罗哌卡因不同麻醉方式在经皮内镜椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症中的应用

李巧云*，张海华，胡吉，刘金花

（联勤保障部队第 910 医院麻醉科，福建 泉州 362000）

[摘要] **目的** 探讨 0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉与 0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉在经皮内镜椎间盘切除术（percutaneous endoscopic lumbar discectomy，PELD）治疗腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation，LDH）中的应用效果。**方法** 前瞻性选取 2022 年 1 月至 2025 年 1 月联勤保障部队第 910 医院收治的 274 例 LDH 患者，所有患者均行 PELD，按照随机数字表法分为观察组（137 例）和对照组（137 例），对照组给予 0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉，观察组给予 0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉。比较 2 组的麻醉效果、临床指标、血流动力学指标、术后疼痛及不良反应发生情况。**结果** 观察组的麻醉优良率显著高于对照组（$P < 0.05$）。2 组术后下地时间无统计学差异（$P > 0.05$）；观察组的手术时间短于对照组，罗哌卡因用量少于对照组，苏醒时间早于对照组（$P < 0.05$）。诱导后 5 min（T1）、气腹后 30 min（T2）及术后 5 min（T3），2 组血氧饱和度无统计学差异（$P > 0.05$），观察组的心率和平均动脉压显著低于对照组（$P < 0.05$）。术后 6、12、24 h 时，观察组的视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）评分显著低于对照组（$P < 0.05$）；2 组 VAS 评分随时间推移逐渐降低（$P < 0.05$）。观察组的不良反应总发生率显著低于对照组（$P < 0.05$）。**结论** 0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉用于 PELD 治疗 LDH 具有显著优势，能够提高麻醉效果，改善临床指标，稳定血流动力学指标，减轻术后疼痛，并降低不良反应发生率。

[关键词] 罗哌卡因；局部浸润麻醉；硬膜外麻醉；腰椎间盘突出症；经皮内镜椎间盘切除术

[中图分类号] R971.2；R681.53 [文献标志码] A [文章编号] 1001-5094（2025）12-1165-05

DOI: 10.20053/j.issn1001-5094.202505060280

Application of Different Anesthesia Techniques in Percutaneous Endoscopic Lumbar for Lumbar Disc Herniation

LI Qiaoyun, ZHANG Haihua, HU Ji, LIU Jinhua

(Department of Anesthesiology, the 910th Hospital of Joint Logistics Support Force, Quanzhou 362000, China)

[Abstract] **Objective** To compare and efficacy 0.2% ropivacaine epidural anesthesia versus 0.5% ropivacaine local infiltration anesthesia in percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD) for treating lumbar disc herniation (LDH). **Methods** A prospective study enrolled 274 LDH patients undergoing PELD at 910 Hospital of Joint Logistics Support Force from January 2022 to January 2025. Patients were randomly assigned to the intervention group ($n=137$) or the control group ($n=137$) using a random number table. Patients in the control group received 0.5% ropivacaine local infiltration anesthesia, while patients in the intervention group received 0.2% ropivacaine epidural anesthesia. Anesthesia efficacy, clinical parameters, hemodynamics, postoperative pain, and adverse reactions were compared between the two groups. **Results** The rate of excellent/good anesthesia in the intervention group was significantly higher than that in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the postoperative ambulation time between the two groups ($P > 0.05$). The operation time was shorter, the total ropivacaine dosage was lower, and the recovery time was earlier in the intervention group compared to the control group ($P < 0.05$). At 5 minutes after induction (T1), 30 minutes after pneumoperitoneum (T2), and 5 minutes after surgery (T3), there was no significant difference in blood oxygen saturation between the two groups（$P > 0.05$）. However, the heart rate and mean arterial pressure in the intervention group were significantly lower than those in the control group at these time points ($P < 0.05$). The visual analogue scale (VAS) scores at 6, 12 and 24 hours postoperatively in the intervention group were significantly lower than those in the control group ($P < 0.05$). The VAS scores in both gradually decreased over time ($P < 0.05$). The total incidence of adverse reactions in the intervention group was significantly lower than that in the control group ($P < 0.05$). **Conclusion** 0.2% ropivacaine epidural anesthesia demonstrates significant advantages in PELD for LDH. It improves anesthesia efficacy and clinical indicators, provides more stable hemodynamics, reduces postoperative pain, and lowers the incidence of adverse reactions.

[Key words] ropivacaine; local infiltration anesthesia; epidural anesthesia; lumbar disc herniation; percutaneous endoscopic lumbar discectomy

接受日期：2025-10-24

*通信作者：李巧云，主治医师 研究方向：临床麻醉 E-mail：66841621@qq.com

腰椎间盘突出症（lumbar disc herniation，LDH）是临床常见脊柱退行性疾病，经皮内镜椎间盘切除术（percutaneous endoscopic lumbar discectomy，PELD）因其微创、恢复快等优势，已逐渐成为该病的优选治疗方案[1]。然而，PELD 手术对麻醉管理提出特殊要求，既需满足术中充分镇痛以配合内镜操作，又需减少麻醉相关并发症以促进术后快速康复[2]。近年来，罗哌卡因在不同浓度及给药方式下于脊柱手术中的应用效果逐渐成为研究热点[3]。目前术中麻醉方案的选择仍存在争议：传统局部浸润麻醉（0.5% 罗哌卡因）可能因镇痛措施不完善导致患者术中感到疼痛；硬膜外麻醉（0.2% 罗哌卡因）通过阻断神经根传导或可提供更佳的镇痛效果，但其对运动功能的影响及安全性需进一步验证。目前，国内外研究多集中于 PELD 技术的改进，而关于麻醉方式优化的研究较少。本研究比较 0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉与 0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉在 PELD 中的应用效果，为临床麻醉方案选择提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2022 年 1 月至 2025 年 1 月联勤保障部队第 910 医院收治的 274 例 LDH 患者，通过本院医学伦理委员会审批（审批号：2021-39）。样本量的确定基于既往研究数据与统计学估算，刘庆波等[4]研究指出，在 20 例接受 PELD 手术的患者中，使用 0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉后，有 12 例出现心动过速，发生率高达 60%。然而，我院前期的临床实践数据显示，在 62 例接受类似麻醉与手术的患者中，观察到的主要并发症发生率为 24.19%。为科学地比较 2 种不同麻醉方式下的效果差异，选择 PASS 软件的 Tests for Two Proportions 模块，对样本量进行估算，设置参数如下。Solve For：Sample Size；Power Calculation Method：Normal Approximation；Alternative Hypothesis：Two-Sided；Test Type：Mantel-Haenszel Test；Power：0.8；Alpha：0.05；Group Allocation：Equal（$N_1=N_2$）；Input Type：Proportions；P1（Group 1 Proportion| H1）：0.6；P2（Group 2 Proportion）：0.241 9，计算结果 $N_1=N_2=137$。纳入标准：①符合 LDH 诊断标准[5]，且经影像学确诊；②行 PELD 治疗；③美国麻醉医师协会（American Society of Anesthesiologists，ASA）分级为Ⅰ~Ⅱ级[6]；④单节段发病；⑤ LDH 病程＞ 3 个月；⑥术前日本骨科协会（Japanese Orthopaedic Association，JOA）评分≤ 15 分，或 Oswestry 功能障碍指数≥ 20%，明确存在神经功能损伤及生活能力受限；⑦患者或家属签署知情同意书。排除标准：①合并腰椎滑脱、椎管狭窄、脊柱骨折或肿瘤；②存在罗哌卡因过敏史、穿刺部位感染或凝血功能障碍；③存在腹部手术史；④长期服用阿片类药物或抗凝药物；⑤存在未控制的高血压或心律失常；⑥责任椎间盘为游离型 LDH，或合并终板及终板下骨质在磁共振成像（magnetic resonance imaging，MRI）上的信号改变（modic changes，MC）Ⅱ型及以上；⑦妊娠期或哺乳期妇女。依据入组时间顺序，隐藏分组序列，未采用盲法，患者及医师均对研究知情，将患者随机分为观察组和对照组，各 137 例。2 组一般资料的差异无统计学意义（P ＞ 0.05），见表 1。

表 1 2 组基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline characteristics between the two groups

组别	n	年龄/岁（$\bar{x}\pm s$）	体重指数/kg·m^{-2}（$\bar{x}\pm s$）	病程/月（$\bar{x}\pm s$）	性别/例（%）		ASA 分级/例（%）		病变节段/例（%）		
					男	女	Ⅰ级	Ⅱ级	L3~L4	L4~L5	L5~S1
观察组	137	61.28±3.57	22.29±2.21	9.35±1.68	74（54.01）	63（45.99）	86（62.77）	51（37.23）	21（15.33）	89（64.96）	27（19.71）
对照组	137	61.50±3.45	22.34±2.17	9.31±1.75	77（56.20）	60（43.80）	79（57.66）	58（42.34）	17（12.41）	99（72.26）	21（15.33）
χ^2/t		0.533	0.189	0.212	0.133		0.747		1.703		
P		0.594	0.850	0.833	0.716		0.388		0.427		

ASA：American Society of Anesthesiologists（美国麻醉医师协会）

1.2 方法

所有患者在手术前 8 h 停止摄入固体食物，术前 2 h 不可饮用清亮液体。麻醉诱导前 15 min 内，2 组患者均静脉泵注盐酸右美托咪定（四川国瑞药业有限责任公司，国药准字 H20110097，规格：2 mL∶0.2 mg），初始剂量按 0.5 μg·kg^{-1} 缓慢输注，总剂量不超过 1.0 μg·kg^{-1}，随后以 0.5 μg·kg^{-1}·h^{-1} 维持输注，术中持续监测血流动力学变化。

对照组给予 0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉：患者取俯卧位，经 C 型臂 X 线定位确定手术入路后，由医师实施局部浸润麻醉。首先使用 1% 利多卡因（山东华鲁制药有限公司，国药准字 H37022108，规格：20 mL∶0.4 g）3~5 mL 行皮肤、皮下组织及肌肉层的逐层浸润麻醉。随后在内镜操作通道建立过程中，

沿穿刺路径继续注射 0.5% 罗哌卡因溶液（河北一品制药股份有限公司，国药准字 H20113463，规格：10 mL∶75 mg）10 mL，直至药物达硬膜外腔。严格控制给药总量，按照 3 mg·kg^{-1} 的计量标准计算（即 0.5% 溶液不超过 0.6 mL·kg^{-1}）。注射过程中严格监测局麻药全身中毒反应（耳鸣、金属味觉等），手术操作在最后一次注药后 5 min 内启动。

观察组给予 0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉：患者取患侧卧位，脊柱保持屈曲体位，选择病变椎体上方 2 个节段作为硬膜外穿刺点。采用 18 G（1.27 mm）硬膜外穿刺针，斜面初始朝向尾侧，缓慢注入 1% 利多卡因（山东华鲁制药有限公司，国药准字 H37022108，规格：20 mL∶0.4 g）4 mL 作为试验剂量，观察 5 min 确认无全脊髓麻醉征象后，分 3 次注入 0.2% 罗哌卡因（河北一品制药股份有限公司，国药准字 H20113463，规格：10 mL∶75 mg）15 mL。接着将穿刺针的斜面方向调整至朝向头部一侧，小心置入硬膜外导管，深度控制在 3~5 cm，并妥善固定。随后进行麻醉平面测试，确保其不超过 T6 节段。待确认麻醉效果达到理想状态后，协助患者调整至俯卧位，C 型臂 X 线定位后直接行内镜手术，术中根据麻醉平面变化和手术时间，通过硬膜外导管追加 0.2% 罗哌卡因维持麻醉效果。

1.3 观察指标

1.3.1 麻醉效果 手术过程中根据患者术中表现评估麻醉效果。优即手术期间，患者的肌肉松弛状态良好，未表现出明显不适，手术得以顺畅进行；良即手术过程中，患者虽有轻微的不适或牵拉感觉，但均未对手术进程造成阻碍；差即手术过程中，患者的不适感显著，需要额外使用镇痛或镇静药物才能确保手术完成[7]。

1.3.2 临床指标 记录 2 组患者的手术时间、罗哌卡因用量、苏醒时间及术后下地时间。

1.3.3 血流动力学指标 于麻醉诱导前（T0）、诱导后 5 min（T1）、气腹后 30 min（T2）及术后 5 min（T3），采用多功能监护仪监测患者的心率（heart rate，HR）、平均动脉压（mean arterial pressure，MAP）及血氧饱和度（blood oxygen saturation，SpO_2）。

1.3.4 术后疼痛 于麻醉苏醒后及术后 6、12、24 h，采用视觉模拟评分法（visual analogue scale，VAS）[8] 评估疼痛程度。VAS 分值范围为 0~10 分，得分与疼痛程度呈正相关。

1.3.5 不良反应 记录术中及术后的不良反应发生情况，包括呼吸抑制、低血压、心动过缓、恶心呕吐及头晕，并统计总发生率。

1.4 统计学方法

使用 SPSS 22.0 软件分析数据。符合正态分布的计量数据以均数 ± 标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，行 t 检验或重复测量方差分析；计数数据用例（%）表示，行 χ^2 检验。$P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组麻醉效果比较

观察组的麻醉优良率显著高于对照组（$P<0.05$），见表 2。

2.2 2 组临床指标比较

2 组术后下地时间无统计学差异（$P>0.05$）；观察组的手术时间短于对照组，罗哌卡因用量少于对照组，苏醒时间早于对照组（$P<0.05$），见表 3。

表 2 2 组麻醉效果比较

Table 2 Comparison of anesthesia effects between the two groups

组别	n	麻醉效果/例（%）			
		优	良	差	优良合计
观察组	137	86（62.77）	46（33.58）	5（3.65）	132（96.35）
对照组	137	69（50.36）	41（29.93）	27（19.71）	110（80.29）
χ^2					17.125
P					<0.001

表 3 2 组临床指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 3 Comparison of clinical indicators between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	手术时间/min	罗哌卡因用量/mg	苏醒时间/h	术后下地时间/min
观察组	137	91.51±11.23	55.48±5.48	8.20±1.16	18.63±3.37
对照组	137	113.48±15.33	77.38±6.33	10.15±1.27	18.61±3.18
t		13.532	30.621	13.223	0.055
P		<0.001	<0.001	<0.001	0.956

2.3 2 组血流动力学指标比较

T1~T3 时刻，2 组 SpO_2 无统计学差异（$P>0.05$）；观察组的 HR 和 MAP 显著低于对照组（$P<0.05$），见表 4。

2.4 2 组术后疼痛程度比较

术后 6、12、24 h，观察组的 VAS 评分显著低于对照组（$P<0.05$）；2 组 VAS 评分随时间推移逐渐降低（$P<0.05$），见表 5。

2.5 2 组不良反应比较

观察组的不良反应总发生率显著低于对照组（$P<0.05$），见表 6。

表 4 2 组血流动力学指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 4 Comparison of hemodynamic comparison index between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	HR/次·min^{-1}				MAP/mmHg				SPO_2/%			
		T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
观察组	137	78.54±3.25	78.14±3.11*	82.32±5.56*	78.48±4.21*	97.54±4.34	101.25±4.21*	107.54±5.33*	101.15±4.33*	98.71±0.45	98.74±0.42	98.82±0.43	98.74±0.44
对照组	137	78.48±3.25	81.45±3.14	87.15±5.48	83.32±4.16	97.29±4.27	105.14±4.26	113.52±5.71	108.69±4.32	98.66±0.40	98.74±0.43	98.78±0.45	98.67±0.42
F		$F_{时间}=236.779$，$F_{组间}=66.000$，$F_{交互}=43.777$				$F_{时间}=826.464$，$F_{组间}=88.975$，$F_{交互}=80.737$				$F_{时间}=3.432$，$F_{组间}=2.628$，$F_{交互}=0.291$			
P		$P_{时间}<0.001$，$P_{组间}<0.001$，$P_{交互}<0.001$				$P_{时间}<0.001$，$P_{组间}<0.001$，$P_{交互}<0.001$				$P_{时间}=0.017$，$P_{组间}0.106$，$P_{交互}=0.832$			

* 与对照组比较，$P<0.05$；HR：heart rate（心率）；MAP：mean arterial pressure（平均动脉压）；SpO_2：blood oxygen saturation（血氧饱和度）；1 mmHg=0.133 kPa

表 5 2 组术后 VAS 评分比较（$\bar{x}\pm s$）

Table 5 Comparison of VAS score between the two groups（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	VAS 评分/分			
		麻醉苏醒后	术后 6 h	术后 12 h	术后 24 h
观察组	137	7.02±0.84	5.20±0.81*	3.04±0.81*	2.09±0.87*
对照组	137	6.98±0.79	5.60±1.10	4.18±1.37	3.02±0.81
F		$F_{时间}=1\,187.361$，$F_{组间}=110.622$，$F_{交互}=21.970$			
P		$P_{时间}<0.001$，$P_{组间}<0.001$，$P_{交互}<0.001$			

* 与对照组比较，$P<0.05$；VAS：visual analogue scale（视觉模拟评分法）

表 6 2 组不良反应比较

Table 6 Comparison of adverse reactions between the two groups

组别	n	呼吸抑制/例（%）	低血压/例（%）	心动过缓/例（%）	恶心呕吐/例（%）	头晕/例（%）	总发生/例（%）
观察组	137	2（1.46）	2（1.46）	3（2.19）	5（3.65）	2（1.46）	14（10.22）
对照组	137	4（2.92）	3（2.19）	5（3.65）	9（6.57）	5（3.65）	26（18.98）
χ^2							4.215
P							0.040

3 讨论

LDH 作为脊柱外科常见疾病，其病理核心在于髓核突破纤维环压迫神经根，引发腰腿痛及神经功能障碍。PELD 已逐渐成为 LDH 的主流治疗方式，但术中麻醉管理仍面临挑战[9]。传统局部浸润麻醉虽操作简便，但受限于药物扩散范围，易出现镇痛盲区，导致患者因术中疼痛引发体动，增加神经损伤风险[10]。既往硬膜外麻醉多采用较高浓度的局部麻醉药物，虽可充分镇痛，但可能因运动神经阻滞而延迟患者术后下床活动时间，削弱 PELD 的快速康复优势[11]。

本研究结果表明，观察组的硬膜外麻醉优良率显著高于对照组（$P<0.05$），可能与硬膜外腔多节段神经根阻滞特性相关。0.5% 罗哌卡因局部浸润麻醉可能直接作用于手术区域的神经末梢，迅速产生麻醉作用，使患者在手术过程中感受到的疼痛刺激明显减轻。然而，由于局部浸润麻醉作用范围相对局限，对于一些深部组织或神经的阻滞效果可能不够理想，在复杂手术或手术时间较长的情况下，可能会出现麻醉效果不足的情况。相比之下，0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉通过将药物注入硬膜外腔，能够阻断多个节段的脊神经传导，提供更广泛的麻醉范围和更持久的麻醉效果。国内研究也指出，低浓

度罗哌卡因可有效阻滞感觉神经，在提供充分镇痛的同时，最大限度地保留运动神经功能，便于术中实时评估神经根刺激症状，从而提高手术安全性[12]。本研究中观察组的手术时间更短（$P < 0.05$），可能与硬膜外阻滞降低术野肌肉紧张度，为内镜操作提供更佳空间，减少因患者疼痛体动导致的定位调整次数有关。同时，观察组的罗哌卡因用量更少（$P < 0.05$），体现了膜外麻醉的药物利用效率优势，硬膜外腔给药可通过脑脊液循环扩大阻滞范围，使单位剂量覆盖更多的神经节段。国外有研究表明，硬膜外麻醉可减轻手术应激反应，促进患者术后快速苏醒，支持本研究结果[13]。观察组在 T1～T3 时刻的 HR 和 MAP 显著低于对照组（$P < 0.05$），可能与硬膜外麻醉的交感神经阻滞特性相关。罗哌卡因通过阻断胸腰段交感神经节前纤维，抑制儿茶酚胺释放，而局部浸润麻醉因作用范围局限，无法有效抑制手术刺激引发的应激反应。尽管观察组 MAP 较低，但 2 组 SpO_2 无显著差异，提示 0.2% 罗哌卡因浓度在平衡镇痛效果与循环稳定方面存在优势。观察组术后 6、12、24 h 时的 VAS 评分显著低于对照组（$P < 0.05$），可能与钠通道阻滞的持续效应相关。罗哌卡因通过抑制神经细胞膜电压门控钠通道，延长动作电位不应期；硬膜外导管持续给药可维持局部药物浓度，而局部浸润麻醉因药物吸收快、代谢率高，镇痛持续时间有限。该结果与王善坤等[14]的研究一致，即低浓度罗哌卡因可选择性阻断手术区域感觉传导，保留下肢运动功能，从而降低术中严重神经损伤并发症的发生风险。观察组的不良反应总发生率更低（$P < 0.05$），这与局部麻醉药毒性的浓度依赖性特征相符：低浓度罗哌卡因对中枢神经系统和心血管系统的毒性较小，且硬膜外麻醉可减少对局部组织的直接刺激。对照组采用 0.5% 罗哌卡因高浓度药物局部浸润，增加了药物入血风险；而观察组通过低浓度、节段性给药，减少了药物全身吸收量，与其他研究者关于低浓度罗哌卡因硬膜外麻醉安全性的研究结论一致[15]。

综上所述，0.2% 罗哌卡因硬膜外麻醉用于 PELD 治疗 LDH 具有显著优势，能够提高麻醉效果，改善临床指标，稳定血流动力学指标，减轻术后疼痛，并降低不良反应发生率。

[参考文献]

[1] Jiang H W, Chen C D, Zhan B S, *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.

[2] Wan Q, Li S, Liu W, *et al*. Posterior percutaneous endoscopic cervical discectomy for single-level soft, huge central disc herniation[J]. *Pain Physician*, 2024, 27(1): E99–E107.

[3] 刘光普, 宋飞霏, 刘磊, 等. 经皮脊柱内镜椎板间入路髓核摘除术治疗腰椎间盘突出症的疗效观察[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2023, 38(9): 961–964.

[4] 刘庆波, 王春姝, 郑少华, 等. 超声引导下椎板后阻滞应用于经皮椎间孔镜手术的效果[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2022, 43(1): 117–121.

[5] 中华医学会骨科学分会脊柱外科学组, 中华医学会骨科学分会骨科康复学组. 腰椎间盘突出症诊疗指南[J]. 中华骨科杂志, 2020, 40(8): 477–487.

[6] 孙亚玲, 郑聪, 严金燕. 右美托咪定复合瑞芬太尼对 ASA 分级Ⅰ、Ⅱ级行颈椎前路手术患者认知功能及应激反应的影响[J]. 临床合理用药, 2025, 18(30): 107–110.

[7] 陈运良, 熊朝晖, 王波. 右美托咪定在腰硬联合麻醉中对骨科手术麻醉效果及血压的影响[J]. 生命科学仪器, 2022, 20(S1): 138, 140.

[8] 孙兵, 车晓明. 视觉模拟评分法 (VAS)[J]. 中华神经外科杂志, 2012, 28(6): 645.

[9] Zheng B, Yu P, Liang Y, *et al*. Comparison of safety and efficacy of anesthesia methods in percutaneous endoscopic lumbar discectomy: a network meta-analysis[J]. *Pain Res Manag*, 2024, 2024: 8022643.

[10] Hu B, Li L, Wang H, *et al*. Determining the minimum effective concentration of ropivacaine in epidural anesthesia for tolerable pain in transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy to avoid nerve injury: a double-blind study using a biased-coin design[J]. *Drug Des Devel Ther*, 2022, 16: 315–323.

[11] 刘磊, 武建运, 张成亮, 等. 硬膜外麻醉经皮椎间孔镜下椎间盘切除术治疗单节段腰椎间盘突出症[J]. 临床骨科杂志, 2024, 27(5): 636–639.

[12] 熊华平, 吴志云, 庄海滨, 等. 不同浓度罗哌卡因硬膜外麻醉在经皮椎间孔镜手术中的应用对比[J]. 东南国防医药, 2023, 25(3): 257–260.

[13] Pavithran P, Sudarshan P K, Eliyas S, *et al*. Comparison of thoracolumbar interfascial plane block with local anaesthetic infiltration in lumbar spine surgeries–A prospective double-blinded randomised controlled trial[J]. *Indian J Anaesth*, 2022, 66(6): 436–441.

[14] 王善坤, 韩博闻, 赵恩典, 等. 不同麻醉方式下经椎板间入路内窥镜下椎间盘切除术治疗腰椎间盘突出症的疗效对比[J]. 颈腰痛杂志, 2023, 44(5): 833–835.

[15] Yue L, Zhang F, Mu G, *et al*. Effectiveness and safety of intrathecal morphine for percutaneous endoscopic lumbar discectomy under low-dose ropivacaine: a prospective, randomized, double-blind clinical trial[J]. *Spine J*, 2023, 23(7): 954–961.

（责任编辑：康银花）