doi:10.11659/jjssx.10E023110

·麻醉专栏·

领结征髂筋膜阻滞的髋关节置换术中舒芬太尼不同剂量预测模型的效果

陈 红,廖明锋,李世勇,罗爱林,迟晓慧 (华中科技大学同济医学院附属同济医院麻醉学与疼痛医学科/老年麻醉与围术期脑健康湖北省重点实验室/武汉市老年麻醉临床医学研究中心,湖北 武汉 430022)

[摘 要] **目的** 比较行超声引导下领结征髂筋膜阻滞的老年髋关节置换术中舒芬太尼不同剂量预测模型的效果。**方法** 选择2018年6月至2022年6月于本院行超声引导下领结征髂筋膜阻滞的老年髋关节置换术患者90例为研究对象。采用一元线性回归方程模型(ALR)、多元线性回归方程模型(MLR)或人工神经网络模型(DBN)确定舒芬太尼剂量,患者按单盲法随机分为ALR组、MLR组和DBN组,每组30例。比较各组患者镇痛效果、血流动力学指标、炎症因子水平、手术指标。采用*Kaplan-Meier*法分析各组患者术后2周髋部感染发生情况。**结果** 各组患者性别、年龄、体质量、美国麻醉医师协会分级和合并症情况比较差异均无统计学意义($P>0.05$)。DBN组患者术后24 h的Harris评分、感觉阻滞持续时间高/长于ALR组,术后24 h疼痛数字评分量表(NRS)、手术开始时和手术开始后30 min的平均动脉压(MAP)及心率(HR)、术后24 h白细胞介素-17(IL-17)和肿瘤坏死因子α(TNF-α)水平、感觉阻滞起效时间、患者自控镇痛(PCA)按压次数低/早/少于ALR组,术后24 h的改良警觉/镇静评分(OAA/S)显著低于ALR组和MLR组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。MLR组患者术后24 h的Harris评分、感觉阻滞持续时间高/长于ALR组,术后12 h的改良OAA/S评分、手术开始后30 min的MAP、术后24 h IL-17和TNF-α水平、感觉阻滞起效时间、PCA按压次数低/长/少于ALR组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。*Kaplan-Meier*分析结果显示,各组患者术后2周髋部感染发生率比较差异有统计学意义($P<0.05$);ALR组和DBN组患者术后2周髋部感染发生率比较差异有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 在领结征髂筋膜阻滞老年髋关节置换术中使用MLR和DBN计算舒芬太尼剂量的有效性优于ALR,且DBN优势更明显。

[关键词] 预测模型;领结征髂筋膜阻滞;髋关节置换术;舒芬太尼;超声

[中图分类号] R614.3 [文献标志码] A [收稿日期] 2023-10-25

Effects of different dose prediction models of sufentanil during hip arthroplasty with bow tie fascia iliac block

CHEN Hong, LIAO Ming-feng, LI Shi-yong, LUO Ai-lin, CHI Xiao-hui (Department of Anesthesiology and Pain Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology/Hubei Provincial Key Laboratory of Geriatric Anesthesia and Perioperative Brain Health/Wuhan Clinical Research Center for Geriatric Anesthesia, Wuhan Hubei 430022, China)

Abstract: Objective To compare the effects of different dose prediction models of sufentanil in elderly hip arthroplasty with ultrasound-guided bow tie fascia iliac block. **Methods** A total of 90 elderly patients who underwent ultrasound-guided bow tie fascia iliac during hip arthroplasty in our hospital from June 2018 to June 2022 were selected. The dose of sufentanil was determined by a linear regression (ALR), multiple linear regression (MLR) or deep belief networks (DBN). Patients were randomly divided into the ALR group,

[通信作者] 迟晓慧,E-mail:xh_chi@163.com

[9] Guasch E, Brogly N, Gilsanz F. Combined spinal epidural for labour analgesia and caesarean section: indications and recommendations[J]. Curr Opin Anaesthesiol, 2020, 33(3): 284-290. doi: 10.1097/ACO.0000000000000866.

[10] Chooi C, Cox JJ, Lumb RS, et al. Techniques for preventing hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2020, 7(7): CD002251. doi: 10.1002/14651858.CD002251.

[11] 杨 铎,张隆盛,黄熙扬,等. 小剂量艾司氯胺酮防治剖宫产术中寒战及牵拉反应的有效性与安全性分析[J]. 现代医院,2023,23(10):1600-1604. doi:10.3969/j.issn.1671-332X.2023.10.035.

[12] 李 艳,孙 静,鲁 瑶. 小剂量舒芬太尼复合布比卡因麻醉对初产妇剖宫产术中内脏牵拉反应及寒战发生率的影响[J]. 山西医药,2020,49(16):2167-2169. doi:10.3969/j.issn.0253-9926.2020.16.031.

[13] 周林杰,屈献锋,杨 礼,等. 不同剂量布托啡诺输注对瘢痕妊娠剖宫产患者术后镇痛效果和牵拉反应的影响[J]. 中国妇幼保健,2022,37(15):2775-2778. doi:10.19829/j.zgfybj.issn.1001-4411.2022.15.017.

[14] 孙 红,吴 岚,杨利利,等. 罗哌卡因和布比卡因用于剖宫产腰硬联合麻醉术中防治牵拉反应效果的比较[J]. 北京医学,2019,41(8):687-689. doi:10.15932/j.0253-9713.2019.08.018.

[15] 魏天祺,冯 珍. 迷走神经电刺激临床应用及机制研究进展[J]. 中国康复医学杂志,2015,30(2):185-188. doi:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.02.021.

[16] 吴宏彦,蒋留琴,南 帅. 瑞芬太尼在腰硬联合麻醉剖宫产手术中的应用效果及对产妇血流动力学与应激反应的影响[J]. 临床医学研究与实践,2023,8(6):87-89. doi:10.19347/j.cnki.2096-1413.202306026.

(编辑:魏 源)

the MLR group and the DBN group, with 30 cases in each group. The analgesic effect, hemodynamic index, inflammatory factor level and surgical index were compared among all groups. *Kaplan-Meier* method was used to analyze the incidence of hip infection 2 weeks after surgery in each group. **Results** There was no significant difference in the gender, age, body weight, American Society of Anesthesiologists (ASA) classification or complications among all groups (P>0.05). The Harris score 24 hours after surgery and duration of sensory block in the DBN group were higher/longer than those in the ALR group, numerical rating scale (NRS) score 24 hours after surgery, mean arterial pressure (MAP) and heart rate (HR) at the beginning of surgery and 30 minutes after surgery, levels of interleukin-17 (IL-17) and tumor necrosis factor-α (TNF-α) 24 hours after surgery, onset time of sensory block, and number of patient controlled analgesia (PCA) compression were lower/earlier/less than those in the ALR group, the modified observer's assessment of alertness/sedation scale (OAA/S) score 24 hours after surgery was significantly lower than those in the ALR group and the MLR group, with statistically significant differences (P<0.05). Harris score 24 hours after surgery and duration of sensory block in the MLR group were higher/longer than those in the ALR group, modified OAA/S score 12 hours after surgery, MAP 30 minutes after surgery, levels of IL-17 and TNF-α 24 hours after surgery, onset time of sensory block, and the number of PCA compressions were lower/longer/less than those in the ALR group, with statistically significant differences (P<0.05). *Kaplan-Meier* analysis showed that there were significant differences in the incidences of hip infection 2 weeks after surgery among all groups (P<0.05), and there were significant differences in the incidences of hip infection 2 weeks after surgery between the ALR group and the DBN group (P<0.05). **Conclusion** The effectiveness of calculating the dose of sufentanil using the MLR and DBN in elderly hip arthroplasty with bow tie fascia iliac block is better than that of ALR, and the advantage of DBN is more obvious.

Keywords: prediction model; bow tie fascia iliac block; hip arthroplasty; sufentanil; ultrasound

髋关节置换术是通过手术将损坏关节替换为类似人体骨关节的假体,为创伤骨科的常见手术方式[1-3]。超声引导下髂筋膜间隙阻滞具有较好的局部镇痛效果,在髋关节置换术中应用广泛,但临床常因股外侧皮神经阻滞不全导致镇痛效果不佳[4-5]。而超声引导下领结征髂筋膜阻滞采用新入路,通过超声技术结合特定的解剖标志精准定位并实施阻滞,对股外侧皮神经阻滞成功率高达95%,镇痛效果好,且操作简单,可减少出血和神经损伤,安全性更高[6]。有研究表明,行髋关节置换术的老年患者术后使用舒芬太尼镇痛效果好,舒适度高,相关不良反应发生率也较低[7-10]。不同患者对舒芬太尼的敏感性和耐受性存在差异,因此需要根据患者的具体情况进行个体化用药,然而目前临床对于舒芬太尼最佳剂量的预测尚无明确统一的方法。因此,本研究在老年髋关节置换术中使用舒芬太尼联合超声引导下领结征髂筋膜阻滞,拟通过建立3种舒芬太尼剂量预测模型,探索更加精准有效的舒芬太尼给药剂量方案。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选择2018年6月至2022年6月于本院行超声引导下领结征髂筋膜阻滞的老年髋关节置换术患者90例,其中男42例,女48例;年龄65~85岁,平均(71.48±8.26)岁。采用一元线性回归方程模型(a linear regression, ALR)、多元线性回归方程模型(multiple linear regression, MLR)、人工神经网络模型(deep belief networks, DBN)确定舒芬太尼剂量,患者按单盲法随机分为ALR组、MLR组和DBN组,每组30例。各组患者一般资料比较差异无统计学意义(P>0.05)。本研究经我院伦理委员会审批(批准号:医伦MC8729),患者及家属均签署知情同意书。

纳入标准:①年龄≥65岁;②美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)分级为Ⅰ~Ⅲ级[11]。排除标准:①穿刺部位感染;②凝血功能异常;③长期使用镇痛药物;④伴神经系统疾病累及下肢;⑤合并其他部位手术。

ALR组:以体质量为参考,对舒芬太尼首剂剂量与体质量、舒芬太尼追加剂量与体质量分别建立一元线性回归方程。

Y_1=0.277X_1+2.044(Y_1为舒芬太尼首剂剂量,X_1为体质量)

Y_2=0.023X_1+3.783(Y_2为舒芬太尼追加剂量,X_1为体质量)

MLR组:主要参考体质量、疼痛视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分、Harris评分、感觉阻滞持续时间。

Y_1=0.273X_1+0.021X_2−0.372X_3−0.064X_4+3.121(Y_1为舒芬太尼首剂剂量,X_1为体质量,X_2为VAS评分,X_3为Harris评分,X_4为感觉阻滞持续时间)

Y_2=0.023X_1+0.005X_2+0.143X_3−0.172X_4+3.269(Y_2为舒芬太尼追加剂量,X_1为体质量,X_2为VAS评分,X_3为Harris评分,X_4为感觉阻滞持续时间)

DBN组:①舒芬太尼首剂剂量预测模型DBN12-8-1输入层12个变量[(年龄、体质量、VAS评分、Harris评分、白细胞介素-17(interleukin-17, IL-17)、肿瘤坏死因子α

(tumor necrosis factor-α,TNF-α)、感觉阻滞起效时间、感觉阻滞持续时间、麻醉时间、术中出血量、患者自控镇痛(patient controlled analgesia,PCA)按压次数及术后拔管时间)],8个隐层,输出层为首剂剂量;②舒芬太尼追加剂量预测模型DBN8-5-1输入层8个变量(年龄、体质量、VAS评分、Harris评分、感觉阻滞起效时间、感觉阻滞持续时间、PCA按压次数、舒芬太尼首剂剂量),5个隐层,输出层为追加剂量。

1.2 方法

患者入室后监测心率(heart rate,HR)、脉搏血氧饱和度(pulse oxygen saturation,SpO_2)、无创血压、脑电双频指数,持续面罩吸氧。为防止患者血流动力学大幅度波动,麻醉诱导前根据心功能情况快速静脉滴注少量乳酸钠林格液扩容,充分给氧去氮,依次缓慢静脉注射0.15 mg/kg顺阿曲库铵、0.15 mg/kg依托咪酯及模型预测的首剂剂量舒芬太尼;3~5 min患者意识消失后,可视喉镜下喉罩插管全身麻醉,然后行超声引导下领结征髂筋膜阻滞,0.3%罗哌卡因30 mL。手术开始前根据模型预测的追加剂量追加舒芬太尼。每小时给予3~5次手控膨肺,膨肺压力不超过30 cmH_2O,防止吸收性肺不张。术中静脉通路交替输入6%羟乙基淀粉130/0.4氯化钠注射液及生理盐水8~10 $mL\cdot kg^{-1}\cdot h^{-1}$。采用恒速微量泵泵注静脉用药。

1.3 观察指标

记录患者性别、年龄、体质量、ASA分级、合并症(高血压、糖尿病、心律失常、脑血管病)。比较各组患者术后2 h、6 h、12 h、24 h的VAS、疼痛数字评分量表(numerical rating scale,NRS)、改良警觉/镇静评分(the observer's assessment of alertness/sedation scale,OAA/S)、髋关节功能Harris评分。观察各组患者术前、注药后30 min、手术开始时和手术开始后30 min的平均动脉压(mean arterial pressure,MAP)、动脉血二氧化碳分压(arterial carbon dioxide partial pressure,$PaCO_2$)、动脉血氧分压(arterial oxygen partial pressure,PaO_2)、SpO_2、HR、呼吸频率(respiratory rate,RR)等血流动力学指标的改变。记录患者感觉阻滞起效及持续时间、手术时间、麻醉时间、超声成像时间、术中出血量、舒芬太尼总量、PCA按压次数、术后拔管时间、术后恢复时间。

术前及术后24 h采集患者静脉血5 mL,3 200 r/min离心10 min,取上清液,采用iChem-520全自动生化分析仪检测IL-17、TNF-α水平。

1.4 统计学方法

采用SPSS 25.0软件和Prism 7.0软件进行统计学分析。正态分布的连续变量以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,采用单因素方差分析,组间两两比较采用独立样本t检验,组内不同时点比较采用重复测量t检验;计数资料以率(%)表示,采用χ^2检验。采用*Kaplan-Meier*法绘制生存曲线分析术后2周组间髋部感染发生差异。$P<0.05$为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基线资料比较

各组患者性别、年龄、体质量、ASA分级和合并症情况比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表1。

表1 各组患者基线资料比较

项目		ALR组(n=30)	MLR组(n=30)	DBN组(n=30)	χ^2/F	P
性别[例(%)]	男	12(40.00)	16(53.33)	14(46.67)	1.071	0.585
	女	18(60.00)	14(46.67)	16(53.33)		
年龄(岁)		70.16±8.49	71.97±8.15	72.36±8.62	0.563	0.824
体质量(kg)		58.65±6.64	56.39±6.59	60.48±6.93	2.694	0.309
ASA分级[例(%)]	Ⅰ级	2(6.67)	4(13.33)	3(10.00)	2.294	0.682
	Ⅱ级	20(66.67)	17(56.67)	15(50.00)		
	Ⅲ级	8(26.67)	9(30.00)	12(40.00)		
合并症[例(%)]	高血压	22(73.33)	24(80.00)	25(83.33)	0.934	0.627
	糖尿病	18(60.00)	23(76.67)	19(63.33)	2.100	0.350
	心律失常	16(53.33)	18(60.00)	21(70.00)	1.777	0.411
	脑血管病	15(50.00)	21(70.00)	17(56.67)	2.570	0.277

2.2 患者术后各评分变化

各组患者术后24 h的NRS评分、术后12 h的改良OAA/S评分、术后24 h的Harris评分比较差异有统计学意义($P<0.05$)。与术后2 h相比,各组患者术后12 h和24 h的VAS评分、NRS评分,术后6 h、12 h和24 h的改良OAA/S评分均显著降低($P<0.05$),术后6 h、12 h和24 h的Harris评分显著升高($P<0.05$)。与ALR组相比,MLR组患者术后24 h的VAS评分,术后2 h、6 h、12 h的NRS评分及术后12 h的改良OAA/S评分显著降低($P<0.05$),术后24 h的Harris评分显著升高($P<0.05$);DBN组患者术后2 h、6 h、12 h、24 h的VAS评分和NRS评分,术后12 h、24 h的改良OAA/S评分显著降低($P<0.05$),术后24 h的Harris评分显著升高($P<0.05$),见表2。

2.3 患者血流动力学变化

各组患者不同时点和组间SpO_2比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。与术前相比，各组患者手术开始时和手术开始后30 min的MAP，注药后30 min、手术开始时和手术开始后30 min的HR和RR均显著降低（$P<0.05$）；手术开始时和手术开始后30 min的PaO_2显著升高（$P<0.05$）；MLR组和DBN组患者注药后30 min的MAP显著降低（$P<0.05$），手术开始时和手术开始后30 min的$PaCO_2$显著升高（$P<0.05$）。与ALR组相比，MLR组患者手术开始后30 min的MAP显著降低（$P<0.05$）；DBN组患者注药后30 min、手术开始时和手术开始后30 min的MAP，手术开始时和手术开始后30 min的HR显著降低（$P<0.05$），见表3。

表2 各组患者VAS、NRS及改良OAA/S评分比较（$\bar{x}\pm s$，分）

项目		ALR组（n=30）	MLR组（n=30）	DBN组（n=30）	F	P
VAS评分	术后2 h	2.45±0.21	2.37±0.22	2.21±0.20#	9.805	0.097
	术后6 h	2.36±0.19	2.28±0.20	2.17±0.17#	6.819	0.136
	术后12 h	2.22±0.15*	2.16±0.16*	2.06±0.20*#	6.452	0.143
	术后24 h	1.97±0.16*	1.85±0.18*#	1.77±0.12*#	12.177	0.079
NRS评分	术后2 h	2.44±0.23	2.31±0.24#	2.20±0.20#	3.344	0.113
	术后6 h	2.38±0.22	2.19±0.22*#	2.15±0.16#	10.733	0.089
	术后12 h	2.27±0.19*	2.11±0.19*#	2.03±0.19*#	11.996	0.080
	术后24 h	2.01±0.14*	1.93±0.20*	1.72±0.18*#	21.214	0.046
改良OAA/S评分	术后2 h	2.18±0.21	2.14±0.19	2.11±0.20	0.893	0.669
	术后6 h	2.04±0.19*	2.01±0.16*	1.96±0.16*	1.628	0.457
	术后12 h	1.99±0.16*	1.85±0.14*#	1.64±0.14*#	41.665	0.024
	术后24 h	1.81±0.15*	1.74±0.17*	1.58±0.17*#	15.060	0.064
Harris评分	术后2 h	50.48±4.62	51.29±4.71	51.96±4.55	0.744	0.734
	术后6 h	58.26±5.13*	59.82±5.27*	60.15±5.22*	1.090	0.597
	术后12 h	66.44±5.43*	65.18±5.54*	67.37±5.84*	1.115	0.588
	术后24 h	71.29±5.89*	82.65±6.01*#	80.36±5.92*#	29.663	0.033

*：与术后2 h相比，$P<0.05$；#：与ALR组相比，$P<0.05$

表3 各组患者血流动力学指标比较（$\bar{x}\pm s$）

指标		ALR组（n=30）	MLR组（n=30）	DBN组（n=30）	F	P
MAP（mmHg）	术前	90.54±4.16	92.46±4.62	91.37±4.19	1.435	0.499
	注药后30 min	88.61±3.64	87.12±3.41*	85.11±4.06*#	0.489	0.143
	手术开始时	86.19±3.21*	84.71±3.84*	83.48±3.64*#	4.183	0.212
	手术开始后30 min	84.62±3.06*	82.49±3.62*#	82.23±3.08*#	4.681	0.192
$PaCO_2$（mmHg）	术前	39.08±5.01	38.35±3.29	38.49±3.64	0.266	0.973
	注药后30 min	39.31±5.03	38.34±4.62	38.62±4.06	0.343	0.940
	手术开始时	40.28±5.24	41.49±4.69*	40.96±3.89*	0.496	0.861
	手术开始后30 min	41.41±5.30	42.85±5.11*	42.10±4.27*	0.623	0.793
PaO_2（mmHg）	术前	98.64±8.26	99.21±9.15	101.03±9.61	0.555	0.829
	注药后30 min	99.33±8.95	99.57±9.07	103.64±10.09	1.932	0.402
	手术开始时	160.25±11.57*	160.43±12.96*	160.88±13.17*	0.019	1.000
	手术开始后30 min	146.84±11.24*	147.14±12.25*	147.66±10.94*	0.038	1.000
SpO_2（%）	术前	99.81±2.16	99.65±2.61	99.31±2.16	0.351	0.936
	注药后30 min	99.42±2.61	99.41±1.94	99.08±1.97	0.223	0.986
	手术开始时	99.03±2.34	98.99±2.06	98.86±1.64	0.056	1.000
	手术开始后30 min	98.86±2.08	98.54±1.84	98.28±2.07	0.612	0.799
HR（次/分）	术前	72.26±4.16	73.18±5.69	72.15±5.17	0.364	0.930
	注药后30 min	68.62±4.59*	67.79±4.84*	67.18±4.68*	0.685	0.762
	手术开始时	65.29±4.26*	64.27±4.31*	62.85±4.29*#	2.370	0.343
	手术开始后30 min	63.48±4.45*	61.16±4.61*	59.54±4.07*#	5.921	0.155
RR（次/分）	术前	20.63±3.59	20.34±3.95	20.09±3.55	0.155	0.998
	注药后30 min	17.59±2.91*	17.32±2.87*	17.18±2.65*	0.159	0.997
	手术开始时	16.23±2.14*	16.05±2.56*	16.01±2.48*	0.069	1.000
	手术开始后30 min	15.69±2.36*	15.48±2.22*	15.19±2.08*	0.370	0.927

*：与术前相比，$P<0.05$；#：与ALR组相比，$P<0.05$

2.4 患者手术前后炎症因子水平变化

与术前相比，各组患者术后24 h的IL-17、TNF-α水平均显著升高（$P<0.05$）；与ALR组相比，MLR组和DBN组患者术后24 h的IL-17、TNF-α水平显著降低（$P<0.05$），见表4。

2.5 患者手术相关指标

各组患者PCA按压次数、感觉阻滞起效时间和持续时间比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。与ALR组相比，MLR组和DBN组患者感觉阻滞持续时间显著延长（$P<0.05$），感觉阻滞起效时间缩短（$P<0.05$），舒芬太尼总量降低（$P<0.05$），PCA按压次数显著减少（$P<0.05$）；各组患者麻醉时间、手术时间、超声成像时间、术中出血量、术后拔管时间及术后恢复时间比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），见表5。

表4 各组患者手术前后炎症因子水平比较（$\bar{x}\pm s$，pg/mL）

组别	n	IL-17		TNF-α	
		术前	术后24 h	术前	术后24 h
ALR组	30	19.26±3.21	43.82±4.69*	2.26±0.45	4.62±0.41*
MLR组	30	19.41±3.61	37.64±4.26*#	2.17±0.41	4.05±0.39*#
DBN组	30	19.17±3.64	37.03±4.31*#	2.30±0.43	4.07±0.37*#
F		0.035	20.908	0.694	19.915
P		1.000	0.047	0.758	0.049

*：与术前相比，$P<0.05$；#：与ALR组相比，$P<0.05$

表5 各组患者手术相关指标比较（$\bar{x}\pm s$）

指标		ALR组（n=30）	MLR组（n=30）	DBN组（n=30）	F	P
感觉阻滞	起效时间（min）	4.62±0.63	3.59±0.54*	3.46±0.58*	34.286	0.029
	持续时间（min）	742.69±38.56	797.65±42.29*	808.21±46.57*	19.776	0.049
手术时间（min）		89.16±6.69	86.94±5.65	87.27±6.01	1.107	0.591
麻醉时间（min）		90.64±8.25	87.26±7.98	89.71±8.16	1.337	0.524
超声成像时间（s）		28.63±3.14	27.65±3.21	28.48±2.94	0.841	0.690
术中出血量（mL）		314.62±35.48	305.25±32.54	308.26±31.64	0.600	0.805
舒芬太尼总量（μg）		33.65±4.43	30.59±4.59*	30.18±3.94*	5.564	0.164
PCA按压次数（次）		1.61±0.21	1.32±0.18*	1.37±0.16*	20.479	0.048
术后拔管时间（min）		19.26±3.61	18.17±2.97	18.62±2.86	0.869	0.679
术后恢复时间（d）		13.74±1.64	13.26±1.94	13.18±1.75	0.839	0.692

*：与ALR组相比，$P<0.05$

2.6 *Kaplan-Meier*生存分析

将术后2周髋部感染发生情况（发生=1，未发生=0）进行定义，ALR组患者有8例术后2周发生髋部感染，MLR组患者有3例术后2周发生髋部感染，DBN组患者有1例术后2周发生髋部感染。绘制*Kaplan-Meier*生存曲线，结果显示，各组患者术后2周髋部感染发生率比较差异有统计学意义（$\chi^2=7.500$，$P=0.024$），见图1。与MLR组比较，ALR组（$\chi^2=2.783$，$P=0.095$）和DBN组（$\chi^2=1.071$，$P=0.301$）患者术后2周髋部感染发生率差异均无统计学意义；ALR组和DBN组患者术后2周髋部感染发生率比较差异有统计学意义（$\chi^2=6.405$，$P=0.011$），见图1。

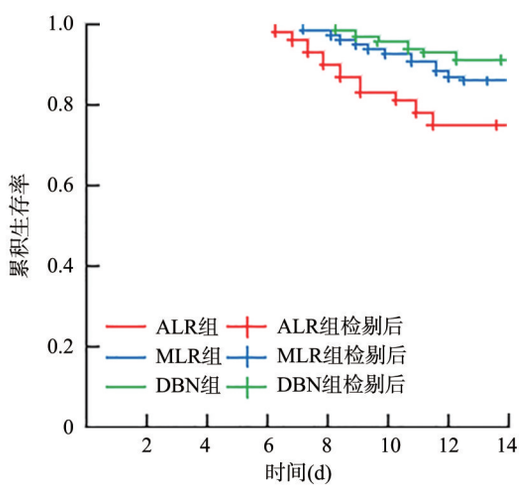


图1 *Kaplan-Meier*生存曲线

3 讨论

髋关节的支配神经主要集中于腰丛和骶丛，通过阻滞腰骶丛可基本覆盖髋关节置换手术区域[12]，因此在髋关节下方行超声引导下领结征髂筋膜阻滞，可通过特定解剖标志“领结征”来定位髂筋膜间隙，并将麻醉药物注射到该间隙内，以达到阻滞股神经、股外侧皮神经及闭孔神经等下肢主要神经的目的[13]。舒芬太尼作为特异性μ阿片受体激动剂，持续时间是芬太尼的2倍，镇痛强度是芬太尼的5~10倍，且治疗指数宽、起效快[14]。传统镇痛药物剂量参考标准是患者体质量以及目标镇痛强度，个体差异和目标镇痛强度均对舒芬太尼的使用剂量有影响。利用多个指标及临床因素构建的剂量预测模型（如ALR、MLR和DBN）受个体影响较小，能够优化舒芬太尼剂量和临床镇痛效果。鉴于此，本研究通过探索不同剂量预测模型（ALR、MLR和DBN）的临床效果，以期给予安全且有效的舒芬太尼剂量，提高镇痛效果。

IL-17和TNF-α均是促炎细胞因子，广泛参与机体的免疫应答和炎症反应，髋关节置换术后因局部的炎症反应，IL-17和TNF-α水平升高[15]。本研究结果显

示,各组患者术后IL-17和TNF-α水平均显著升高;MLR组和DBN组患者术后血清IL-17和TNF-α水平低于ALR组,提示MLR组和DBN组患者术后炎症反应更轻。本研究还发现,MLR组和DBN组患者感觉阻滞持续时间显著长于ALR组,感觉阻滞起效时间和PCA按压次数显著早/少于ALR组。感觉阻滞持续时间长可以确保手术过程中及术后早期的充分镇痛,有利于减轻患者术后疼痛,促进术后恢复[16-17];较短的阻滞起效时间意味着患者能够更快地进入麻醉状态,减少其在手术前的应激反应,有助于手术医生在患者充分麻醉的状态下进行手术操作,提高手术的准确性和安全性[16-17];PCA按压次数少意味着患者疼痛控制良好,镇痛药物使用得当,有利于加快术后康复,降低术后并发症发生率[18]。此外,本研究还发现,MLR组和DBN组患者舒芬太尼用量均显著低于ALR组,而*Kaplan-Meier*分析显示,各组患者术后2周髋部感染发生率差异显著,DBN组患者术后2周髋部感染发生率更低。上述研究结果提示,DBN能够以更低的舒芬太尼用量保证术后较低的感染率,这主要是因为老年患者对药物毒性的敏感性增加,机体内代谢酶的活性降低,骨骼肌含量降低,较大剂量的镇痛药物会影响其免疫力和术后恢复,从而间接增加感染的风险;而DBN能够从复杂的数据集中提取有用的信息,并通过不断调整网络参数学习数据间的内在关系,从而更准确地预测所需的舒芬太尼剂量,提高药物利用率,避免过量使用。

在临床决策中,DBN常用于个体化诊疗,已有研究利用DBN建立疼痛分类器,可准确评估手术期间患者的疼痛程度[19]。本研究结果亦显示,DBN预测模型有利于舒芬太尼剂量优化,提高临床镇痛效果。

综上所述,MLR和DBN计算舒芬太尼剂量应用于老年髋关节置换术的有效性优于ALR,且DBN优势更明显。

[参考文献]

[1] 周润芳, 傅 洪, 薛张纲, 等. 肝硬化失代偿超高龄患者右半髋关节置换术的麻醉与围术期管理[J]. 中华麻醉学杂志, 2021, 41(5): 516-518. doi: 10.3760/cma.j.cn131073.20210414.00502.

[2] 王 标, 王雷原, 纪木火. 老年患者髋关节置换术后谵妄的危险因素[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(7): 688-692. doi:10.12089/jca.2022.07.003.

[3] Karsten K, Lukas H, Stefano B, et al. Venous thromboembolism in patients hospitalized for hip joint replacement surgery[J]. Thromb Res, 2020, 190(3): 1-7. doi: 10.1016/j.thromres.2020.03.019.

[4] 郑煜丽, 高晓曼, 李咸鹏, 等. 超声引导下髂腰肌平面阻滞与髂筋膜间隙阻滞在髋关节置换围术期镇痛效果的比较[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(4): 346-350. doi: 10.12089/jca.2023.04.002.

[5] 单玉兰, 周晓林, 徐小青. 超声引导髂筋膜阻滞与股神经阻滞治疗全膝关节置换后疼痛的疗效比较[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29(12):1244-1248. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2020.12.015.

[6] 胡 婕,汪 欢,陈士寿,等. 超声引导下"领结征"髂筋膜联合骶丛神经阻滞应用于人工髋关节置换术的效果[J]. 实用医学杂志, 2021, 37(6): 763-767. doi: 10.3969/j.issn.1006-5725.2021.06.015.

[7] 邓红波, 封享兰, 张宗泽, 等. 舒芬太尼或羟考酮自控静脉镇痛联合腰方肌阻滞用于剖宫产术后镇痛的效果[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(2): 124-127. doi: 10.12089/jca.2020.02.004.

[8] 王 园,李 勇,崔爱武,等. 低剂量右美托咪定联合舒芬太尼对老年髋部骨折手术患者术后疼痛应激及认知损伤的影响[J]. 中国老年学杂志,2021,41(4):790-793. doi:10.3969/j.issn.1005-9202.2021.04.037.

[9] 侯艳华, 张加强, 武江霞. CYP3A41G不同基因型对髋关节置换术后地佐辛复合舒芬太尼自控镇痛效应的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2020, 36(3): 239-243. doi: 10.12089/jca.2020.03.006.

[10] 石 军, 刘明红, 薛 敏, 等. 舒芬太尼静脉自控镇痛联合前路腰方肌阻滞对老年全髋关节置换患者术后镇痛和术后谵妄的影响[J]. 实用医学杂志,2020,36(3):334-338. doi:10.3969/j.issn.1006-5725.2020.03.012.

[11] Taylor G,Oresanya L,Kling S,et al. Rethinking the routine: preoperative laboratory testing among American society of anesthesiologists class 1 and 2 patients before low-risk ambulatory surgery in the 2017 national surgical quality improvement program cohort[J]. Surgery, 2022, 171(2):267-274. doi:10.1016/j.surg.2021.07.036.

[12] 丁声双,张 杰,黄伟华,等. 髋关节囊周围神经阻滞对全髋关节置换患者围术期镇痛疗效的meta分析[J]. 重庆医学, 2023, 52(7): 1052-1056. doi: 10.3969/j.issn.1671-8348.2023.07.019.

[13] Micu M, Micu A, Bolboac S. AB0873 ultrasound guided intra-articular injection with hyaluronic acid agents in moderate hip osteoarthritis[J]. Ann Rheum Dis, 2020, 79(1): 1742-1743. doi: 10.1136/annrheumdis-2020-eular.1619.

[14] 潘 敏, 蒋轶岭, 夏瑜秦, 等. 芬太尼和舒芬太尼对肝癌患者射频消融术后肝功能的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2023, 39(1): 54-58. doi: 10.12089/jca.2023.01.011.

[15] Fröschen FS, Schell S, Schildberg FA, et al. Analysis of synovial biomarkers with a multiplex protein microarray in patients with PJI undergoing revision arthroplasty of the hip or knee joint[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 2020, 140(12): 1883-1890. doi: 10.1007/s00402-020-03388-5.

[16] Tong SX, Li RS, Wang D, et al. Artificial intelligence technology and ultrasound-guided nerve block for analgesia in total knee arthroplasty[J]. World J Clin Cases, 2023, 11(29): 7026-7033. doi: 10.12998/wjcc.v11.i29.7026.

[17] 罗铁山, 黄建成, 赵 涛, 等. 不同剂量右美托咪定用于罗哌卡因复合利多卡因臂丛神经阻滞的效果观察[J]. 重庆医学, 2021, 50(14): 2463-2468. doi: 10.3969/j.issn.1671-8348.2021.14.027.

[18] 董晓西, 厉永亮, 赵 敏, 等. 不同脉冲间隔时间程控硬膜外间歇脉冲注入模式对分娩镇痛效果的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(10): 1031-1035. doi: 10.12089/jca.2022.10.004.

[19] Lim H, Kim B, Noh GJ, et al. A deep neural network-based pain classifier using a photoplethysmography signal[J]. Sensors (Basel), 2019, 19(2): 384-400. doi: 10.3390/s19020384.

(编辑:龙小芬)