

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2025.04.004

UBE 与 PTED 治疗旁中央型腰椎间盘突出症的疗效对比： 一项回顾性研究

魏家森^{1,2}, 史锐¹, 杨希望¹, 朱振军¹

(1. 新乡市中心医院脊柱外科, 河南新乡 453000;

2. 新乡医学院第四临床学院, 河南新乡 453000)

【摘要】目的 探讨单侧双通道内镜 (UBE) 与经皮椎间孔镜 (PTED) 治疗旁中央型腰椎间盘突出症 (LDH) 的临床疗效与安全性差异, 为选择临床治疗方案提供依据。方法 对 2021 年 9 月至 2024 年 8 月新乡市中心医院收治的 88 例旁中央型 LDH 患者的临床资料进行回顾性分析。根据术前医患沟通及患者意愿, 42 例患者接受 UBE 手术 (UBE 组), 46 例患者接受 PTED 手术 (PTED 组)。对比两组患者的手术时间、切口长度、术中出血量、术后住院时间、并发症发生率, 以及在术前、术后 3 个月和末次随访时通过视觉模拟评分 (VAS) 评估的腰痛程度和采用 Oswestry 功能障碍指数 (ODI) 衡量的功能障碍程度。结果 所有患者手术顺利, 术后均随访 6 ~ 12 个月。UBE 组手术时间和切口长度均高于 PTED 组, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。PTED 组在手术过程中进行的透视次数显著增加 ($P < 0.05$); 在术中出血量、术后住院时间及并发症发生率方面, 两组差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。术后 3 个月直至末次随访, 两组的 VAS 和 ODI 评分较手术前均有明显改善 (均 $P < 0.05$)。结论 UBE 与 PTED 均可有效治疗旁中央型 LDH, 术后疼痛缓解和功能改善明显。PTED 创伤更小、术后恢复更快, 适用于轻中度椎管狭窄患者; UBE 适用于神经压迫重、需充分减压的患者。术式选择应综合考虑患者病情、影像表现及医生经验。该研究为旁中央型 LDH 的术式选择提供了参考依据。

【关键词】经皮椎间孔镜; 单侧双通道内镜; 腰椎间盘突出; 术式导航系统; 微创路径建模; 手术智能决策支持

【中图分类号】R681.5

【文献标志码】A

文章编号: 1674-1242 (2025) 04-0442-07

Efficacy Comparison Between UBE and PTED for Paracentral Lumbar Disc Herniation: A Retrospective Study

WEI Jiasen^{1,2}, SHI Rui¹, YANG Xiawang¹, ZHU Zhenjun¹

(1. Department of Spine Surgery, Xinxiang Central Hospital, Xinxiang, Henan 453000, China;

2. The Fourth Clinical College of Xinxiang Medical University, Xinxiang, Henan 453000, China)

【Abstract】Objective To investigate the clinical efficacy and safety differences between unilateral biportal endoscopy (UBE) and percutaneous transforaminal endoscopic discectomy (PTED) in the treatment of paracentral lumbar disc herniation, and to provide a basis for the selection of clinical treatment plans. Methods A retrospective analysis was conducted on the clinical data of 88 patients with paracentral lumbar disc herniation admitted to Xinxiang Central Hospital from September 2021 to August 2024. According to preoperative doctor-patient communication and patient

收稿日期: 2025-02-28。

作者简介: 魏家森 (1989—), 男, 河南新乡人, 硕士研究生, 主治医师, 从事脊柱外科疾病研究。邮箱 (E-mail): jiasenwei2013@163.com。

通信作者: 朱振军 (1966—), 男, 河南新乡人, 本科生, 主任医师, 从事脊柱外科疾病研究。邮箱 (E-mail): zzj15637359194@163.com。

wishes, 42 cases underwent UBE surgery (UBE group) and 46 cases underwent PTED surgery (PTED group). Compare the two groups in terms of surgical time, incision length, intraoperative blood loss, postoperative hospital stay, incidence rate of complications, as well as the degree of back pain evaluated by visual analog scale (VAS) before surgery, 3 months after surgery, and at the final follow-up, and the degree of functional impairment measured by Oswestry Disability Index (ODI). **Results** All patients underwent smooth surgery and were followed up for 6 to 12 months postoperatively. The surgery time and incision length in the UBE group were higher than those in the PTED group, and the difference was statistically significant (all $P < 0.05$). In the PTED group, there was a significant increase in the number of fluoroscopy procedures performed during surgery ($P < 0.05$); There was no statistically significant difference between the two groups in terms of intraoperative bleeding loss, postoperative hospitalization stay, and incidence rate of complications ($P > 0.05$). From 3 months after surgery until the last follow-up, both groups showed significant improvement in VAS and ODI scores compared to before surgery (all $P < 0.05$). **Conclusion** Both UBE and PTED can effectively treat paracentral LDH, with significant postoperative pain relief and functional improvement. PTED has less trauma and faster postoperative recovery, making it suitable for patients with mild to moderate spinal stenosis; UBE is suitable for individuals with severe nerve compression who require sufficient decompression. The selection of surgical procedures should take into account the patient's condition, imaging findings, and the doctor's experience. This study provides a reference for the selection of surgical procedures for paracentral LDH.

【Key words】 Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy (PTED); Unilateral Biportal Endoscopy (UBE); Lumbar Disc Herniation (LDH); Surgical Navigation System; Minimally Invasive Path Modeling; Intelligent Decision Support for Surgery

0 引言

腰椎间盘突出症 (Lumbar Disc Herniation, LDH) 是引发下腰痛和坐骨神经痛的常见原因之一, 严重时可能造成日常生活能力与劳动能力显著下降^[1]。LDH 的发病机制主要与椎间盘退变、机械负荷异常及局部稳定性改变有关, 而突出物压迫神经根和硬膜囊是导致症状的关键因素^[2]。旁中央型 LDH 的发病比例相对较高, 其解剖特点决定了其更容易引起神经根受压症状, 治疗难度也相对较大^[3]。

传统开放手术虽然可充分减压, 但术中软组织损伤大、术后恢复慢, 且可能造成脊柱稳定性受到破坏, 近年来逐渐被微创技术替代^[4]。随着内镜技术的发展, 脊柱微创手术方式不断丰富, 目前临床上较为常用的两种术式为经皮椎间孔镜技术 (Percutaneous Transforaminal Endoscopic Discectomy, PTED) 和单侧双通道内镜技术 (Unilateral Biportal Endoscopy, UBE)^[5]。PTED 具有创伤小、无须全麻、术后恢复快等优势, 但其视野狭窄、

操作通道固定, 处理旁中央或中央型病灶时存在一定的局限性。相比之下, UBE 通过双通道分离观察与操作路径, 具备更宽阔的视野和更高的操作灵活性, 有助于复杂部位减压; 但其技术学习曲线相对较陡, 术中软组织剥离范围相对较大^[6]。

尽管已有多项研究分别报道了 UBE 与 PTED 在治疗 LDH 中的临床应用, 但两种术式在旁中央型 LDH 治疗中的具体差异尚缺乏系统性对比分析。鉴于两种术式在适应证、操作方式及术后恢复方面的差异, 明确其疗效、安全性及适用人群对优化术式选择、提高手术精准性具有重要意义。此外, 计算机辅助技术与术中导航系统的不断进步, 如术前影像三维重建、术式路径模拟及术中实时图像导航等辅助手段的应用, 为复杂椎间盘突出手术提供了更高的安全性和准确性。

本研究回顾性分析了 88 例旁中央型 LDH 患者, 88 例患者分别接受 UBE 或 PTED 治疗。通过比较其围术期数据、术后功能恢复及并发症发生情况, 探讨两种术式的临床疗效与差异, 为临床

术式选择提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究为单中心回顾性对照研究, 纳入 2021 年 9 月至 2024 年 8 月在新乡市中心医院脊柱外科接受手术治疗的 88 例旁中央型 LDH 患者。患者年龄为 18 ~ 65 岁, 病变节段为 L4—5 或 L5—S1, 临床表现包括单侧或双侧下肢放射性疼痛, 伴或不伴腰痛, 部分患者有间歇性跛行症状。所有病例均由 MRI 或 CT 影像明确诊断为旁中央型腰椎间盘突出, 突出物压迫硬膜囊和神经根, 符合手术指征。

纳入标准: ①年龄 18 ~ 65 岁; ②单节段旁中央型腰椎间盘突出, 症状与影像学表现一致; ③经保守治疗 3 个月以上无效或症状进行性加重; ④临床资料及术后随访数据完整, 随访时间 ≥ 6 个月; ⑤行单侧双通道内镜手术 (UBE) 或经皮椎间孔镜手术 (PTED)。

排除标准: ①多节段椎间盘突出、椎体滑脱 (Meyerding II 度及以上) 或明显腰椎不稳; ②既往有腰椎手术史或脊柱肿瘤、感染、结核等特殊病因; ③合并严重心脑血管疾病、精神障碍等, 不能耐受手术; ④术前沟通意愿不明确或无法配合随访。

本研究已获得本院伦理委员会批准, 编号为 2021-LD-0825, 所有患者术前均签署了知情同意书。

1.2 手术方法

1.2.1 UBE 组 (单侧双通道内镜技术)

患者在全身麻醉的状态下采取俯卧位, 使用 C 形臂 X 线机透视, 以确定病变的脊椎节段, 并在皮肤上标记出病变椎体下边缘及椎弓根内侧边缘的投影线。在观察通道和操作通道预定点分别做 0.8cm 和 1.2cm 皮肤切口, 逐层钝性分离软组织, 建立双通道。在镜下清理软组织, 暴露椎板、关节突及黄韧带。术中使用高转速磨钻、椎板咬骨钳等器械, 对上位椎体下缘部分和下位椎板上缘区域进行切除操作, 打开椎管, 暴露硬膜囊和神经根。依据术中显露情况, 进一步切除突出的椎间盘组织及压迫神经的纤维环、黄韧带。充分止血, 确认神经根搏动良好、无卡压后, 置引流管, 逐层缝合切口。UBE 手术示意图如图 1 所示。

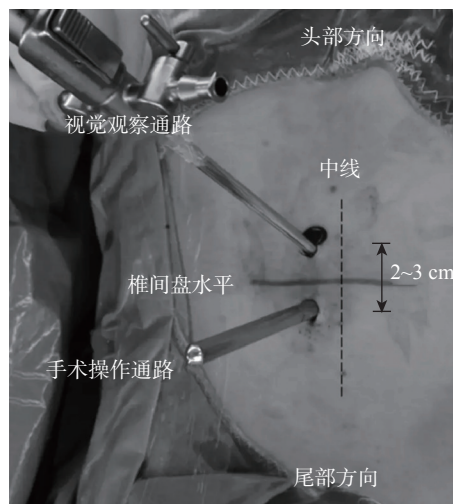


图 1 UBE 手术示意

Fig.1 Illustrative procedure of UBE

1.2.2 PTED 组 (经皮椎间孔镜技术)

患者取俯卧位, 行局部麻醉或硬膜外麻醉。在 C 形臂 X 线机引导下确定穿刺入路, 通常选择距后正中中线 12 ~ 14cm、靠近髂嵴上缘处为入路点。穿刺针定位于病变节段椎间孔外侧, 置入导丝后逐级扩张软组织通道, 插入 7.5mm 透明工作套管和椎间孔镜。在内镜视野下行部分关节突去除, 扩大椎间孔, 显露神经根及突出髓核, 使用钳子、射频刀等完成髓核摘除和纤维环成形。术中确保视野清晰, 确认神经根松解充分、搏动良好后, 拔除镜体和通道, 缝合皮肤。PTED 手术示意图如图 2 所示。

术后处理: 两组术后均给予抗炎、镇痛、神经营养等治疗。术后 24 小时鼓励患者佩戴腰围下地活动, 3 周内避免弯腰、久坐、负重等高应力活动, 逐步开展腰背肌康复锻炼。两种术式路径对比如图 3 所示。

1.3 观察指标

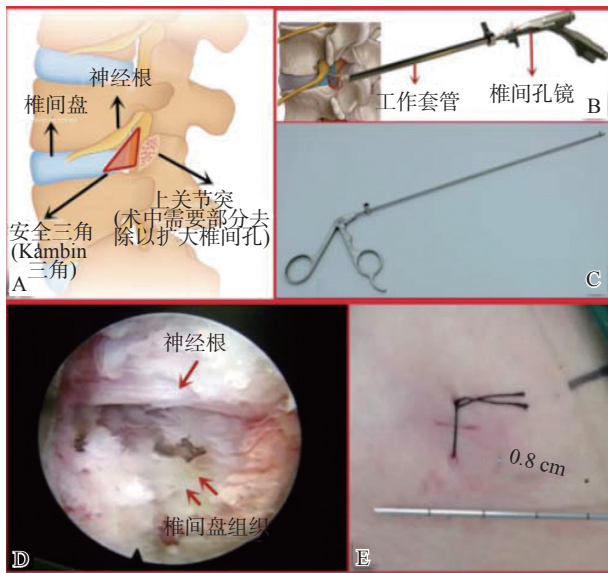
1.3.1 围术期指标

(1) 手术时间 (min): 从切皮至缝皮结束的时间。

(2) 切口长度 (cm): 术后测量皮肤切口实际长度。

(3) 术中出血量 (mL): 依据吸引器和纱布估算。

(4) 术后住院时间 (d): 术后至符合出院标准的天数。



注: A、B 为椎间孔镜侧方入路操作示意; C 为椎间孔镜专用加长髓核钳; D 为镜下所见放大的解剖结构; E 为皮肤表面的切口。

图 2 PTED 手术示意

Fig.2 Illustrative procedure of PTED

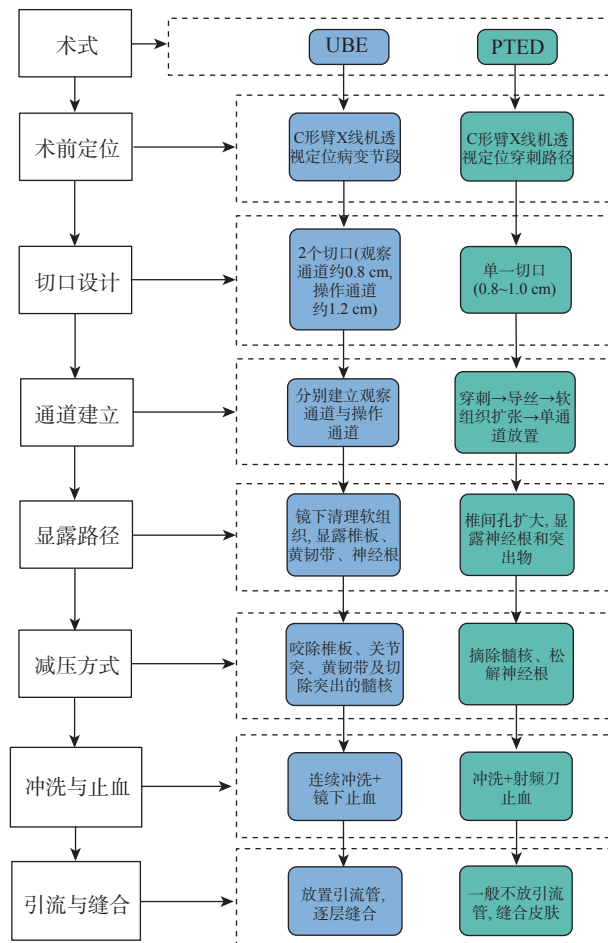


图 3 两种术式路径对比

Fig.3 Comparison of two surgical pathways

(5) 术中透视次数: 术中 X 线透视总次数。

(6) 并发症发生情况: 如硬膜损伤、神经根刺激、切口感染、术后复发等。

1.3.2 临床疗效评估指标

(1) 视觉模拟评分 (Visual Analogue Scale, VAS): 分别评估腰痛与下肢放射痛程度, 总分 0~10 分。

(2) Oswestry 功能障碍指数 (Oswestry Disability Index, ODI): 评估患者日常生活能力受限程度, 范围 0~100%。

(3) 随访时间点: 在术前、术后 3 个月及末次随访(术后 6~12 个月)时进行 VAS 和 ODI 评估。

1.4 统计学方法

所有数据均采用 SPSS 26.0 统计软件进行分析处理。对于计量资料, 采用均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 的形式表示, 并通过独立样本 t 检验进行组间比较; 计数资料以百分数 (%) 的形式展现, 通过 χ^2 检验或 Fisher 精确检验方法进行分析。若数据不符合正态分布特性, 则选择非参数检验方法。 $P < 0.05$ 表示差异在统计学上具有显著意义。

2 结果

2.1 一般资料比较

UBE 组 42 例, PTED 组 46 例。两组患者在年龄、性别、病程、身体质量指数 (BMI) 及病变所涉及的脊柱节段等基线特征均无统计学上的显著差异 ($P > 0.05$), 具有良好的可比性。详细数据如表 1 所示。

表 1 两组术前一般资料比较 ($\bar{x} \pm s$)
Tab.1 Comparison of preoperative baseline characteristics between the two groups ($\bar{x} \pm s$)

指标	UBE 组 ($n=42$)	PTED 组 ($n=46$)	t/χ^2 值	P 值
年龄 / 岁	48.83 \pm 7.91	47.96 \pm 8.26	0.519	0.605
性别(男/女, 例)	24/18	26/20	0.021	0.884
病程 / 月	6.76 \pm 2.42	6.91 \pm 2.37	0.312	0.756
体质指数 / (kg/m ²)	24.72 \pm 1.85	24.48 \pm 1.93	0.624	0.534
病变节段 (L4—5:L5—S1)	28:14:00	30:16:00	0.034	0.853

注: 年龄、病程、BMI 行 t 检验; 性别及病变节段行 χ^2 检验。

2.2 围术期指标比较

与 PTED 组相比, UBE 组手术时间更长、切口更大 ($P < 0.05$); 术中透视次数方面, UBE 组显著少于 PTED 组 ($P < 0.05$)。两组术中出血量和术后住院时间未表现出统计学上的显著差异 ($P > 0.05$)。详细数据如表 2 所示。

表 2 两组围术期指标比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab.2 Comparison of perioperative parameters between the two groups ($\bar{x}\pm s$)

指标	UBE 组 (n=42)	PTED 组 (n=46)	t 值	P 值
手术时间 /min	80.95±8.84	65.20±7.73	9.177	<0.001
切口长度 /cm	2.01±0.25	0.91±0.19	24.368	<0.001
术中出血量 /mL	20.48±6.32	18.96±5.71	1.183	0.240
术中透视次数 / 次	3.19±0.85	6.65±1.21	15.648	<0.001
术后住院时间 / 天	3.43±0.81	3.01±0.74	2.538	0.130

2.3 疼痛与功能恢复情况 (VAS 评分与 ODI 指数) 患者的评分相较术前均显著下降 ($P<0.05$)。比较手术前, 两组患者在腰痛 VAS、下肢放射痛 VAS 及 ODI 方面均无统计学上的显著差异 ($P>0.05$)。术后 3 个月及最后一次随访时, 两组不同手术方式在各时间点对患者 VAS 及 ODI 的改善程度, 未发现统计学上的显著差异 ($P>0.05$)。详细数据如表 3 所示。

表 3 两组术前及术后 VAS、ODI 比较 ($\bar{x}\pm s$)
Tab.3 Comparison of VAS scores and ODI index before and after surgery in both groups ($\bar{x}\pm s$)

组别	腰痛 VAS			下肢放射痛 VAS			ODI/%		
	术前	术后 3 个月	末次随访	术前	术后 3 个月	末次随访	术前	术后 3 个月	末次随访
UBE 组 (n=42)	6.93±0.92	2.47±0.66	1.55±0.46	7.48±0.86	2.14±0.54	1.33±0.41	62.12±9.56	21.47±5.76	12.23±4.02
PTED 组 (n=42)	6.85±0.88	2.33±0.72	1.43±0.52	7.37±0.93	2.08±0.63	1.25±0.39	63.04±9.80	20.81±5.92	11.79±4.14
t 值	0.456	0.611	0.459	0.980	0.477	0.544	1.210	0.947	0.526
P 值	0.650	0.543	0.648	0.330	0.635	0.588	0.230	0.346	0.601

2.4 并发症发生情况 方面均未观察到相关不良事件。总体并发症发生率差异无统计学意义 ($P>0.05$)。详细数据如表 4 所示。两组患者术中及术后均未发生严重并发症。两组在切口感染、深静脉血栓、神经功能障碍等

表 4 两组术中及术后并发症发生情况比较 [n (%)]
Tab.4 Comparison of intraoperative and postoperative complications between the two groups [n (%)]

并发症类型	UBE 组 (n=42)	PTED 组 (n=46)	χ^2 值	P 值
硬膜撕裂 (术中)	2 (4.76%)	0 (0.00%)	2.178	0.140
神经根刺激或麻木	0 (0.00%)	0 (0.00%)	—	—
术后切口感染	0 (0.00%)	0 (0.00%)	—	—
深静脉血栓	0 (0.00%)	0 (0.00%)	—	—
同节段复发 (术后)	0 (0.00%)	1 (2.17%)	0.918	0.338
总并发症发生率	2 (4.76%)	1 (2.17%)	0.404	0.525

注：— 表示无统计检验意义或无法进行 χ^2 检验。

3 讨论

LDH 是临床上常见的退行性脊柱疾病, 其中旁中央型突出因解剖位置紧邻硬膜囊和神经根, 更容易引起明显的腰痛和下肢放射痛, 部分患者还可能出现间歇性跛行或神经功能障碍^[7]。当保守治疗无效或症状加重时, 手术干预是有效手段。近年来, 微创脊柱外科手术快速发展, 逐渐替代传统开放减压手术^[8]。其中, UBE 和 PTED 被广泛应用于

LDH 的治疗, 成为微创治疗的主要方式。两者均在镜下完成髓核摘除和神经减压, 但术式路径、操作方式及器械使用存在显著差异^[9]。本研究比较了 UBE 与 PTED 两种术式在治疗旁中央型 LDH 中的疗效与安全性。结果显示, UBE 组的手术时间与切口长度均显著大于 PTED 组 ($P<0.05$), 提示 UBE 操作流程更复杂、软组织剥离范围更大, 可能带来较大的术中创伤。这与

既往研究结果相符^[10]。相关研究指出:UBE 在操作效率与创口控制方面略逊于椎间孔镜术^[11-12]。在术中透视次数方面,PTED 组明显高于 UBE 组 ($P<0.05$),反映出 PTED 术式对术中定位依赖性较强,也可能增加术者辐射暴露风险。尽管两种术式在操作方式上存在差异,但在术后疗效方面,两组组间差异无统计学意义 ($P>0.05$),这表明两组在疗效上具有高度一致性。根据本研究术后 3 个月及最终随访所收集的数据,两组患者的腰痛、下肢放射痛 VAS 及 ODI 均有明显改善,且组间差异无统计学意义 ($P>0.05$),表明 UBE 与 PTED 在缓解症状和改善功能方面疗效相当。

在安全性方面,UBE 组出现 2 例术中轻度硬膜撕裂,但经及时修补,未出现脑脊液漏;PTED 组术后出现 1 例同节段复发,经二次椎间孔镜手术后症状缓解。两组总体并发症发生率低,且差异无统计学意义 ($P>0.05$),提示两种术式均具有较高的安全性。但值得注意的是,UBE 在镜下操作时需更密切地关注对硬膜囊的保护,而 PTED 术后复发风险虽低,但复发与术中减压范围不足、髓核残留等因素相关,提示术者应充分识别突出物范围,避免遗漏。

值得进一步探索的是,随着人工智能与图像处理技术的发展,术中引入导航系统辅助操作可能成为提高微创脊柱手术精准度与安全性的有效途径之一。例如,基于术前 CT/MRI 影像的三维重建与路径规划系统,结合术中实时导航,可以在减少透视次数的同时提高术者对解剖结构的辨识度及操作的稳定性。未来可尝试将图像导航系统(如 O-arm+神经导航)与 UBE 或 PTED 术式融合,以提升对旁中央型突出病灶的靶向治疗水平。除术中辅助系统外,个性化术式推荐辅助工具的构建也是未来的重要发展方向。考虑到 UBE 与 PTED 术式在适应证、解剖暴露、操作难度方面各具特点,可探索对患者术前 CT/MRI 影像资料中的关键指标(如突出体积、中央偏移程度、椎管狭窄率、骨性结构遮挡程度等)进行量化,并结合临床症状评分、病程、年龄、身体质量指数等基线参数,构建一套新型术式推荐评分系统。该系统可通过多因素加权建模,形成辅助决策工具,为术者在选择 UBE 或 PTED 时提供客

观参考,提升手术匹配度与个体化治疗水平。当前人工智能图像识别与机器学习算法仍处于探索性研究阶段,未来在脊柱微创领域的临床转化前景广阔。

本研究为单中心回顾性分析,存在一定的局限性,如样本量有限、随访周期存在差异、术中影像数据未进行量化对比等。后续研究应进一步扩大样本量、延长随访时间,并结合多中心、前瞻性设计提高结果的外推性。此外,结合术中导航、3D 可视化成像等辅助技术,有望进一步提高手术的精准度和安全性。

综上所述,UBE 与 PTED 在旁中央型腰椎间盘突出治疗中均可获得良好的效果。PTED 微创优势明显,适用于大多数患者;UBE 适合病情/病灶复杂、压迫严重的患者。术式选择应考虑患者具体情况与术者经验水平,进一步开展多中心前瞻性研究仍有必要。本研究为旁中央型 LDH 术式选择提供了参考依据。

参考文献

- [1] 高凤,柳远春,刘扬,等.单侧双通道内镜下髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症[J].*巴楚医学*,2025,8(1):12-14.
GAO Feng, LIU Yuanchun, LIU Yang, *et al.* Unilateral biportal endoscopy removal of nucleus pulposus for the treatment of lumbar disc herniation[J]. *Bachu Medical Journal*, 2025, 8(1): 12-14.
- [2] 殷鹤,张长江,闫鹏,等.经皮椎间孔镜髓核摘除术联合交叉纤维环缝合术治疗腰椎间盘突出症的临床效果[J].*医药前沿*,2025,15(9):35-39.
YIN He, ZHANG Changjiang, YAN Peng, *et al.* Clinical efficacy of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy combined with crossed annular suture in the treatment of lumbar disc herniation[J]. *Journal of Frontiers of Medicine*, 2025, 15(9): 35-39.
- [3] 罗林峰,庄沙斌,屈锡亮,等.探讨侧后方入路、椎板间隙入路经皮椎间孔镜治疗中央型腰椎间盘突出症的临床效果[J].*黑龙江医学*,2023,47(4):426-428.
LUO Linfeng, ZHUANG Shabin, QU Xiliang, *et al.* Clinical effect of lateral-posterior approach and interlaminar approach with percutaneous foraminoscopy in the treatment of central lumbar disc herniation[J]. *Heilongjiang Medical Journal*, 2023, 47(4): 426-428.
- [4] 高尚聚.脊柱内镜与传统开放手术治疗三种特殊腰椎退变性疾病对比性研究[D].石家庄:河北医科大学,2023.
GAO Shangju. Study of spinal endoscopy and traditional open surgery in the treatment of three special lumbar degenerative diseases [D]. Shi-

- jiazhuan: Hebei Medical University, 2023.
- [5] 王泽民, 卢炯文, 蔡仲斌, 等. 单侧双通道脊柱内镜技术与经皮椎间孔镜技术治疗腰椎椎管狭窄症的疗效对比[J]. *海军医学杂志*, 2024, 45 (7): 710-714.
- WANG Zemin, LU Jiongwen, CAI Zhongbin, *et al.* Efficacy of unilateral biportal endoscopic surgery versus percutaneous transforaminal endoscopic discectomy in treating lumbar spinal stenosis[J]. *Journal of Navy Medicine*, 2024, 45(7): 710-714.
- [6] 曹泽, 宋锦程, 王黎明, 等. 单侧双通道脊柱内镜与经皮椎间孔镜治疗腰椎间盘突出的学习期特征分析及疗效观察[J]. *颈腰痛杂志*, 2023, 44 (6): 945-949.
- CAO Ze, SONG Jincheng, WANG Liming, *et al.* Application analysis and curative effect observation of unilateral double-channel spinal endoscope and percutaneous intervertebral foramen endoscope in treatment of lumbar disc herniation during learning period[J]. *The Journal of Cervicodynia and Lumbodynia*, 2023, 44(6): 945-949.
- [7] 王丹丹. 双排螺旋 CT 联合 X 线平片检查诊断在腰椎间盘突出症诊断中的应用价值[J]. *生物医学工程学进展*, 2023, 44 (2): 184-187.
- WANG Dandan. Application value of dual-slice CT plus plain X-ray on diagnosis of lumbar disc herniation[J]. *Progress in Biomedical Engineering*, 2023, 44(2): 184-187.
- [8] 赵峰, 季旭彪, 周炜. 椎间孔镜微创术在腰椎间盘突出症患者中的临床效果及对腰部活动度的影响研究[J]. *中国现代医学杂志*, 2020, 30 (21): 63-66.
- ZHAO Feng, JI Xubiao, ZHOU Wei. Effects of intervertebral foramen microsurgery on clinical outcome and lumbar activity for patients with lumbar disc herniation[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2020, 30(21): 63-66.
- [9] 张盼可, 朱剑, 曹书严, 等. 经皮椎间孔镜技术与单侧双通道内镜技术在单节段腰椎间盘突出症中的临床应用[J]. *河南医学研究*, 2022, 31 (4): 617-621.
- ZHANG Panke, ZHU Jian, CAO Shuyan, *et al.* Clinical application of percutaneous intervertebral foraminal endoscopy technique and unilateral biportal endoscopy technique in the treatment of single segment lumbar disc herniation[J]. *Henan Medical Research*, 2022, 31(4): 617-621.
- [10] JITPAKDEE K, LIU Y, HEO D H, *et al.* Minimally invasive endoscopy in spine surgery: Where are we now?[J]. *Eur Spine J*, 2023, 32(8): 2755-2768.
- [11] WANG J C, LI Z Z, CAO Z, *et al.* Modified unilateral biportal endoscopic lumbar discectomy results in improved clinical outcomes[J]. *World Neurosurgery*, 2023, 169: e235-e244.
- [12] ITO Z, SHIBAYAMA M, NAKAMURA S, *et al.* Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic laminectomy versus microendoscopic laminectomy for single-level laminectomy: a single-center, retrospective analysis [J]. *World Neurosurgery*, 2021, 148: e581-e588.