

· 临床论著 ·

两种内镜椎间盘切除术临床比较

李光曦, 丁永利*

(河南中医药大学第一附属医院, 河南郑州 450000)

摘要: [目的] 比较单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopy, UBE) 和椎间孔镜 (percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD) 治疗腰椎间盘突出症的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 2 月—2020 年 9 月采用内镜椎间盘切除术治疗的 67 例腰椎间盘突出症患者的临床资料, 根据医患沟通结果, 28 例采用 UBE 组术, 另外 39 例采用 PETD 术, 比较两组围手术期、随访及影像结果。[结果] 所有患者均顺利完成手术, UBE 组手术时间 [(58.1±10.6) min vs (65.5±11.3) min, $P=0.009$]、术中透视次数 [(3.1±1.1) 次 vs (5.2±1.2) 次, $P<0.001$] 显著少于 PETD 组, 但前切口长度 [(2.3±0.2) cm vs (1.2±0.2) cm, $P<0.001$] 和椎间盘切除量 [(3.5±1.1) cm³ vs (2.8±1.1) cm³, $P=0.011$] 显著大于后者。随访时间平均 (10.5±2.0) 个月。两组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 及 ODI 评分均显著改善 ($P<0.05$)。术后 1 个月 UBE 组的腰痛 VAS [(2.3±0.7) vs (2.7±0.6), $P=0.028$] 及 ODI [(27.1±4.9) vs (29.7±5.3), $P=0.045$] 显著优于 PETD 组。影像方面, 两组患者术后神经根压迫 Pfirrmann 分级均显著改善 ($P<0.05$), 椎管横截面积 (cross-sectional area of canal, CSAC) 显著增加 ($P<0.05$), 而椎间孔面积无显著变化 ($P>0.05$)。术后 UBE 组的 CSAC 显著优于 PETD 组 [(184.4±40.6) mm² vs (137.0±28.9) mm², $P<0.001$]。[结论] 单侧双通道内镜技术作为一种新的脊柱内镜技术, 创伤小, 减压充分, 有利于患者早期恢复。

关键词: 腰椎间盘突出症, 单侧双通道内镜技术, 椎间孔镜, 预后

中图分类号: R681.53 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 21-1953-06

Clinical comparison of two kinds of endoscopic discectomy // LI Guang-xi, DING Yong-li. The First Affiliated Hospital, Henan University of Traditional Chinese Medicine, Zhengzhou 450000, Henan, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical consequences of unilateral biportal endoscopy (UBE) versus percutaneous endoscopic transforaminal discectomy (PETD) for lumbar disc herniation. [Methods] A retrospective study was done on 67 patients who received endoscopic discectomy for lumbar disc herniation from February 2019 to September. According to the results of doctor-patient communication, 28 patients were treated with UBE, while other 39 cases were with PETD. The perioperative period, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] All patients in both groups were successfully operated on. The UBE group proved significantly less than the PETD group in terms of operative time [(58.1±10.6) min vs (65.5±11.3) min, $P=0.009$] and intraoperative fluoroscopy times [(3.1±1.1) times vs (5.2±1.2) times, $P<0.001$]. However, the former was significantly greater than the latter in terms of incision length [(2.3±0.2) cm vs (1.2±0.2) cm, $P<0.001$] and the disc volume removed [(3.5±1.1) cm³ vs (2.8±1.1) cm³, $P=0.011$]. The average follow-up time was (10.5±2.0) months, and there was no significant difference in the time to resume full weight-bearing activities between the two groups ($P>0.05$). The VAS and ODI scores in both groups were significantly improved over time ($P<0.05$). The UBE group was significantly superior to the PETD group in terms of the lower back pain VAS [(2.3±0.7) vs (2.7±0.6), $P=0.028$] and ODI [(27.1±4.9) vs (29.7±5.3), $P=0.045$] one month postoperatively. As for imaging, the Pfirrmann grade of nerve root compression was significantly improved ($P<0.05$), and the cross-sectional area of canal (CSAC) was significantly increased ($P<0.05$), while the CSA of the foraminal area remained unchanged in both groups postoperatively compared with those preoperatively ($P>0.05$). The UBE group was also better than the PETD group regarding postoperative CSAC [(184.4±40.6) mm² vs (137.0±28.9) mm², $P<0.001$]. [Conclusion] As a new spinal endoscopy technique, unilateral biportal endoscopy has advantages of less trauma and full decompression, is conducive to early recovery of patients.

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

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.090358

作者简介: 李光曦, 主治医师, 研究方向: 骨外科学, (电子信箱) li_gx1987@163.com

* 通信作者: 丁永利, (电子信箱) 13838118077@163.com

腰椎间盘突出症 (lumbar disc herniation, LDH) 是脊柱外科常见疾病之一, 统计显示, 约 40% 的正常人存在腰椎间盘突出症^[1], 并且随着吸烟、肥胖人群的增加, 其发病年龄逐步年轻化^[2], 与老年患者腰椎间盘突出症不同, 中青年患者较少合并腰椎管狭窄或腰椎不稳^[3]。传统的椎间开窗髓核摘除术是治疗腰椎间盘突出的常用方法, 具有良好的疗效^[4]。然而, 由于在手术过程中椎体旁肌肉剥离、长时间牵引和过度切除腰椎后部结构, 往往会导致严重的并发症。但长期随访显示, 70% 的患者术后出现背痛, 其中 9% 患者需要再次行椎间隙融合手术, 以缓解手术节段的疼痛^[5]。

脊柱内镜技术由于创伤小、恢复快、平均住院日短等一系列优点, 使得镜下治疗腰椎间盘突出症医患双方的认可度越来越高^[6, 7]。多项研究显示, 该技术术后住院时间和功能恢复均显著优于开放术式, 更适合中青年腰椎间盘突出患者^[8, 9]。目前, 常用的镜下椎间盘术式, 如椎间孔镜 (percutaneous endoscopic transforaminal discectomy, PETD)^[10] 和单侧双通道内镜 (unilateral biportal endoscopy, UBE)^[11], 与前者相比, 后者的视野广、操作灵活, 并可经单侧通道完成中央椎管的减压, 对中央型或脱出游离型更具优势^[12, 13]。本研究对本院 2019 年 2 月—2020 年 9 月采用 PETD 与 UBE 治疗的 67 例腰椎间盘突出症的临床资料进行回顾性研究, 探讨两种微创术式治疗腰椎间盘突出症的疗效及安全性, 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) 年龄 45~65 岁; (2) 临床症状表现为腰背痛合并下肢放射痛、间隙性跛行; (3) 术前 CT 及 MRI 示单节段椎间盘突出, 突出节段与临床症状相一致 (图 1a, 图 2a); (4) 经保守治疗 4 周后效果不佳; (5) 随访资料完整。

排除标准: (1) 多节段突出病变或腰椎不稳; (2) 有脊柱侧弯、畸形、感染病史; (3) 严重的内科疾病、神经系统疾病、强直性脊柱炎等; (4) 患者不同意行微创手术或随访资料不完整。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 2 月—2020 年 9 月本院收治的 LDH 患者的临床资料, 其中 67 例符合纳入标准, 纳入本研究。根据医患沟通结果, 将患者分为两组。UBE 组 28 例, PETD 组 39 例。两组患者治疗期资料

比较见表 1, 两组患者年龄、性别、BMI、病程、病变节段的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。本研究经医院医学伦理委员会审核通过, 所有患者术前均签署知情同意书。

表 1. 两组患者治疗期资料比较
Table 1. Comparison of preoperative data between two groups

指标	UBE 组 (n=28)	PETD 组 (n=39)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	50.3±6.9	50.8±7.3	0.761
性别 (例, 男/女)	18/10	24/15	0.818
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	28.0±2.1	27.8±2.6	0.802
病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	6.0±1.2	6.1±1.9	0.824
节段 (例, L _{3/4} /L _{4/5} /L ₅ S ₁)	6/10/12	4/13/22	0.372

1.3 手术方法

UBE 组: 采用全身麻醉, 腰桥支撑俯卧位。术前 C 形臂 X 线机定位突出间隙, 穿刺点分别在病变间隙上下各 1~1.5 cm, 棘突正中旁开 1 cm。首先建立关节镜通道, 穿刺达椎板 (图 1b), 向下钝性分离椎旁肌, 确认黄韧带位置, 穿刺针在远端定位点向黄韧带中心穿刺, 建立远端通道, 进入等离子清理上下椎板边界。切除黄韧带。进入椎管内 (图 1c), 等离子射频预先处理硬膜外及神经根周围的静脉血管, 牵开神经根, 取出脱出的髓核组织, 刮匙清理椎间隙内残留髓核, 完成减压后神经剥离检查神经根的活动度 (图 1d)。

PETD 组: 采用屈髋、屈膝健侧卧位, 腰部垫高。术前 C 形臂 X 线机定位病变间隙。病变间隙上 2~3 cm, 后正中线旁开 10~14 cm 为进针点。1% 利多卡因逐层注射, C 形臂 X 线机透视下使其直达下位椎体后上缘。置入导丝, 建立软组织通道 (图 2b), 环锯切除部分上关节突腹侧骨质, 插入椎间孔镜, 射频电极清理周围纤维组织及静脉丛。旋转套管, 保护神经根, 切开纤维化, 取出突出的髓核组织 (图 2c), 检查神经根活动度 (图 2d)。

两组患者术前 30 min 静脉滴注抗生素 1 次, 术后 24 h 拔除引流管, 1 个月内佩戴腰围行走, 逐步恢复腰背肌锻炼, 3 个月内避免负重劳动和剧烈活动。

1.4 评价指标

记录围手术期资料, 包括手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、椎间盘切除量、术中并发症、下地时间、切口愈合、住院时间。采用完全负重活动时间、疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS) 和 Oswestry 功能障碍 (Oswestry disability index, ODI) 指数评价临床效果。行影像学检

查, 记录椎管横截面积 (cross-sectional area of canal, CSAC) (横断位片的椎间盘水平, 测量椎间盘后缘至椎板前缘与神经根外缘之间的区域)、椎间孔面积 (cross-sectional area of intervertebral foramen, CSA-IVF) (矢状位片, 测量上下椎弓根及椎间孔前后缘之间的区域) 及 Pfirrmann 分级^[14] (0 级为神经根和椎间盘之间存在正常硬膜外脂肪; 1 级为神经根和椎间盘之间无硬膜外脂肪, 神经根正常位置; 2 级为突出椎间盘致神经根背侧偏移; 3 级为神经根呈扁平

状, 与椎间盘材料无法区分)。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 22.0 进行统计分析。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; 组内时间点比较行单因素方差分析; 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, 组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

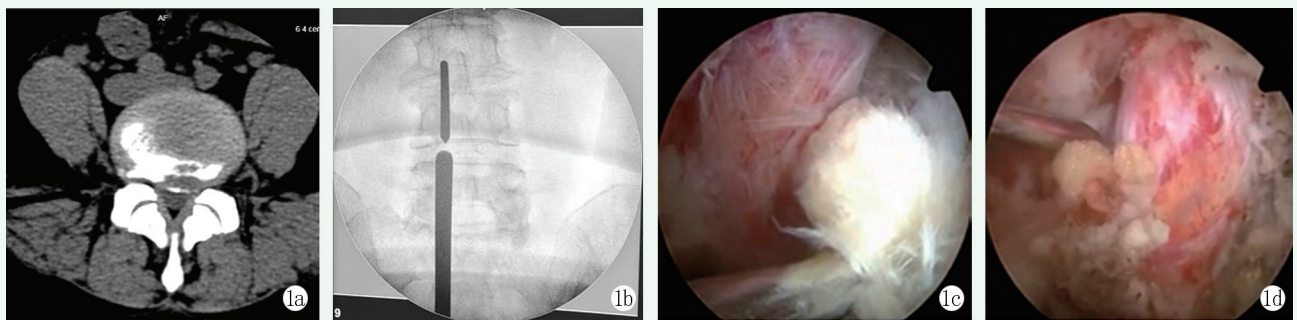


图 1. 患者男性, 31 岁。1a: 术前 CT 显示 L_{4/5} 横断面左侧突出, CSAC=101.6 mm²; 1b: UBE 术中定位通道位置; 1c: 镜下显露突出的髓核组织及神经根; 1d: 髓核去除后, 检查神经根活动度良好。

Figure 1. A 31-year-old male. 1a: Preoperative CT showed that the left protrusion of the L_{4/5}, with cross-sectional area of canal (CSAC) of 101.6 mm²; 1b: Positioning UBE channels intraoperatively; 1c: Protruding nucleus pulposus tissue and nerve roots were seen under endoscope; 1d: After removal of nucleus pulposus, the nerve root motion was checked to be good.

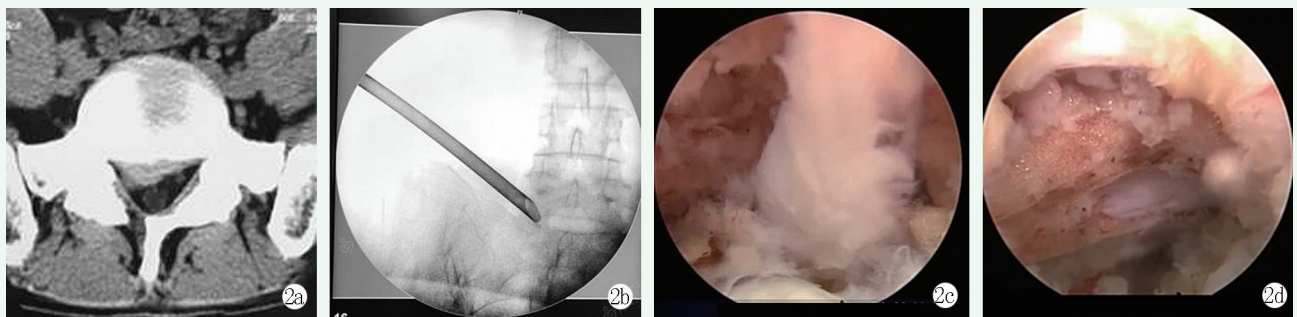


图 2. 患者男性, 44 岁。2a: 术前 CT 显示 L₅/S₁ 横断面左侧突出, CSAC=121.4 mm²; 2b: 术中定位椎间孔穿刺通道位置; 2c: 镜下取出突出的髓核组织; 2d: 髓核去除后, 检查神经根活动度良好。

Figure 2. A 44-year old male. 2a: Preoperative CT showed a left protrusion of L₅/S₁ with CSAC of 121.4 mm²; 2b: Intraoperative positioning of the PETD channels; 2c: The protruding nucleus pulposus tissue was removed under the endoscope; 2d: After removal of the nucleus pulposus, the nerve root motion was checked to be good.

2 结果

2.1 围手术期资料

所有患者均顺利完成手术。UBE 组患者的手术时间和术中透视次数显著少于 PETD 组 ($P < 0.05$), 但前者的切口长度显著长于后者 ($P < 0.05$), 且 UBE 组椎间盘切除量显著多于 PETD 组 ($P < 0.05$)。两组患者在术中失血量、硬膜破裂、神经根损伤、下地行走时间、切口愈合等级、住院时间的差异均无统计学

意义 ($P > 0.05$)。两组无切口感染、椎间隙感染者。两组硬膜破裂致脑脊液漏患者均给予适当补液、抬高床尾治疗 2 周后愈合。对神经根损伤者给予甘露醇及地塞米松治疗后好转。硬膜外血肿为初步开展时出现术后开窗节段血肿, 经再次手术切开清创, 放置引流管, 切口正常愈合。

2.2 随访结果

所有患者均获随访, 随访时间 8~12 个月, 平均 (10.5±2.0) 个月。两组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 及

ODI 评分均显著改善 ($P<0.05$)。术前两组患者 VAS 和 ODI 评分的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，术后 1 个月 UBE 组的腰痛 VAS 及 ODI 显著优于 PETD 组 ($P<0.05$)。术后 6 个月及末次随访时，两组腰痛及腿痛 VAS 及 ODI 评分的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

学意义 ($P>0.05$)，术后两组神经根压迫分级、CSA-IVF 的差异无统计学意义 ($P>0.05$)，UBE 组的 CSAC 显著优于 PETD 组 ($P<0.05$)。

3 讨论

全镜下椎间盘切除术已经成为治疗腰椎间盘突出症的标准方案。与传统开放术式比较，镜下微创脊柱技术切口小，对腰背部的肌肉损伤更少，能够显著减轻术后腰背痛的发生率，有利于快速康复。目前，较常用的 PETD 技术是通过侧方进入椎间孔，完成神经根管减压和清理突出髓核组织，几乎不影响脊柱后方稳定结构的完整^[15]。但 PETD 为同轴操作，套管的可调整范围有限，对一些中央型突出、侧隐窝狭窄患者存在一些困难。UBE 技术自 1996 年 De Antoni 等首次报告以来，近年来逐步获得认可^[16]。该技术优势不仅在于手术器械简单，视野宽广，可操控性强，而且 UBE 采用椎体后方入路，缩短了学习曲线，短期训练即可完成全椎管减压、椎间融合等一系列椎体间手术^[17, 18]。大部分骨科医生经过膝关节镜操作基础训练，熟悉“三角”定位操作即可很容易开展 UBE，并且不需要反复调整穿刺方向，切开近端切口即可直达椎板，显著缩短了手术时间。

表 2. 两组患者围手术期资料比较

Table 2. Comparison of peri-operative data between two groups

指标	UBE 组 (n=28)	PETD 组 (n=39)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	58.1±10.6	65.5±11.3	0.009
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	2.3±0.2	1.2±0.2	<0.001
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	23.7±4.9	23.3±3.7	0.665
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	3.1±1.1	5.2±1.2	<0.001
椎间盘切除量 (cm ³ , $\bar{x} \pm s$)	3.5±1.1	2.8±1.1	0.011
硬膜破裂 (例, 是/否)	2/26	1/38	0.371
神经根损伤 (例, 是/否)	1/27	3/36	0.483
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.4±0.4	1.3±0.3	0.561
切口愈合 (例, 甲/乙/丙)	26/2	35/4	0.659
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	3.9±1.4	3.6±1.2	0.382

2.3 影像评估

两组患者影像评估结果见表 4。与术前相比，两组患者术后神经根压迫分级均显著改善 ($P<0.05$)，CSAC 显著增加 ($P<0.05$)，而 CSA-IVF 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

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 3. Follow-up data ($\bar{x} \pm s$) and comparison between two groups

指标	时间点	UBE 组 (n=28)	PETD 组 (n=39)	P 值
完全负重活动时间 (d)		35.6±5.2	34.6±5.4	0.465
腰痛 VAS 评分 (分)	术前	6.4±1.1	6.7±1.2	0.231
	术后 1 个月	2.3±0.7	2.7±0.6	0.028
	术后 6 个月	1.4±0.5	1.4±0.6	0.763
	末次随访	0.8±0.5	0.8±0.4	0.417
	P 值	<0.001	<0.001	
腿痛 VAS 评分 (分)	术前	4.8±1.1	5.0±1.4	0.686
	术后 1 个月	1.6±0.3	1.6±0.5	0.794
	术后 6 个月	1.3±0.5	1.4±0.7	0.637
	末次随访	0.6±0.3	0.7±0.3	0.187
	P 值	<0.001	<0.001	
ODI 评分 (%)	术前	61.8±6.6	62.4±5.9	0.726
	术后 1 个月	27.1±4.9	29.7±5.3	0.045
	术后 6 个月	15.6±3.1	16.0±2.2	0.513
	末次随访	10.7±2.2	11.4±1.2	0.120
	P 值	<0.001	<0.001	

表 4. 两组患者影像资料比较
Table 4. Comparison of image data between two groups

指标	时间点	UBE 组 (n=28)	PETD 组 (n=39)	P 值
神经根压迫分级 (例, 0/1/2/3)	术前	0/4/6/18	0/4/13/22	0.547
	术后	22/4/2/0	25/8/6/0	0.413
	P 值	<0.001	<0.001	
CSAC (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	术前	106.6±34.6	105.6±37.3	0.916
	术后	184.4±40.6	137.0±28.9	<0.001
	P 值	<0.001	<0.001	
CSA-IVF (mm ² , $\bar{x} \pm s$)	术前	94.0±11.1	93.4±10.9	0.843
	术后	96.2±13.9	95.6±12.3	0.841
	P 值	0.501	0.415	

Ahn 等^[19]研究发现, 双通道组患者术后硬膜外血肿的发生率为 8/95 (8.4%) 显著高于传统对照组的 2/142 (1.4%)。笔者在初期开展 UBE 时发生 3 例硬膜外血肿, 其中 1 例存在神经受压症状, 给予开放手术清创后缓解, 后期的 UBE 患者均放置硬膜外引流管, 能够有效预防血肿的发生。硬膜撕裂是脊柱微创的主要并发症, Lin^[20]荟萃分析显示, UBE 术后硬膜撕裂的发生率为 4.1% (2.9%~5.8%), 本研究中 UBE 组发生率与 PETD 组无显著差异。

本研究术后 6 个月及末次随访时, 两组患者的 VAS 及 ODI 较术前及术后 1 个月显著改善, 组间比较差异无统计学意义。与 Lin 等^[8, 20]对 11 篇文献的 556 例 UBE 患者随访结果相一致, 该研究中术后 VAS 评分从术前 7.9 降低到 1.9, ODI 指数从术前的 63.7 显著降低至 18.6。本研究显示, 术后 1 个月随访 UBE 组腰痛 VAS 及 ODI 指数显著优于 PETD 组, 主要因 UBE 术中使用 30°镜头, 能够全面观察神经根粘连, 扩大减压范围, 避免减压不足和髓核残留的情况。

两组患者术后 MRI 显示, UBE 组的 CSAC 改善显著优于 PETD 组, 表明 UBE 在摘除髓核的同时, 能够对中央椎管、侧隐窝、神经根管进行充分减压, 并且术中对神经根的干扰较少, 有利于术后早期症状的改善。

综上所述, 单侧双通道内镜技术作为一种新的脊柱内镜技术, 不仅创伤小、安全性高、学习曲线短, 而且减压充分, 有利于患者的早期恢复。

参考文献

[1] Amin RM, Andrade NS, Neuman BJ. Lumbar disc herniation [J]. *Curr Rev Musculoskelet Med*, 2017, 10 (4): 507-516.
 [2] Lener S, Wipplinger C, Hartmann S, et al. The impact of obesity

and smoking on young individuals suffering from lumbar disc herniation: a retrospective analysis of 97 cases [J]. *Neurosurg Rev*, 2020, 43 (5): 1297-1303.
 [3] 曾佳兴, 梁斌, 尹东, 等. 青少年与中老年腰椎间盘突出相关因素分析 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2013, 21 (11): 1121-1132. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.11.14.
 Zeng JX, Liang B, Yin D, et al. Analysis of factors related to lumbar intervertebral disc herniation in the young and the senior [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2013, 21 (11): 1121-1132. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2013.11.14.
 [4] Hamawandi SA, Sulaiman II, Al-Humairi AK. Open fenestration discectomy versus microscopic fenestration discectomy for lumbar disc herniation: a randomized controlled trial [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21 (1): 384.
 [5] Parker SL, Xu R, McGirt MJ, et al. Long-term back pain after a single-level discectomy for radiculopathy: incidence and health care cost analysis [J]. *J Neurosurg Spine*, 2010, 12 (2): 178-182.
 [6] 关家文, 孙海涛, 韩大鹏, 等. CT 定位内镜椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症 10 年回顾 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (13): 1157-1160. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.13.02.
 Guan JW, Sun HT, Gan DP, et al. A 10-year review of CT guided endoscopic discectomy for lumbar intervertebral disc herniation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2021, 29 (13): 1157-1160. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2021.13.02.
 [7] 李宏达, 冯波, 王秀双, 等. 内镜与通道下腰椎间盘切除术的并发症与疗效比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28 (9): 785-790. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.09.04.
 Li HD, Feng B, Wang XS, et al. Complications and early clinical outcomes of percutaneous transforaminal endoscopic discectomy versus tubular discectomy for lumbar disc herniation [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2020, 28 (9): 785-790. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.09.04.
 [8] Kim SK, Kang SS, Hong YH, et al. Clinical comparison of unilateral biportal endoscopic technique versus open microdiscectomy for single-level lumbar discectomy: a multicenter, retrospective analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13 (1): 22. DOI: 10.1186/s13018-018-0725-1.

- [9] 越雷, 王月田, 白纯碧, 等. 内镜治疗中青年双节段腰椎间盘突出症患者的手术策略 [J]. 北京大学学报 (医学版), 2021, 53 (4): 734-739. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2021.04.019.
Yue L, Wang YT, Bai CB, et al. Analysis of surgical strategy of percutaneous endoscopic lumbar discectomy in young and middle-aged double-segment patients with lumbar disc herniation [J]. Journal of Peking University (Health Sciences), 2021, 53 (4): 734-739. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2021.04.019.
- [10] 徐峰, 伍搏宇. 椎间孔镜术治疗巨大中央型腰椎间盘突出症 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (19): 1734-1737. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.02.
Xu F, Wu BY. Percutaneous transforaminal endoscopic discectomy for large central lumbar disc herniation [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (19): 1734-1737. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.19.02.
- [11] 朱斌, 田大胜, 陈磊, 等. 单边双通道内镜技术在腰椎疾病中的应用研究进展 [J]. 中华骨科杂志, 2020, 40 (15): 1030-1038. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200612-00383.
Zhu B, Tian DS, Chen L, et al. Development and application of unilateral biportal endoscopy in lumbar diseases [J]. Chinese Journal of Orthopaedics, 2020, 40 (15): 1030-1038. DOI: 10.3760/cma.j.cn121113-20200612-00383.
- [12] 张大鹏, 何强, 梅杰, 等. UBE 技术治疗退行性腰椎狭窄症的安全性及有效性分析 [J]. 四川医学, 2022, 43 (6): 550-554. DOI: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2022.06.006.
Zhang DP, He Q, Mei J, et al. Analysis of safety and effectiveness of ube technique to treat degenerative lumbar spinal stenosis [J]. Sichuan Medical Journal, 2022, 43 (6): 550-554. DOI: 10.16252/j.cnki.issn1004-0501-2022.06.006.
- [13] Xie X, Zhang G, Liu N. Clinical effect of unilateral biportal endoscopy in the treatment of lumbar diseases: a systematic review and meta-analysis [J]. Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne, 2022, 17 (1): 61-68. DOI: 10.5114/wiitm.2021.110413.
- [14] Pfirrmann C, Dora C, Schmid MR, et al. MR image-based grading of lumbar nerve root compromise due to disk herniation: reliability study with surgical correlation [J]. Radiology, 2004, 230 (2): 583-588. DOI: 10.1148/radiol.2302021289.
- [15] 赵理平, 郑国权, 宋锦程, 等. 筒式穿刺内镜监视下置管技术在经皮椎间孔镜腰椎间盘切除术中的应用 [J]. 中国微创外科杂志, 2021, 21 (1): 52-55. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2021.01.012.
Zhao LP, Zheng GQ, Song JC, et al. Application of simple puncture endoscopic monitoring tube placement in PELD [J]. Chinese Journal of Minimally Invasive Surgery, 2021, 21 (1): 52-55. DOI: 10.3969/j.issn.1009-6604.2021.01.012.
- [16] 张贵齐, 王佳鑫, 许卫兵, 等. 单侧双通道脊柱内窥镜技术研究进展 [J]. 脊柱外科杂志, 2020, 18 (6): 425-429. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2020.06.013.
Zhang GQ, Wang JX, Xu WB, et al. Research progress of unilateral biportal endoscopic spinal surgery [J]. Journal of Spinal Surgery, 2020, 18 (6): 425-429. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2957.2020.06.013.
- [17] 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. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.11.09.
Zhu J, Gao YJ, Ren ZN, et al. Preliminary study of unilateral biportal endoscopic lumbar interbody fusion for the treatment of degenerative spinal disease [J]. Chinese Journal of Spine and Spinal Cord, 2021, 31 (11): 1026-1033. DOI: 10.3969/j.issn.1004-406X.2021.11.09.
- [18] 李振宙, 侯树勋. 经单侧椎板间隙入路双通道全内镜辅助下腰椎椎体间融合术 [J]. 中国骨与关节杂志, 2020, 9 (1): 22-26. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.01.005.
Li ZZ, Hou SX. Unilateral interlaminar biportal full-endoscopic lumbar interbody fusion [J]. Chinese Journal of Bone and Joint, 2020, 9 (1): 22-26. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2020.01.005.
- [19] Ahn DK, Lee JS, Shin WS, et al. Postoperative spinal epidural hematoma in a biportal endoscopic spine surgery [J]. Medicine, 2021, 100 (6): e24685. DOI: 10.1097/MD.00000000000024685.
- [20] Lin GX, Huang P, Kotheraanurak V, et al. A systematic review of unilateral biportal endoscopic spinal surgery: preliminary clinical results and complications [J]. World Neurosurg, 2019, 125: 425-432. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.02.038.

(收稿:2022-04-22 修回:2024-05-20)

(同行评议专家: 赵志刚, 王林楠, 杨曦)

(本文编辑: 郭秀婷)