·临床论著·

单侧双通道与椎间孔内镜椎间盘切除比较△

周全，高延征，吕东波，张敬乙，陈书连，曹臣*

（河南省人民医院/郑州大学人民医院脊柱脊髓外科，河南郑州 450003）

摘要：［**目的**］比较单侧双通道内镜下髓核摘除术（unilateral biportal endoscopic discectomy, UBED）与经皮椎间孔内镜椎间盘切除术（percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED）治疗单节段腰椎间盘突出症的临床疗效。［**方法**］回顾性分析 2021 年 1 月—2021 年 12 月应用内镜手术治疗的单节段腰椎间盘突出症 118 患者。依据术前医患沟通，58 例采用 UBED，另外 60 例采用 PTED。比较两组围手术期、随访和影像资料。［**结果**］两组患者均顺利完成手术，UBED 组在术中透视次数[(1.4±0.5) 次 *vs* (7.4±1.5) 次, *P*<0.001] 显著少于 PTED 组，但两组手术时间 [(60.6±0.9) min *vs* (62.0±9.4) min, *P*=0.470]、下床行走时间 [(1.7±0.5) d *vs* (1.6±0.6) d, *P*=0.705] 及住院时间 [(4.4±1.0) d *vs* (4.4±0.9) d, *P*=0.862] 差异均无统计学意义，但是，UBED 组治疗费 [(30.5±0.8) 千元 *vs* (26.4±1.6) 千元, *P*<0.001] 显著高于 PTED 组。随时间推移，两组腰腿痛 VAS 评分及 ODI 均显著改善（*P*<0.05）；相应时间点，两组间腰腿痛 VAS 评分及 ODI 评分的差异均无统计学意义（*P*>0.05）。影像方面，与术前相比，末次随访时两组椎管占位面积率均显著下降（*P*<0.05），而椎间隙高度和腰椎前凸角无显著变化（*P*>0.05）［**结论**］UBED 治疗单节段腰椎间盘突出症临床疗效与 PTED 相似，虽然 UBED 透视辐射更少，但住院花费相对更多。

关键词：腰椎间盘突出症，单侧双通道内镜椎间盘切除，经皮椎间孔内镜椎间盘切除

中图分类号：R681.53 **文献标志码**：A **文章编号**：1005-8478（2024）24-2228-06

Unilateral biportal endoscopic discectomy versus percutaneous transforaminal endoscopic discectomy // *ZHOU Quan, GAO Yan-zheng, LÜ Dong-bo, ZHANG Jing-yi, CHEN Shu-lian, CAO Chen. Department of Surgery of Spine and Spinal Cord, Henan Provincial People's Hospital, Zhengzhou University People's Hospital, Zhengzhou* 450003, *Henan, China*

Abstract: [**Objective**] To compare the clinical consequence of unilateral biportal endoscopic discectomy (UBED) and percutaneous transforaminal endoscopic discectomy (PTED) in the treatment of single-segment lumbar disc herniation. [**Methods**] A retrospective research was done on 118 patients who had single-segment lumbar disc herniation treated by endoscopic surgery from January 2021 to December 2021. According to preoperative doctor-patient communication, 58 patients were treated with UBED, while other 60 patients were with PTED. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [**Results**] All patients in both groups had operation performed successfully. Although the UBED group had significantly less intraoperative fluoroscopy times [(1.4±0.5) *vs* (7.4±1.5), *P*<0.001] than the PTED group, there were no significant differences between the two groups in terms of operation time [(60.6±0.9) min *vs* (62.0±9.4) min, *P*=0.470], bed rest time [(1.7±0.5) days *vs* (1.6±0.6) days, *P*=0.705] and hospital stay [(4.4±1.0) days *vs* (4.4±0.9) days, *P*=0.862]. However, the UBED group consumed significantly higher medical cost than the PTED group [(30.5±0.8) k-yuan *vs* (26.4±1.6) k-yuan, *P*<0.001]. As time went on, the VAS and ODI scores in both groups were significantly improved (*P*<0.05), which proved not significantly different between the two groups at any corresponding time points (*P*>0.05). Regarding imaging, the spinal canal occupied area ratio decreased significantly in both groups at the last follow-up compared with that preoperatively (*P*<0.05), while the intervertebral space height and lumbar lordotic angle remained unchanged significantly (*P*>0.05). [**Conclusion**] UBED achieves comparable clinical outcome to PTED in the treatment of single-segment lumbar disc herniation, although UBED has less fluoroscopic radiation, while more hospitalization costs over the PTED.

Key words: lumbar disc herniation, unilateral biportal endoscopic discectomy, percutaneous transforaminal endoscopic discectomy

腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation, LDH）是引起腰痛、下肢放射性疼痛及麻木、无力的常见脊

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110094

△**基金项目**：河南省重点研发与推广专项项目（科技攻关）（编号：232102311038）；河南省医学科技攻关计划联合共建项目（编号：LHGJ20220031）

作者简介：周全，主治医师，博士，研究方向：脊柱外科，（电子信箱）zhouquandreamer@163.com

* **通信作者**：曹臣，（电子信箱）doctorcaochen@zzu.edu.cn

柱外科疾病，严重者可导致马尾神经功能障碍。腰椎间盘突出症的一线治疗是非手术治疗，包括物理治疗、药物治疗和硬膜外类固醇注射等，而手术较保守治疗可更快地缓解症状[1, 2]。传统的代表性手术是椎板开窗髓核摘除术，但传统开放手术有创伤大、肌肉牵拉时间长、椎体不稳等可能并发症[3]。随着医疗微创技术不断进步，经皮椎间孔内镜椎间盘切除术（percutaneous transforaminal endoscopic discectomy, PTED）用于治疗腰椎间盘突出症并取得了良好临床效果[4-6]。近年来，单侧双通道内镜下髓核摘除术（unilateral biportal endoscopic discectomy, UBED）技术为微创内镜下治疗 LDH 等腰椎退行性疾病提供了一种新的选择[7-9]。本研究对 2021 年 1~12 月于本院脊柱外科行 UBED 患者 58 例与 PTED 的患者 60 例进行回顾性分析，比较两种手术的临床疗效及优缺点。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1） 符合 LDH 诊断标准，症状、体征集中于单侧下肢，可伴急性腰背痛；（2） CT 或 MRI 主要阳性表现为单节段、单侧硬膜囊和神经根受压；（3） 病程超过 6 周，系统保守治疗无效；（4） 随访时间 12 个月以上。

排除标准：（1） 影像学检查示合并腰椎失稳、腰椎滑脱、高髂嵴；（2） 既往脊柱手术史；（3） 合并马尾综合征；（4） 合并心、肺、脑血管基础疾病；合并精神疾病及其他不适合手术治疗的疾病。

1.2 一般资料

回顾分析 2021 年 1 月—2021 年 12 月脊柱内镜术治疗腰椎间突出患者的临床资料，共 118 例患者符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，58 例采用 UBED 术，60 例采用 PTED 术。两组患者术前一般资料见表 1，两组在年龄、性别、体质指数（body mass index, BMI）、病程和累及节段的差异均无统计学意义 （P>0.05）。本研究获医院伦理委员会批准（伦理审批号：SRY20210316），所有患者均知情同意。

1.3 手术方法

UBED 组[10, 11]：全身麻醉成功后患者取俯卧位， C 形臂 X 线机引导下用体表定位器透视定位，以目标椎间隙为中心划一横向标志线，以左侧椎弓根内缘连线作为纵向标志线，常规消毒铺巾，该两线交点上、下 1~1.5 cm 各做一横行手术切口，上端切口长 5~10 mm，作为观察通道，下端切口长 7~12 mm，作为操作通道。切开皮肤、皮下组织，尖刀片切开深筋膜，逐级扩张至椎板骨性表面。术者左手持内镜并置入观察通道，保证水流通畅，右手用低温等离子射频刀头（江苏邦士，AC405）清理椎板及黄韧带表面软组织，显露棘突与上位椎板下缘连接处的骨性标志。依次显露上位椎板下缘、下关节突内侧缘、上关节突内侧缘及下位椎板上缘，应用高速动力磨钻（贵州梓锐）与椎板咬骨钳去除上位椎板下缘、下关节突内侧缘及下位椎板上缘的部分骨质，切除部分症状侧黄韧带。椎管内应用等离子射频刀头（江苏邦士，AC301）预止血，神经拉钩轻柔拉开硬膜囊及神经根，摘除突出的髓核组织，找到纤维环破口，清除盘内松散的髓核组织，并对纤维环做成形处理。内镜直视下在操作通道内放硅胶引流管 1 根，缝合 1~2 针，覆盖无菌敷料，结束手术。典型病例见图 1。

表 1. 两组患者治疗前一般资料比较

Table 1. Comparison of general data between the two groups before treatment

指标	UBED 组（n=58）	PTED 组（n=60）	P 值
年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	45.5±14.9	48.3±15.6	0.328
性别 (例, 男/女)	33/25	34/26	1.000
BMI (kg/m^2, $\bar{x}\pm s$)	25.2±3.8	25.4±3.0	0.789
病程 (月, $\bar{x}\pm s$)	6.7±2.4	6.4±2.3	0.488
节段 (例, $L_{2/3}$/$L_{3/4}$/$L_{4/5}$/L_5S_1)	0/2/31/25	1/2/30/27	0.971

PTED 组[12, 13]：患者取侧卧位，症状侧在上，透视标记侧方进针点，常规消毒铺巾，局部浸润麻醉过椎间孔至椎间隙；放置导丝至椎间隙水平，透视确认位置，以进针点为中心作长 7~10 mm 切口，导向器逐级扩张，放置工作套管后透视确认位置；环锯或高速磨钻去除部分下位椎体上关节突腹侧骨质，打开椎间孔后壁行椎间孔成形，沿工作通道放置椎间孔镜，到达硬膜囊前间隙及行走神经根的腹外侧，直接暴露神经及突出的椎间盘组织，进行镜下突出髓核摘除与神经松解，局部用射频（山东康盛医疗器械有限公司）对纤维环进行皱缩成形；缝合切口，未放置引流，无菌敷料包扎。典型病例见图 2。

术后常规神经营养、脱水、镇痛治疗，UBED 组引流通常于术后 24 h 后拔除。建议术后佩戴腰围 1 个月，术后 3 个月内避免剧烈活动。

1.4 评价指标

记录围手术期资料。采用腰痛和腿痛 VAS 评分

及 ODI 评分评估临床状态。行影像检查，测量椎管占位率、椎间隙高度、腰椎前凸 Cobb 角。

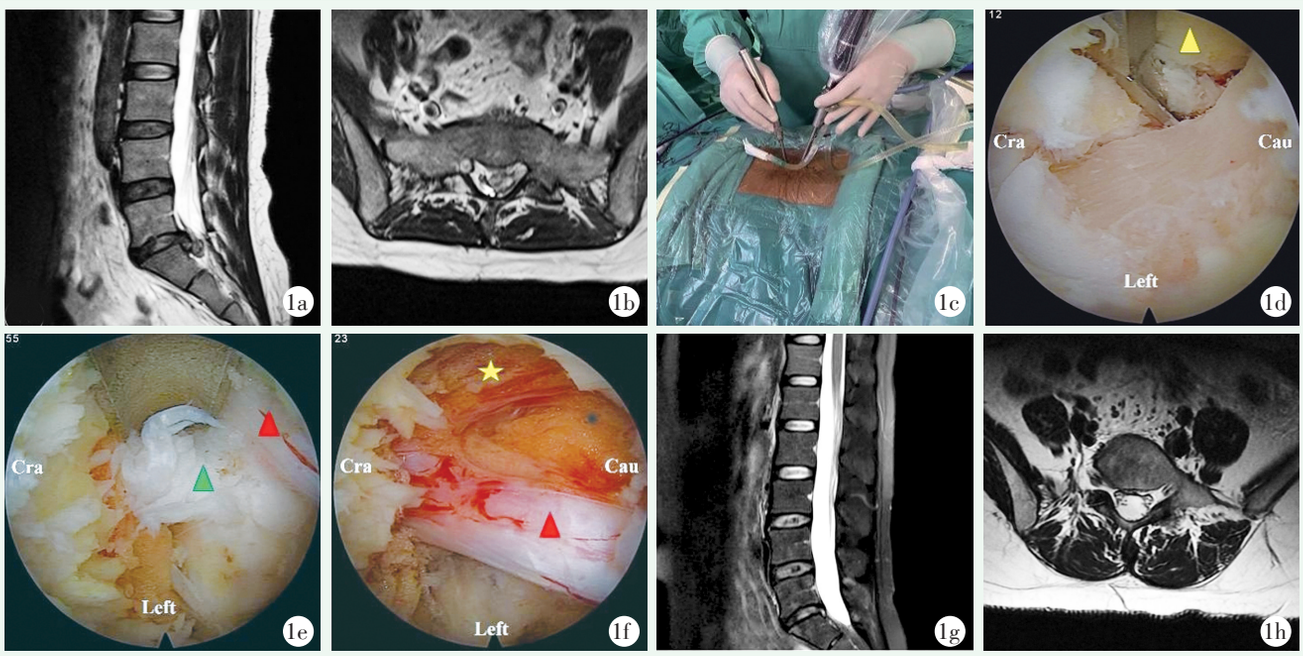

图 1. 患者女性，36 岁，L_5S_1 LDH（左侧）。1a: 术前腰椎矢状位 MRI 示 L_5S_1 椎间盘左侧突出，并挤压左侧 S_1 神经根及硬膜囊；1b: 术前腰椎轴位 MRI 示 L_5S_1 椎间盘左侧突出，并挤压左侧 S_1 神经根及硬膜囊；1c: UBED 术中工作通道建立；1d: 椎板咬骨钳扩大同侧椎板间窗；1e: 术中内镜下左侧 S_1 神经根受压状态，绿色箭头显示突出髓核组织，红色箭头指示左侧 S_1 神经根；1f: 髓核摘除后神经根松弛，表面血运恢复，红色箭头为左侧 S_1 神经根，黄色星号为硬膜囊；1g, 1h: 术后腰椎 MRI 示硬膜囊形态基本恢复，S_1 神经根无受压。

Figure 1. A 36-year-old female suffered from the left L_5S_1 LDH. 1a: Preoperative sagittal MRI showed left protrusion of the L_5S_1 intervertebral disc with compression on the left S_1 nerve root and dural sac; 1b: Preoperative axial MRI showed left protrusion of the L_5S_1 intervertebral disc with compression on the left S_1 nerve root and dural sac; 1c: Intraoperative working channel establishment for UBED; 1d: A rongeur was used to enlarge ipsilateral interlaminal fenestration; 1e: The left S_1 nerve root was decompressed under the endoscope during the operation, the green arrow showing the protruding nucleus pulposus tissue, and the red arrow indicating the left S_1 nerve root; 1f: After removal of nucleus pulposus, the nerve root relaxed and surface blood flow recoverd, the red arrow indicating the left S_1 nerve root, and the yellow asterisk indicating the dural sac; 1g, 1h: Postoperative MRI of lumbar spine showed that the shape of dural sac was basically recovered and S_1 nerve root was not compressed.

1.5 统计学方法

采用 SPSS 24.0 统计软件进行分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示，符合正态分布时，组间比较采用独立样本 t 检验，组内时间点间比较采用单因素方差分析；资料不符合正态分布时，采用秩和检验。等级资料采用秩和检验。计数资料采用 χ^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 围手术期资料

UBED 组和 PTED 组均无神经根损伤及其他并发症发生。围手术期资料见表 2，两组在手术时间、住院时间、下地行走时间的差异均无统计学意义（P>0.05），UBED 组一次穿刺成功率和透视次数显著优于 PTED 组（P<0.05），尽管 UBED 组的切口长度和治疗费用显著大于 PTED 组（P<0.05）。

2.2 随访结果

两组患者术后均获随访，随访时间为 12~24 个月，平均（14.1±3.2）个月。UBED 组随访期间无复发再突出患者，PTED 组有 1 例再突出，后再次行 PTED 手术，至末次随访无再突出。两组随访资料见表 3，随时间推移，两组患者的腰、腿痛 VAS 评分及 ODI 评分均显著降低（P<0.05），相应时间点，两组间上述评分的差异均无统计学意义（P>0.05）。

2.3 影像评估

影像评估结果见表 4，两组患者末次随访时病变节段的椎管占位率均较术前显著改善（P<0.05），椎间隙高度及腰椎前凸角 Cobb 角较术前无明显变化，

相同时间点两组间上述影像指标的差异无统计学意义（P>0.05）。

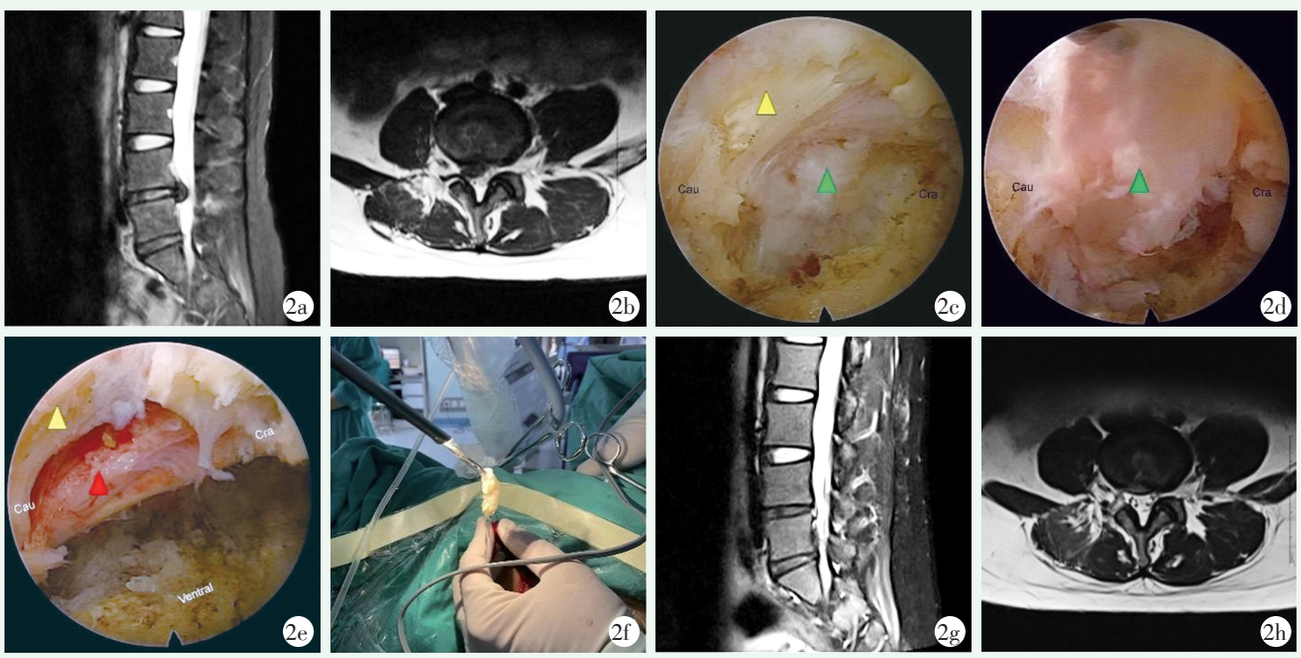

图 2. 患者女性，27 岁，右侧 $L_{4/5}$ LDH。2a, 2b: 术前腰椎 MRI 示 $L_{4/5}$ 椎间盘右侧突出，并挤压右侧 L_5 神经根及硬膜囊；2c: PTED 术中内镜下见右侧 L_5 神经根受压；2d: 术中内镜下髓核钳取出突出髓核组织；2e: 术中内镜下见突出髓核摘除后神经根松弛，表面血运恢复；2f: 术中镜下取出脱出髓核的外观；2g, 2h: 术后腰椎 MRI 示硬膜囊形态基本恢复，L_5 神经根无受压。

Figure 2. A 27-year-old female suffered from the right $L_{4/5}$ LDH. 2a, 2b: Preoperative lumbar MRI showed right protrusion of $L_{4/5}$ intervertebral disc compressing the right L_5 nerve root and dural sac; 2c: PTED endoscopic view of compression of right L_5 nerve root; 2d: Intraoperative endoscopic view of the protruding nucleus pulposus removal by forceps; 2e: Endoscopic view after removal of protruding nucleus pulposus revealed the nerve root relaxed with recovered surface blood flow; 2f: The gross appearance of removed nucleus pulposus; 2g, 2h: Postoperative lumbar MRI showed that the shape of the dural sac was basically recovered, with no compression on the L_5 nerve root.

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of perioperative data between the two groups

指标	UBED 组（n=58）	PTED 组（n=60）	P 值
手术时间 (min, $\bar{x}\pm s$)	60.6±10.9	62.0±9.4	0.470
穿刺时间 (min, $\bar{x}\pm s$)	4.8±0.6	7.9±1.2	**<0.001**
一次穿刺成功率 [例 (%)]	50 (86.2)	18 (30)	**<0.001**
切口总长度 (cm, $\bar{x}\pm s$)	2.7±1.8	0.9±0.1	**<0.001**
术中透视次数 (次, $\bar{x}\pm s$)	1.4±0.5	7.4±1.5	**<0.001**
下地行走时间 (d, $\bar{x}\pm s$)	1.7±0.5	1.6±0.6	0.705
住院天数 (d, $\bar{x}\pm s$)	4.4±1.0	4.4±0.9	0.862
住院总费用 (千元, $\bar{x}\pm s$)	30.5±0.9	26.4±1.6	**<0.001**

3　讨　论

De Antoni 等[14]在 1996 年首次报道了 UBE 双通道技术，以提高视觉和操作的灵活性，在双通道关节镜下行椎间盘切除术，取得了良好的临床效果。由于术后疼痛少，出血少，出院时间早，其受欢迎程度越来越高，随着认识的提高，腰椎间盘突出患者对内窥镜手术的期望和需求也逐渐增加[15]。

表 3. 两组患者随访资料（$\bar{x}\pm s$）与比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

指标	UBED 组（n=58）	PTED 组（n=60）	P 值
腰痛 VAS 评分 (分)			
术前	6.1±0.8	6.0±0.8	0.806
术后 3 个月	1.1±0.2	1.1±0.4	0.418
末次随访	0.8±0.4	0.8±0.5	0.772
P 值	**<0.001**	**<0.001**	
腿痛 VAS 评分 (分)			
术前	6.6±0.8	6.7±0.9	0.681
术后 3 个月	1.1±0.4	1.1±0.5	0.553
末次随访	0.6±0.5	0.7±0.5	0.606
P 值	**<0.001**	**<0.001**	
ODI 评分 (%)			
术前	67.9±3.2	68.1±4.5	0.742
术后 3 个月	15.8±2.1	14.6±2.2	0.543
末次随访	13.6±2.7	13.5±3.1	0.797
P 值	**<0.001**	**<0.001**	

表 4. 两组患者影像资料（$\bar{x}\pm s$）与比较

Table 4. Comparison of imaging documents between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

指标	UBED 组（n=58）	PTED 组（n=60）	P 值
椎管占位面积率 (%)			
术前	23.2±4.8	23.1±5.7	0.924
末次随访	8.4±3.2	7.9±3.0	0.360
P 值	**<0.001**	**<0.001**	
椎间隙高度 (mm)			
术前	9.6±0.8	9.6±0.8	0.995
末次随访	9.4±0.8	9.5±0.8	0.937
P 值	0.054	0.165	
腰椎前凸角 (°)			
术前	41.2±5.9	41.2±5.8	0.993
末次随访	41.1±6.7	41.2±6.6	0.967
P 值	0.980	0.971	

PTED 是治疗 LDH 临床常用术式，有软组织损伤小、对脊柱稳定性影响较小、快速康复等优点[16-18]。在临床应用中，术者也发现了 PETD 相对于 UBED 的一些不足之处。对于高髂嵴的 L_5S_1 椎间盘突出症患者，置入椎间孔镜时通常会受到髂嵴的阻挡，从而造成操作受限[19, 20]。穿刺定位时靶点穿刺需反复透视，医生和患者受到的辐射剂量较大。另外，由于 PETD 操作器械及内镜共享 1 个通道，只能使用尺寸较小的专用器械，在对肥厚的黄韧带、钙化椎间盘及骨性侧隐窝进行减压操作时导致减压效率降低。

UBED 相较于 PTED 有以下优势[1, 21]：（1）具有独立的内镜观察通道和工作通道，双通道位置灵活可调，视野范围大，利于合并椎间盘钙化、侧隐窝狭窄患者的充分减压；（2）器械操作不受硬质通道限制，可以随意调整方向，接近传统开放手术视野；（3）可使用常规手术器械进行镜下操作，提高了减压效率；（4）穿刺定位相对 PTED 简单，减少透视次数和辐射暴露。UBED 的学习曲线相对 PTED 可能更平缓，掌握 PETD 至少需要 40 个案例的学习曲线，而 UBED 至少需要 15 个案例才能达到熟练程度[5]。随着手术例数的增多及经验的累积，手术时间也会相应缩短[22]，本研究 UBED 组与 PTED 组手术时长相当，但 PTED 穿刺路径需经过骨性结构狭小的椎间孔，部分患者穿刺困难，需反复术中透视，导致透视次数增多，受到的辐射剂量升高，相关研究表明，辐射与肿瘤、白内障、白血病等相关疾病发生有一定相关[23]。Merter 等[24] 比较 PELD、UBED 和 MED 3 种治疗 LDH 的微创方式，发现在根据辐射暴露的持续时间和水平方面平均辐射剂量面积值 PELD> UBED > MED，与本研究相似，UBED 穿刺定位相对简单，可以有效减少透视时间。PTED 相对于 UBED 具有以下优势：（1）局麻下可操作，而 UBED 大多需要全麻或硬膜外麻醉下操作[1]；（2）局部侵袭性小，椎管内干扰少，不需放引流管；（3）住院费用相对更低等优点[2]。

总之，UBED 和 PTED 治疗 LDH 均具有良好的临床效果，UBED 双通道操作更灵活，视野范围大，减压效率高，穿刺定位简单可以有效减少透视次数及辐射，但总住院费用相对更高。本研究纳入病例的数量较少，且为回顾性研究，仍需更多大样本量、多中心和长期随访的随机对照研究来进一步验证上述观点。

参考文献

[1] Yuan C, Wen B, Lin H. Clinical analysis of minimally invasive percutaneous treatment of severe lumbar disc herniation with UBE two-channel endoscopy and foraminal single-channel endoscopy technique [J]. Oxid Med Cell Longev, 2022, 2022: 9264852. DOI: 10.1155/2022/9264852.

[2] Jiang HW, Chen CD, Zhan BS, et al. Unilateral biportal endoscopic discectomy versus percutaneous endoscopic lumbar discectomy in the treatment of lumbar disc herniation: a retrospective study [J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17 (1): 30. DOI: 10.1186/s13018-022-02929-5.

[3] Yu X, Yue H, Wei H, et al. Comparative study of unilateral biportal endoscopic and traditional open surgery in the treatment of lumbar disc herniation [J]. Altern Ther Health Med, 2023, 29 (5): 370-374.

[4] 吕成国, 杨勇, 孙宜保, 等. 可视环锯椎间孔成形经皮椎间孔镜椎间盘切除术 [J]. 中国矫形外科杂志, 2024, 32 (4): 296-302. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2024.04.02.
Lv CG, Yang Y, Sun YB, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy with targeted foraminoplasty by visual trephine [J]. Orthopedic Journal of China, 2024, 32 (4): 296-302. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2024.04.02.

[5] Li Z, Yang H, Zhang Y, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal discectomy and unilateral biportal endoscopic discectomy for lumbar disc herniation: a comparative analysis of learning curves [J]. Eur Spine J, 2024, 33 (6): 2154-2165. DOI: 10.1007/s00586-024-08293-8.

[6] Yuan S, Mei Y, Zang L, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for upper lumbar disc herniation versus lower lumbar disc herniation: Clinical outcomes and technical consideration [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25(1): 470. DOI: 10.1186/s12891-024-07588-7.

[7] Yu Z, Ye C, Alhendi MA, et al. Unilateral biportal endoscopy for the treatment of lumbar disc herniation [J] . J Vis Exp, 2023, 15: 202. DOI: 10.3791/65497.

[8] Wu S, Zhong D, Zhao G, et al. Comparison of clinical outcomes between unilateral biportal endoscopic discectomy and percutaneous endoscopic interlaminar discectomy for migrated lumbar disc herniation at lower lumbar spine: a retrospective controlled study [J] . J Orthop Surg Res, 2024, 19 (1) : 21.

[9] Kang MS, Hwang JY, Park SM, et al. Comparison of biportal endoscopic and microscopic tubular paraspinal approach for foraminal and extraforaminal lumbar disc herniation [J] . J Neurosurg Spine, 2024, 41 (4) : 473-482. DOI: 10.3171/2024.4.SPINE23707.

[10] 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. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.18.
Cao C, Chen SL, Gao YZ, et al, Unilateral biportal endoscopy for far-migrated lumbar intervertebral disc herniation [J] . Orthopedic Journal of China, 2022, 30 (3) : 273-276. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.03.18.

[11] 郭翔, 徐磊, 赵司顺, 等 . 单侧双通道内镜与通道下腰椎间盘切除术的比较 [J] . 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (13) : 1177-1182. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2023.13.05.
Guo X, Xu L, Zhao SS, et al. Unilateral biportal endoscopic discectomy versus Quadrant-channel discectomy for single-segment lumbar disc herniation [J] . Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (13) : 1177-1182. DOI: 10.3977/j. issn.1005-8478.2023.13.05.

[12] Li T, Yang G, Zhong W, et al. Percutaneous endoscopic transforaminal vs. interlaminar discectomy for L_5-S_1 lumbar disc herniation: A retrospective propensity score matching study [J] . J Orthop Surg Res, 2024, 19 (1) : 64. DOI: 10.1186/s13018-024-04543-z.

[13] Cheng YP, Cheng XK, Wu H. A comparative study of percutaneous endoscopic interlaminar discectomy and transforaminal discectomy for L_5-S_1 calcified lumbar disc herniation [J] . BMC Musculoskelet Disord, 2022, 23 (1) : 244. DOI: 10.1186/s12891-022-05186-z.

[14] De Antoni DJ, Claro ML, Poehling GG, et al. Translaminar lumbar epidural endoscopy: anatomy, technique, and indications [J] . Arthroscopy, 1996, 12 (3) : 330-334. DOI: 10.1016/s0749-8063(96)90069-9.

[15] Ozer MI, Demirtas OK. Comparison of lumbar microdiscectomy and unilateral biportal endoscopic discectomy outcomes: a single-center experience [J] . J Neurosurg Spine, 2023, 40 (3) : 351-358. DOI: 10.3171/2023.10.SPINE23718.

[16] Gadjradj PS, Rubinstein SM, Peul WC, et al. Full endoscopic versus open discectomy for sciatica: randomised controlled non-inferiority trial [J] . BMJ, 2022, 376: e065846. DOI: 10.1136/bmj-2021-065846.

[17] Chen Z, Zhang L, Dong J, et al. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus microendoscopic discectomy for lumbar disc herniation: two-year results of a randomized controlled trial [J] . Spine, 2020, 45 (8) : 493-503. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003314.

[18] Ge R, Liu Z, Huang W. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy is a safer approach for lumbar disc herniation [J] . Am J Transl Res, 2022, 14 (9) : 6359-6367.

[19] Wang Z, Chen Z, Wu H, et al. Treatment of high-iliac-crest L_5-S_1 lumbar disc herniation via a transverse process endoscopic transforaminal approach [J] . Clin Neurol Neurosurg, 2020, 197: 106087. DOI: 10.1016/j.clineuro.2020.106087.

[20] Choi KC, Park CK. Percutaneous endoscopic lumbar discectomy for L_5-S_1 disc herniation: consideration of the relation between the iliac crest and L_5-S_1 disc [J] . Pain Physician, 2016, 16 (6) : 547-556.

[21] Hao J, Cheng J, Xue H, et al. Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic discectomy with percutaneous endoscopic lumbar discectomy for single $L_{4/5}$-level lumbar disk herniation [J] . Pain Pract, 2022, 22 (2) : 191-199. DOI: 10.1111/papr.13078.

[22] Xu J, Wang D, Liu J, et al. Learning curve and complications of unilateral biportal endoscopy: Cumulative sum and risk-adjusted cumulative sum analysis [J] . Neurospine, 2022, 19 (3) : 792-804. DOI: 10.14245/ns.2143116.558.

[23] Bosch de Basea Gomez M, Thierry-Chef I, Harbron R, et al. Risk of hematological malignancies from CT radiation exposure in children, adolescents and young adults [J] . Nat Med, 2023, 29 (12) : 3111-3119. DOI: 10.1038/s41591-023-02620-0.

[24] Merter A, Karaeminogullari O, Shibayama M. Comparison of radiation exposure among 3 different endoscopic diskectomy techniques for lumbar disk herniation [J] . World Neurosurg, 2020, 139: e572-e579. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.04.079.

（收稿：2024-01-29 修回：2024-11-29）
（同行评议专家：刘凌，毛路）
（本文编辑：郭秀婷）