段棘突旁压痛, 腰椎活动受限, 下肢有不同程

度的疼痛与麻木感。术前常规行腰椎正侧位片及过伸过屈位 X 线片、腰椎 MRI, 明确滑脱节段与症状、体征是否相符, 制定手术方案。

1.3 治疗方法

1.3.1 手术方法 患者在气管插管全身麻醉后, 俯卧位于体位垫上, 适当悬空腹部, 屈曲双侧髋、膝关节。透视下确认责任椎间隙和上下椎弓根的体表投影位置。消毒、铺巾, 选择症状较重的一侧距中线 3~4 cm 处做 2 cm 的手术切口; 对侧经皮置入椎弓根螺钉, 减压侧暂置入导丝; 用穿刺针定位至上关节突上缘, 放置逐级扩张管至关节突表面, 沿扩张管安置 Zista 通道, 自由臂固定通道, 透视再次确认通道位置准确后将连接显微镜 (蔡司 S88) 并调整放大倍数与角度; 磨钻与枪钳交替使用切除上关节突内上 1/3 及部分下关节突, 显露并咬除增生肥厚的黄韧带, 对中央管和侧隐窝充分减压后探查出口神经根, 调整通道角度后使用椎板钳在对侧潜行减压; 尖刀切开纤维环摘除椎间盘组织, 铰刀、刮勺处理椎间隙软骨终板, 镜下观察硬膜囊搏动良好、神经根松解满意后, 在通道侧置入椎弓根螺钉, 双侧利用上下椎弓根螺钉钉尾的高度差提拉复位; 适度撑开椎间隙后融合器试模, 将术中咬除的骨质修剪为碎骨粒后填充于融合器, 多余的骨粒填入椎间隙前方夯实, 再将匹配的融合器置入椎间隙, 透视确认融合器位置良好, 放置引流管, 逐层关闭切口, 缝合皮肤。

1.3.2 术后处理 手术当天及术后 1 d 给予注射用无水头孢唑林钠 2 g, 每天 2 次; 地塞米松磷酸钠注射液 10 mg, 每天 1 次, 连用 3 d; 48 h 内若引流量小于 50 ml 时拔除引流管; 次日开始腰背肌功能锻炼, 腰围保护 3 周, 视恢复状况下床活动。典型病例见图 1。

1.4 观察项目与方法

1.4.1 一般情况观察 记录所有患者的手术时间、术中出血量、术后引流量、术后下地时间。

1.4.2 临床症状及腰椎功能观察 比较术前与术后各时间点 (术后 7 d, 3 个月, 12 个月) 的腰腿痛视觉模拟 (visual analogue scale, VAS) 评分^[8], 日本骨科



图 1 男性患者,63 岁,间断性腰痛 5 年,加重伴左腿疼痛 2 个月。诊断为:退行性腰椎滑脱(Meyerding I 度),L_{4,5} 椎间盘突出伴椎管狭窄 1a. 术前腰椎侧位 X 线片示 L_{4,5} 滑脱 1b. 安置工作通道 1c. 显微镜下操作 1d. 减压后的神经根松解满意 1e,1f. 术后 3 个月腰椎正侧位 X 线片示内固定及融合器位置良好

Fig. 1 A 63-year-old male patient,intermittent low back pain for 5 years,aggravated with left leg pain for 2 months. The diagnosis was degenerative lumbar spondylolisthesis (Meyerding degree I),L_{4,5} intervertebral disc herniation and spinal canal stenosis 1a. Preoperative lumbar lateral X-ray showed L_{4,5} spondylolisthesis 1b. Placement of working channel 1c. Microscopic operation 1d. Nerve root release was satisfactory after decompression 1e,1f. Three months after operation,the X-rays showed the position of internal fixation and fusion cage were good

协会(Japanese Orthopaedic Association,JOA)评分^[9],以评价临床症状及腰椎功能。

1.4.3 影像学观察 术后 12 个月根据影像学资料测量椎间隙高度,采用 Brantigan-Steffee 标准评估椎间融合情况,其中 A 级:明显的假关节形成、椎间高度丢失;B 级:融合区可见明显的透光区;C 级:可见少量的透光区,不确切的骨不连;D 级:整个融合区的骨桥形成并且密度与术后相似,无透光带;E 级:融合区的密度更成熟致密。

1.4.4 临床疗效评定 术后 12 个月依照改良 Macnab 标准^[10]评定临床疗效。

1.5 统计学处理

采用 SPSS 18.0 软件对数据进行统计分析,定量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。术前及术后 7 d、3 个月、12 个月随访的腰腿痛 VAS 评分和 JOA 评分等定量资料采用重复测量方差分析和配对 *t* 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

18 例患者均顺利完成手术,未出现围手术期相

关并发症,术后均获得 12 个月以上的随访。本组患者手术时间(160.45 ± 34.98) min,术中出血量(88.32 ± 21.12) ml,术后引流量(50.34 ± 18.22) ml,术后下地时间(20.65 ± 6.25) h。

2.2 临床症状和腰椎功能及临床疗效的评定

术前腰腿痛 VAS 评分及 JOA 评分与术后各时间点比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1-2。术后第 12 个月时依照改良 Macnab 标准评定疗效,结果优 15 例,良 2 例,可 1 例。

2.3 影像学观察 椎间隙高度由术前的(4.46 ± 0.72) mm 增高至术后 12 个月的(10.24 ± 1.48) mm ($P < 0.05$),所有手术节段成功融合(E 级 16 例,D 级 2 例)。

3 讨论

3.1 关于 MIS-TLIF 的手术指征

退行性腰椎滑脱经保守治疗大多数患者可有不同程度的缓解,但少数患者还需进一步手术治疗^[11]。微创手术治疗目前比较认同的指征为:单节段 I、II 度退变性腰椎滑脱^[12];经过正规保守治疗后腰腿痛持续或加重;影像学资料显示椎体滑脱加重^[13];出现

表 1 退行性腰椎滑脱症 18 例患者手术前后 VAS 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.1 Comparison of VAS scores of 18 patients with degenerative lumbar spondylolisthesis before and after operation ($\bar{x}\pm s$, score)

项目	术前	术后 7 d	术后 3 个月	术后 12 个月
腰痛 VAS 评分	7.81±2.16	4.19±1.17*	2.25±0.62*	1.53±0.58*
腿痛 VAS 评分	8.47±2.21	3.45±0.86*	2.31±0.73*	1.43±0.47*

注：观察项目分别进行重复测量方差分析时间 Pillai 的跟踪 ($P<0.05$)。与术前比较, * $P<0.05$

Note: The observation items were followed up by repeated measurement analysis of variance time Pillai ($P<0.05$). Compared with before operation, * $P<0.05$

下肢神经及马尾综合征^[14]。本研究纳入的 18 例患者均为保守治疗至少 6 个月后无效或加重者, 且符合该手术指征。微创手术的主要目的是恢复腰椎的生理曲度, 维持腰椎的稳定性, 最关键的是要改善腰椎功能、解除疼痛, 在此基础上减少手术本身的创伤和并发症。

3.2 显微镜辅助 Zista 通道的优势及临床疗效

Zista 通道系统是基于 MED 技术演变而来的锥形通道系统, 相对于传统可扩张通道技术而言, 其优势主要体现在: (1) 术中通过逐级扩张管直接建立工作通道, 无需进一步撑开深层肌肉软组织, 降低了对椎旁肌肉的损伤。(2) 通道“口宽底窄”的不等径设计, 上端 26 mm 的设计不易遮挡视野, 手术器械如磨钻、铰刀等可较大幅度的摆动; 下端 22 mm 的口径, 对多裂肌的干扰更小, 术中通过调整通道方向, 可进一步实现较大范围多靶点的精准减压, 同时也便于对侧操作^[15]。(3) 显微镜可以将镜下操作成像在显示器上, 这不仅对手术过程实时监控, 还留取了宝贵的教学资料, 降低了学习曲线, 有利于继续教育的推广; 显微镜的放大照明系统和 3D 视野也恰好弥

补了 Zista 通道“底窄”的缺点, 在显微镜下使用 Zista 通道可取得精准的手术操作, 术中能够更好地发现出血点并有效止血, 所以本研究的术中出血量、术后引流量均较少。本研究结果显示, 所有患者术后下床时间早, 术后疼痛轻, 尤其是术后 7 d 腰痛 VAS 评分显著低于术前 ($P<0.05$), 这说明 Zista 通道降低了手术本身的创伤, 减轻了患者术后的疼痛; 另外术后各时间点的 JOA 评分均较术前明显提升, 术后恢复快, 具有较好的近期临床疗效, 远期疗效有待于进一步随访观察。

3.3 手术体会及注意事项

该技术对器械的要求较高, 清晰的显微镜、高效的双极电凝、稳定的磨钻动力系统对于手术至关重要。术前应明确滑脱节段的病理改变和临床表现的关系, 手术方案的重点是解除致压物对神经的压迫, 既要做到充分减压又要避免盲目扩大而过多暴露神经根与硬脊膜, 尽可能减少对神经组织的牵拉^[5]; 显微镜操作时注意放大倍数够用就行 (一般是 3~4 倍), 倍数越高, 景深越小, 视野越小, 手眼配合越难; 当磨钻处理关节突时, 局部温度过高或磨钻过深容易损伤神经根, 所以关节突磨薄后用枪钳沿关节突外缘咬除残留的关节突, 避免磨钻长时间工作导致温度过高, 低温盐水冲洗也有降温作用^[16], 本研究所有病例未发生磨钻引起的损伤, 可能与该操作有关。本研究所纳入的病例均有双侧症状, 但以单侧根性症状为著的病例, 选择症状较重侧作为减压侧, 对侧减压时需调整通道角度, 然后使用椎板钳进行潜行减压, 骨性结构减压时应注意在保留对侧黄韧带的基础上进行磨钻操作, 黄韧带可临时充当“垫片”的作用, 以避免硬脊膜和神经根的损伤; 滑脱椎体复位的前提是充分的减压, 所以双侧减压更为稳妥, 尤其 II 度滑脱若只进行单侧减压, 恐难以复位^[17]。

3.4 小结

首先, 显微镜辅助 Zista 通道下 MIS-TLIF 技术

表 2 退行性腰椎滑脱症 18 例患者手术前后 JOA 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, 分)

Tab.2 Comparison of JOA scores of 18 patients with degenerative lumbar spondylolisthesis before and after operation ($\bar{x}\pm s$, score)

项目	术前	术后 7 d	术后 3 个月	术后 12 个月
主观症状 (9 分)	3.64±1.46	4.82±1.33	6.23±1.16	8.14±0.94
临床体征 (6 分)	2.66±1.12	3.64±1.52	4.67±1.02	5.51±0.88
日常活动受限度 (14 分)	5.33±1.83	7.91±2.21	10.35±2.84	12.43±0.78
膀胱功能 (-6 分)	-0.68±0.12			
总分 (29 分)	12.01±2.33	18.56±3.12*	23.54±3.31**	26.34±2.65***

注: 与术前比较, * $t=-7.136, P<0.001$, ** $t=-12.085, P<0.001$, *** $t=-17.23, P<0.001$

Note: Compared with preoperative data, * $t=-7.136, P<0.001$, ** $t=-12.085, P<0.001$, *** $t=-17.23, P<0.001$

治疗的 18 例 DLS 患者在术后 1 年随访中取得了满意的临床疗效,该技术具有创伤小、出血少、术后下地活动时间早等优势,值得推广。其次,手术微创化是脊柱外科的发展趋势,但前提是要严格把握微创手术的适应证^[18],盲目夸大微创手术的有效性而不重视其局限性势必会将 MIS-TLIF 技术带入误区,所以笔者认为对微创腰椎融合术适应证的把握远比手术本身的操作方式更为重要,不仅要考虑患者的病情、年龄、个体差异,还要根据术者的手术习惯、经验水平选择最为合适的手术方式。

参考文献

- [1] Wei W, Wang ZF. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion for dual-segment lower lumbar degenerative disease[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2018, 13(4):525-532.
- [2] Foley KT, Lefkowitz MA. Advances in minimally invasive spine surgery[J]. *Clin Neurosurg*, 2002, 49(5):499-517.
- [3] McMordie JH, Chen EX, Ehlers LD, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion; 2-dimensional surgical video[J]. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*, 2019, 17(2):E53.
- [4] Khechen B, Haws BE, Patel DV, et al. Comparison of postoperative outcomes between primary MIS-TLIF and MIS-TLIF with revision decompression[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(2):150-156.
- [5] 朱晓龙, 王建, 周跃, 等. 微创经椎间孔腰椎体间融合术的手术期并发症[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(4):304-309. ZHU XL, WANG J, ZHOU Y, et al. Perioperative complications of minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2016, 26(4):304-309. Chinese.
- [6] 杨军, 杨群, 王博, 等. Zista 通道下微创治疗腰椎管狭窄症[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(20):1249-1257. YANG J, YANG Q, WANG B, et al. Minimally invasive treatment of lumbar spinal stenosis under Zista channel[J]. *Zhonghua Gu Ke Za Zhi*, 2018, 38(20):1249-1257. Chinese.
- [7] Spiker WR, Goz V, Brodke DS. Lumbar interbody fusions for degenerative spondylolisthesis: review of techniques, indications, and outcomes[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(1):77-84.
- [8] Nalamachu S. An overview of pain management: the clinical efficacy and value of treatment[J]. *Am J Manag Care*, 2013, 19(14):261-266.
- [9] Fujiwara A, Saiki K, Tamai K. Association of the Japanese Orthopaedic Association score with the Oswestry Disability Index, Roland-Morris Disability Questionnaire, and short-form 36[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(14):1601-1607.
- [10] Hebert JJ, Teyhen DS, Fritz JM. The evaluation of lumbar multifidus muscle function via palpation: reliability and validity of a new clinical test[J]. *Spine J*, 2015, 15(6):1196-1202.
- [11] Majid K. Degenerative lumbar spondylolisthesis: trends in management[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2008, 16(4):208-215.
- [12] 戎利民, 刘斌, 谢沛根, 等. 显微内镜辅助经皮微创椎间孔入路腰椎椎体间融合术治疗腰椎退行性疾病[J]. *中国骨与关节外科*, 2012, 5(2):117-122. RONG LM, LIU B, XIE PG, et al. Microendoscopic assisted minimally invasive lumbar interbody fusion in the treatment of lumbar degenerative diseases[J]. *Zhongguo Gu Yu Guan Jie Wai Ke*, 2012, 5(2):117-122. Chinese.
- [13] 西永明, 贾连顺. 退行性腰椎滑脱外科治疗中的相关问题[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2006, 16(1):65-67. XIE YM, JIA LS. Related problems in surgical treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2006, 16(1):65-67. Chinese.
- [14] 汤志兵, 杨惠林, 陈康武. 轻度峡部裂性腰椎滑脱症的治疗进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(10):951-954. TANG ZB, YANG HL, CHENG KW. Progress in the treatment of mild spondylolisthesis[J]. *Zhongguo Ji Zhu Ji Sui Za Zhi*, 2012, 22(10):951-954. Chinese.
- [15] Zhao J, Zhang SJ, Li XS, et al. Comparison of minimally invasive and open transforaminal lumbar interbody fusion for lumbar disc herniation: a retrospective cohort study[J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24:8693-8698.
- [16] 周跃, 王建, 初同伟, 等. 内窥镜下单神经孔入路腰椎减压、植骨融合内固定术 42 例近期临床结果[J]. *中华外科杂志*, 2007, 45(14):967-971. ZHOU Y, WANG J, CHU TW, et al. Short-term clinical results of lumbar decompression, bone graft fusion and internal fixation via endoscopic neuroforamen approach in 42 cases[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2007, 45(14):967-971. Chinese.
- [17] 曾至立, 茱龙, 于研, 等. 双侧管状通道下微创经椎间孔腰椎间融合术治疗单节段腰椎滑脱症[J]. *中华外科杂志*, 2017, 55(4):279-284. ZENG ZL, JIA L, YU Y, et al. Minimally invasive transforaminal lumbar fusion under bilateral tubular channel for the treatment of single segmental lumbar spondylolisthesis[J]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi*, 2017, 55(4):279-284. Chinese.
- [18] Yuan C, Wang J, Zhou Y, et al. Endoscopic lumbar discectomy and minimally invasive lumbar interbody fusion: a contrastive review[J]. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*, 2018, 13(4):429-434. (收稿日期:2019-08-20 本文编辑:王宏)