

脊柱内镜监护麻醉中静脉输注利多卡因的效果

田宇¹, 张磊¹, 杨歌¹, 姜丽¹, 张隆², 张东^{1*}

(1.河北省人民医院麻醉科, 河北 石家庄 050051; 2.河北省人民医院骨科, 河北 石家庄 050051)

[摘要] 目的 探索静脉输注利多卡因在脊柱内镜下腰椎间盘突出切除术监护麻醉中的最佳负荷给药剂量。方法 选择2024年9月1日—2025年2月1月在河北省人民医院于监护麻醉下行经皮脊柱内镜腰椎间盘切除术的患者96例, 随机分为低剂量(0.5 mg/kg)组、中剂量(1.0 mg/kg)组、高剂量(1.5 mg/kg)组, 分别在手术开始前20 min内经静脉输注利多卡因负荷量0.5 mg/kg、1.0 mg/kg和1.5 mg/kg, 随后以 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 剂量维持至手术结束。记录给药前(T1)、手术开始时(T2)、手术开始0.5 h(T3)、1 h(T4)和手术结束时(T5)的麻醉趋势指数、Ramsay评分、改良警觉/镇静评分、痛觉视觉模拟(visual analogue scale, VAS)评分、不良反应。术中收集心电信号数据, 术后计算心率变异性。结果 手术结束时T5, 低剂量组的麻醉趋势指数值显著低于高剂量组, 组间差异有统计学意义($P < 0.05$), 时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$)。随时间变化, 3组VAS评分呈先升高后下降的趋势, 时点间差异有统计学意义($P < 0.05$), 组间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$)。T2时, 低剂量组正常心搏间期的平均值(average NN interval duration, AVNN)显著低于中剂量组和高剂量组, T5时, 低剂量组AVNN值显著小于高剂量组, 组间差异有统计学意义($P < 0.05$), 时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$)。随时间变化, 低剂量组高频峰值、低频峰值呈先升高后下降的趋势, 在T2时, L组高频峰值、低频峰值显著高于中剂量组和高剂量组, 组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)。低剂量组术中高血压(高于T1平均动脉压30%)发生率高于高剂量组, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 脊柱内镜下腰椎间盘突出切除术监护麻醉中术前静脉泵注利多卡因1.5 mg/kg负荷量20 min, 术中 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 维持, 既能有效缓解术中疼痛, 又能保持患者清醒镇静状态配合术者操作, 安全有效。

[关键词] 椎间盘切除术; 内窥镜检查; 麻醉; 利多卡因 doi:10.3969/j.issn.1007-3205.2025.07.014

[中图分类号] R681.53 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1007-3205(2025)07-0833-08

Effects of intravenous infusion of lidocaine for percutaneous endoscopic lumbar discectomy in monitored anesthesia care

TIAN Yu¹, ZHANG Lei¹, YANG Ge¹, JIANG Li¹, ZHANG Long², ZHANG Dong^{1*}

(1. Department of Anesthesiology, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China;

2. Department of Orthopedics, Hebei General Hospital, Shijiazhuang 050051, China)

[Abstract] **Objective** To explore the optimal dosage of intravenous lidocaine in monitored anesthesia care (MAC) for percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD). **Methods** Patients undergoing PELD in MAC from September 1, 2024 to February 1, 2025 in Hebei General Hospital were randomly divided into three groups: low-dose group (0.5 mg/kg, L group), medium-dose group (1.0 mg/kg, M group) and high-dose group (1.5 mg/kg, H group). Lidocaine loading doses of 0.5 mg/kg, 1.0 mg/kg and 1.5 mg/kg were administered intravenously within 20 min before the initiation of the surgery, and then maintained at a dose of $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ until the end of the surgery. The narcotrend index (NTI), Ramsay score, modified

[收稿日期] 2025-02-22

[基金项目] 河北省医学科学研究课题计划(20220909)

[作者简介] 田宇(2000-), 女, 河北元氏人, 河北省人民医院医

师, 河北医科大学医学硕士研究生, 从事临床麻醉学研究。

* 通信作者。E-mail: zhangdongdoctor@126.com

observational assessment of alertness and sedation score (MOAA/S score), visual analogue scale (VAS) score before administration (T1), at the initiation of surgery (T2), at 0.5 h after the initiation of surgery (T3), at 1 h after the initiation of surgery (T4) and at the end of surgery (T5) were recorded. The data of electrocardiogram signal were collected during surgery, and heart rate variability was calculated after surgery. **Results** At T5, the L group showed a significantly lower NTI compared with the H group, suggesting significant differences ($P < 0.05$). No significant effects were observed in interaction between time points and time points between groups ($P > 0.05$). The VAS scores in all three groups exhibited a rise-then-fall trend over time, with significant difference in interaction between time points ($P < 0.05$), but no significant difference was found in interaction between groups and time points between groups ($P > 0.05$). At T2, the L group exhibited significantly shorter average normal-to-normal interval duration (AVNN) than both the M group and the H group ($P < 0.05$), and maintained this significant difference compared with the H group at T5 ($P < 0.05$). No significant difference was found in interaction between time points and time points between groups (both $P > 0.05$). Over time, both the high-frequency and low-frequency peaks in the L group showed an initial increase followed by a decrease. At T2, the high-frequency and low-frequency peaks in the L group were significantly higher than those in the M group and the H group. The significant difference was found in interaction between time points and time points between groups ($P < 0.05$). The incidence of intraoperative hypertension (30% higher than the mean arterial pressure at T1) in the L group was higher than that in the H group, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** Preoperative intravenous infusion of lidocaine at a loading dose of 1.5 mg/kg and an intraoperative maintenance dose of 1.5 mg · kg⁻¹ · h⁻¹ for PELD in MAC can effectively alleviate intraoperative pain and maintain the patient's conscious and calm state to cooperate with the operator, which is safe and effective.

[Key words] discectomy; endoscopy; anesthesia; lidocaine

经皮脊柱内镜下腰椎间盘突出切除术(percutaneous endoscopic lumbar discectomy, PELD)是腰椎间盘突出症患者常用的治疗术式^[1],骨科医生通常选择在局部麻醉下进行手术^[2-3],患者在术中能够保持清醒并提供即时反馈配合术者操作,降低神经损伤的风险。由于局部麻醉不能提供完善的镇痛效果,尤其是在触碰神经根时,患者往往痛觉强烈。长时间保持俯卧位时,患者容易烦躁不安。疼痛、焦虑和紧张均能导致患者循环不稳定诱发心脑血管意外。因此需要麻醉医生参与术中管理。监护麻醉(monitored anesthesia care, MAC)是指患者在局部麻醉或无麻醉情况下接受临床诊治时,麻醉医生通过注射镇静、镇痛药物来消除患者的焦虑恐怖情绪、减轻疼痛和其他伤害性刺激,从而提高手术的安全性和舒适性的一种麻醉方法^[4-5]。利多卡因是一种中效酰胺类局部麻醉药,除了用于局部麻醉和神经阻滞以外,静脉注射也用于治疗室性心律失常,但是大量临床研究发现静脉注射利多卡因还有缓解疼痛减轻炎症反应,抑制插管反射但不

抑制呼吸、预防术后恶心、呕吐^[6]的作用,在少阿片麻醉以及精准多模式镇痛中发挥着重要作用^[7-9]。然而 MAC 静脉输注利多卡因在 PELD 中的应用尚未有报道。本研究通过比较 MAC 静脉输注不同负荷剂量利多卡因在 PELD 术中的镇静、镇痛效果及不良反应的发生率,探索 MAC 静脉输注不同剂量利多卡因在 PELD 术中的最佳应用剂量,更好地为患者服务。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2024 年 9 月 1 日—2025 年 2 月 1 日在河北省人民医院于监护麻醉下行脊柱内镜经皮腰椎间盘突出术的患者。研究遵循赫尔辛基宣言原则,所有参与者均知情同意并签署知情同意书。纳入标准:①在河北省人民医院于监护麻醉下行 PELD;②性别不限,年龄 18~65 岁,意识清醒,具有民事行为能力,且无手术或麻醉禁忌证。排除标准:①心脏传导异常;②有癫痫或其他神经系统疾病;③肝功能异常;④对利多卡因过敏;⑤拒绝参与。剔除

标准：①术中出现严重不良反应导致终止或改变麻醉方法；②心电图 P-R 间期延长或 QRS 波增宽，出现其他心律失常或原有心律失常加重；③出现惊厥；④出现过敏反应。

本研究经河北省人民医院伦理委员会批准通过(批准号 No. 2024-259)，并在中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR2400085979)。

符合纳入标准者 105 例，其中 9 例患者因心脏

传导异常予以排除，最终纳入 96 例患者。所有患者根据静脉输注利多卡因负荷量的不同，随机分为低剂量(0.5 mg/kg)组、中剂量(1.0 mg/kg)组、高剂量(1.5 mg/kg)组，每组 32 例。所有剂量均基于患者理想体重计算。3 组性别、年龄、体重指数、手术时间差异无统计学意义($P>0.05$)，具有可比性，随剂量增多，利多卡因总量增多，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 3 组基本情况比较

Table 1 Comparison of the basic conditions among the three groups

($n=32$)

组别	男性(例数,%)	年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	体重指数($\bar{x}\pm s$)	手术时间($\bar{x}\pm s$,min)	利多卡因总量($\bar{x}\pm s$,mg)
低剂量组	17(53.12)	50.82±9.65	26.87±4.01	105.53±10.39	165.25±10.28
中剂量组	19(59.38)	49.53±11.23	26.80±4.13	109.53±15.55	195.65±12.53*
高剂量组	18(56.25)	49.58±11.53	27.74±5.41	101.58±13.35	225.74±11.12*#
χ^2/F 值	0.969	0.001	0.116	1.274	164.700
P 值	0.622	0.999	0.891	0.536	<0.001

* P 值<0.05 与低剂量组比较 # P 值<0.05 与中剂量组比较(SNK- q 检验)

1.2 方法 患者进入手术室后，建立外周液路，鼻导管吸氧 2 L/min。连续监测脉搏血氧饱和度、心电图、麻醉趋势指数，间断测量无创袖带血压。

手术开始前 20 min 内根据分组情况静脉泵注负荷量，低剂量组 0.5 mg/kg、中剂量组 1.0 mg/kg、高剂量组 1.5 mg/kg。术中均以 1.5 mg·kg⁻¹·h⁻¹ 的剂量维持。

手术开始前，骨科医生在 C 型臂 X 线机定位下从手术节段椎间孔旁至皮肤行逐层浸润局部麻醉，局麻药物由 2%利多卡因 10 mL、0.75%罗哌卡因 10 mL 和生理盐水 20 mL 组成混合液，单次给予 20 mL。

1.3 观察指标 记录给药前(T1)、手术开始时(T2)、手术开始 0.5 h(T3)、手术开始 1 h(T4)和手术结束时(T5)的麻醉趋势指数值、Ramsay 评分、改良警觉/镇静评分(modified observational assessment of alertness and sedation, MOAA/S 评分)、痛觉视觉模拟(visual analogue scale, VAS)评分、无创血压、心率、脉搏血氧饱和度。心电数据通过心电传感器(AD8232,无锡波润因科技有限公司,无锡)获取,每个时间点测量 5 min。术后利用 PhysioZoo 平台计算心率变异性(heart rate variability, HRV)指数^[10]。记录术中高血压、低血压、心动过速/心动过缓、肢体麻木、恶心呕吐等不良反应发生情况。麻醉趋势指数通过脑电图意识深度监测系统(MT monitored Technik GmbH 8 Co.KG, Narcotrend-Compact, 德国)测量,范围 0~100。100~95 为清醒,94~80 为轻度镇静,79~65

为常规镇静,64~13 为麻醉,12~为过度麻醉。

MOAA/S 评分范围 0~5 分,5 分:能够正常应答,反应正常;4 分:能够正常应答,反应迟钝;3 分:需增加音量和重复次数,才能应答;2 分:增加音量也不能应答,需轻度刺激或摇晃才有反应;1 分:仅对伤害性刺激有反应,主动或反射性躲避;0 分:对伤害性刺激无反应。

Ramsay 镇静量表用于评估患者的镇静水平,范围 0~6 分,其中 0~1 分表示镇静不足或不安,2~4 分表示最佳镇静,5~6 分表示过度镇静。

VAS 评分:使用疼痛强度评分尺评估疼痛程度,0 分表示无痛;10 分表示剧痛;中间部分表示不同程度的疼痛,患者口述疼痛强度。

HRV 指数分析:时域和频域。时域值来源于常规描述性统计,包括正常心搏间期的平均值(average NN interval duration, AVNN)、正常心搏间期的标准差(standard deviation of NN interval duration, SDNN)、相邻正常心搏间期之间的均方根连续差异(the square root of the mean of the sum of the squares of differences between adjacent NN intervals, RMSSD)以及相邻间隔变化超过>50 ms 的百分比(percent of NN interval differences greater than 50.0 milliseconds, pNN50)等。频域指标包括高频(power in the high frequency band, HF)(功率 0.15~0.40 Hz)、低频(power in the low frequency band, LF)(功率 0.04~0.15 Hz); HF 峰值(peak frequency in the HF frequency band, HF PEAK); LF 峰值(peak frequency in the low

frequency band, LF PEAK); HF 通常被视为副交感神经张力的标志,而 LF 则受交感和副交感系统的共同调节。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 23.0 统计软件分析数据。计量资料比较采用单因素方差分析、SNK-*q* 检验和重复测量方差分析,计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 麻醉趋势指数 手术结束时 T5,低剂量组的麻醉趋势指数值显著低于高剂量组,组间差异有统

计学意义($P < 0.05$),时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.2 MOAA/S 评分和 Ramsay 镇静评分 3 组 MOAA/S 评分和 Ramsay 镇静评分组间、时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

2.3 VAS 评分 随时间变化,3 组 VAS 评分呈先升高后下降的趋势,时点间差异有统计学意义($P < 0.05$),组间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 3 组麻醉趋势指数、MOAA/S 评分、Ramsay 镇静评分、VAS 评分比较

Table 2 Comparison of narcotrend index, MOAA/S score, Ramsay sedation score, VAS score among the three groups

[$n = 32, M(QR)$]

组别	麻醉趋势指数				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	98.00(2.50)	98.00(3.50)	97.00(4.50)	97.00(2.50)	96.00(3.00)
中剂量组	99.00(3.00)	98.00(1.00)	97.50(2.50)	98.00(1.20)	99.00(1.00)
高剂量组	98.50(1.00)	99.00(0.70)	98.00(1.70)	99.00(1.00)	99.00(0.50)
组间			F 值=2.800	P 值=0.048	
时点间			F 值=1.702	P 值=0.199	
组间·时点间			F 值=0.880	P 值=0.472	

组别	MOAA/S 评分(分)				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)
中剂量组	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)
高剂量组	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)	5.00(0.00)
组间			F 值=0.000	P 值=1.000	
时点间			F 值=0.000	P 值=1.000	
组间·时点间			F 值=0.000	P 值=1.000	

组别	Ramsay 镇静评分(分)				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)
中剂量组	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)
高剂量组	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)	2.00(0.00)
组间			F 值=0.000	P 值=1.000	
时点间			F 值=0.000	P 值=1.000	
组间·时点间			F 值=0.000	P 值=1.000	

组别	VAS 评分(分)				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	0.00(0.00)	4.50(5.00)	1.00(3.00)	1.50(3.00)	0.50(2.00)
中剂量组	0.00(0.00)	3.00(5.00)	1.00(0.10)	0.50(3.00)	0.30(1.00)
高剂量组	0.00(0.00)	2.50(4.00)	0.50(1.00)	0.00(0.00)	0.20(1.00)
组间			F 值=1.097	P 值=0.352	
时点间			F 值=3.196	P 值=0.017	
组间·时点间			F 值=0.712	P 值=0.680	

2.4 AVNN T2 时,低剂量组 AVNN 值显著低于中剂量组和高剂量组,T5 时,低剂量组 AVNN 值显著小于高剂量组,组间差异有统计学意义($P < 0.05$),时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

2.5 SDNN、RMSSD、pNN50 3 组 SDNN、

RMSSD、pNN50 组间、时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

2.6 HF、LF 3 组 HF、LF 组间、时点间、组间·时点间交互作用差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

2.7 HF PEAK、LF PEAK 随时间变化,低剂量

组 HF PEAK、LF PEAK 呈先升高后下降的趋势，量组和高剂量组，组间、时点间、组间·时点间交互作用差异有统计学意义($P < 0.05$)，见表 4。

表 3 3 组 AVNN、SDNN、RMSSD、pNN50 比较

Table 3 Comparison of AVNN, SDNN, RMSSD, pNN50 among the three groups

($n = 32, \bar{x} \pm s$)

组别	AVNN				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	458.3±69.8	409.2±94.8	435.6±81.8	420.4±89.3	413.8±94.2
中剂量组	484.3±83.2	493.2±71.4	492.6±65.0	485.2±51.8	480.5±55.9
高剂量组	499.9±63.9	515.5±48.0	499.4±61.8	487.5±65.5	497.9±53.6
组间			F 值=4.182	P 值=0.010	
时点间			F 值=0.685	P 值=0.545	
组间·时点间			F 值=0.677	P 值=0.648	

组别	SDNN				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	20.1±6.9	19.6±8.9	22.0±8.9	20.5±8.2	21.5±9.2
中剂量组	21.1±9.1	23.9±9.4	21.1±6.8	29.0±13.7	29.6±11.9
高剂量组	25.4±11.5	27.2±9.8	23.5±10.6	21.0±10.2	24.4±10.9
组间			F 值=0.101	P 值=0.904	
时点间			F 值=0.221	P 值=0.804	
组间·时点间			F 值=0.387	P 值=0.384	

组别	RMSSD				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	13.1±6.4	11.6±5.2	13.5±5.8	12.2±3.2	10.9±3.4
中剂量组	10.5±5.2	12.0±3.8	11.3±3.8	12.8±3.9	13.2±3.9
高剂量组	13.8±7.9	13.8±6.1	11.4±5.9	11.0±5.9	11.7±6.1
组间			F 值=1.603	P 值=0.217	
时点间			F 值=2.867	P 值=0.079	
组间·时点间			F 值=1.828	P 值=0.104	

组别	pNN5				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	1.3±0.6	0.8±0.3	1.1±0.5	1.3±0.7	1.4±0.2
中剂量组	0.9±0.4	0.7±0.2	0.8±0.4	0.9±0.4	1.0±0.2
高剂量组	1.2±0.5	0.7±0.1	0.5±0.1	0.7±0.5	0.6±0.2
组间			F 值=2.384	P 值=0.056	
时点间			F 值=2.091	P 值=0.063	
组间·时点间			F 值=2.082	P 值=0.076	

表 4 3 组 HF、LF、HF PEAK、LF PEAK 比较

Table 4 Comparison of HF, LF, HF PEAK, LF PEAK among the three groups

($n = 32, \bar{x} \pm s$)

组别	HF				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	86.2±17.2	74.6±10.3	87.9±17.2	100.3±30.4	98.4±20.8
中剂量组	62.4±18.5	76.3±14.5	69.7±17.4	73.2±12.2	81.3±16.5
高剂量组	144.5±34.8	97.8±21.7	88.8±23.3	82.7±10.4	101.0±23.0
组间			F 值=3.010	P 值=0.072	
时点间			F 值=2.876	P 值=0.107	
组间·时点间			F 值=2.407	P 值=0.172	

组别	LF				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	69.8±12.5	84.0±10.3	102.4±27.6	104.7±26.7	180.7±32.6
中剂量组	126.7±27.2	147.3±24.4	124.2±21.4	156.9±27.4	158.3±28.3
高剂量组	169.0±34.6	162.1±32.2	135.7±32.2	115.4±26.1	140.9±30.0
组间			F 值=0.585	P 值=0.205	
时点间			F 值=0.234	P 值=0.916	
组间·时点间			F 值=2.603	P 值=0.089	

表4 (续)

组别	HF PEAK				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	0.32±0.11	0.93±0.23	0.26±0.09	0.31±0.12	0.25±0.08
中剂量组	0.21±0.14	0.22±0.10	0.28±0.05	0.26±0.09	0.32±0.12
高剂量组	0.34±0.13	0.31±0.06	0.29±0.14	0.27±0.11	0.34±0.09
组间			F 值=2.154	P 值=0.049	
时点间			F 值=2.309	P 值=0.033	
组间·时点间			F 值=2.867	P 值=0.027	

组别	LF PEAK				
	T1	T2	T3	T4	T5
低剂量组	0.12±0.02	0.91±1.21	0.09±0.03	0.14±0.14	0.14±0.11
中剂量组	0.08±0.02	0.08±0.02	0.08±0.02	0.07±0.02	0.09±0.03
高剂量组	0.08±0.02	0.08±0.02	0.09±0.03	0.09±0.03	0.09±0.03
组间			F 值=3.140	P 值=0.038	
时点间			F 值=3.492	P 值=0.011	
组间·时点间			F 值=3.371	P 值=0.002	

2.8 不良反应 3组心动过缓(低于50次/min)、轻度恶心、肢体麻木发生率组间比较差异无统计学意义($P>0.05$)。低剂量组术中高血压(高于T1平均动脉压30%)发生率高于高剂量组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表5。

表5 3组不良反应的比较

Table 5 Comparison of adverse reactions among the three groups

(n=32,例数,%)

组别	肢体麻木	心动过缓	轻度恶心	高血压
低剂量组	5(15.63)	2(6.25)	3(9.38)	10(31.18)
中剂量组	5(15.62)	2(6.25)	4(12.52)	5(15.45)
高剂量组	6(18.78)	3(9.38)	4(12.45)	2(6.37)*
χ^2 值	0.150	0.308	0.205	7.005
P 值	0.930	0.861	0.905	0.037

* P 值<0.05 与低剂量组比较(χ^2 检验)

3 讨论

随着微创手术和加速康复外科的发展,使用PELD治疗腰椎间盘突出症越来越受欢迎。该手术具有循环波动小、神经损伤风险降低、术后恢复快等特点。在椎间盘切除术中,不可避免地会出现神经刺激,导致患者剧烈疼痛。阿片类镇痛药如羟考酮可能无法充分缓解神经性疼痛,并可能导致恶心、呕吐或呼吸抑制等不良反应^[11],尤其是在俯卧位时。因此,需要找到一种合适的药物,在手术过程中减轻患者的神经性疼痛,同时不抑制呼吸功能,还可以提供镇静效果。利多卡因主要用于局部麻醉、神经阻滞和治疗室性心律失常。静脉注射利多卡因还可以缓解疼痛,减轻炎症反应,抑制插管反射但不抑制呼吸、预防术后恶心、呕吐,围术期的应用越来越广泛研究越来越深入^[9,12-13]。利多卡因静脉注射的最佳剂量和给药方法仍是一个存在争议的问题^[14]。利多

卡因中毒时可以表现为中枢抑制或兴奋的双重作用。低血药浓度利多卡因可使患者疼痛提高,痛觉减轻、嗜睡。根据利多卡因的药效动力学特点,静脉注射剂量>2 mg/kg时,利多卡因血药浓度将超过5 mg/L,极易发生局麻药毒性反应^[15]。金黎丹等^[16]研究显示,为达到足够的血药浓度,利多卡因应以不超过1.5 mg/kg的初始剂量输注,并在10~20 min内输注完毕;持续静脉输注建议剂量为1~2 mg·kg⁻¹·h⁻¹,并持续至手术结束。所以,本研究利多卡因的维持剂量定为1.5 mg·kg⁻¹·h⁻¹。为了确定最佳剂量,低剂量组、中剂量组和高剂量组的负荷剂量分别设定为0.5 mg/kg、1.0 mg/kg和1.5 mg/kg。

有研究发现,在没有其他镇静药物的情况下,静脉注射利多卡因可以明显减少异丙酚的需求,并改善了患者满意度、恢复脑电双频指数(bispectral index, BIS)>85的持续时间和结肠镜检查期间的镇静评分^[17]。陈振斌^[18]研究发现,泵注利多卡因1.5 mg/kg复合右美托咪定0.5 μg/kg较单独输注右美托咪定0.5 μg/kg或利多卡因1.5 mg/kg能进一步降低术前BIS值,提高镇静满意度,无呼吸抑制,对血流动力学影响小。

本研究借助于麻醉趋势指数连续监测患者的镇静程度,结果显示,在手术结束时,低剂量组的麻醉趋势指数值低于高剂量组,差异有统计学意义($P<0.05$)。但数值均在清醒范围内,所以没有临床意义。MOAA/S评分可用于评估患者在MAC下的意识状态^[19]。本研究结果表明,3组MOAA/S评分组间、时点间、组间·时点间交互作用差异均无统计学意义($P>0.05$)。本研究所有患者在手术中保持清醒镇静状态,未出现明显的不安、对俯卧位的不

耐受或过度镇静。

腰椎间盘突出引起腰腿痛的主要原因是由于突出的椎间盘压迫或刺激周围的神经根以及周围组织,导致炎症和疼痛。手术操作也是诱发局部或全身的炎症反应的主要原因,炎症因子白细胞介素1和白细胞介素6等可导致外周和中枢神经敏化,使患者对疼痛耐受性降低即痛觉过敏。利多卡因不仅能抑制神经兴奋性传导,还能促进抗炎细胞分泌白细胞介素1受体拮抗剂,从而具有缓解神经炎症和疼痛的作用^[20-21]。本研究采用VAS评分评估不同时间点的疼痛水平,结果显示,3组VAS评分呈先升高后下降趋势,时点间差异有统计学意义($P < 0.05$)。术中背痛的主要因素由于工作通道的建立和黄韧带切开,工作通道安装期间及随后减压时的神经根刺激是术中腿痛的主要原因^[22]。因此,在T2时,即工作通道建立开始时,VAS评分显著高于基线值。在手术结束时,3组VAS评分均有所降低,表明3个剂量的利多卡因均能有效缓解疼痛。

鉴于不同患者疼痛耐受性存在差异,且VAS评分主观性强,无法准确反映手术过程中的疼痛程度。为了克服这一方法的局限性,本研究引入了HRV作为客观指标来评估患者术中疼痛水平。HRV通过分析患者窦性心律时每个RR间期的差别,评估交感神经和迷走神经系统功能,具有连续、客观、敏感且非侵入性的优势,已经成为评估应激反应和自主神经系统功能的标准方法^[23-24]。围手术期,多种因素影响HRV,包括疾病本身、紧张、手术创伤、术后疼痛和炎症反应。利多卡因通过作用于钠离子通道抑制交感神经和迷走神经。①频域分析组间比较时,T2时刻,低剂量组的低频峰值和高频峰值均明显高于中剂量组和高剂量组,说明T2时刻低剂量的利多卡因对交感、副交感神经的抑制作用不如中剂量组和高剂量组,表现出相对交感神经张力和迷走神经张力升高,也说明了低剂量组的镇痛效果不如中剂量组和高剂量组。在频域分析组内比较时,只有低剂量组在T2时刻的低频峰值、高频峰值均明显高于其他时刻,说明此刻的迷走神经张力和交感神经张力均明显升高,根据VAS评分结果,T2时刻是术中最疼的时刻,但是只有低剂量组T2时刻的低频峰值、高频峰值明显高于其他时刻,说明低剂量的利多卡因对交感神经和副交感神经的抑制作用不如中剂量组和高剂量组,即低剂量组的镇痛效果不如中剂量组和高剂量组。②时域分析组间比较时,在T2时刻,中剂量组和高剂量组的AVNN值显著高于低剂量组。表明中剂量组和高剂量组的心

率较慢,迷走神经张力较高,提示镇痛效果更为显著。尽管中剂量组和高剂量组在T5时刻AVNN值均高于低剂量组,但只有高剂量组与低剂量组之间的差异具有统计学意义,表明高剂量组的镇痛效果更为明显。

患者术中出现心动过缓和轻度恶心不良反应通过给予对症处理后均得到有效缓解,3组间差异无统计学意义。3组患者均有肢体麻木的现象,肢体麻木主要发生于下肢,考虑与术者局部麻醉和区域阻滞作用有关,因为利多卡因毒性通常最初表现为口周麻木^[25-26]。术后随访观察到下肢麻木均在术后0.5~1d恢复,且不影响术后活动与康复。低剂量组术中高血压发生率高于高剂量组。可能归因于疼痛应激反应,进一步证明了高剂量组的镇痛效果更好。

本研究的不足之处:在T2时,3组患者仍表现出不同程度的疼痛,虽然都在可承受范围内,仍需要进一步优化镇痛策略。同时需要注意的是使用利多卡因进行局部麻醉可能会增加局部麻醉药物中毒的风险,需要密切监测生命体征,备好抢救物品。

综上所述,MAC静脉注射利多卡因应用于PELD最佳的给药剂量为术前20min内给予1.5mg/kg的初始负荷剂量,随后在整个手术过程中予以 $1.5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 的维持剂量,既可以减轻术中疼痛,又可以保持意识清醒状态,便于及时与骨科医生沟通,防止不必要的神经损伤。

[参考文献]

- [1] Xu X, Wang L, Wang J, et al. Comparative analysis of patient-reported outcomes after percutaneous endoscopic lumbar discectomy between transforaminal and interlaminar approach: A minimum two year follow-up[J]. *Int Orthop*, 2023, 47(11): 2835-2841.
- [2] Mooney J, Laskay N, Erickson N, et al. General vs local anesthesia for percutaneous endoscopic lumbar discectomy (PELD): A systematic review and meta-analysis[J]. *Global Spine J*, 2023, 13(6): 1671-1688.
- [3] 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.
- [4] Akras Z, Sabbak N, Sheng CC, et al. Successful transseptal transcatheter aortic valve replacement with monitored anesthesia care and standard delivery system[J]. *Struct Heart*, 2024, 9(2): 100358.
- [5] Azghadi A, Sharpe M, Mikofalvy K, et al. Role of modified enhanced recovery after surgery (mERAS) in awake craniotomy performed under monitored anesthesia care

- (MAC): A single center retrospective study [J]. *BMC Anesthesiol*, 2025, 25(1):153.
- [6] 邓硕曾,申慧,赵薇.静脉注射利多卡因能加强全麻围术期的镇痛、抗炎和康复[J].*中华疼痛学杂志*, 2023, 19(4):561-562.
- [7] Licina A, Silvers A. Perioperative intravenous lidocaine infusion for postoperative analgesia in patients undergoing surgery of the spine: Systematic review and meta-analysis [J]. *Pain Med*, 2022, 23(1):45-56.
- [8] Carron M, Tamburini E, Linassi F, et al. Efficacy of nonopioid analgesics and adjuvants in multimodal analgesia for reducing postoperative opioid consumption and complications in obesity: A systematic review and network meta-analysis [J]. *Br J Anaesth*, 2024, 133(6):1234-1249.
- [9] Ustun YB, Turunc E, Ozbalci GS, et al. Comparison of ketamine, dexmedetomidine and lidocaine in multimodal analgesia management following sleeve gastrectomy surgery: A randomized double-blind trial [J]. *J Perianesth Nurs*, 2022, 37(6):820-826.
- [10] Behar JA, Rosenberg AA, Weiser-bitoun I, et al. PhysioZoo: A novel open access platform for heart rate variability analysis of mammalian electrocardiographic data [J]. *Front Physiol*, 2018, 9:1390.
- [11] Mousad AD, Nithagon P, Grant AR, et al. Non-opioid analgesia protocols after total hip arthroplasty and total knee arthroplasty: An updated scoping review and meta-analysis [J]. *J Arthroplasty*, 2024, 40(6):1643-1652.e6.
- [12] Foo I, Macfarlane AJR, Srivastava D, et al. The use of intravenous lidocaine for postoperative pain and recovery: International consensus statement on efficacy and safety [J]. *Anaesthesia*, 2021, 76(2):238-250.
- [13] Castro I, Carvalho P, Vale N, et al. Systemic anti-inflammatory effects of intravenous lidocaine in surgical patients: A systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(11):3772.
- [14] 龚廷,罗辉宇,张振,等.静脉注射利多卡因在全身麻醉中的应用进展[J].*山东医药*, 2020, 60(29):112-115.
- [15] Ustun YB, Turunc E, Ozbalci GS, et al. Comparison of ketamine, dexmedetomidine and lidocaine in multimodal analgesia management following sleeve gastrectomy surgery: A randomized double-blind trial [J]. *J Perianesth Nurs*, 2022, 37(6):820-826.
- [16] 金黎丹,史洪枢,林素凤,等.围术期静脉注射利多卡因在术后镇痛与快速康复外科中应用的研究进展[J].*中国临床药理学杂志*, 2023, 32(9):716-720.
- [17] Nongnuang K, Limprasert N, Munjupong S. Can intravenous lidocaine definitely attenuate propofol requirement and improve outcomes among colonoscopic patients under intravenous sedation?: A double-blinded, randomized controlled trial [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2022, 101(39):e30670.
- [18] 陈振斌.利多卡因复合右美托咪定静脉输注对术前 BIS 值及镇静的影响[J].*安徽医学*, 2023, 22(2):47-49.
- [19] 熊运,徐海,周红梅.利多卡因用于无痛超声胃镜检查患者的麻醉效果[J].*江苏医药*, 2024, 50(9):896-899.
- [20] Castro I, Carvalho P, Vale N, et al. Systemic anti-inflammatory effects of intravenous lidocaine in surgical patients: A systematic review and meta-analysis [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(11):3772.
- [21] 赵馨,高洁,张艳丽,等.静脉输注利多卡因用于肛肠手术对患者疼痛介质、炎性应激反应及免疫功能的影响[J].*河北医药*, 2020, 42(3):416-419.
- [22] Zheng B, Guo C, Xu S, et al. Anesthesia methods for full-endoscopic lumbar discectomy: A review [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:1193311.
- [23] Ho CN, Fu PH, Hung KC, et al. Prediction of early postoperative pain using sleep quality and heart rate variability [J]. *Pain Pract*, 2023, 24(1):82-90.
- [24] Zhang J, Shen QH, Chen G. Effect of transauricular nerve stimulation on perioperative pain: A single-blind, analyser-masked, randomised controlled trial [J]. *Br J Anaesth*, 2023, 130(2):579-580.
- [25] Dyballa N, Härtel JA, Prangenberg J, et al. A case of a lidocaine intoxication of a 12 week old boy due to a circumcision in a domestic setting-clinical, toxicological and forensic aspects [J]. *Forensic Sci Med Pathol*, 2024, 21(1):352-357.
- [26] Fernandez J, Gener E, Rosa Santiago S, et al. The last thing you expect: The critical importance of recognizing lidocaine toxicity [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2025, 211 (Abstracts):a2005.

(本文编辑:赵丽洁)