

· 综述 ·

心脏外科手术围手术期镇痛的应用进展

潘鹏 李文志

哈尔滨医科大学附属第二医院麻醉科 150086

通信作者:李文志, Email: weizhili9@126.com

【摘要】 心脏外科手术步骤繁多,术后疼痛类型多样,完善的围手术期镇痛对于早期康复及舒适化医疗十分重要。文章通过综述近年文献,总结心脏外科手术疼痛特点及围手术期镇痛管理手段,并重点综述近年来超声引导下的区域阻滞的特点及应用,旨在为心脏外科手术围手术期镇痛提供支持,以实现多模式精准镇痛,达到术后早期康复和舒适化医疗。

【关键词】 心脏外科手术; 围手术期; 镇痛; 区域阻滞

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.08.017

Perioperative analgesia in cardiac surgery

Pan Peng, Li Wenzhi

Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin 150086, China

Corresponding author: Li Wenzhi, Email: wenzhili9@126.com

【Abstract】 Appropriate pain management is important for early recovery and comfort medicine as cardiac surgery refers to a great variety of procedures and different types of postoperative pain. This review summarized the characteristics of cardiac surgery related postoperative pain and the pain management strategies and focused on ultrasound guided regional analgesia. The review supported multimodal analgesia in clinical practice to achieve the early recovery and comfort medicine after cardiac surgery.

【Key words】 Cardiac surgery; Perioperative; Analgesia; Regional analgesia

DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4378.2019.08.017

心脏外科手术经典入路为正中胸骨劈开,但由于骨质破坏、胸骨撑开器使用等,患者术后应激反应明显,恢复较慢。而微创心脏外科手术,虽然具有创伤小、恢复快、不破坏胸骨正常解剖结构等特点,但由于切口入路附近神经丰富,患者术后疼痛并未减轻,反而因“微创”概念的混淆,术后镇痛未得到足够重视,导致患者可能遭受更明显的疼痛折磨。反之,完善的围手术期镇痛将有助于术后早期拔管,早期下床活动,促进肺功能恢复,缩短住院时间,提升术后恢复质量,减少围手术期相关不良事件的发生。因此,本文将针对心脏外科手术术后疼痛的特点及相关镇痛方式进行综述。

1 心脏外科手术术后疼痛特点

心脏外科手术术后急性疼痛主要源于手术切割、组织收缩及外科缝合导致的炎症介质释放。术后疼痛主要发生在手术后(post-operative day, POD)第1天(POD1)及手术后第2天(POD2),至手术后

第3天(POD3)疼痛逐渐减轻。其程度与手术时程相关,短时程手术术后疼痛主要是切口疼痛及胸部不适;随手术时程延长,术后可能出现骨关节疼痛。

术后急性疼痛可以增加耗氧量,导致血流动力学紊乱,限制咳嗽、咳痰能力,增加肺部感染概率;同时不良的主观体验还将导致睡眠剥夺、焦虑或抑郁,增加术后精神异常发生率。若急性疼痛处理不及时或镇痛不充分,部分将进展为棘手的慢性疼痛(总体发生率为21%~55%)。虽然慢性疼痛的风险因素包括急诊手术、大手术、长时程手术等(表1),但主要还是因急性疼痛未得到良好控制。研究发现,与术后轻度疼痛患者相比,重度疼痛患者发展为慢性疼痛的概率高达3.5倍;与镇痛完善患者相比,术后紧张焦虑患者发展为慢性疼痛概率为2倍^[1]。相对于仅经历急性疼痛患者,慢性疼痛患者术后精神生理状态受影响明显,生活质量下降,导致国家医疗支出增加。

心脏外科手术术后疼痛主要涉及以下类型:①

内脏疼痛,多数源自冠状血管痉挛硬化及急性镇痛不完善导致的心肌缺血性疼痛;②肌肉骨骼性疼痛,术后持续性疼痛多为肌肉骨骼性疼痛,即心肌筋膜结构、肋骨、肌腱及韧带的手术创伤所致;③神经性疼痛,主要表现为神经损伤导致的烧灼感或刺痛,夜间及受到牵张时明显。神经性疼痛可以在术后立即出现或者术后数周或数月后出现,主要表现为受损神经末梢的再生长,或者瘢痕组织包绕挤压神经末梢,甚至是神经瘤的形成。这种疼痛往往难以治愈,需要长期的药物治疗^[2]。

另外,心脏外科手术相关的心包切开后综合征(postpericardiotomy syndrome, PPS)也值得注意。其主要发生在术后 1~6 周,表现为:新出现或逐渐加重的胸膜积液,新出现或加重的心包积液,胸膜炎胸痛,无其他原因的发热、胸膜摩擦音或心包摩擦音。治疗多应用激素、非甾体抗炎药物(non-steroidal antiinflammatory drugs, NSAIDs)或可乐定。

2 心脏外科手术围手术期镇痛技术

2.1 系统用药

既往,针对心脏外科手术镇痛方式多选择静脉应用阿片类药物或 NSAIDs。研究发现,应用静脉自控镇痛技术,吗啡可以显著减轻 POD1 疼痛^[3]。但对于瑞芬太尼的研究结果却不一致。有研究认为,瑞芬太尼术中持续输注,由于其疼痛致敏,可以增加术后第 1 个小时阿片类药物的需求量^[4]。但随后研究却未发现该现象^[5]。并且有研究发现在拔除胸腔引流管中,应用瑞芬太尼可以缓解操作疼痛^[6]。应用阿片类镇痛研究涉及的药物还包括舒芬太尼^[7]、二氢吗啡酮^[8]、他喷他多^[9]等,均认为对心脏外科手术术后镇痛有益。应用阿片类药物时,要注意其不良反应,尤其是呼吸抑制作用。因此,其在手术间内拔管(快速通道手术)或术后早期拔管的应用中受到限制。对

应用 NSAIDs 作为心脏外科手术围手术期镇痛的研究相对较少,同时由于心脏外科手术后出血或急性肾衰的发生率较高,NSAIDs 应用存在争议。

2.2 区域麻醉

区域麻醉是指将局部麻醉药物注射在一束神经或神经丛周围(表 2),阻滞神经信号的正常产生和转导,以达到麻醉效果,其可以显著改善围手术期炎症反应,缓解术后急性疼痛,减少阿片类药物应用,防止慢性疼痛的发生^[10]。尤其随着超声技术的发展,区域麻醉实现实时可视化,定位准确,给药位置具体,药物扩散清晰,应用范围越来越广泛。

2.2.1 胸段硬膜外镇痛(thoracic epidural analgesia, TEA)

TEA 因其镇痛效果确切,持续而且稳定,一直被认为是围手术期镇痛的优选。对于冠状动脉旁路移植术患者,应用 TEA 可以改善患者心脏每搏指数及中心静脉氧合^[11-12],降低交感神经活性^[13],缓解儿茶酚胺对心肌的损伤,扩张冠状动脉,提高心肌供氧量,减少室上性心律失常发生^[14]。但是,目前并没有大规模的随机对照试验研究证明其可以降低 ICU 停留时间、总住院时间及改善术后恢复质量。对于术后重要不良事件的影响,目前的研究结果也并不一致。同时,心脏外科手术涉及抗血小板药物、肝素化抗凝、大量失血输血等问题,TEA 的重要并发症也不容忽视[如椎管内血肿(1:3 500)]^[15-16],因此目前并未有关于心脏外科手术患者应用 TEA 的明确的风险-效益比。

2.2.2 椎旁阻滞(paravertebral block, PVB)

PVB 是一种将局部麻醉药注射在椎旁间隙而产生同侧麻醉的一种周围神经阻滞方法,旨在替代椎管内麻醉以避免其引起的呼吸、循环抑制。

尽管 PVB 具有多种入路^[17],但均是将 15~20 ml 局部麻醉药注入椎旁间隙,使注射位置同侧及其附

表 1 心脏外科手术术后疼痛的特点

疼痛类型	疼痛时间	疼痛分布	风险因素
急性疼痛	POD1 及 POD2, 1 周后轻	术后第 1 周,胸部疼痛明显 术后第 1 周后,逐渐转移为肩背部疼痛(取大隐静脉者下肢疼痛也多在 1 周后出现)	年龄<60 岁,女性,术前即并存其他疼痛者,手术时程>2 h
慢性疼痛	>2 个月		急性疼痛镇痛不充分或不及时 手术相关因素:急诊、大手术、手术时程>3 h、ASA 分级Ⅲ级或以上、抑郁、精神疾病易感者、精神压力比较大、女性、教育水平比较低

注:POD1:手术后第 1 天;POD2:手术后第 2 天

表 2 心脏外科手术相关区域麻醉特点

内容	TEA	PVB	PB	ICSB	I 型 PECS	II 型 PECS	SAPB	ESPB
实施时间	术前	术前	术前	术前/术中	术前	术前	术前	术前
穿刺点	T ₁ ~T ₅	胸椎旁间隙 (T ₄ ~T ₅) (左侧入路手术选择左侧 PVB)	胸骨侧边缘 (ICS2~ICS6) 胸腔引流管附近	上位肋骨下缘略向头侧倾斜	胸大肌、胸小肌之间 (ICS2~ICS3 水平)	胸小肌及前锯肌之间, 第 4 肋腋前线水平	腋中线第 4、5 肋骨水平, 前锯肌表面	菱形肌与竖脊肌间隙、竖脊肌深面与横突间隙
目标神经	脊神经根	脊神经根	肋间神经前支	肋间神经	胸内侧神经、胸外侧神经	第 2/3~第 6 肋间神经外侧皮支、肋间臂神经及胸长神经	第 2~第 6 肋间神经外侧皮支、胸长神经及胸背神经分支	脊神经
阻滞范围	双侧 T ₁ ~T ₁₀	单侧 T ₂ ~T ₈	单侧 T ₂ ~T ₆	单侧 肋间平面阻滞	单侧 与是否复合其他阻滞方法及药物浓度剂量相关	单侧 与是否复合其他阻滞方法及药物浓度剂量相关	单侧 T ₂ ~T ₆	单侧 与 PVB 相近
并发症	穿破脊膜、硬膜外血肿、神经损伤、轴索感染、局麻药中毒、全脊髓麻醉	神经损伤、出血、气胸、感染局麻药中毒、椎旁肌肉疼痛	气胸、血胸、感染、局麻药中毒	气胸、感染、腹膜/内脏损伤、局麻药中毒	局麻药中毒、气胸	局麻药中毒、气胸	局麻药中毒、气胸	局麻药中毒

注: TEA: 胸段硬膜外镇痛; PVB: 椎旁阻滞; PB: 胸骨旁阻滞; ICSB: 肋间神经阻滞; PECS: 胸壁神经阻滞; SAPB: 前锯肌平面阻滞; ESPB: 竖脊肌平面阻滞; ICS: 肋间隙; 局麻药: 局部麻醉药

近节段出现明显的体神经及交感神经阻滞, 具有操作简单, 镇痛效果确切, 对呼吸循环影响轻微, 术后肺炎、肺不张等并发症发生率低, 低血压、神经损伤及麻醉后疼痛和椎管内血肿等并发症发生率低的优势。大规模荟萃分析发现, 与 TEA 相比, PVB 可以提供相似的镇痛效果, 而副作用更少, 尤其不易发生硬膜外血肿^[18-19]。值得注意的是, 对于正中胸骨劈开患者, 需要进行双侧 PVB。在一项行胸骨正中劈开及心肺转流的研究中, 通过双侧 PVB 置管, 术中持续输注罗哌卡因及芬太尼至术后, 多数患者在手术室内即完成拔管, 术后疼痛评分仅为 0~1, 也并未发现显著的血流动力学波动。但需警惕双侧 PVB 存在局部麻醉药物中毒的可能性。

2.2.3 胸骨旁/胸横平面阻滞 (parasternal/transversus thoracic plane blocks, PB/TTB)

2015 年 Ueshima 等^[20]首先描述了 TTB, 其主要用于阻滞肋间神经前支, 可以在超声引导下将局部麻醉药物从胸骨旁第 3~4 肋间隙或第 4~5 肋间隙注射到胸横肌上方, 进而阻滞肋间神经前支。研究发现

胸骨劈开患者应用左旋布比卡因/布比卡因行 TTB, 显著降低术后疼痛评分, 并延续至术后 24 h^[21]。对于行正中胸骨劈开者, 诱导后行双侧 TTB (20 ml 0.375% 布比卡因) 显著改善术后镇痛效果^[22]。PB 的目标神经同样是肋间神经前支, 但其多数由外科医师完成。在 2017 年的一项成年人开胸心脏手术的研究中发现, PB 虽未降低术后 ICU 的停留时间, 但是在术后镇痛方面还是具有不可比拟的优势^[23]。由于阻滞部位独特, 对于外伤性胸骨骨折患者, PB 也具有较好的镇痛效能。

2.2.4 肋间神经阻滞 (intercostal blocks, ICSB)

ICSB 广泛地用于胸部、上腹部及胸壁创伤手术的镇痛。由于其对于改善呼吸功能具有一定优势, 更适用于 TEA、PVB 失败或不可行时^[24]。但需注意单根 ICSB 镇痛范围小, 往往需要阻滞多根肋间神经才能达到满意的镇痛效果, 且壁层胸膜不完整时影响药物的局部聚积, 也存在气胸及局部麻醉药中毒的风险。另外, 由于胛骨阻碍了穿刺针到达肋骨, T₇ 及以上平面 ICSB 相对较难。

2.2.5 I 型/II 型胸壁神经阻滞 (pectoral blocks, PECS)

I 型 PECS 将局部麻醉药物注射到胸大肌、胸小肌之间^[2],以阻滞二者之间穿行的胸外侧神经、胸内侧神经,主要适用于胸部创伤、缓解放置心脏起搏器及胸腔引流管等操作疼痛。I 型 PECS 复合 ICSB, 可以实现放置心脏再同步化设备的麻醉^[25]。单纯 I 型 PECS 可能仅阻滞了胸内侧和胸外侧神经胸肌运动的功能,对于感觉阻断效果不明确^[26]。II 型 PECS 是在 I 型 PECS 的基础上提出的,将超声探头放置于锁骨下方,寻找第 3 肋上方的胸小肌与前锯肌,将局部麻醉药物注射到前锯肌、胸小肌之间,以阻滞二者之间穿行的第 2~第 6 肋间神经外侧支、肋间臂神经、胸长神经^[2]。I 型 PECS 与 II 型 PECS 多联合应用于乳房重建手术,而在心脏外科手术中并不能为胸骨劈开提供完善的镇痛,仅用于心脏相关操作入路的局部镇痛,例如经腋动脉的经导管主动脉瓣置换术。

2.2.6 前锯肌平面阻滞 (serratus anterior plane blocks, SAPB)

SAPB 是将探头放置在侧胸壁腋中线位置,进针至前锯肌与肋骨之间,注射局部麻醉药物,目标神经为肋间神经外侧皮支,其阻滞范围与 II 型 PECS 相比,更偏向于后下胸部^[27]。镇痛作用多适用于胸部手术、肋骨骨折、肩部手术。对于心脏外科手术, SAPB 更适用于经心尖入路的心脏相关操作。例如对于肺功能障碍者需行经心间经导管主动脉瓣置换术,若对全身麻醉存在顾虑,则可通过 SAPB 联合镇静药物进行手术操作^[28]。

2.2.7 竖脊肌平面阻滞 (erector spinae plane block, ESPB)

ESPB 为一种新型躯干神经阻滞技术,将局部麻醉药注入菱形肌与竖脊肌间隙或竖脊肌深面与横突间隙,通过扩散入椎旁间隙对脊神经背侧支、腹侧支、交通支均产生麻醉作用,可以用于正中胸骨劈开患者术后镇痛。在正中开胸冠状动脉旁路移植术中,行双侧 ESPB 有助于手术室内拔管^[29]。与 TEA 或 PVB 相比,ESPB 位置表浅,不易发生气胸、血肿及神经损伤,对凝血功能的要求也比较低,且阻滞范围相对广泛,可以自同侧胸骨旁包含至后背中线区域。但是目前研究多为个案或少量病例报告,缺乏大样本的前瞻性随机对照研究。

3 总结

心脏外科手术术后患者疼痛剧烈,持续时间较长,若控制不佳,不仅影响患者术后恢复,还将导致慢性疼痛的发生,增加医疗保障支出。理想的围手术期镇痛方法应具备完善的镇痛,操作简单,精准可控,成功率高,并发症少。应用超声引导后,区域神经阻滞实时可视化,对于目标神经及毗邻结构清晰可见,既能够定点注射,减少药物剂量,又可以防止副损伤。目前,可以根据心外科手术不同的操作特点,联合选择区域阻滞技术,实现心脏外科手术围手术期镇痛的个体化、精准化。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Cogan J. Pain management after cardiac surgery [J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2010, 14(3): 201-204. DOI:10.1177/1089253210378401.
- [2] Mitnacht AJC, Shariat A, Weiner MM, et al. Regional techniques for cardiac and cardiac-related procedures[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 33(2): 532-546. DOI:10.1053/j.jvca.2018.09.017.
- [3] Lakdizaji S, Zamanzadeh V, Zia Totonchi M, et al. Impact of patient-controlled analgesia on pain relief after coronary artery bypass graft surgery: a randomized clinical trial [J]. *J Caring Sci*, 2012, 1(4): 223-229. DOI:10.5681/jcs.2012.031.
- [4] Rauf K, Vohra A, Fernandez-Jimenez P, et al. Remifentanyl infusion in association with fentanyl-propofol anaesthesia in patients undergoing cardiac surgery: effects on morphine requirement and postoperative analgesia [J]. *Br J Anaesth*, 2005, 95(5): 611-615. DOI:10.1093/bja/aei237.
- [5] Florkiewicz P, Musialowicz T, Pitkanen O, et al. The effect of two different doses of remifentanyl on postoperative pain and opioid consumption after cardiac surgery--a randomized controlled trial [J]. *Acta Anaesthesiol Scand*, 2015, 59 (8): 999-1008. DOI:10.1111/aas.12536.
- [6] Casey E, Lane A, Kuriakose D, et al. Bolus remifentanyl for chest drain removal in ICU: a randomized double-blind comparison of three modes of analgesia in post-cardiac surgical patients [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36 (8): 1380-1385. DOI:10.1007/s00134-010-1836-2.
- [7] Fechner J, Ihmsen H, Schüttler J, et al. The impact of intra-operative sufentanil dosing on post-operative pain, hyperalgesia and morphine consumption after cardiac surgery [J]. *Eur J Pain*, 2013, 17(4): 562-570. DOI:10.1002/j.1532-2149.2012.00211.x.
- [8] Jeleazcov C, Ihmsen H, Saari TI, et al. Patient-controlled analgesia with target-controlled infusion of hydromorphone in postoperative pain therapy[J]. *Anesthesiology*, 2016, 124(1): 56-68. DOI:10.1097/ALN.0000000000000937.

- [9] Iyer SK, Mohan G, Ramakrishnan S, et al. Comparison of tapentadol with tramadol for analgesia after cardiac surgery [J]. *Ann Card Anaesth*, 2015, 18(3): 352-360. DOI:10.4103/0971-9784.159805.
- [10] Bigeleisen PE, Goehner N. Novel approaches in pain management in cardiac surgery[J]. *Curr Opin Anaesthesiol*, 2015, 28(1): 89-94. DOI:10.1097/ACO.0000000000000147.
- [11] Nielsen DV, Bhavsar R, Greisen J, et al. High thoracic epidural analgesia in cardiac surgery. Part 2 -high thoracic epidural analgesia does not reduce time in or improve quality of recovery in the intensive care unit [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2012, 26(6): 1048-1054. DOI:10.1053/j.jvca.2012.05.008.
- [12] Jakobsen CJ, Bhavsar R, Nielsen DV, et al. High thoracic epidural analgesia in cardiac surgery. Part 1 -high thoracic epidural analgesia improves cardiac performance in cardiac surgery patients [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2012, 26(6): 1039-1047. DOI:10.1053/j.jvca.2012.05.007.
- [13] Wang X, Chen GY, Yang SS, et al. Effects of high thoracic epidural anesthesia on ischemic cardiomyopathy cardiac function and autonomic neural function[J]. *Genet Mol Res*, 2014, 13(3): 6813-6819. DOI:10.4238/2014.August.29.2.
- [14] Zhang S, Wu X, Guo H, et al. Thoracic epidural anesthesia improves outcomes in patients undergoing cardiac surgery: meta-analysis of randomized controlled trials [J/OL]. *Eur J Med Res*, 2015, 20: 25. DOI:10.1186/s40001-015-0091-y.
- [15] Cassina T. Minimally invasive analgesia after cardiac surgery[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, 34(2): 54-55. DOI:10.1097/EJA.0000000000000557.
- [16] Jakobsen CJ. High thoracic epidural in cardiac anesthesia: a review[J]. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth*, 2015, 19(1): 38-48. DOI:10.1177/1089253214548764.
- [17] Krediet AC, Moayeri N, van Geffen GJ, et al. Different approaches to ultrasound-guided thoracic paravertebral block: an illustrated review[J]. *Anesthesiology*, 2015, 123(2): 459-474. DOI:10.1097/ALN.0000000000000747.
- [18] Yeung JH, Gates S, Naidu BV, et al. Paravertebral block versus thoracic epidural for patients undergoing thoracotomy [J/OL]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2: CD009121. DOI:10.1002/14651858.CD009121.pub2.
- [19] Baidya DK, Khanna P, Maitra S. Analgesic efficacy and safety of thoracic paravertebral and epidural analgesia for thoracic surgery: a systematic review and meta-analysis [J]. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2014, 18(5): 626-635. DOI:10.1093/icvts/ivt551.
- [20] 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. DOI:10.1097/AAP.0000000000000245.
- [21] Kocabas S, Yedincoklu D, Yuksel E, et al. Infiltration of the sternotomy wound and the mediastinal tube sites with 0.25% levobupivacaine as adjunctive treatment for postoperative pain after cardiac surgery[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2008, 25(10): 842-849. DOI:10.1017/S0265021508004614.
- [22] Ueshima H, Hara E, Marui T, et al. The ultrasound-guided transversus thoracic muscle plane block is effective for the median sternotomy [J]. *J Clin Anesth*, 2016, 29: 83. DOI:10.1016/j.jclinane.2015.10.014.
- [23] Eljezi V, Imhoff E, Bourdeaux D, et al. Bilateral sternal infusion of ropivacaine and length of stay in ICU after cardiac surgery with increased respiratory risk: A randomised controlled trial[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, 34(2): 56-65. DOI:10.1097/EJA.0000000000000564.
- [24] Kadomatsu Y, Mori S, Ueno H, et al. Comparison of the analgesic effects of modified continuous intercostal block and paravertebral block under surgeon's direct vision after video-assisted thoracic surgery: a randomized clinical trial [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2018, 66(7): 425-431. DOI:10.1007/s11748-018-0936-8.
- [25] Fujiwara A, Komasa N, Minami T. Pectoral nerves (PECS) and intercostal nerve block for cardiac resynchronization therapy device implantation [J/OL]. *Springerplus*, 2014, 3: 409. DOI:10.1186/2193-1801-3-409.
- [26] Desroches J, Belliveau M, Bilodeau C, et al. Pectoral nerves I block is associated with a significant motor blockade with no dermatomal sensory changes: a prospective volunteer randomized-controlled double-blind study [J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(7): 806-812. DOI:10.1007/s12630-018-1122-2.
- [27] Blanco R, Parras T, McDonnell JG, et al. Serratus plane block: a novel ultrasound-guided thoracic wall nerve block [J]. *Anaesthesia*, 2013, 68(11): 1107-1113. DOI:10.1111/anae.12344.
- [28] Berthoud V, Ellouze O, Bièvre T, et al. Serratus anterior plane block for apical TAVR in an awake patient [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2018, 32(5): 2275-2277. DOI:10.1053/j.jvca.2017.12.042.
- [29] Muñoz-Leyva F, Chin KJ, Mendiola WE, et al. Bilateral continuous erector spinae plane (ESP) blockade for perioperative opioid-sparing in median sternotomy [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019, 33(6): 1698-1703. DOI:10.1053/j.jvca.2018.05.047.

(本文编辑: 华云)