

# 罗哌卡因胸横肌平面阻滞联合胸肋间筋膜阻滞在正中胸骨切开术镇痛中的临床研究<sup>Δ</sup>

何祥麟<sup>1\*</sup>, 朱贤林<sup>2#</sup>, 杨 敏<sup>2</sup>, 崔芝红<sup>2</sup> (1. 湖北医药学院研究生院, 湖北 十堰 442000; 2. 恩施土家族苗族自治州中心医院麻醉科, 湖北 恩施 445000)

中图分类号 R971+2 文献标志码 A 文章编号 1001-0408(2026)19-2556-04  
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2026.19.12



**摘要** 目的 探讨罗哌卡因胸横肌平面阻滞联合胸肋间筋膜阻滞用于正中胸骨切开术镇痛的效果及安全性。方法 将2025年12月—2026年4月于恩施土家族苗族自治州中心医院行正中胸骨切开术的患者70例,随机分为胸横肌平面阻滞(T)组与胸横肌平面阻滞联合胸肋间筋膜阻滞(TP)组,每组35例。两组患者均使用0.3%罗哌卡因40 mL,分别在超声引导下行双侧胸横肌平面阻滞或双侧胸横肌平面阻滞+胸肋间筋膜阻滞。比较两组患者术后48 h内舒芬太尼总用量、镇痛指标(术中舒芬太尼总用量、首次按压镇痛泵时间、镇痛泵有效按压次数)、康复指标(术后拔管时间、ICU滞留时间、首次排气时间、术后引流管拔除时间、总住院天数)、循环指标(不同时间点的心率和平均动脉压)、术后疼痛评分[不同时间点的静息和运动视觉模拟评分量表(VAS)评分]和不良反应(恶心呕吐、CO<sub>2</sub>蓄积、谵妄、呼吸道感染)发生率。结果 两组各有1例患者退出研究。TP组患者术后48 h内舒芬太尼总用量、所有镇痛指标和康复指标水平以及静息和运动VAS评分均显著优于T组( $P<0.05$ );两组患者循环指标水平及大部分不良反应发生率比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),但TP组患者术后CO<sub>2</sub>蓄积发生率显著低于T组( $P<0.05$ )。结论 与单纯胸横肌平面阻滞相比,罗哌卡因用于胸横肌平面阻滞联合胸肋间筋膜阻滞可为行正中胸骨切开术的患者提供有效的镇痛效果,促进患者早期康复,且安全性良好。

**关键词** 罗哌卡因;正中胸骨切开术;胸横肌平面阻滞;胸肋间筋膜阻滞;联合阻滞;镇痛

## A clinical study of ropivacaine in transversus thoracis muscle plane block combined with pecto-intercostal fascial plane block for analgesia in median sternotomy

HE Xianglin<sup>1</sup>, ZHU Xianlin<sup>2</sup>, YANG Min<sup>2</sup>, CUI Zhihong<sup>2</sup> (1. Graduate School of Hubei University of Medicine, Hubei Shiyan 442000, China; 2. Dept. of Anesthesiology, Central Hospital of Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture, Hubei Enshi 445000, China)

**ABSTRACT** **OBJECTIVE** To investigate the efficacy and safety of ropivacaine in transversus thoracis muscle plane block (TTMP) combined with pecto-intercostal fascial plane block (PIFB) for postoperative analgesia in median sternotomy. **METHODS** A total of 70 patients who underwent median sternotomy at the Central Hospital of Enshi Tujia and Miao Autonomous Prefecture, from December 2025 to April 2026 were enrolled and randomly divided into the TTMP group (group T,  $n=35$ ) and the TTMP combined with PIFB group (group TP,  $n=35$ ). Both groups received 40 mL of 0.3% ropivacaine under ultrasound guidance. group TP received bilateral TTMP combined with PIFB, while group T received bilateral TTMP alone. The total consumption of sufentanil within 48 hours postoperatively, analgesic indicators (intraoperative total sufentanil consumption, time to first patient-controlled analgesia pump press, number of effective analgesia pump presses), recovery indicators (postoperative extubation time, length of ICU stay, time to first flatus, time to postoperative drainage tube removal, total length of hospital stay), circulatory indicators (heart rate and mean arterial pressure at different time points), postoperative pain scores [Visual Analog Scale (VAS) scores at rest and during movement at different time points], and the incidence of adverse reactions (nausea and vomiting, CO<sub>2</sub> retention, delirium, respiratory tract infection) were compared between the two groups. **RESULTS** One patient in each group withdrew from the study. The total consumption of sufentanil within 48 hours postoperatively, all analgesic indicators, all recovery indicators, and VAS scores at rest and during movement in group TP were significantly better than those in group T ( $P<0.05$ ). There were no statistically significant differences in circulatory indicators or the incidence of most adverse reactions between the two groups ( $P>0.05$ ), but the incidence of postoperative CO<sub>2</sub> retention in group TP was significantly lower than that in group T ( $P<0.05$ ). **CONCLUSIONS** Compared with TTMP alone, ropivacaine in TTMP combined with PIFB provides effective analgesia, promotes

early recovery, and has good safety in patients undergoing median sternotomy.

**KEYWORDS** ropivacaine; median sternotomy; transversus thoracis muscle plane block; pecto-intercostal fascial plane block; combined block; analgesia

<sup>Δ</sup>基金项目 恩施州科技计划项目(No.D20220050)

\* 第一作者 住院医师,硕士研究生。研究方向:麻醉与神经保护。

E-mail:1143024268@qq.com

# 通信作者 主任医师,硕士生导师,博士。研究方向:麻醉与神经保护。E-mail:343205560@qq.com

开胸手术是术后疼痛最剧烈的手术类型之一,术后急性疼痛往往控制不佳,而正中胸骨切开是疼痛的主要来源<sup>[1]</sup>。既往研究显示,正中胸骨切开术后视觉模拟评分量表(Visual Analogue Scale, VAS)评分高达5.3~6.5分<sup>[2]</sup>。疼痛控制不佳可激活交感神经系统、增加应激反应,导致心肌缺血、心律失常、高凝状态等术后并发症<sup>[3-4]</sup>。如何有效缓解正中胸骨切开术患者的术后疼痛、加速其康复进程,已成为临床医师重点关注的问题。

罗哌卡因是一种中长效酰胺类局麻药,因毒性低、效果确切,被广泛用于开胸手术神经阻滞镇痛<sup>[5]</sup>。研究表明,罗哌卡因用于胸部神经阻滞,包括胸横肌平面阻滞(transversus thoracis muscle plane block, TTMP)或肋间筋膜阻滞(pecto-intercostal fascial block, PIFB)均具有良好的镇痛效果,且安全性较高<sup>[6]</sup>。但罗哌卡因单独用于TTMP或PIFB仍有一定的不足,其有效镇痛时间偏短(约3~6 h),术后仍然需要补充较高剂量阿片类药物<sup>[7]</sup>。人尸体解剖研究发现,TTMP主要覆盖T2~T6肋间神经前支<sup>[8]</sup>;PIFB的动物尸体解剖研究发现,将染料注射于T4~T5肋间后,T3~T8肋间神经腹侧支均可观察到不同程度染色<sup>[9]</sup>。这提示TTMP+PIFB的阻滞作用可能覆盖T2~T8肋间神经支配区,比二者单独阻滞的区域更为广泛。因此,本研究探讨在罗哌卡因总用量不变的情况下,针对正中胸骨切开术患者,行双侧TTMP+PIFB阻滞较TTMP单独阻滞能否获得更好的镇痛效果,以期为临床用药提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 基线资料

将2025年12月—2026年4月于恩施土家族苗族自治州中心医院(以下简称“我院”)行正中胸骨切开术的患者70例,根据随机数字表法分为TTMP组(T组)与TTMP+PIFB组(TP组),每组35例。本研究获得我院生物医学研究伦理委员会审查批准(意见号:2025-164-01),所有患者均签署知情同意书。

### 1.2 样本量计算

采用PASS 15.0软件计算样本量。根据预试验(每组纳入5例患者)结果,两组患者术后舒芬太尼总用量均值分别为116、110  $\mu\text{g}$ ,标准差分别为7.48、6.57  $\mu\text{g}$ , I型误差 $\alpha=0.05$ , II型误差 $\beta=0.10$ ,计算得每组需要30例患者;考虑10%的脱落率,最终每组纳入35例患者。

### 1.3 纳入、排除及剔除标准

本研究的纳入标准为:(1)择期行心脏瓣膜置换手术的患者;(2)年龄18~65岁;(3)美国麻醉医师协会(American Society of Anesthesiologists, ASA)麻醉分级为I~III级;(4)体重指数(body mass index, BMI)为18~28  $\text{kg}/\text{m}^2$ ;(5)纽约心脏病协会心功能分级为I~III级。本研究的排除标准为:(1)合并严重神经、精神疾病,无法正常沟通者;(2)术前肝、肾功能严重损伤者;

(3)胸部畸形或有神经阻滞穿刺禁忌者;(4)对局麻药过敏者。本研究的剔除标准为:(1)二次开胸手术者;(2)术后不能自控镇痛者;(3)本人或家属主动撤回知情同意书者;(4)术后死亡者。

### 1.4 麻醉方法

采用信封隐藏法施盲:患者入室后由不参与研究的麻醉医生拆除信封确认相应的神经阻滞方式,操作期间所有研究人员均离场。常规监测患者心电图、脉氧饱和度、有创动脉血压。所有患者麻醉诱导和维持方案一致,全麻诱导完成后行气管插管,手术开始前实施神经阻滞镇痛。采用平面内进针方法,将超声探头定位于患者胸骨T4~T5肋间隙,待超声图像清晰显影后,对对照组患者,将0.3%盐酸罗哌卡因注射液(江苏恒瑞医药股份有限公司,国药准字H20060137,规格为10 mL:100 mg)40 mL注入肋间内肌与胸横肌间隙(双侧注射,每侧20 mL);对试验组患者,将0.3%罗哌卡因40 mL分别注入肋间内肌至胸横肌间隙(双侧共20 mL)、肋间外肌与胸大肌之间(双侧共20 mL)。所有操作均由同一位高年资临床医生完成。

术后采用患者自控静脉镇痛(patient controlled intravenous analgesia, PCIA),其药物配方为:枸橼酸舒芬太尼注射液[宜昌人福药业有限责任公司,国药准字H20054171,规格为1 mL:50  $\mu\text{g}$ (按 $\text{C}_{22}\text{H}_{30}\text{N}_2\text{O}_2\text{S}$ 计)]150  $\mu\text{g}$ +注射用盐酸托烷司琼[海南灵康制药有限公司,国药准字H20060287,规格为5 mg(按 $\text{C}_{17}\text{H}_{20}\text{N}_2\text{O}_2$ 计)]15 mg(以生理盐水稀释至150 mL),背景剂量设为2 mL/h,单次追加剂量为2 mL/次,锁定时间为15 min。

### 1.5 观察指标

主要观察指标为:患者术后48 h内舒芬太尼总用量。

次要观察指标包括:(1)镇痛指标——患者术中舒芬太尼总用量、首次按压镇痛泵时间、镇痛泵有效按压次数;(2)康复指标——患者术后拔管时间、ICU滞留时间、首次排气时间、术后引流管拔除时间、总住院天数;(3)循环指标——患者麻醉诱导前( $T_0$ )、劈开胸骨前( $T_1$ )、劈开胸骨即刻( $T_2$ )、置入胸骨撑开器时( $T_3$ )、体外循环开始前( $T_4$ )、心脏复跳后5 min( $T_5$ )、术毕( $T_6$ )各时间点的心率(heart rate, HR)和平均动脉压(mean arterial pressure, MAP);(4)术后疼痛评分——患者气管导管拔出后2、4、6、12、24、48 h时的静息和运动VAS评分;(5)不良反应——术后恶心呕吐、 $\text{CO}_2$ 蓄积、谵妄、呼吸道感染的发生情况,计算不良反应发生率(不良反应发生率=不良反应发生例数/总例数 $\times 100\%$ )。

### 1.6 统计学方法

应用SPSS 25.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 $t$ 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用

Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以例数和百分比(%)表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验或Fisher精确检验(任意理论频数<5)。重复测量数据采用重复测量方差分析,组内多个时间点比较采用单因素方差分析。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 两组患者基线资料的比较

TP组有1例患者因术后死亡被剔除,T组有1例患者因术后二次开胸被剔除。最终纳入数据分析的受试者共68例,每组34例。两组患者在年龄、性别、BMI、ASA分级、术式、体外循环(cardiopulmonary bypass, CPB)时间、手术时间方面进行比较,差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表1。

表1 两组患者基线资料的比较结果

| 指标                                                                       | T组( <i>n</i> =34)     | TP组( <i>n</i> =34)    | <i>t</i> / $\chi^2$ / <i>Z</i> | <i>P</i> |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|
| 年龄[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/岁      | 58.00(52.75,61.00)    | 57.00(51.75,61.25)    | -0.523                         | 0.601    |
| 性别(男/女)/例                                                                | 16/18                 | 18/16                 | 0.232                          | 0.628    |
| BMI( $\bar{x}\pm s$ )/(kg/m <sup>2</sup> )                               | 21.00±3.12            | 21.16±2.49            | 0.871                          | 0.387    |
| ASA分级(Ⅱ/Ⅲ)/例                                                             | 6/28                  | 5/29                  | 0.771                          | 0.380    |
| 术式(单瓣膜/多瓣膜/瓣膜+成形)/例                                                      | 10/13/11              | 11/12/11              | 0.080                          | 0.950    |
| CPB时间[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/min | 96.00(80.00,105.50)   | 91.00(78.75,104.50)   | -0.670                         | 0.500    |
| 手术时间[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/min  | 214.00(185.00,236.25) | 197.00(180.00,235.00) | -0.934                         | 0.350    |

2.2 两组患者镇痛与康复指标的比较

T组患者术后48 h内舒芬太尼总用量、术中舒芬太尼总用量、术后拔管时间、首次排气时间、镇痛泵有效按压次数、ICU滞留时间、总住院天数、术后引流管拔出时间均显著高/长/多于TP组( $P<0.05$ ),首次按压镇痛泵时间显著短于TP组( $P<0.05$ ),见表2。

表2 两组患者镇痛与康复指标的比较结果

| 指标                                                                         | T组( <i>n</i> =34)  | TP组( <i>n</i> =34) | <i>t</i> / <i>Z</i> | <i>P</i> |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|
| 术后48 h内舒芬太尼总用量( $\bar{x}\pm s$ )/μg                                        | 120.88±2.52        | 108.12±2.46        | 21.140              | <0.001   |
| 术中舒芬太尼总用量( $\bar{x}\pm s$ )/μg                                             | 311.68±26.16       | 297.65±21.53       | 2.414               | 0.019    |
| 术后拔管时间( $\bar{x}\pm s$ )/h                                                 | 5.95±0.84          | 4.68±0.53          | 7.427               | <0.001   |
| 首次按压镇痛泵时间( $\bar{x}\pm s$ )/h                                              | 4.06±1.23          | 7.44±1.26          | -11.190             | 0.001    |
| 首次排气时间( $\bar{x}\pm s$ )/h                                                 | 25.88±3.17         | 22.97±2.61         | 4.133               | <0.001   |
| 镇痛泵有效按压次数( $\bar{x}\pm s$ )/次                                              | 12.44±1.26         | 6.06±1.23          | 21.140              | <0.001   |
| ICU滞留时间[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/h   | 48.50(45.00,54.00) | 45.00(42.60,48.00) | -3.191              | 0.001    |
| 总住院天数[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/d     | 10(10,11)          | 9(9,10)            | -3.333              | 0.001    |
| 术后引流管拔出时间[ <i>M</i> ( <i>P</i> <sub>25</sub> , <i>P</i> <sub>75</sub> )]/h | 40.00(35.60,42.30) | 35.00(32.00,38.30) | -3.284              | 0.001    |

2.3 两组患者各观察时间点循环指标的比较

两组患者的HR在组内不同时间点的变化差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),但组间比较的差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),且分组与时间无交互效应( $P>0.05$ );两组患者的MAP在组内不同时间点的变化差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),但组间比较的差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),且分组与时间无交互效应( $P>0.05$ ),见表3。

2.4 两组患者术后各观察时间点疼痛评分的比较

T组患者术后各观察时间点的静息、运动VAS评分均显著高于TP组( $P<0.05$ ),见表4。

表3 两组患者各观察时间点循环指标的比较结果( $\bar{x}\pm s$ ,*n*=34)

| 指标         | 组别/统计量                | T <sub>0</sub>                                                                                                                                  | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>4</sub> | T <sub>5</sub> | T <sub>6</sub> |
|------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| HR/(次/min) | T组                    | 81.4±17.4                                                                                                                                       | 79.1±17.7      | 70.4±19.0      | 76.1±17.5      | 78.4±15.7      | 85.1±12.6      | 94.4±15.5      |
|            | TP组                   | 92.1±16.0                                                                                                                                       | 86.3±15.5      | 79.2±14.2      | 80.7±14.4      | 82.6±13.1      | 84.3±12.0      | 96.6±11.2      |
|            | <i>F</i> 及 <i>P</i> 值 | <i>F</i> <sub>组内</sub> =27.878, <i>P</i> <0.001; <i>F</i> <sub>组间</sub> =3.080, <i>P</i> =0.084; <i>F</i> <sub>交互</sub> =0.914, <i>P</i> =0.150 |                |                |                |                |                |                |
| MAP/mmHg   | T组                    | 91.6±12.5                                                                                                                                       | 81.7±7.1       | 80.0±9.8       | 84.7±10.5      | 85.5±10.4      | 72.7±7.3       | 78.7±8.5       |
|            | TP组                   | 90.9±11.6                                                                                                                                       | 82.0±8.5       | 77.6±7.3       | 80.7±7.4       | 80.3±7.0       | 72.0±4.0       | 80.76±7.5      |
|            | <i>F</i> 及 <i>P</i> 值 | <i>F</i> <sub>组内</sub> =46.746, <i>P</i> <0.001; <i>F</i> <sub>组间</sub> =0.992, <i>P</i> =0.323; <i>F</i> <sub>交互</sub> =2.387, <i>P</i> =0.052 |                |                |                |                |                |                |

注:1 mmHg≈0.133 kPa。

表4 两组患者术后各观察时间点疼痛评分的比较结果( $\bar{x}\pm s$ ,*n*=34,分)

| 指标      | 术后时间点 | T组        | TP组       | <i>t</i> | <i>P</i> |
|---------|-------|-----------|-----------|----------|----------|
| 静息VAS评分 | 2 h   | 2.43±0.24 | 2.07±0.20 | 7.024    | <0.001   |
|         | 4 h   | 2.64±0.23 | 2.28±0.24 | 6.624    | <0.001   |
|         | 6 h   | 2.79±0.22 | 2.37±0.15 | 9.791    | <0.001   |
|         | 12 h  | 2.57±0.19 | 2.25±0.23 | 6.262    | <0.001   |
|         | 24 h  | 2.38±0.19 | 2.05±0.25 | 6.351    | <0.001   |
|         | 48 h  | 2.18±0.20 | 1.76±0.30 | 7.002    | <0.001   |
| 运动VAS评分 | 2 h   | 2.72±0.22 | 2.36±0.21 | 6.980    | <0.001   |
|         | 4 h   | 3.00±0.24 | 2.57±0.26 | 7.100    | <0.001   |
|         | 6 h   | 3.16±0.29 | 2.63±0.19 | 8.881    | <0.001   |
|         | 12 h  | 2.81±0.22 | 2.49±0.24 | 5.732    | <0.001   |
|         | 24 h  | 2.60±0.21 | 2.25±0.23 | 6.370    | <0.001   |
|         | 48 h  | 2.38±0.19 | 1.99±0.30 | 6.410    | <0.001   |

2.5 两组患者不良反应的比较

T组患者术后CO<sub>2</sub>蓄积的发生率显著高于TP组( $P<0.05$ );两组患者术后恶心呕吐、谵妄、呼吸道感染等不良反应发生率比较的差异均无统计学意义( $P>0.05$ ),见表5。

表5 两组患者不良反应的比较结果[*n*=34,例(%)]

| 不良反应               | T组       | TP组     | <i>P</i> (Fisher精确检验) |
|--------------------|----------|---------|-----------------------|
| 恶心呕吐               | 6(17.65) | 2(5.88) | 0.259                 |
| CO <sub>2</sub> 蓄积 | 7(20.59) | 0(0)    | 0.011                 |
| 谵妄                 | 3(8.82)  | 2(5.88) | 0.500                 |
| 呼吸道感染              | 1(2.94)  | 0(0)    | 1.000                 |

3 讨论

优化围手术期镇痛是实现正中胸骨切开术加速康复的必要环节之一。正中胸骨切开术涉及胸骨正中劈开、体外循环插管及胸管留置等操作,术后常伴随剧烈疼痛,若疼痛控制不佳可导致心肌氧耗增加、肺部并发症风险上升、术后认知功能障碍,甚至使急性疼痛转为慢性疼痛<sup>[10-11]</sup>。本研究结果显示,与T组相比,TP组患者术后48 h内舒芬太尼总用量显著减少,术后各时间点的静息与运动VAS评分均显著下降,且术后拔管时间和ICU滞留时间均显著缩短。这表明罗哌卡因用于TTMP联合PIFB,可为正中胸骨切开术患者提供更有效的镇痛,并促进患者早期康复。

区域神经阻滞技术在正中胸骨切开术镇痛中日益受到重视。相较于椎旁阻滞与胸段硬膜外镇痛,TTMP与PIFB因具有操作相对简便、远离椎管、可避免凝血功能相关并发症等优势,逐渐成为正中胸骨切开术镇痛的

重要方法<sup>[12-13]</sup>。TTMP由Ueshima于2015年首次报道。研究表明,在T4~T5肋间穿刺时,TTMP可阻滞T2~T6肋间神经前支,为行正中胸骨切开术的患者提供良好的镇痛效果<sup>[14]</sup>。PIFB于2014年由Torre首次提出,用于乳腺手术<sup>[15]</sup>;后续研究发现,PIFB同样在正中胸骨切开术中展现出良好的镇痛效果<sup>[16]</sup>。本研究结果表明,TP组与T组相比,各项镇痛与康复指标更具优势,提示TTMP与PIFB联合应用可能通过覆盖更广泛的肋间神经阻滞范围,实现更完善的镇痛效果,这与神经分布的解剖学特点相吻合。

良好的镇痛效果有助于减少术后应激反应,促进患者早日恢复自主呼吸、胃肠功能及整体活动能力。本研究中,TP组患者的总住院天数、首次排气时间、术后引流管拔出时间等均显著短于T组,且两组患者的HR、MAP及术后大多数不良反应发生率均无明显差异,表明TTMP联合PIFB在有效镇痛的同时还具有良好的安全性。另外,TP组患者术后CO<sub>2</sub>蓄积发生率显著低于T组,这可能与联合阻滞镇痛效果更佳、患者呼吸功能恢复更早有关。

综上所述,与单纯TTMP相比,罗哌卡因TTMP联合PIFB在正中胸骨切开术镇痛中具有较高的应用价值,有利于患者术后恢复,且安全性较好。但本研究属于单中心、小样本研究,且药物阻滞扩散范围未经过影像学或染料追踪技术验证,因此未来还需进一步扩大样本量并开展多中心研究,并设置单用PIFB组,以进一步验证该镇痛策略的疗效与安全性。此外,也不应忽视联合阻滞可能带来的额外风险,如局麻药中毒、血管损伤、气胸及穿刺部位感染等,临床应用中需严格掌握操作规范并加强监测。

**利益冲突** 本文所有作者声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] Matute-Jiménez P, Roca-Obrador J, Valero-Castell R, et al. Pain locations in the postoperative period after cardiac surgery: chronology of pain and response to treatment [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31: S45-S46.
- [2] Milgrom L B, Brooks J A, Qi R, et al. Pain levels experienced with activities after cardiac surgery[J]. *Am J Crit Care*, 2004, 13(2): 116-125.
- [3] Gosselt A N, Slooter A J, Boere P R, et al. Risk factors for delirium after on-pump cardiac surgery: a systematic review[J]. *Crit Care*, 2015, 19(1): 346.
- [4] Li W F, Jiao C L, Lai D X, et al. Papaverine perfusion via the aortic root before heart re-beating alleviates myocardial injury after heart valve replacement[J]. *Arch Med Res*, 2021, 52(4): 405-413.
- [5] Butiulca M, Farczadi L, Vari C E, et al. The study of ropivacaine pharmacokinetics in a clinical setting: a critical scoping review from the perspective of analytical method-

- ologies[J]. *Int J Mol Sci*, 2024, 25(24): 13487.
- [6] Vanjare H, Deshmukh C P, Barasker S K, et al. Comparative analysis of ultrasound-guided pain management approaches for sternotomy in cardiac surgeries-transversus thoracic muscle plane block vs pecto-intercostal fascial block[J]. *Ochsner J*, 2025, 25(1): 11-16.
- [7] Kaya C, Dost B, Dokmeci O, et al. Comparison of ultrasound-guided pecto-intercostal fascial block and transversus thoracic muscle plane block for acute poststernotomy pain management after cardiac surgery: a prospective, randomized, double-blind pilot study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2022, 36(8 Pt A): 2313-2321.
- [8] Fujii S, Vissa D, Ganapathy S, et al. Transversus thoracic muscle plane block on a cadaver with history of coronary artery bypass grafting[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2017, 42(4): 535-537.
- [9] Escalante G C, Ferreira T H, Hershberger-Braker K L, et al. Evaluation of ultrasound-guided pecto-intercostal block in canine cadavers[J]. *Vet Anaesth Analg*, 2022, 49(2): 182-188.
- [10] Gerstein N S, Panikkath P V, Mirrakhimov A E, et al. Cardiopulmonary bypass emergencies and intraoperative issues[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2022, 36(12): 4505-4522.
- [11] Gilbey T, Milne B, de Somer F, et al. Neurologic complications after cardiopulmonary bypass: a narrative review [J]. *Perfusion*, 2023, 38(8): 1545-1559.
- [12] Aydin M E, Ahiskalioglu A, Ates I, et al. Efficacy of ultrasound-guided transversus thoracic muscle plane block on postoperative opioid consumption after cardiac surgery: a prospective, randomized, double-blind study[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2020, 34(11): 2996-3003.
- [13] Zhao Y F, He D H, Zhou W Q, et al. Effects of continuous pecto-intercostal fascial block for management of poststernotomy pain in patients undergoing cardiac surgery: a randomized controlled trial[J]. *Int J Surg*, 2025, 111(2): 2037-2045.
- [14] Ueshima H, Kitamura A. Blocking of multiple anterior branches of intercostal nerves (Th2-6) using a transversus thoracic muscle plane block[J]. *Reg Anesth Pain Med*, 2015, 40(4): 388.
- [15] de la Torre P A, García P D, Alvarez S L, et al. A novel ultrasound-guided block: a promising alternative for breast analgesia[J]. *Aesthet Surg J*, 2014, 34(1): 198-200.
- [16] Keshwani M, Dey S, Arora P, et al. A randomized trial to compare the analgesic effect of pecto-intercostal fascial plane block with erector spinae plane block after mid-sternotomy incision for cardiac surgery[J]. *Kardiochirurgia Pol*, 2023, 20(3): 167-172.

(收稿日期:2026-04-08 修回日期:2026-08-23)

(本文责编:胡晓霖)