

· 临床研究 · doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2024.22.017

网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240829.1133.002\(2024-08-29\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1097.R.20240829.1133.002(2024-08-29))

## 不同浓度罗哌卡因收肌管阻滞结合股外侧皮神经阻滞 用于全膝关节置换术后的镇痛效果研究

崔翔<sup>1</sup>,何坤鹏<sup>1</sup>,任凯<sup>1</sup>,范俊柏<sup>1,2Δ</sup>

(1.山西医科大学麻醉学院,太原 030000;2.山西医科大学第二医院麻醉科,太原 030000)

**[摘要]** **目的** 比较超声引导下不同浓度罗哌卡因收肌管阻滞(ACB)结合股外侧皮神经阻滞(LFCNB)用于全膝关节置换术(TKA)后的镇痛效果及对膝关节功能的影响。**方法** 选取在蛛网膜下腔阻滞接受原发性单侧TKA的患者90例,随机分为3组:0.20%罗哌卡因组(A组, $n=30$ )、0.25%罗哌卡因组(B组, $n=30$ )和0.30%罗哌卡因组(C组, $n=30$ )。3组于术前行ACB+LFCNB,记录术后视觉模拟评分(VAS评分)、术后24h内的镇痛药物舒芬太尼消耗量、首次抢救镇痛时间、术后膝关节活动度(ROM)、股四头肌力量和术后并发症发生情况。**结果** 与A组相比,B组和C组在术后4、8、12、24h静息时的VAS评分均降低( $P<0.05$ )、术后24h内的舒芬太尼消耗量减少( $P<0.05$ )、首次抢救镇痛时间延长( $P<0.05$ )、术后当天的膝关活动度升高( $P<0.05$ ),以上结果在B组与C组间差异无统计学意义( $P>0.05$ )。3组在术后第1天和第2天的ROM、术后股四头肌力量和并发症的发生率差异无统计学意义( $P>0.05$ )。**结论** ACB+LFCNB用于TKA的患者时,与0.20%的罗哌卡因相比,0.25%和0.30%罗哌卡因可以改善术后的早期疼痛,有利于术后膝关节的功能恢复,0.25%罗哌卡因可以提供与0.30%罗哌卡因相同镇痛效果。

**[关键词]** 罗哌卡因;收肌管阻滞;股外侧皮神经;全膝关节置换术;膝关节功能

**[中图法分类号]** R614.4 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2024)22-3458-05

## Study on analgesic effect of adductor canal block under different concentrations of ropivacaine combined with lateral femoral cutaneous nerve block after total knee arthroplasty

CUI Xiang<sup>1</sup>, HE Kunpeng<sup>1</sup>, REN Kai<sup>1</sup>, FAN Junbai<sup>1,2Δ</sup>

(1. College of Anesthesia, Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi 030000, China;

2. Department of Anesthesiology, Second Hospital of Shanxi Medical  
University, Taiyuan, Shanxi 030000, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare the analgesic effects of ultrasound-guided adductor canal block (ACB) under different concentrations of ropivacaine combined with lateral femoral cutaneous nerve block (LFCNB) after total knee arthroplasty (TKA) and their influence on the knee joint function. **Methods** Ninety patients undergoing primary unilateral TKA under subarachnoid block were selected and randomly divided into three groups: 0.20% ropivacaine (group A), 0.25% ropivacaine (group B), and 0.30% ropivacaine (group C). All groups conducted ACB+LFCNB preoperatively. Postoperative visual analog scale (VAS) scores, sufentanil consumption at postoperative 24 h, time to first rescue analgesia, postoperative range of motion (ROM) of the knee joint, quadriceps strength and postoperative complications were recorded. **Results** Compared with the group A, the resting and moving VAS scores at postoperative 4, 8, 12, 24 h in the group B and C were decreased ( $P<0.05$ ), the sufentanil consumption amount within postoperative 24 h was decreased ( $P<0.05$ ), the first rescue analgesia time was prolonged ( $P<0.05$ ), ROM on the operation day was increased ( $P<0.05$ ). The above results had no statistical difference between the group B and group C ( $P>0.05$ ). There were no statistically significant differences in knee ROM on postoperative 1, 2 d, postoperative quadriceps strength and complications incidence rates among the three groups ( $P>0.05$ ). **Conclusion** In the application of ACB+LFCNB in the patients with TKA, compared with 0.20% ropivacaine, 0.25% and 0.30% ropivacaine

could improve early postoperative pain and facilitate the postoperative functional recovery of the knee joint. Additionally, 0.25% ropivacaine could provide the same analgesic efficacy as 0.30% ropivacaine.

**[Key words]** ropivacaine; adductor canal block; lateral femoral cutaneous nerve; total knee arthroplasty; knee joint function

全膝关节置换术(TKA)是终末期膝关节退行性疾病患者最常见的外科手术之一,TKA 术后会出现中度至重度术后疼痛<sup>[1]</sup>。随着术后快速康复(ERAS)的发展,完善术后镇痛下早期功能康复已被越来越多的 TKA 患者需要<sup>[2]</sup>。研究表明<sup>[3]</sup>,与关节周围浸润相比,收肌管阻滞(ACB)联合股外侧皮神经阻滞(LFCNB)可提供显著的镇痛效果、同时还能保留肌肉功能而不影响膝关节功能恢复。目前对于采用 ACB+LFCNB 的患者其使用罗哌卡因的最佳浓度仍不清楚。对 ACB+LFCNB 的优化需要进行剂量探索研究,从本研究旨在比较不同浓度罗哌卡因用于 ACB+LFCNB 的镇痛效果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取山西医科大学第二医院接受原发性单侧 TKA 的患者 90 例为研究对象。样本量基于先前关于全髋关节和 TKA 后疼痛管理的随机临床试验系统评价的疗效分析<sup>[4]</sup>,该系统评价报告称静息时疼痛评分的中位最小临床重要差异(MCID)相对值为 30%。为了达到 MCID,本课题组计算出每组需要 27 例患者才能检测到组间的统计学显著差异,双侧  $\alpha$  水平为 0.05,功效为 90%。考虑到有脱落的风险存在,3 组各纳入 30 例患者。纳入标准:(1)计划在山西医科大学第二医院进行初次单侧 TKA;确诊为骨关节炎;(2)美国麻醉师学会(ASA)分级为 I~III 级;(3)年龄 50~70 岁且 BMI 为 19~30 kg/m<sup>2</sup> 的患者。排除标准:(1)同一膝盖上的先前手术;(2)对本研究麻醉药物过敏或有长期服用阿片类药物史;(3)有神经阻滞或局部浸润的禁忌证,如局部组织感染、凝血功能异常、膝盖感染的病史;(4)膝关节屈曲畸形 $\geq 30^\circ$ ,内翻-外翻畸形 $\geq 30^\circ$ ,公认的神经营肌肉疾病;(5)有精神疾病、认知障碍、语言障碍或拒绝签署知情同意书的患者。采用随机数字表法将患者分为 3 组:0.20% 罗哌卡因组(A 组,  $n=30$ )、0.25% 罗哌卡因组(B 组,  $n=30$ )和 0.30% 罗哌卡因组(C 组,  $n=30$ )。手术前由配药师准备含有相应浓度的罗哌卡因注射器,并由同一麻醉师于手术室进行神经阻滞。麻醉师对罗哌卡因的浓度不知情。外科医生、结果评估员和统计分析者均对分组也不知情,整个试验过程只有设计者知情。本研究经过山西医科大学第二医院伦理学委员会的审核批准[审批号:(2021)YX 第(056)号],经患者和患者的家属确认,并在患者和患者的家属的同意

下才开始试验。

### 1.2 试剂及仪器

盐酸罗哌卡因注射液(瑞典 Atrazeneca AB,规格:每支 100 mg/10 mL);0.9%氯化钠注射液(上海百特医疗用品有限公司,规格:每袋 0.9 g/100 mL);乳酸钠林格注射液(上海百特医疗用品有限公司,规格:每袋 500 mL)。一次性使用麻醉穿刺套(苏亚光医疗器械有限公司,型号:AS-S 型);神经刺激针(Manufacturer Pajunk GmbH Medizintechnologie,型号:001180-74);超声仪(深圳华声医疗技术股份有限公司,型号:Navis)。

### 1.3 方法

患者入预麻间后,开放外周静脉通道,监测血压(BP)、心率(HR)、心电图(ECG)和血氧饱和度(SpO<sub>2</sub>)。ACB:患者仰卧,患侧膝关节稍外展外旋,将高频超声探头垂直放在大腿稍内侧髌骨上边界至髌前上棘连线的中点处,超声图像可以看到缝匠肌深处有明显搏动的股动脉,识别内收肌管、股浅动脉、缝匠肌、内收长肌和大内收肌,在股动脉前内侧的高回声结构(隐神经和股内侧神经)是注射目标,分别用神经刺激针(22 G $\times$ 70 mm,长度 50 mm)给予 0.20%、0.25%及 0.30%罗哌卡因,均为 20 mL。LFCNB:利用高频线阵超声换向器帮助识别缝匠肌起端与阔筋膜张肌之间的股外侧皮神经,并注射 10 mL 局部麻醉药。3 组神经阻滞均由同一位具有丰富操作经验的医师完成。神经阻滞操作结束 10 min 后以出现温度觉和轻触觉减退为标准判定阻滞成功。入室后进行蛛网膜下腔阻滞,选其 L<sub>3</sub>~L<sub>4</sub> 间隙作为穿刺点,垂直刺入腰穿针,至蛛网膜下腔后,回吸,见脑脊液流出,给予麻醉药物,麻醉药物选择 2 mL 1%盐酸罗哌卡因注射液加上 1 mL 0.9%生理盐水,配成混合液 3 mL,其浓度为 0.66%。穿刺成功后依据患者的个体情况(如:身高、体重、手术预计时长等)注射混合液,阻滞维持阻滞平面在 T<sub>10</sub>~T<sub>12</sub>。术中维持 BP 波动幅度不超过入室基础值的 20%。术后所有患者电子泵自控静脉镇痛(舒芬太尼 100 mg+生理盐水到 100 mL,输注速度 1 mL/h,剂量为 5 mL,锁定时间为 8 min)。所有患者从麻醉恢复室回病房后 4~24 h 由骨科医师或康复科医师进行膝关节功能锻炼,疼痛视觉模拟评分(VAS 评分) $\geq 4$  被认为是不充分的镇痛作用,并打开、按压术后镇痛泵作为抢救性镇痛。

### 1.4 观察指标

记录患者术前一般指标,包括年龄、性别、BMI、手术侧、ASA 分级、手术前 VAS 评分、手术时间、术前膝关节活动度(ROM)。记录主要指标:术后 8 h 静息时的 VAS 评分。记录次要指标:术后 VAS 评分、ROM 和股四头肌力量。使用量角器测量运动幅度,每天 3 次,间隔 6 h,以最佳值作为当天的值。股四头肌力量通过要求患者先弯曲臀部和膝盖,然后完成膝盖伸展来评估。结果评估者对膝关节伸展运动给予阻力,并触摸大腿收缩的肌肉以评估肌肉力量。0 分,无肌肉收缩;1 分,肌肉收缩但无关节运动;2 分,关节运动但无重力阻力;3 分,抗重力;4 分,重力阻力和部分反力阻力;5 分,关节功能正常。记录术后 24 h 内的镇痛药物舒芬太尼消耗量、首次抢救镇痛时间(从手术结束到第一次使用镇痛泵治疗的时间),任何不良事件的发生,如恶心、呕吐、伤口并发症、局部麻醉药中毒、神经损伤、尿潴留,静脉栓塞、心脑血管事件。

## 1.5 统计学处理

使用 SPSS26.0 进行统计分析。正态分布计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,对于正态分布的计量资料,使用单因素方差分析并使用最小显著性差异法进行事后检验;对于非正态分布的计量资料,使用了 Kruskal-Wallis 单向方差分析检验并进行事后检验。使用 Bonferoni 方法计算统计显著性的阈值,以调整组间的多重比较。计数资料采用例数或百分数表示,组间比较使用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。使用生存分析(Kaplan-Meier 方法和对数秩检验)分析首次挽救镇痛的时间。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 3 组患者一般资料比较

3 组性别、年龄、BMI、手术侧、ASA、手术前 VAS 评分、手术时间、术前 ROM,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表 1。

表 1 3 组患者一般资料比较

特征	A 组( $n=30$ )	B 组( $n=30$ )	C 组( $n=30$ )	$P$
性别( $n/n$ ,男/女)	15/15	16/14	14/16	0.875
年龄( $\bar{x} \pm s$ ,岁)	68.07 $\pm$ 6.13	65.73 $\pm$ 6.33	67.97 $\pm$ 7.60	0.319
BMI( $\bar{x} \pm s$ ,kg/m <sup>2</sup> )	26.34 $\pm$ 2.24	27.13 $\pm$ 1.90	26.35 $\pm$ 2.00	0.230
手术侧( $n/n$ ,左/右)	15/15	13/17	14/16	0.875
ASA( $n/n/n$ ,I/II/III)	2/25/3	1/26/3	3/23/4	0.945
手术前 VAS 评分( $\bar{x} \pm s$ ,分)	4.27 $\pm$ 0.47	4.58 $\pm$ 0.71	4.60 $\pm$ 0.77	0.143
手术时间( $\bar{x} \pm s$ ,min)	98.50 $\pm$ 13.50	95.07 $\pm$ 10.86	93.17 $\pm$ 15.30	0.297
术前 ROM( $\bar{x} \pm s$ ,°)	107.50 $\pm$ 7.56	106.73 $\pm$ 7.56	107.57 $\pm$ 8.08	0.893

### 2.2 3 组患者术后静息时的 VAS 评分比较

B 组和 C 组在术后 4、8、12、24 h 静息时的 VAS 评分低于 A 组,差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),但 B 组和 C 组比较,差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 2。

表 2 3 组患者术后各时间点静息时的 VAS 评分比较(分, $\bar{x} \pm s$ )

组别	$n$	术后 4 h	术后 8 h	术后 12 h	术后 24 h
A 组	30	3.05 $\pm$ 0.30	4.45 $\pm$ 0.81	5.17 $\pm$ 0.75	4.15 $\pm$ 0.46
B 组	30	1.48 $\pm$ 0.40 <sup>a</sup>	3.30 $\pm$ 0.81 <sup>a</sup>	4.00 $\pm$ 0.83 <sup>a</sup>	3.68 $\pm$ 0.52 <sup>a</sup>
C 组	30	1.25 $\pm$ 0.31 <sup>a</sup>	2.82 $\pm$ 1.00 <sup>a</sup>	3.66 $\pm$ 0.82 <sup>a</sup>	3.58 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>
$P$		<0.001	<0.001	<0.001	<0.003

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与 A 组比较。

### 2.3 3 组患者术后 24 h 内的舒芬太尼消耗量比较

B 组[(55.23 $\pm$ 6.94)mg]和 C 组[(52.40 $\pm$ 8.80)mg]术后 24 h 内的舒芬太尼消耗量低于 A 组[(90.77 $\pm$ 11.59)mg],差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。B 组和 C 组术后舒芬太尼消耗量比较,差异

无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 2.4 3 组首次抢救镇痛时间比较

B 组[(13.02 $\pm$ 1.02)h]和 C 组[(13.54 $\pm$ 0.93)h]首次抢救镇痛时间长于 A 组[(9.77 $\pm$ 1.47)h],差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。但 B 组和 C 组比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。

### 2.5 3 组 ROM 比较

B 组和 C 组在术后当天的 ROM 高于 A 组,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),但 B 组和 C 组的 ROM 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。3 组在术后第 1 天和第 2 天的 ROM 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 3。

### 2.6 3 组术前及术后股四头肌力量比较

3 组术前股四头肌力量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );3 组术后股四头肌力量比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 4。

### 2.7 3 组术后并发症发生情况比较

在术后住院期间,3 组的恶心、呕吐、伤口并发症的发生率差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。3 组均未发

生神经损伤、局部麻醉药中毒、跌倒、静脉栓塞、尿潴留或心血管事件,见表 5。

表 3 3 组 ROM 比较( $\bar{x} \pm s, ^\circ$ )

组别	n	术后当天	术后第 1 天	术后第 2 天
A 组	30	83.67±4.87	97.67±3.22	103.03±3.01
B 组	30	92.33±3.04 <sup>a</sup>	99.57±3.79	104.20±2.89
C 组	30	93.00±2.85 <sup>a</sup>	99.17±3.60	103.74±2.70
P		<0.001	0.075	0.195

<sup>a</sup>: $P < 0.05$ ,与 A 组比较。

表 4 3 组术前及术后股四头肌力量的比较( $\bar{x} \pm s$ ,分)

组别	n	术前	术后当天	术后第 1 天	术后第 2 天
A 组	30	4.17±0.53	3.30±0.47	4.17±0.38	4.43±0.50
B 组	30	4.10±0.61	3.33±0.48	4.20±0.41	4.43±0.50
C 组	30	4.03±0.56	3.27±0.45	4.23±0.43	4.53±0.51
P		0.663	0.855	0.814	0.672

表 5 3 组术后并发症发生情况比较[n(%)]

组别	n	呕吐	恶心	伤口并发症
A 组	30	11(36.7)	4(13.3)	6(20.0)
B 组	30	8(26.7)	5(16.7)	5(16.7)
C 组	30	9(30.0)	5(16.7)	6(20.0)
P		0.696	0.919	0.930

### 3 讨 论

TKA 是一种侵犯骨与软组织的手术,其术后的疼痛不仅与髌骨周围分布的感觉神经纤维遭到暴露,没有得到足够软组织保护有关,还与手术对机体刺激引起炎症反应与免疫反应导致的膝关节周围的神经纤维痛觉敏感性增加有关<sup>[5]</sup>。因此周围神经阻滞在 TKA 术后多模式镇痛中是不可缺少的,部分研究者推荐仅阻滞感觉神经的组合作为加速康复 TKA 方案中术后镇痛的重要方法<sup>[6]</sup>。股外侧皮神经(LFCN)参与构成髌前神经丛,该神经丛支配膝盖前部和大腿下部的皮肤感觉,并且膝盖外侧和大腿远端的皮肤也始终由 LFCN 支配,因此联合 ACB 可为 TKA 患者提供较为完善镇痛效果。LFCN 是来自腰丛 L<sub>1</sub>~L<sub>3</sub> 的一个纯感觉分支,因此 LFCN 主要为感觉阻滞,与 ACB 联合可为 TKA 患者术后保留更多的肌力,为更早的进行康复锻炼提供了前提。这些均证明 ACB+LFCN 在 TKA 术后的优越性。

局部麻醉药剂量的差异可能是导致以往研究结果不一致的重要原因。因此,需要对 ACB+LFCN 的优化进行剂量探索研究。WANG 等<sup>[7]</sup>的研究表明,0.247%罗哌卡因 20 mL 可使 TKA 中 90%的患者成功实现 ACB+膝关节囊后间隙阻滞(IPACK)。这与冯涛等<sup>[8]</sup>的研究结果相似,其认为维持膝关节术

后功能锻炼肌力的罗哌卡因半数有效浓度(EC<sub>50</sub>)为 0.34%,95%有效浓度(EC<sub>95</sub>)为 0.249%。其推荐采用质量分数 0.249%罗哌卡因为主导的多模式镇痛用于关节术后镇痛,鉴于上述研究结果,本试验采用临床 TKA 术后较多使用 0.20%、0.25%、0.30%浓度的罗哌卡因,所选浓度分别分布于 EC<sub>95</sub> 左右,并且都较为接近。考虑到 0.375%、0.500%浓度高于 EC<sub>95</sub> 较多,并且先前有研究表明这两种浓度对下肢肌力的影响较大,因此本课题组在此次实验中排除使用这两种浓度。

术后 8 h 静息时 VAS 评分在患者术后评估中较为重要,是因为综合考虑术后 4~8 h 是开始功能锻炼的最佳时间并且腰部麻醉阻滞作用已消退。在此次研究中,与 A 组相比,B 组和 C 组术后 8 h 静息时 VAS 评分较低,且降低幅度超过了临床医生认为的 MCID(30%),表明其镇痛效果有效。镇痛作用的完善可以使患者的关节腔更加松弛,更加配合外科及康复医师行功能锻炼,从而实现术后的快速康复。同时,B 组和 C 组术后 24 h 内的舒芬太尼消耗量低于 A 组,首次抢救镇痛时间长于 A 组,术后当天 ROM 高于 A 组,且术后并发症发生率也无明显升高,这些结果也证明了 0.25%与 0.30%两种浓度相比于 0.20%罗哌卡因具有更多优点。但在 B 组和 C 组间各结果差异无统计学意义,这与先前有些研究结果不同,可能是本试验将 ACB 联合 LFCN 后,可以在较低浓度就可实现较为完善镇痛效果,同时对肌力有着较小的影响。因此,本课题组推荐使用 0.25%浓度罗哌卡因用于 ACB+LFCN 在 TKA 术后的镇痛,它可以达到较为完善的镇痛效果,同时保留较多肌力来进行快速康复锻炼,这在临床中有着重要意义,确保使用适当浓度的局部麻醉药来保持最大的临床疗效,降低使用高浓度罗哌卡因存在的潜在风险。

本研究有几个不足之处,首先,由于本项目的样本数量比较少,需要进一步开展多中心,大样本量的随机对照临床试验。其次,本研究使用的罗哌卡因的体积为 20 mL,在既往关于罗哌卡因诱导的 ACB 研究中,大多数研究者使用的体积为 20 mL<sup>[9-12]</sup>,浓度为 0.2%~0.5%。WANG 等<sup>[13]</sup>最新研究表明,ACB 阻滞的最小有效体积为 18.90 mL,罗哌卡因浓度低于 0.275%,麻醉医生可适当增加体积,因此,本研究所使用的体积应该是研究人员所认可的。而 GOVIL 等<sup>[14]</sup>研究显示,10 mL 0.5%罗哌卡因在提供术后镇痛和保留股四头肌肌力方面不劣于 20 mL 0.5%罗哌卡因。所以本研究结果是否适用于其他体积的罗哌卡因还有待进一步探索与研究。

### 参考文献

[1] ASO K,IZUMI M,SUGIMURA N,et al. Addi-

- tional benefit of local infiltration of analgesia to femoral nerve block in total knee arthroplasty: double-blind randomized control study[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2019, 27(7): 2368-2374.
- [2] KAMPITAK W, TANAVALLEE A. Response to letter to the editor on “opioid-sparing analgesia and enhanced recovery after total knee arthroplasty using combined triple nerve blocks with local infiltration analgesia”[J]. *J Arthroplasty*, 2019, 34(6): 1297-1298.
- [3] LI D, ALQWBANI M, WANG Q, et al. Ultrasound-guided adductor canal block combined with lateral femoral cutaneous nerve block for postoperative analgesia following total knee arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized controlled study[J]. *Int Orthop*, 2021, 45(6): 1421-1429.
- [4] LAIGAARD J, PEDERSEN C, RØNSBO T N, et al. Minimal clinically important differences in randomised clinical trials on pain management after total hip and knee arthroplasty: a systematic review [J]. *Br J Anaesth*, 2021, 126(5): 1029-1037.
- [5] LI D, ZHAO J, YANG Z, et al. Multiple low doses of intravenous corticosteroids to improve early rehabilitation in total knee arthroplasty: a randomized clinical trial[J]. *J Knee Surg*, 2019, 32(2): 171-179.
- [6] LI D, ALQWBANI M, WANG Q, et al. Efficacy of adductor canal block combined with additional analgesic methods for postoperative analgesia in total knee arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized controlled study[J]. *J Arthroplasty*, 2020, 35(12): 3554-3562.
- [7] WANG Q, HU J, CAI L, et al. Minimum effective concentration of ropivacaine for ultrasound-guided adductor canal + IPACK block in total knee arthroplasty [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2022, 30(2): 10225536221122339.
- [8] 冯涛, 叶俊杰, 王岳桂, 等. 收肌管阻滞术罗哌卡因浓度与维持膝关节术后功能锻炼肌力的关系 [J]. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2021, 35(12): 1290-1293.
- [9] MOU P, WANG D, TANG X M, et al. Adductor canal block combined with IPACK block for postoperative analgesia and function recovery following total knee arthroplasty: a prospective, double-blind, randomized controlled study [J]. *J Arthroplasty*, 2022, 37(2): 259-266.
- [10] TAK R, GURAVA REDDY A V, JHAKOTIA K, et al. Continuous adductor canal block is superior to adductor canal block alone or adductor canal block combined with IPACK block (interspace between the popliteal artery and the posterior capsule of knee) in postoperative analgesia and ambulation following total knee arthroplasty: randomized control trial [J]. *Musculoskelet Surg*, 2022, 106(2): 155-162.
- [11] 王秋入, 胡建, 蔡李骏, 等. 超声引导下囊周神经群阻滞与局部浸润镇痛用于全髋关节置换术后镇痛效果比较的前瞻性随机对照研究 [J]. *中国骨与关节杂志*, 2023, 12(2): 110-115.
- [12] ARUMUGAM P, RAVI S, LN S, et al. Evaluation of analgesic efficacy of ultrasound-guided adductor canal block with 20 mL of 0.5% ropivacaine in patients undergoing knee surgeries-a randomized control trial [J]. *Asian J Anesthesiol*, 2022, 60(4): 123-130.
- [13] WANG Q, MA T, HU J, et al. Minimum effective volume of ropivacaine for ultrasound-guided adductor canal + IPACK block in total knee arthroplasty: a double-blind, randomized dose-finding trial [J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2023, 31(1): 10225536231161873.
- [14] GOVIL N, TRIPATHI M, GOYAL T, et al. Comparison of two different volumes of 0.5% ropivacaine used in ultrasound-guided adductor canal block after knee arthroplasty: a randomized, blinded, controlled noninferiority trial [J]. *J Anaesthesiol Clin Pharmacol*, 2022, 38(1): 84-90.

(收稿日期: 2024-03-16 修回日期: 2024-08-30)

(编辑: 管佩钰)