

# 成人心脏手术围手术期用药专家共识 (2025 版)

中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会《成人心脏手术围手术期用药专家共识  
(2025 版)》工作组

通信作者:武庆平,华中科技大学同济医学院附属协和医院麻醉科,武汉 430022,  
Email:2003xh0883@hust.edu.cn;雷翀,空军军医大学第一附属医院麻醉与围术期医学  
科,西安 710032,Email:crystalleichong@126.com

**【摘要】** 随着人口老龄化趋势加剧,成人心脏手术患者围手术期药物管理的复杂性日益凸显。针对当前国内系统性用药管理指南缺失、药物相互作用风险认知欠缺以及治疗衔接方案不明确等临床问题,中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会基于循证医学原则,参考国内外最新循证证据,制定了《成人心脏手术围手术期用药专家共识(2025 版)》。本共识围绕成人心脏手术前、术中和术后三个阶段的核心治疗药物类别及不良事件预防策略,重点评估药物药代动力学特性、围手术期停药/续用风险及潜在副作用,强调术前需全面采集用药史,建议临床决策应结合临床依据及个体化风险综合评估。本共识旨在为麻醉、外科、药学及护理团队提供标准化用药指导,通过优化围手术期用药决策,降低药物相关并发症发生率,提高手术安全性,改善患者长期预后,同时推动多学科协作管理模式发展,为未来精细化指南制定奠定基础。

**【关键词】** 心脏外科手术; 围手术期; 药物疗法管理; 成年人; 专家共识

实践指南注册:国际实践指南注册与透明化平台(PREPARE-2025CN125)

DOI:10.3760/cma.j.cn131073-20250414-00803

## Expert consensus on perioperative medication management in adult cardiac surgery (2025 edition)

Cardiovascular Anesthesia Branch of Chinese Society of Cardiothoracic Anesthesia, Task Force on "Expert consensus on perioperative medication management in adult cardiac surgery (2025 edition)"

Corresponding author: Wu Qingping, Department of Anesthesiology, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430022, China, Email: 2003xh0883@hust.edu.cn; Lei Chong, Department of Anesthesiology and Perioperative Medicine, The First Affiliated Hospital of Air Force Medical University, Xi'an 710032, China, Email: crystalleichong@126.com

**【Abstract】** The complexity of perioperative medication management for adult cardiac surgery has become increasingly prominent with population aging. To address current clinical challenges in China, the Cardiovascular Anesthesia Branch of Chinese Society of Cardiothoracic Anesthesia has developed this expert consensus based on evidence-based medicine principles and the latest evidence. This consensus focuses on the core categories of therapeutic drugs and strategies for preventing adverse events in the pre-, intra- and post-operative periods of adult cardiac surgery, emphasizes the evaluation of pharmacokinetic characteristics, perioperative risks associated with drug discontinuation and resumption, and potential side effects, and highlights the necessity of obtaining a comprehensive medication history before surgery and advocates for clinical decision-making that guided by evidence combined with individualized risk assessment. This consensus aimed to provide standardized medication guidance for anesthesia, surgical, pharmacy and nursing teams, sought to decrease the incidence of drug-related complications, enhance surgical safety and improve long-term prognosis by optimizing perioperative medication decisions, and furthermore promoted a multidisciplinary collaborative management model to lay the foundation for the development of refined guidelines in the future.

**【Key words】** Cardiac surgical procedures; Perioperative period; Medication therapy management; Adult; Expert consensus

**Practice guideline registration:** Practice Guideline Registration for Transparency ( PREPARE-2025CN125)  
DOI:10.3760/cma.j.cn131073-20250414-00803

成人心脏手术是针对特定患者人群的重要治疗方法,以患者为中心的围手术期基础疾病药物治疗是心脏手术获得最佳疗效和长期预后的关键,围手术期用药管理对于确保手术效果和降低并发症至关重要。国外已经发布了针对特定药物的指南<sup>[1-3]</sup>,然而国内尚无相关的指南或共识。针对当前国内系统性用药管理指南缺失、药物相互作用风险认知欠缺以及治疗衔接方案不明确等临床问题,中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会制定了《成人心脏手术围手术期用药专家共识(2025 版)》,旨在为麻醉、外科、药学及护理团队提供标准化用药指导,提高手术安全性,改善患者长期预后,同时推动多学科协作管理模式发展。

一、共识制订方法

本专家共识由中国心胸血管麻醉学会心血管麻醉分会发起。共识制订启动时间为 2024 年 6 月,审稿时间为 2024 年 11 月,定稿时间为 2025 年 3 月 20 日。

1. 共识目标人群:拟行心脏外科手术的成年患者。

2. 共识使用人群:参与成人心脏手术围手术期管理的医务人员,包括麻醉医师、心脏外科医师、药剂师和护士等。

3. 共识制订工作组:本共识编写工作组及审核专家组由在本领域具有丰富经验的专家组成,包括麻醉学、心血管外科学、临床药学、循证医学等领域。

4. 文献检索:临床问题的筛选采取文献检索、专家建议及临床医务人员调研的方式进行。针对遴选出的临床问题进行文献检索与筛选评价,检索数据库包括 Medline、Embase、CENTRAL 和中国生物医学文献服务系统,检索时间为建库至 2024 年 9 月 30 日。中英文检索词:心脏手术、围手术期用药、风险降低、二级预防、冠状动脉旁路移植术、瓣膜置换术、经导管主动脉瓣植入术、心脏衰竭、高血压管理、心律失常、房颤、凝血功能管理、抗血小板药物、抗血栓药物、血糖管理、器官保护, cardiac surgery、perioperative medication、risk reduction、secondary prevention、coronary artery bypass grafting、valve replacement、transcatheter aortic valve implantation、hypertension management、heart failure、arrhyth-

mia、atrial fibrillation、coagulation management、anti-platelet、antithrombotic、glucose management、organ protection。主要检索文献类型包括临床指南、系统性综述、荟萃分析、随机对照试验、队列研究、病例对照研究、病例系列报告等。

5. 证据质量和推荐强度:首先依据牛津分级标准对文献证据的质量进行初级评价,提取相关证据。之后经过 4 轮线下会议及 2 轮线上会议讨论,采用德尔菲共识法,形成共识及推荐意见,并基于推荐分级的评估、制订与评价(GRADE)方法制订推荐强度和证据分级(见表 1)。

表 1 推荐强度和证据分级

项目	定义
推荐强度	
I 类	已证实和(或)公认有益和有效的操作或治疗。共识中的措辞建议为“给予推荐”
II 类	在有用和(或)有效的证据方面尚存在不同观点的操作或治疗。 II a 类:有关证据或观点倾向于有用和(或)有效,应用这些操作或治疗是合理的,共识中的措辞建议为“应当考虑”;II b 类:有关证据或观点尚不能被充分证明有用和(或)有效,可考虑应用,共识中的措辞建议为“可以考虑”
III 类	已证实无用和(或)无效,并对一些病例可能有有害的操作或治疗,共识中的措辞建议为“不推荐”
证据分级	
证据水平 A	研究人群广泛,证据基于 1 个以上高质量随机对照试验或基于高质量随机对照试验的荟萃分析研究
证据水平 B	人群有限,证据基于 1 个以上的中等质量对照试验、基于中等质量随机对照试验的荟萃分析或 1 个以上科学设计并执行良好的非随机对照试验
证据水平 C	研究人群十分有限,证据基于具有设计或执行限制的随机或非随机观察或注册研究和此类研究的荟萃分析,或仅为基于临床经验的专家共识意见

6. 共识的发布、传播与更新:本共识发表后,将通过学术期刊、学术会议及线上媒体等进行推广和传播,并定期(3~5 年)对专家共识进行更新。

二、围手术期高血压药物调整

**推荐意见 1:**成人心脏手术前推荐继续 β 肾上腺素受体拮抗剂治疗( I , A)。

**推荐意见 2:**成人心脏手术前推荐继续使用钙通道阻滞剂(CCB)和利尿剂( I , C)。

**推荐意见 3:**成人心脏手术前可以考虑停用长效血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)和血管紧张素 II 受体拮抗剂(ARB)( II b, C)。

**推荐意见 4:**术前高血压控制欠佳的患者,应当考虑改用短效 ACEI 和 ARB( II a, B)。

**推荐意见 5:**不推荐使用利血平等中枢性降压

药(Ⅲ,B)。

推荐意见说明:

目前的证据建议患者在择期和非择期心脏手术前继续使用 $\beta$ 肾上腺素受体拮抗剂,以获得持续的生存获益,并减少术后早期心律失常发生<sup>[4]</sup>。可以考虑术前启动 $\beta$ 肾上腺素受体拮抗剂预防术后房颤的发生。对于术前使用长效 $\beta$ 肾上腺素受体拮抗剂的患者,建议术前根据药物半衰期及血压和心率谨慎调整为短效药物以减少不良事件发生。

术前继续使用 CCB 通常是安全的。对于血流动力学不稳定的患者,可将长效 CCB 更换为短效 CCB。须注意的是,如果术前清晨联合使用 CCB 与 $\beta$ 肾上腺素受体拮抗剂,可能会增强 $\beta$ 肾上腺素受体拮抗剂的负性肌力和负性变时作用。

尽管继续使用利尿剂可能导致低血容量和低血压,但在体外循环期间,电解质失衡通常是可以纠正的。现有共识建议术前应继续使用利尿剂直至手术当天,必要时可在术后改为静脉给药。

心脏手术前需停用肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RAAS)抑制剂<sup>[5]</sup>。术前高血压难以控制的患者,长效 ACEI 和 ARB 可替换为短效 ACEI。目前没有数据表明醛固酮受体拮抗剂是否应该停止或继续使用直到手术。

### 三、围手术期急性心力衰竭的药物治疗

急性心力衰竭分为急性左心衰竭和急性右心衰竭,前者最常见,本部分将分别进行讨论。

#### 1. 围手术期急性左心衰竭的药物治疗

**推荐意见 6:**慢性心力衰竭患者出现失代偿和心力衰竭恶化时继续原有药物治疗方案,并根据病情适当调整用量(Ⅰ,B)。

**推荐意见 7:**明确有液体潴留的急性左心衰竭患者使用利尿剂,首选袢利尿剂(Ⅰ,B)。

**推荐意见 8:**袢利尿剂反应不佳或抵抗的患者应当考虑联合使用 2 种及以上利尿剂,比如噻嗪类利尿剂(Ⅱa,B)。

**推荐意见 9:**可以考虑应用重组人脑钠尿肽增加肾血流,改善利尿效果和肾功能(Ⅱb,B)。

**推荐意见 10:**对左心室收缩功能不全、低血压和低灌注患者首先使用正性肌力药,如使用正性肌力药后仍合并明显低血压,则联合使用血管收缩药,以升高血压,维持重要脏器灌注(Ⅰ,B)。

**推荐意见 11:**收缩压 $>90$  mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) 的患者应当考虑使用血管扩张药以降低心脏前后负荷(Ⅱa,B)。

**推荐意见 12:**房颤伴快速心室率的急性心力衰竭患者可以考虑使用洋地黄类药物(Ⅱb,C)。

推荐意见说明:

慢性心力衰竭患者出现失代偿和心力衰竭恶化,如无血流动力学不稳定或禁忌证,应继续原有的目标导向药物治疗,可根据病情适当调整用量。对于新发心力衰竭患者,在血流动力学稳定后,应给予改善心力衰竭预后的药物治疗。

首选静脉利尿剂,应及早应用。既往没有采取利尿剂治疗的患者,宜先静脉注射呋塞米 20 ~ 40 mg。如果长期使用口服利尿剂治疗,最初静脉剂量应加倍。有低灌注表现的患者应在纠正后再使用利尿剂。需监测患者淤血或低灌注的症状、尿量、体质量、肾功能和电解质。

静脉注射正性肌力药适用于左心室收缩功能不全、低血压(收缩压 $<90$  mmHg)和心输出量低导致组织器官低灌注的患者<sup>[6]</sup>,短期应用可增加心输出量,升高血压,缓解组织低灌注,维持重要脏器功能。常用正性肌力药有 $\beta$ 肾上腺素受体激动剂(如多巴胺、多巴酚丁胺)、3 型磷酸二酯酶抑制剂(如米力农)、钙离子增敏剂(如左西孟旦等)。低心输出量或低灌注时应尽早使用,器官灌注恢复和(或)淤血减轻时则应尽快停用。因低血容量或其他可纠正因素导致的低血压,需先去除这些因素再权衡使用。用药期间应持续监测心电图和血压。

血管收缩药,如去甲肾上腺素、肾上腺素等,适用于使用正性肌力药后仍合并明显低血压状态的患者。由于这些药物会引起左心室后负荷增大,因此应考虑与正性肌力药复合使用,特别是对于晚期心力衰竭和心源性休克患者。心源性休克患者可考虑使用去甲肾上腺素,以增加血压和重要器官灌注压。用药过程中应密切监测血压、心律、心率、血流动力学和临床状态变化,当器官灌注恢复和(或)循环淤血减轻时应尽快停用。

血管扩张药可以降低心脏前后负荷。收缩压是评估患者是否适宜应用此类药物的重要指标。收缩压 $>90$  mmHg 的患者可考虑使用,尤其适用于血压 $>110$  mmHg 的急性心力衰竭患者;收缩压 $<90$  mmHg 或症状性低血压时禁用。应用过程中需密切监测血压,根据血压情况调整合适的维持剂量。有左心室肥厚或主动脉瓣狭窄的患者应慎用。

重组人脑钠尿肽通过扩张静脉和动脉(包括冠状动脉),降低前后负荷;同时具有一定促进钠排泄、利尿及抑制 RAAS 和交感神经系统的作用,适用



于急性失代偿性心力衰竭<sup>[7]</sup>。

洋地黄类药物可轻度增加心输出量,降低左心室充盈压和改善症状。主要适应证是房颤伴快速心室率(>110 次/min)的急性心力衰竭患者。急性心肌梗死后 24 h 内应尽量避免使用。

## 2. 围手术期右心衰竭的药物治疗

**推荐意见 13:**推荐充血性慢性右心衰竭患者使用利尿剂(Ⅰ,B)。

**推荐意见 14:**对于肺动脉阻力正常的患者应在改善冠状动脉血流、优化右心前后负荷的基础上使用正性肌力药(Ⅰ,B)。

**推荐意见 15:**对于肺动脉阻力升高的患者,首选吸入性肺血管扩张剂(Ⅰ,B)。

**推荐意见 16:**除合并高血压、冠心病或左心衰竭外,肺动脉高压患者不推荐使用 ACEI、ARB 和  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂(Ⅲ,C)。

### 推荐意见说明:

利尿剂是治疗充血性慢性右心衰竭的基础,利尿强度根据右心衰竭发病机制和严重程度以及是否合并肾脏疾病等因素而定。急性右心衰竭治疗的关键是容量管理,在治疗初期应确定患者的容量状态<sup>[8]</sup>。血管活性药在急性右心衰竭的治疗中具有重要作用,目的在于降低右心室后负荷,增加前向血流及右心室灌注。主要根据血流动力学评估结果选择药物。血管扩张剂(硝酸酯类药物和硝普钠)适用于左心收缩和(或)舒张功能不全发展导致的右心衰竭患者。对于肺动脉高压导致的右心衰竭,硝酸酯类药物和硝普钠不能选择性地扩张肺动脉,反而降低主动脉及外周动脉血压而加重右心缺血、缺氧,增加肺动脉阻力,加剧心力衰竭,应避免使用。正性肌力药多巴酚丁胺、左西孟旦和米力农可以增强心肌收缩力并降低右心室舒张末容积和压力,改善心排量;这些药物可能会加重低血压,如果需要,应与去甲肾上腺素联合使用,但不建议长期应用<sup>[9]</sup>。若患者存在肺动脉高压时,无论有无右心衰竭,不推荐使用 ACEI、ARB 和  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂,除非并存高血压、冠状动脉疾病或左心衰竭<sup>[10]</sup>。可使用吸入性肺动脉扩张剂或选择性的肺血管扩张药,以减轻右心室后负荷。

## 四、围手术期心律失常治疗药物

### 1. 室上性心律失常

#### (1) 室上性心动过速

**推荐意见 17:**对于突发室上性心动过速血流动力学相对稳定的患者,需要彻底而迅速地分析并去

除潜在诱因,再考虑药物治疗(Ⅰ,A)。

**推荐意见 18:**对血流动力学相对稳定的室上性心动过速患者,静脉注射  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂控制心率(Ⅰ,C)。

**推荐意见 19:**对  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂有禁忌或不稳定的室上性心动过速患者,静脉注射 CCB (维拉帕米或地尔硫卓)控制心率(Ⅰ,C)。

**推荐意见 20:**对于有室上性心动过速异常高风险及血流动力学恶化风险的经导管消融手术患者,应当考虑在麻醉开始前准备体外循环(Ⅱa,B)。

### 推荐意见说明:

围手术期患者突发室上性心动过速,在治疗前需要彻底而迅速地考虑潜在病因<sup>[4]</sup>,如电解质失衡、低氧血症、发热等。抗心律失常治疗只有在排除这些病因后才能考虑。围手术期新发生的室上性心动过速在 24 h 内自发转化为窦性心律的比率超过 50%,许多在麻醉下发生室上性心动过速患者在急诊前或急诊中会自发缓解<sup>[4]</sup>。

控制心室率是主要治疗方法。术中可用房室结阻滞剂控制心率。 $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂中,静脉注射艾司洛尔具有超快速消除特性,可按分钟滴定<sup>[11]</sup>,但该药具有负性肌力作用,严重左心室功能障碍患者耐受性差。静脉注射维拉帕米和地尔硫卓,可以在数分钟内迅速减慢心率。这两种药物阻断房室结是等效的<sup>[12]</sup>,静脉注射地尔硫卓的负性肌力作用较小,适合心力衰竭患者<sup>[13]</sup>,但存在低血压风险<sup>[14]</sup>。静脉注射地高辛通过增强迷走神经张力减缓室上性心动过速期间的心室反应,然而起效缓慢,应替代或暂时补充其他药物<sup>[15]</sup>。

如果心脏手术中发生血流动力学不稳定的室上性心动过速,外科医师通常会尝试同步直流电复律。然而,对于严重冠状动脉病变或主动脉瓣狭窄等室上性心动过速异常高风险及血流动力学恶化风险的经导管消融手术患者,建议在麻醉前尽早准备体外循环。

### (2) 围手术期房颤

#### ① 术前房颤的管理

**推荐意见 21:**术前已经开始使用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂的患者继续服用以预防术后房颤(Ⅰ,A)。

**推荐意见 22:**未服用药物患者应当考虑在心脏手术前 2~3 d 开始口服小剂量  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂,以减少术后房颤发生风险(Ⅱb,B)。

**推荐意见 23:**可以考虑在心脏手术前 5~6 d 开始使用胺碘酮以减少术后房颤发生,但应充分考虑胺碘酮的副作用及用药风险与获益(Ⅱb,A)。

**推荐意见 24:**不推荐  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、洋地黄及胺碘酮三者联用,以避免严重心动过缓、三度房室传导阻滞和心搏骤停发生(Ⅲ, B)。

推荐意见说明:

术前房颤心室率控制策略:严格的心室率控制,包括静息心率  $\leq 80$  次/min,中等强度运动时心率  $< 110$  次/min;宽松的心室率控制:静息心率  $< 110$  次/min。长期心室率控制的常用药物包括  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、非二氢吡啶类钙通道阻滞剂(ND-CCB)、地高辛以及部分抗心律失常药物。单一药物不能达到目标心率,应考虑复合应用不同种类的心室率控制药物<sup>[16]</sup>

目前  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂仍是房颤患者心室率控制治疗的一线用药<sup>[17]</sup>。因此,已经服用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂的患者应在手术前后继续服用,未服用者在手术前 2~3 d 开始服用,并根据血压和心率逐步提高剂量<sup>[18]</sup>。

当上述药物复合应用仍不能有效控制房颤心室率时,可将胺碘酮作为药物控制心室率的最后选择<sup>[19]</sup>,但应注意不良反应风险。胺碘酮是Ⅲ类抗心律失常药,具有多通道阻滞作用,若存在其他药物选择或可行导管消融时,应尽量不用或短期应用。胺碘酮主要的心血管副作用是窦性心动过缓。

②术中房颤的急诊处理

**推荐意见 25:**房颤急性发作时应立即识别血流动力学状态,同时全面评估并积极处理可能的诱因(Ⅰ, A)。

**推荐意见 26:**房颤急性发作且血流动力学不稳定时,首选同步直流电复律(Ⅰ, C)。

**推荐意见 27:**房颤急性发作时若血流动力学稳定,可考虑药物复律(Ⅰ, C)。

**推荐意见 28:**房颤急性发作时若血流动力学稳定,可考虑  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、ND-CCB 和洋地黄类药物控制心室率(Ⅰ, C)。

推荐意见说明:

房颤可能继发于某些急症或全身性疾病,应注意对其并存疾病(如急性冠脉综合征、肺栓塞或甲状腺功能亢进等)进行识别和处理。及时纠正一些可逆诱因,如感染、贫血、电解质紊乱、药物等。

房颤发作出现症状明显的低血压、急性肺水肿或心源性休克等血流动力学不稳定表现时,应立即行同步直流电复律。电复律后偶可出现心动过缓,因此术前需准备阿托品、异丙肾上腺素等药物或临时起搏。

房颤急性发作时若血流动力学稳定,可考虑药物复律。普罗帕酮和氟卡尼适用于没有或仅有轻微结构性心脏病的房颤患者,禁用于有心力衰竭、既往心肌梗死、冠状动脉疾病、心肌缺血、左心室肥厚的患者。维纳卡兰是起效最快的复律药物<sup>[20]</sup>。伊布利特转复房颤效果一般,且作用持续时间较短(约 4 h),而转复房扑效果更好,可用于除心力衰竭外的中度结构性心脏病患者。但应用该药时,可发生尖端扭转型室性心动过速(TdP,发生率 4%),多发生在用药后 0.5 h 内,用药后应至少监测 4 h<sup>[21]</sup>。

用于控制房颤快速心室率的药物主要有  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、ND-CCB 和洋地黄类药物。在特定情况下,胺碘酮也可用于心室率控制。

2.室性心律失常

(1)室性心律失常处理的基本原则

**推荐意见 29:**当怀疑出现药物性室性心律失常时,停用可能的诱发药物并仔细分析可能的可逆性诱因(如电解质失衡、缺血、低氧血症、发热等)(Ⅰ, B)。

(2)室性早搏

**推荐意见 30:**对频发室性早搏患者分析并纠正可能的诱因(Ⅰ, B)。

**推荐意见 31:**频发室性早搏患者,可以考虑使用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂或 ND-CCB(Ⅱb, C)。

推荐意见说明:

各种结构性心脏病,药物中毒(如洋地黄类药物、奎尼丁、三环类抗抑郁药)、电解质紊乱(低钾血症、低镁血症)等是室性早搏的常见诱因。对于合并结构性心脏病的室性早搏患者,应侧重于结构性心脏病的治疗。可考虑使用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂或 ND-CCB,但疗效有限<sup>[22]</sup>,应用时注意避免心动过缓。

(3)室性心动过速

①非持续性室性心动过速(NSVT)

**推荐意见 32:**对于结构性心脏病合并 NSVT 并有明确症状的患者,应当考虑使用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、ND-CCB、Ic 类抗心律失常药物治疗(Ⅱa, B)。

推荐意见说明:

对于 NSVT 患者,治疗基础心脏病比治疗心律失常更为重要。结构性心脏病合并 NSVT 患者,经血运重建及对原发病优化的药物治疗后 NSVT 仍然反复发作者,推荐应用抗心律失常药物<sup>[23]</sup>。药物治疗包括  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、ND-CCB、Ic 类抗心律失常药物。对于多形性 NSVT 应该进一步评价是否伴有冠状动脉缺血,改善冠状动脉供血将有效



治疗这种心律失常。药物治疗无效或不能接受药物治疗者应考虑使用植入型心律转复除颤器。

### ②持续性单形性室性心动过速(SMVT)

**推荐意见 33:**推荐将直流电复律作为血流动力学不耐受的 SMVT 患者的一线治疗(Ⅰ,B)。

**推荐意见 34:**对血流动力学相对稳定的 SMVT,应当考虑静脉注射普鲁卡因胺(Ⅱa,B)。

**推荐意见 35:**对血流动力学相对稳定的 SMVT,但诊断不明确患者,可以考虑静脉注射胺碘酮(Ⅱb,B)。

**推荐意见 36:**对血流动力学耐受的特发性室性心动过速患者,静脉注射  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂或维拉帕米治疗(Ⅰ,C)。

**推荐意见 37:**对疑似室上性心动过速的宽 QRS 波心动过速,且血流动力学相对稳定患者,应当考虑给予腺苷或迷走神经刺激(Ⅱa,C)。

**推荐意见 38:**不推荐静脉注射维拉帕米治疗机制不明的宽 QRS 波心动过速(Ⅲ,B)。

### 推荐意见说明:

约 90% 的 SMVT 发生于结构性心脏病患者,以缺血性心脏病最为常见。应根据症状和病因进行治疗。即使对于可耐受的 SMVT,因为可能会发生快速血流动力学恶化,建议通过电复律、抗心律失常药物或起搏及时终止 SMVT 发作。

可使用静脉注射普鲁卡因胺或胺碘酮治疗不明原因的血流动力学耐受型室性心动过速,但静脉注射普鲁卡因胺不应用于严重心力衰竭、急性心肌梗死和终末期肾病患者。胺碘酮作为二级预防药物可以明显降低 1 年内的植入型心律转复除颤器再治疗<sup>[24]</sup>。 $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂也可以降低结构性心脏病患者 SMVT 的复发率<sup>[25]</sup>。

发生于非心脏病患者的 SMVT 称为特发性室性心动过速,可使用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂<sup>[26]</sup>(右室流出道室性心动过速)或维拉帕米<sup>[27]</sup>(束支室性心动过速)治疗进行紧急复律。维拉帕米可能发生严重的低血压等不良反应,如果室性心动过速的病因不确定,不建议静脉使用维拉帕米<sup>[28]</sup>。在 12 导联心电图上记录任何血流动力学耐受的宽 QRS 心动过速非常重要,如果波形疑似室上性心动过速,应考虑在连续 12 导联心电图记录下给予腺苷<sup>[29]</sup>或迷走神经刺激。静脉注射腺苷也可能终止特定的室性心动过速亚型。

### ③多形性室性心动过速和心室电风暴

**推荐意见 39:**推荐采用  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂

复合胺碘酮抗心律失常治疗,除非有用药禁忌(Ⅰ,B)。

**推荐意见 40:**对 TdP 患者积极纠正电解质失衡(如镁和钾)(Ⅰ,C)。

**推荐意见 41:**对于获得性长 QT 综合征和复发的 TdP 患者,纠正诱发因素和镁后,仍需使用异丙肾上腺素或经静脉起搏来提高心率(Ⅰ,C)。

**推荐意见 42:**对由复发性多形性室性心动过速引起心室电风暴的冠心病患者,当其他抗心律失常药物治疗失败时,可以考虑使用奎尼丁治疗(Ⅱb,C)。

**推荐意见 43:**出现药物难治性心室电风暴和心源性休克时,可以考虑采用体外循环支持(Ⅱb,C)。

### 推荐意见说明:

多形性室性心动过速患者在窦性心律时 QT 间期可正常或延长,发生在 QT 间期延长患者的多形性室性心动过速,其 QRS 波常围绕心电图等电位线扭转,故称为 TdP。TdP 常与药物和电解质紊乱所致的延迟复极密切相关。因此,发生 TdP 时应积极寻找并纠正相关诱发因素。由于发生机制和基本治疗策略不同,正确识别和诊断多形性室性心动过速、TdP 和室颤非常重要。心室电风暴在使用植入型心律转复除颤器患者中很常见,需要抗心动过速起搏或心律转复/除颤。窦性心律的心电图可能提示诊断的重要线索,因此应特别关注窦性心律时心电图有无 QT 间期延长或缩短、Brugada 综合征、低钾血症、心室复极异常、心肌缺血和室性早搏等心电图表现。

$\beta$  肾上腺素受体拮抗剂<sup>[30]</sup>和静脉注射胺碘酮<sup>[25]</sup>可治疗反复发作的多形性室性心动过速。初步的临床试验证实,奎尼丁可有效预防特发性室颤、Brugada 综合征、短 QT 综合征及早期复极综合征患者多形性室性心动过速/室颤的复发<sup>[31]</sup>。

当常规治疗失败时,可以考虑采用机械循环支持来稳定血流动力学,并在消融期间提供体外循环支持<sup>[32]</sup>。

### 3.心动过缓与心脏传导延迟

**推荐意见 44:**对窦性心动过缓患者,分析评估和治疗可逆性病因(Ⅰ,C)。

**推荐意见 45:**对有症状或血流动力学受损的窦性心动过缓患者,应当考虑使用阿托品提高窦性心率(Ⅱa,C);阿托品无效且冠状动脉缺血可能性较低的患者,可以考虑使用  $\beta$  肾上腺素受体激动剂,如异丙肾上腺素、多巴胺、多巴酚丁胺或肾上腺素来增加心率和改善症状(Ⅱb,C);存在二度或三度房室传导阻滞且伴有急性下壁心肌梗死的患者,可以

考虑静脉注射氨茶碱,以改善房室传导,提高心室率,改善症状(Ⅱb,C)。

**推荐意见 46:**不推荐阿托品用于缺乏自主神经再支配证据的心脏移植患者窦性心动过缓治疗(Ⅲ,C)。

**推荐意见 47:**术前已有窦房结功能障碍或房室传导阻滞和手术操作可能损伤传导系统的患者,应考虑术中安置临时心外膜起搏导线(Ⅱa,C)。

推荐意见说明:

心动过缓可分为两大类:窦房结功能障碍和房室传导阻滞。在某些情况下,窦性心动过缓可归因于潜在的可逆原因,如急性心肌梗死、电解质异常、甲状腺功能减退、药物、感染和代谢异常,因此应首先分析评估和治疗可逆性病因。

副交感神经阻滞剂阿托品常用于窦性心动过缓的紧急治疗。阿托品 0.5~2.0 mg 可促进窦房结的窦房传导并增加窦房结自主节律。窦房结对阿托品的反应是双峰的,低剂量(通常<0.5 mg)会导致较慢的心率而高剂量会增加心率<sup>[33]</sup>。 $\beta$  肾上腺素受体激动剂如异丙肾上腺素、多巴胺和肾上腺素发挥直接作用,增强房室结功能,并轻度增强希氏束-浦肯野纤维传导。在完全性房室传导阻滞的情况下,这些药物也可以提高房室副结和心室起搏器的自主性。由于异丙肾上腺素通过  $\beta_1$  肾上腺素能效应增加心肌需氧量,同时由于  $\beta_2$  肾上腺素能效应减少冠状动脉灌注,因此在担心冠状动脉缺血的情况下应避免使用。多巴胺是一种混合的  $\alpha$ 、 $\beta$  肾上腺素能和多巴胺能作用的儿茶酚胺,其效果取决于剂量、分布和代谢<sup>[34]</sup>,由于与显著的血管收缩和心律失常有关,须谨慎使用。肾上腺素是一种具有强烈的  $\alpha$  肾上腺素能和  $\beta$  肾上腺素能激动作用的儿茶酚胺,包括变时性、正性肌力、升高血压和增加心肌耗氧量<sup>[35]</sup>。

心脏移植后窦性心动过缓很常见<sup>[36]</sup>。心脏移植受体的窦性心率低于 70~80 次/min 可能不足以满足术后需求。此时,心动过缓可被定义为心率持续低于 70 或 80 次/min<sup>[36]</sup>。由于去神经支配,阿托品对心脏移植后窦房结功能障碍治疗无效<sup>[37]</sup>。因此,不推荐阿托品用于缺乏自主神经再支配证据的心脏移植患者窦性心动过缓的治疗。

心脏手术患者术前往往服用各种减慢或阻断房室传导的药物控制血压,治疗心力衰竭,控制心律失常等,如  $\beta$  肾上腺素受体拮抗剂、CCB 和地高辛。这些药物有时是基本药物治疗方案的一部分,不应该中断,因而可能出现药物所致的可逆性症状性窦

性心动过缓或房室传导阻滞<sup>[38]</sup>。药物导致的心动过缓的证据基础和具体治疗意见与窦房结功能障碍和房室传导阻滞相同。

## 五、围手术期凝血功能调控药物

### 1. 术前抗凝药物的停药和桥接

**推荐意见 48:**对于术前使用低剂量阿司匹林的冠状动脉旁路移植术患者,建议在围手术期继续使用以减少缺血性事件发生(Ⅰ,B)。

**推荐意见 49:**使用双重抗血小板治疗的患者,应考虑在替格瑞洛停药后至少 3 d、氯吡格雷停药后至少 5 d、普拉格雷停药后至少 7 d 手术,以减少出血(Ⅱa,B)。

**推荐意见 50:**术前口服 P2Y<sub>12</sub> 受体拮抗剂时间短于 7 d 的患者,可考虑检测残余血小板功能,以指导手术时机,减少出血(Ⅱb,B)。

**推荐意见 51:**应当考虑至少在心内直视手术前 4 h 停用依替巴肽或替罗非班,以减少出血(Ⅱa,C)。

**推荐意见 52:**应当考虑使用 APTT 监测普通肝素浓度(凝血功能)(Ⅱa,B)。

**推荐意见 53:**推荐至少在术前 4 d 停止维生素 K 拮抗剂,以手术当天 INR<1.5 为目标(Ⅰ,B);对于维生素 K 拮抗剂的快速逆转,应当考虑使用Ⅳ因子凝血酶原复合物浓缩物而不是新鲜冰冻血浆(Ⅱa,A);有血栓形成高风险(机械人工心脏瓣膜、风湿性心瓣膜病合并房颤、过去 12 周内急性血栓形成事件、获得性或先天性促凝血缺陷、左心室心尖部血栓)患者,推荐用普通肝素或低分子量肝素对维生素 K 拮抗剂进行桥接治疗(Ⅰ,B);普通肝素或低分子量肝素桥接治疗,一旦达到 INR<1.5 的目标,并经 2 次连续试验确认,则停止治疗(Ⅰ,C)。

**推荐意见 54:**根据药物的半衰期和患者肾功能,推荐在择期开胸手术前 48~96 h 停止口服抗凝剂治疗,无需常规肝素桥接(Ⅰ,B);对于体外循环下的急诊心内直视手术、使用口服抗凝剂的患者,不推荐在停用体外循环前使用沙班类逆转剂(Ⅲ,C);严重肾功能受损患者(肌酐清除率<30 ml/min)推荐选择普通肝素作为桥接治疗,并于术前 4~6 h 停用(Ⅰ,B)。

推荐意见说明:

大多数临床证据表明,术前持续阿司匹林治疗可降低围手术期心肌梗死风险,但不降低死亡风险<sup>[39]</sup>。对于出血风险高的患者(如二次手术、4 期或 5 期慢性肾脏疾病、凝血障碍),术前应考虑停用阿司匹林<sup>[40]</sup>。建议冠状动脉旁路移植术患者围手



术期继续服用低剂量阿司匹林,以减少缺血性事件发生。对于术前有阿司匹林适应证且行非冠状动脉心脏手术的患者,可在术前 3 d 根据药效学数据报告的环氧化酶依赖性血小板功能充分恢复情况停用阿司匹林<sup>[41]</sup>。术后在保障安全的前提下,尽早重新开始使用阿司匹林。

与阿司匹林单药治疗相比,双重抗血小板治疗可降低血栓并发症和临床事件的风险。双重抗血小板治疗与出血风险增加有关,但绝对获益大于绝对风险。对于血栓形成事件风险极高的患者,可以在不停用 P2Y<sub>12</sub> 受体拮抗剂的情况下进行急诊或紧急手术,并考虑用坎格雷洛进行桥接<sup>[42]</sup>。P2Y<sub>12</sub> 受体拮抗剂停用时,阿司匹林治疗应持续至手术当天。术前 5 d 停用氯吡格雷,术前 7 d 停用普拉格雷,术前 3 d 停用替格瑞洛<sup>[43]</sup>。血小板功能检测可评估残余血小板抑制程度和止血恢复情况,适用于在心脏直视手术前接受口服 P2Y<sub>12</sub> 受体拮抗剂的患者,以及停药时间不明确或最佳停药方式不可行的患者。

依替巴肽和替罗非班在停药后约 4 h 可恢复血小板功能。术前早期停药可进一步降低 4 期和 5 期慢性肾脏疾病患者的出血风险。

低分子量肝素以及普通肝素均可用于口服抗凝剂的桥接抗凝,血浆浓度均在皮下给药后 2~4 h 达峰值<sup>[44]</sup>。在肾功能正常的个体中,低分子量肝素的半衰期约为 5 h,而普通肝素的半衰期较短,因此需要多次给药或持续输注<sup>[44]</sup>。低分子量肝素的抗凝作用可以通过血浆抗活化因子 X 活性来监测,而普通肝素的作用通常通过 APTT 来监测。严重肾功能受损患者(肌酐清除率<30 ml/min)使用低分子量肝素时可能发生药物蓄积,出血风险增加,因此对于这类患者建议选择普通肝素作为桥接抗凝<sup>[45]</sup>。根据不同肝素的半衰期,建议术前 2~4 h 停用静脉普通肝素,并检查 APTT 水平<sup>[46]</sup>,术前至少 12 h 停用低分子量肝素,同时考虑低分子量肝素的类型(因为半衰期不同)和剂量。

对于使用维生素 K 拮抗剂且无桥接指征的患者,建议在择期心脏手术前至少 4 d 停药,并每天检测 INR。目标 INR 应小于 1.5<sup>[47]</sup>。对于术前 1 d INR>1.8 的患者,可采用低剂量(1.0~2.5 mg)静脉或口服维生素 K<sup>[48]</sup>。对于血栓风险高的患者,Ⅳ因子凝血酶原复合物浓缩物也可以单独或与维生素 K 复合使用,用于快速(术前 6~8 h 给药)和完全逆转维生素 K 拮抗剂,从相对较低的起始剂量开始使用(12.5 IU/kg)<sup>[49]</sup>。当体外循环后严重出血且存在凝

血因子缺乏时,可考虑使用Ⅳ因子凝血酶原复合物浓缩物。对于术后凝血功能障碍和严重出血的患者,考虑使用 25 U/kg Ⅳ因子凝血酶原复合物浓缩物<sup>[49]</sup>。

是否使用普通肝素或低分子量肝素桥接维生素 K 拮抗剂,取决于患者的血栓形成风险<sup>[50]</sup>。桥接维生素 K 拮抗剂仅推荐用于血栓事件高风险的患者,例如机械瓣膜患者、房颤合并风湿性瓣膜病、过去 12 周内发生缺血性卒中、肺栓塞、严重获得性或先天性促凝血缺陷和左室尖部血栓的患者。

2.术中抗凝药物(肝素)用法用量及监测,拮抗剂(鱼精蛋白)用法用量

**推荐意见 55:**相比传统凝血功能检测,血栓弹力图在抗血小板药物疗效监测、预测手术出血、减少二次手术风险方面更具优势(Ⅰ,A)。

**推荐意见 56:**在 ACT 或肝素水平监测指导下进行抗凝管理(Ⅰ,A)。

**推荐意见 57:**应考虑个体化肝素和鱼精蛋白治疗,以减少体外循环心脏手术后出凝血并发症(Ⅱa,B)。

推荐意见说明:

传统凝血功能检测仅能反映血浆中参与凝血阶段的凝血因子和纤溶生成情况,而未能考虑血小板在凝血中的贡献,血栓弹力图是传统凝血检查的有力补充。

术中抗凝是体外循环的重要环节,肝素是最常用的抗凝剂。采用 ACT 评估肝素抗凝效果,目标值 300~600 s(阈值因测量方法和肝素给药策略而异)。若存在肝素抵抗,可能导致抗凝作用不足;术后肝素反弹,可能增加术后出血的风险。因此手术期间应持续监测和调整肝素剂量。

采用鱼精蛋白中和肝素时,须应注意剂量选择,过量鱼精蛋白可抑制血小板功能,降低血凝块硬度并过度激活纤维蛋白溶解,导致术后出血。应缓慢输注鱼精蛋白,并采取预防措施,如使用阿司匹林或抗组胺药。鱼精蛋白滴定 ROTEM 模型,可显著降低鱼精蛋白总剂量<sup>[51]</sup>。

3.促凝血药物(氨甲环酸、重组活化凝血因子Ⅶ等)用药时机及用法用量

**推荐意见 58:**术中使用抗纤溶药物(氨甲环酸、抑肽酶)以减少失血量和输血需求,也减少出血再手术的风险(Ⅰ,A)。

**推荐意见 59:**体外循环心血管外科手术开始前即预防性应用氨甲环酸抗纤溶治疗(Ⅰ,A)。



**推荐意见 60:**对于难治性出血患者,可以考虑使用重组活化凝血因子Ⅶ以减少出血并发症(Ⅱb,B)。

推荐意见说明:

促凝剂包括抗纤溶药物、新鲜冰冻血浆、凝血因子Ⅲ、纤维蛋白原、凝血酶原复合物、去氨加压素、重组活化凝血因子Ⅶ等。氨甲环酸是一种人工合成的赖氨酸类似物,因其安全性和高抗纤溶效能,目前是心血管手术中最常用的抗纤溶药物。氨甲环酸的应用剂量存在较大争议,大剂量氨甲环酸更能减少失血和感染,但可能增加癫痫发作风险。然而 OP-TIMAL 研究提示高剂量氨甲环酸的使用并不增加血栓性事件、肾功能不全、癫痫以及全因死亡等不良结局的复合发生率<sup>[52]</sup>。

抑肽酶是一种广谱蛋白酶抑制剂,在抗纤溶药物中其活性最强,还具有抗炎作用,可减少体外循环后全身炎症反应<sup>[53]</sup>。但抑肽酶可能增加心脏、神经和肾脏的不良事件风险<sup>[54]</sup>,目前仅在冠状动脉旁路移植术大出血高危成年患者中预防性使用。

重组活化凝血因子Ⅶ主要用于治疗和预防遗传出血性疾病患者出血,是救治无法控制的失血事件的最后防线。其应用须非常谨慎,需要更多的研究来评估药物剂量与补救治疗的安全性和有效性。

## 六、围手术期血糖控制药物及策略

### 1. 术前血糖控制药物及用法用量

**推荐意见 61:**术前 24 h 应考虑使用短效胰岛素维持血糖水平不高于 10 mmol/L(Ⅱa,C)。

**推荐意见 62:**应考虑在心内直视手术前 72 h 停用钠-葡萄糖共转运蛋白-2 抑制剂,以降低酮症酸中毒的风险(Ⅱa,B)。

**推荐意见 63:**对于使用胰高血糖素样肽-1 受体激动剂治疗的患者,围手术期管理较为复杂,在术前禁食的背景下,应考虑血糖控制和胃肠症状的管理(Ⅱa,C)。

推荐意见说明:

心脏手术最佳血糖范围仍存在争议。尽可能将血糖水平控制在<10 mmol/L 是目前的共识<sup>[55]</sup>。

围手术期使用钠-葡萄糖共转运蛋白-2 抑制剂与酮症酸中毒的风险增加相关,对于所有择期大手术,美国 FDA 建议在手术前停止使用至少 3 d<sup>[56]</sup>。

胰高血糖素样肽-1 受体激动剂与胰岛素复合使用时可更好地控制血糖<sup>[57]</sup>。但围手术期使用此类药物可能增加胃轻瘫与肺误吸风险。使用胰高血糖素样肽-1 受体激动剂的患者还可发生轻度心率加快<sup>[58]</sup>,是由于药物对窦房结的直接作用,但其与

心律失常的风险增加无关。

### 2. 术中血糖调控药物桥接方案

**推荐意见 64:**对于非糖尿病患者,推荐在心内直视手术期间监测血糖,如血糖水平持续>10 mmol/L,则静脉注射胰岛素治疗(Ⅰ,B)。

**推荐意见 65:**对于糖尿病患者,推荐持续静脉泵注胰岛素,维持血糖水平<10 mmol/L,并在开始和整个手术过程中监测血糖(Ⅰ,B)。

**推荐意见 66:**根据围手术期血糖控制指南,可以考虑控制血糖水平在 5.4~11.1 mmol/L(Ⅱb,B)。

推荐意见说明:

如血糖水平持续>10 mmol/L,推荐静脉注射胰岛素<sup>[55]</sup>。但须警惕低血糖风险<sup>[59]</sup>。血糖水平与 30 d 死亡率之间的相关性呈“U”型关系,在 7.8 mmol/L 时,死亡率最低(1.5%)<sup>[60]</sup>。

## 七、围手术期器官保护药物

### 1. 术后谵妄(POD)

**推荐意见 67:**不推荐使用任何药物作为 POD 的预防措施(Ⅲ,C)。

**推荐意见 68:**应考虑术后常规使用谵妄筛查量表诊断和识别 POD 患者,并采用非药物手段进行 POD 的预防(Ⅱa,A)。

推荐意见说明:

对于心脏手术中是否预防性应用神经保护药物尚未达成一致意见,可以根据实际情况有选择性地使用巴比妥类药物、丙泊酚、七氟烷等麻醉药物<sup>[61-62]</sup>。目前证据并未证实心脏手术围手术期使用右美托咪定能明显减少 POD 的发生<sup>[63-64]</sup>。瑞马唑仑对心脏手术患者 POD 的影响也尚无明确结论<sup>[65-66]</sup>。既往观点认为,在心脏手术中使用咪达唑仑可能与 POD 发生率增加相关。但最近研究证实,咪达唑仑的使用与 POD 之间的关联并不确切<sup>[67]</sup>。术后给予低剂量氟哌啶醇并不能降低 POD 的发生率<sup>[68]</sup>。两项研究评估了睡眠药物褪黑素或雷美替胺(褪黑素受体的强激动剂)对 POD 的预防作用,褪黑素组 POD 发生率显著低于对照组<sup>[69]</sup>,但雷美替胺无此效应<sup>[70]</sup>。

### 2. 肾脏保护

**推荐意见 69:**体外循环成人心脏手术中,高风险手术患者应考虑采用肾脏疾病全球改善结局(KDIGO)指南推荐的措施,降低心脏手术相关急性肾脏损伤(CSA-AKI)的发生风险(Ⅱa,B)。

**推荐意见 70:**只要避免低血压,非诺多巴可能降低 CSA-AKI 的发生风险(Ⅱb,B)。

**推荐意见 71:**吸入 NO 可能降低 CSA-AKI 的发生风险(Ⅱb,B)。

**推荐意见 72:**不推荐体外循环期间和围手术期单独输注“肾脏剂量”多巴胺以降低 CSA-AKI 的发生风险(Ⅲ,B)。

**推荐意见 73:**不推荐使用利尿剂降低 CSA-AKI 发生风险(Ⅲ,B)。

推荐意见说明:

心脏手术患者 CSA-AKI 发生率 15%~50%<sup>[71]</sup>。CSA-AKI 是多因素共同作用的结果,多种治疗方法,包括类固醇、他汀类药物、N-乙酰半胱氨酸、远程缺血预处理和间充质基质细胞疗法,已被尝试用于 CSA-AKI 的预防或早期治疗,但未能带来明显的益处<sup>[72]</sup>。

对于高风险心脏手术患者(TIMP-2×IGFBP7≥0.3),KDIGO 指南推荐采用集束化管理策略,降低 CSA-AKI 的发生风险,包括:严密监测血流动力学和进行目标导向的容量复苏;避免使用肾毒性药物;术后停用 ACEI/ARB 类药物 48 h;严密监测血清肌酐水平和尿量;避免术后 72 h 内高血糖<sup>[73]</sup>。

非诺多巴是一种选择性多巴胺受体 D1 激动剂,能降低肾功能不全的发生风险,但可增加低血压的发生率。如果可以避免低血压,非诺多巴可降低 AKI 发生风险和肾替代治疗需求,但非诺多巴的研究尚存在异质性,不同学会指南推荐存在差异<sup>[74]</sup>。

小样本研究显示,成人心脏手术中,体外循环开始时给予 NO 吸入治疗,能显著降低术后 AKI 发生率,术后 1 年慢性肾功能损伤的发生率也显著降低<sup>[75]</sup>。

多巴胺是一种被广泛使用的“利尿剂”,低剂量(0.3~5.0 μg·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>)多巴胺可增加肾血流量,促进尿钠排泄及利尿效应。因此,既往多项研究使用“肾脏剂量”的多巴胺静脉输注,试图改善肾脏灌注和预防 AKI,然而大多数单中心随机临床试验并未证明其益处<sup>[76]</sup>。

甘露醇和呋塞米是常用的利尿剂,目前随机对照研究的结论相对一致,使用甘露醇和呋塞米利尿不能带来肾脏保护获益,输注呋塞米可能使术后肾功能进一步恶化<sup>[77]</sup>;使用袢利尿剂的肾脏获益与患者的容量状态密切相关,在容量超负荷患者中,能带来肾脏和生存获益<sup>[78]</sup>。

### 3. 其他器官保护

**推荐意见 74:**静脉麻醉药物丙泊酚和吸入麻醉药物均可安全用于心脏手术麻醉,两者的脏器保护

作用具有器官特异性(Ⅱa,B);尚无有力的证据支持吸入麻醉药在降低术后并发症发生率方面比静脉麻醉药更具优势(Ⅱb,C)。

推荐意见说明:

丙泊酚具有心脏保护效应,用于糖尿病患者心脏停搏的救治,可减少心脏手术后低心排综合征和心力衰竭的发生<sup>[79]</sup>,还可降低手术患者应激和血流动力学反应,促进术后心功能恢复<sup>[80]</sup>。

吸入麻醉药物可降低术后肌钙蛋白水平,降低围手术期心肌梗死风险,减少血管活性药和(或)降压药物需求,降低术后急性肾功能不全、肺部并发症和 POD 的发生风险。但临床实践中给药方案存在较大的异质性<sup>[81]</sup>。

吸入麻醉药对心脏手术后并发症发生率和死亡率的影响并不一致<sup>[82-83]</sup>。meta 分析表明,吸入麻醉药组心肌梗死发生率显著低于静脉麻醉药物组<sup>[84]</sup>。

**推荐意见 75:**应考虑使用吸入性肺血管扩张剂,改善术后急性肺动脉高压和右心衰竭(Ⅱa,B)。

推荐意见说明:

在心脏外科手术后急性肺动脉高压及右心衰竭的治疗中,吸入性肺血管扩张剂因其安全性和使用便捷性占据重要地位,在改善肺动脉高压和右心功能的同时,不改变体循环血流动力学。当前临床常用的吸入性肺血管扩张剂包括 NO、前列环素、伊洛前列素、米力农、左西孟旦和依普前列醇。在以上儿茶酚胺和非儿茶酚胺类药物中,只有吸入前列环素能在降低肺动脉压的同时减少 ICU 停留时间,降低患者死亡率<sup>[85]</sup>。吸入 NO 和吸入依普前列醇治疗能安全有效地改善伴有肺动脉高压的心脏手术患者血流动力学和氧合<sup>[86-88]</sup>。

《成人心脏手术围手术期用药专家共识(2025 版)》工作组名单:

编写组组长:武庆平(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、雷翀(空军军医大学第一附属医院)

执笔人:王磊(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、张泽菲(空军军医大学第一附属医院)

编写组成员(按姓氏拼音排序):敖虎山(中国医学科学院阜外医院)、柴云飞(广东省人民医院)、陈世彪(南昌大学第一附属医院)、陈燕桦(广西医科大学第一附属医院)、戴茹萍(中南大学湘雅二医院)、刁玉刚(解放军北部战区总医院)、董榕(上海交通大学医学院附属瑞金医院北部院区)、郭克芳(复旦大学附属中山医院)、韩建阁(天津市胸科医院)、黄立宁(河北医科大学第二医院)、黄维勤(亚洲国际心脏病医院)、黄志勇(中国医学科学院阜外医院深圳医院)、江德斌(福建医科大学附属协和医院)、金沐(首都医科大学附属北京友谊医院)、雷翀(空军军医大学第一附属医院)、雷迁(四川省人民医院)、李斌(郑州大学第一附属医院)、李小刚(西安交通大学第一附属医院)、林洪启(阜外华中心血管病医院)、刘亚涛(兰州



大学第一医院)、鲁显福(安徽医科大学第一附属医院)、孟庆涛(武汉大学人民医院)、史宏伟(南京市第一医院)、史静(贵州医科大学附属医院)、田毅(中南大学湘雅医学院附属海口医院)、汪伟健(温州医科大学附属第一医院)、王锴(中南大学湘雅医院)、王晟(首都医科大学附属北京安贞医院)、王洪涛(昆明市延安医院)、王洪武(泰达国际心血管病医院)、王伟鹏(上海德达医院)、王永旺(桂林医学院附属医院)、王云(青海省人民医院)、吴剑波(山东第一医科大学第一附属医院)、武庆平(华中科技大学同济医学院附属协和医院)、徐桂萍(新疆维吾尔自治区人民医院)、徐建红(浙江大学医学院附属第四医院)、徐宇玉(香港玛丽医院)、于春华(中国医学科学院北京协和医院)、袁莉(青岛大学附属医院)、袁素(中国医学科学院阜外医院)、张林忠(山西医科大学第二医院)、章放香(贵州省人民医院)、曾俊(四川大学华西临床医学院)、钟巍(河南省胸科医院)

**利益冲突** 所有作者声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Dunning J, Versteegh M, Fabbri A, et al. Guideline on antiplatelet and anticoagulation management in cardiac surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2008, 34(1): 73-92. DOI: 10.1016/j.ejcts.2008.02.024.
- [2] Lazar HL, McDonnell M, Chipkin SR, et al. The Society of Thoracic Surgeons practice guideline series: blood glucose management during adult cardiac surgery[J]. *Ann Thorac Surg*, 2009, 87(2): 663-669. DOI: 10.1016/j.athoracsur.2008.11.011.
- [3] Kulik A, Ruel M, Jneid H, et al. Secondary prevention after coronary artery bypass graft surgery: a scientific statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2015, 131(10): 927-964. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000182.
- [4] Blessberger H, Kammiller J, Steinwender C. Perioperative use of beta-blockers in cardiac and noncardiac surgery[J]. *JAMA*, 2015, 313(20): 2070-2071. DOI: 10.1001/jama.2015.1883.
- [5] Disque A, Neelankavil J. Con: ACE inhibitors should be stopped prior to cardiovascular surgery[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2016, 30(3): 820-822. DOI: 10.1053/j.jvca.2016.01.016.
- [6] Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on clinical practice guidelines[J]. *Circulation*, 2022, 145(18): e895-e1032. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001063.
- [7] 重组人脑利钠肽多中心研究协作组. 重组人脑利钠肽治疗心力衰竭安全性和疗效的开放性随机对照多中心临床研究[J]. *中华心血管病杂志*, 2011, 39(4): 305-308. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.04.005.
- [8] Konstam MA, Kiernan MS, Bernstein D, et al. Evaluation and management of right-sided heart failure: a Scientific Statement From the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2018, 137(20): e578-e622. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000560.
- [9] Léopold V, Gayat E, Pirracchio R, et al. Epinephrine and short-term survival in cardiogenic shock: an individual data meta-analysis of 2583 patients[J]. *Intensive Care Med*, 2018, 44(6): 847-856. DOI: 10.1007/s00134-018-5222-9.
- [10] Arrigo M, Huber LC, Winnik S, et al. Right ventricular failure: pathophysiology, diagnosis and treatment[J]. *Card Fail Rev*, 2019, 5(3): 140-146. DOI: 10.15420/cfr.2019.15.2.
- [11] Das G, Ferris J. Esmolol in the treatment of supraventricular tachyarrhythmias[J]. *Can J Cardiol*, 1988, 4(4): 177-180.
- [12] Rowland E, McKenna WJ, Gülker H, et al. The comparative effects of diltiazem and verapamil on atrioventricular conduction and atrioventricular reentry tachycardia[J]. *Circ Res*, 1983, 52(2 Pt 2): I163-I168.
- [13] Walsh RW, Porter CB, Starling MR, et al. Beneficial hemodynamic effects of intravenous and oral diltiazem in severe congestive heart failure[J]. *J Am Coll Cardiol*, 1984, 3(4): 1044-1050. DOI: 10.1016/s0735-1097(84)80365-4.
- [14] Delle Karth G, Geppert A, Neunteufl T, et al. Amiodarone versus diltiazem for rate control in critically ill patients with atrial tachyarrhythmias[J]. *Crit Care Med*, 2001, 29(6): 1149-1153. DOI: 10.1097/00003246-200106000-00011.
- [15] Tisdale JE, Padhi ID, Goldberg AD, et al. A randomized, double-blind comparison of intravenous diltiazem and digoxin for atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery[J]. *Am Heart J*, 1998, 135(5 Pt 1): 739-747. DOI: 10.1016/s0002-8703(98)70031-6.
- [16] Roth A, Harrison E, Mitani G, et al. Efficacy and safety of medium- and high-dose diltiazem alone and in combination with digoxin for control of heart rate at rest and during exercise in patients with chronic atrial fibrillation[J]. *Circulation*, 1986, 73(2): 316-324. DOI: 10.1161/01.cir.73.2.316.
- [17] Jeppsson A, Rocca B, Hansson EC, et al. 2024 EACTS guidelines on perioperative medication in adult cardiac surgery[J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2024, 67(1): ezae355. DOI: 10.1093/ejcts/ezae355.
- [18] Sear JW, Foex P. Recommendations on perioperative beta-blockers: differing guidelines: So what should the clinician do? [J]. *Br J Anaesth*, 2010, 104(3): 273-275. DOI: 10.1093/bja/aeq007.
- [19] Clemons HF, Wood MA, Gilligan DM, et al. Intravenous amiodarone for acute heart rate control in the critically ill patient with atrial tachyarrhythmias[J]. *Am J Cardiol*, 1998, 81(5): 594-598. DOI: 10.1016/s0002-9149(97)00962-4.
- [20] Savelieva I, Graydon R, Camm AJ. Pharmacological cardioversion of atrial fibrillation with vernakalant: evidence in support of the ESC guidelines[J]. *Europace*, 2014, 16(2): 162-173. DOI: 10.1093/europace/eut274.
- [21] Kowey PR, Vanderlugt JT, Luderer JR. Safety and risk/benefit analysis of ibutilide for acute conversion of atrial fibrillation/flutter[J]. *Am J Cardiol*, 1996, 78(8A): 46-52. DOI: 10.1016/s0002-9149(96)00566-8.
- [22] Krittayaphong R, Bhuripanyo K, Punlee K, et al. Effect of atenolol on symptomatic ventricular arrhythmia without structural heart disease: a randomized placebo-controlled study[J]. *Am Heart J*, 2002, 144(6): e10. DOI: 10.1067/mhj.2002.125516.
- [23] Bardy GH, Lee KL, Mark DB, et al. Amiodarone or an implantable cardioverter-defibrillator for congestive heart failure[J]. *N*

- Engl J Med, 2005, 352 ( 3 ) : 225-237. DOI: 10.1056/NEJ-Moa043399.
- [24] Seidl K, Hauer B, Schwick NG, et al. Comparison of metoprolol and sotalol in preventing ventricular tachyarrhythmias after the implantation of a cardioverter/defibrillator [ J ]. Am J Cardiol, 1998, 82 ( 6 ) : 744-748. DOI: 10.1016/s0002-9149(98)00478-0.
- [25] Connolly SJ, Dorian P, Roberts RS, et al. Comparison of beta-blockers, amiodarone plus beta-blockers, or sotalol for prevention of shocks from implantable cardioverter defibrillators: the OPTIC Study: a randomized trial [ J ]. JAMA, 2006, 295 ( 2 ) : 165-171. DOI: 10.1001/jama.295.2.165.
- [26] Buxton AE, Marchlinski FE, Doherty JU, et al. Repetitive, monomorphic ventricular tachycardia: clinical and electrophysiologic characteristics in patients with and patients without organic heart disease [ J ]. Am J Cardiol, 1984, 54 ( 8 ) : 997-1002. DOI: 10.1016/s0002-9149(84)80133-2.
- [27] Griffith MJ, Garratt CJ, Rowland E, et al. Effects of intravenous adenosine on verapamil-sensitive " idiopathic " ventricular tachycardia [ J ]. Am J Cardiol, 1994, 73 ( 11 ) : 759-764. DOI: 10.1016/0002-9149(94)90877-x.
- [28] Rankin AC, Rae AP, Cobbe SM. Misuse of intravenous verapamil in patients with ventricular tachycardia [ J ]. Lancet, 1987, 2 ( 8557 ) : 472-474. DOI: 10.1016/s0140-6736(87)91790-9.
- [29] Marill KA, Wolfram S, Desouza IS, et al. Adenosine for wide-complex tachycardia: efficacy and safety [ J ]. Crit Care Med, 2009, 37 ( 9 ) : 2512-2518. DOI: 10.1097/CCM.0b013e3181a93661.
- [30] Chatzidou S, Kontogiannis C, Tsilimigras DI, et al. Propranolol versus metoprolol for treatment of electrical storm in patients with implantable cardioverter-defibrillator [ J ]. J Am Coll Cardiol, 2018, 71 ( 17 ) : 1897-1906. DOI: 10.1016/j.jacc.2018.02.056.
- [31] Giustetto C, Schimpf R, Mazzanti A, et al. Long-term follow-up of patients with short QT syndrome [ J ]. J Am Coll Cardiol, 2011, 58 ( 6 ) : 587-595. DOI: 10.1016/j.jacc.2011.03.038.
- [32] Le Pennec-Prigent S, Flecher E, Auffret V, et al. Effectiveness of extracorporeal life support for patients with cardiogenic shock due to intractable arrhythmic storm [ J ]. Crit Care Med, 2017, 45 ( 3 ) : e281-e289. DOI: 10.1097/CCM.0000000000002089.
- [33] Chadda KD, Lichstein E, Gupta PK, et al. Effects of atropine in patients with bradyarrhythmia complicating myocardial infarction. Usefulness of an optimum dose for overdrive [ J ]. Am J Med, 1977, 63 ( 4 ) : 503-510. DOI: 10.1016/0002-9343(77)90194-2.
- [34] Macgregor DA, Smith TE, Prielipp RC, et al. Pharmacokinetics of dopamine in healthy male subjects [ J ]. Anesthesiology, 2000, 92 ( 2 ) : 338-346. DOI: 10.1097/0000542-200002000-00013.
- [35] Morales-Cané I, Valverde-León MD, Rodríguez-Borrego MA. Epinephrine in cardiac arrest: systematic review and meta-analysis [ J ]. Rev Lat Am Enfermagem, 2016, 24 : e2821. DOI: 10.1590/1518-8345.1317.2821.
- [36] Woo GW, Schofield RS, Pauly DF, et al. Incidence, predictors, and outcomes of cardiac pacing after cardiac transplantation: an 11-year retrospective analysis [ J ]. Transplantation, 2008, 85 ( 8 ) : 1216-1218. DOI: 10.1097/TP.0b013e31816b677c.
- [37] Epstein AE, Hirschowitz BI, Kirklin JK, et al. Evidence for a central site of action to explain the negative chronotropic effect of atropine: studies on the human transplanted heart [ J ]. J Am Coll Cardiol, 1990, 15 ( 7 ) : 1610-1617. DOI: 10.1016/0735-1097(90)92834-o.
- [38] Sodeck GH, Domanovits H, Meron G, et al. Compromising bradycardia: management in the emergency department [ J ]. Resuscitation, 2007, 73 ( 1 ) : 96-102. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2006.08.006.
- [39] Ma X, Ma C, Yun Y, et al. Safety and efficacy outcomes of pre-operative aspirin in patients undergoing coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis [ J ]. J Cardiovasc Pharmacol Ther, 2014, 19 ( 1 ) : 97-113. DOI: 10.1177/107424841-3509026.
- [40] Lee J, Kim JK, Kim JH, et al. Recovery time of platelet function after aspirin withdrawal [ J ]. Curr Ther Res Clin Exp, 2014, 76 : 26-31. DOI: 10.1016/j.curtheres.2014.02.002.
- [41] Li C, Hirsh J, Xie C, et al. Reversal of the anti-platelet effects of aspirin and clopidogrel [ J ]. J Thromb Haemost, 2012, 10 ( 4 ) : 521-528. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2012.04641.x.
- [42] Rossini R, Masiero G, Fruttero C, et al. Antiplatelet therapy with cangrelor in patients undergoing surgery after coronary stent implantation: a real-world bridging protocol experience [ J ]. TH Open, 2020, 4 ( 4 ) : e437-e445. DOI: 10.1055/s-0040-1721504.
- [43] Hansson EC, Jidéus L, Åberg B, et al. Coronary artery bypass grafting-related bleeding complications in patients treated with ticagrelor or clopidogrel: a nationwide study [ J ]. Eur Heart J, 2016, 37 ( 2 ) : 189-197. DOI: 10.1093/eurheartj/ehv381.
- [44] Fareed J, Hoppensteadt D, Walenga J, et al. Pharmacodynamic and pharmacokinetic properties of enoxaparin: implications for clinical practice [ J ]. Clin Pharmacokinet, 2003, 42 ( 12 ) : 1043-1057. DOI: 10.2165/00003088-200342120-00003.
- [45] Nutescu EA, Spinler SA, Wittkowsky A, et al. Low-molecular-weight heparins in renal impairment and obesity: available evidence and clinical practice recommendations across medical and surgical settings [ J ]. Ann Pharmacother, 2009, 43 ( 6 ) : 1064-1083. DOI: 10.1345/aph.1L194.
- [46] Hirsh J, Bauer KA, Donati MB, et al. Parenteral anticoagulants: american college of chest physicians evidence-based clinical practice guidelines ( 8th edition ) [ J ]. Chest, 2008, 133 ( 6 Suppl ) : 141s-159s. DOI: 10.1378/chest.08-0689.
- [47] Boer C, Meesters MI, Milojevic M, et al. 2017 EACTS/EACTA guidelines on patient blood management for adult cardiac surgery [ J ]. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2018, 32 ( 1 ) : 88-120. DOI: 10.1053/j.jvca.2017.06.026.
- [48] Khatib R, Ludwikowska M, Witt DM, et al. Vitamin K for reversal of excessive vitamin K antagonist anticoagulation: a systematic review and meta-analysis [ J ]. Blood Adv, 2019, 3 ( 5 ) : 789-796. DOI: 10.1182/bloodadvances.2018025163.
- [49] Erdoes G, Koster A, Ortmann E, et al. A European consensus statement on the use of four-factor prothrombin complex concentrate for cardiac and non-cardiac surgical patients [ J ]. Anaesthe-



- sia, 2021, 76(3):381-392. DOI: 10.1111/anae.15181.
- [50] Shah S, Nayfeh T, Hasan B, et al. Perioperative management of vitamin K antagonists and direct oral anticoagulants: a systematic review and meta-analysis[J]. *Chest*, 2023, 163(5):1245-1257. DOI: 10.1016/j.chest.2022.11.032.
  - [51] Hällgren O, Svenmarker S, Appelblad M. Implementing a statistical model for protamine titration: effects on coagulation in cardiac surgical patients[J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31(2):516-521. DOI: 10.1053/j.jvca.2016.07.018.
  - [52] Shi J, Zhou C, Pan W, et al. Effect of high- vs low-dose tranexamic acid infusion on need for red blood cell transfusion and adverse events in patients undergoing cardiac surgery: the optimal randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2022, 328(4):336-347. DOI: 10.1001/jama.2022.10725.
  - [53] Mojcik CF, Levy JH. Aprotinin and the systemic inflammatory response after cardiopulmonary bypass[J]. *Ann Thorac Surg*, 2001, 71(2):745-754. DOI: 10.1016/s0003-4975(00)02218-9.
  - [54] Fergusson DA, Hébert PC, Mazer CD, et al. A comparison of aprotinin and lysine analogues in high-risk cardiac surgery[J]. *N Engl J Med*, 2008, 358(22):2319-2331. DOI: 10.1056/NEJMoa0802395.
  - [55] Crowley K, Scanail P, Hermanides J, et al. Current practice in the perioperative management of patients with diabetes mellitus: a narrative review [J]. *Br J Anaesth*, 2023, 131(2):242-252. DOI: 10.1016/j.bja.2023.02.039.
  - [56] Seki H, Ideno S, Shiga T, et al. Sodium-glucose cotransporter 2 inhibitor-associated perioperative ketoacidosis: a systematic review of case reports[J]. *J Anesth*, 2023, 37(3):465-473. DOI: 10.1007/s00540-023-03174-8.
  - [57] Makino H, Tanaka A, Asakura K, et al. Addition of low-dose liraglutide to insulin therapy is useful for glycaemic control during the peri-operative period: effect of glucagon-like peptide-1 receptor agonist therapy on glycaemic control in patients undergoing cardiac surgery (GLOLIA study) [J]. *Diabet Med*, 2019, 36(12):1621-1628. DOI: 10.1111/dme.14084.
  - [58] Chakhtoura M, Haber R, Ghezawi M, et al. Pharmacotherapy of obesity: an update on the available medications and drugs under investigation[J]. *EclinicalMedicine*, 2023, 58:101882. DOI: 10.1016/j.eclim.2023.101882.
  - [59] Honarmand K, Sirimatuos M, Hirshberg EL, et al. Society of critical care medicine guidelines on glycemic control for critically ill children and adults 2024[J]. *Crit Care Med*, 2024, 52(4):e161-e181. DOI: 10.1097/CCM.0000000000006174.
  - [60] Van Den Boom W, Schroeder RA, Manning MW, et al. Effect of A1C and glucose on postoperative mortality in noncardiac and cardiac surgeries [J]. *Diabetes Care*, 2018, 41(4):782-788. DOI: 10.2337/dc17-2232.
  - [61] Grogan K, Stearns J, Hogue CW. Brain protection in cardiac surgery[J]. *Anesthesiol Clin*, 2008, 26(3):521-538. DOI: 10.1016/j.anclin.2008.03.003.
  - [62] Tang S, Huang W, Zhang K, et al. Comparison of effects of propofol versus sevoflurane for patients undergoing cardiopulmonary bypass cardiac surgery[J]. *Pak J Med Sci*, 2019, 35(4):1072-1075. DOI: 10.12669/pjms.35.4.1279.
  - [63] Patel M, Onwochei DN, Desai N. Influence of perioperative dexmedetomidine on the incidence of postoperative delirium in adult patients undergoing cardiac surgery[J]. *Br J Anaesth*, 2022, 129(1):67-83. DOI: 10.1016/j.bja.2021.11.041.
  - [64] Turan A, Duncan A, Leung S, et al. Dexmedetomidine for reduction of atrial fibrillation and delirium after cardiac surgery (DECADE): a randomised placebo-controlled trial[J]. *Lancet*, 2020, 396(10245):177-185. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30631-0.
  - [65] Aoki Y, Kurita T, Nakajima M, et al. Association between remimazolam and postoperative delirium in older adults undergoing elective cardiovascular surgery: a prospective cohort study[J]. *J Anesth*, 2023, 37(1):13-22. DOI: 10.1007/s00540-022-03119-7.
  - [66] Kaneko S, Morimoto T, Ichinomiya T, et al. Effect of remimazolam on the incidence of delirium after transcatheter aortic valve implantation under general anesthesia: a retrospective exploratory study[J]. *J Anesth*, 2023, 37(2):210-218. DOI: 10.1007/s00540-022-03148-2.
  - [67] Yoshimura M, Hidaka Y, Morimoto Y. Association between the use of midazolam during cardiac anesthesia and the incidence of postoperative delirium: a retrospective cohort study using a nationwide database [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37(12):2546-2551. DOI: 10.1053/j.jvca.2023.08.147.
  - [68] Khan BA, Perkins AJ, Campbell NL, et al. Preventing postoperative delirium after major noncardiac thoracic surgery: a randomized clinical trial[J]. *J Am Geriatr Soc*, 2018, 66(12):2289-2297. DOI: 10.1111/jgs.15640.
  - [69] Shi Y. Effects of melatonin on postoperative delirium after PCI in elderly patients: a randomized, single-center, double-blind, placebo-controlled trial [J]. *Heart Surg Forum*, 2021, 24(5):E893-E897. DOI: 10.1532/hsf.4049.
  - [70] Fernandes TM, Malhotra A, Owens RL. Ramelteon for prevention of postoperative delirium: a randomized controlled trial in patients undergoing elective pulmonary thromboendarterectomy[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(12):1751-1758. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004004.
  - [71] Rosner MH, Okusa MD. Acute kidney injury associated with cardiac surgery[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2006, (1):19-32. DOI: 10.2215/CJN.00240605.
  - [72] Ostermann M, Kunst G, Baker E, et al. Cardiac surgery associated AKI prevention strategies and medical treatment for CSA-AKI [J]. *J Clin Med*, 2021, 10(22):5285. DOI: 10.3390/jcm10225285.
  - [73] Meersch M, Schmidt C, Hoffmeier A, et al. Prevention of cardiac surgery-associated AKI by implementing the KDIGO guidelines in high risk patients identified by biomarkers: the prevAKI randomized controlled trial[J]. *Intensive Care Med*, 2017, 43(11):1749. DOI: 10.1007/s00134-017-4735-y.
  - [74] Brown JR, Shore-Lesserson L, Fox AA, et al. The Society of Thoracic Surgeons/Society of Cardiovascular Anesthesiologists/

American Society of extracorporeal technology clinical practice guidelines for the prevention of adult cardiac surgery-associated acute kidney injury [J]. *J Extra Corpor Technol*, 2022, 54 ( 4 ) : 267-290. DOI: 10.1182/ject-54301.

[75] Lei C, Berra L, Rezoagli E, et al. Nitric oxide decreases acute kidney injury and stage 3 chronic kidney disease after cardiac surgery [J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2018, 198 ( 10 ) : 1279-1287. DOI: 10.1164/rccm.201710-21500C.

[76] Patel NN, Angelini GD. Pharmacological strategies for the prevention of acute kidney injury following cardiac surgery: an overview of systematic reviews [J]. *Curr Pharm Des*, 2014, 20 ( 34 ) : 5484-5488. DOI: 10.2174/1381612820666140325113422.

[77] Nachtwey W. The therapeutic principles of the Centre de Respiration Artificielle de Hambourg-Altona in severe forms of tetanus [J]. *Anesth Analg ( Paris )*, 1964, 21 : 217-230.

[78] Zhu S, Zheng Z, Wang L, et al. Association between loop diuretics and mortality in patients with cardiac surgery-associated acute kidney injury: a retrospective propensity score-weighted analysis [J]. *Anesth Analg*, 2024, 139 ( 1 ) : 124-134. DOI: 10.1213/ANE.0000000000006748.

[79] Ansley DM, Raedschelders K, Choi PT, et al. Propofol cardioprotection for on-pump aortocoronary bypass surgery in patients with type 2 diabetes mellitus ( PRO-TECT II ) : a phase 2 randomized-controlled trial [J]. *Can J Anaesth*, 2016, 63 ( 4 ) : 442-453. DOI: 10.1007/s12630-015-0580-z.

[80] Huang Z, Zhong X, Irwin MG, et al. Synergy of isoflurane preconditioning and propofol postconditioning reduces myocardial reperfusion injury in patients [J]. *Clin Sci ( Lond )*, 2011, 121 ( 2 ) : 57-69. DOI: 10.1042/CS20100435.

[81] Kunst G, Milojevic M, Boer C, et al. 2019 EACTS/EACTA/EB-CP guidelines on cardiopulmonary bypass in adult cardiac surgery [J]. *Br J Anaesth*, 2019, 123 ( 6 ) : 713-757. DOI: 10.1016/j.bja.2019.09.012.

[82] Landoni G, Pisano A, Lomivorotov V, et al. Randomized evidence for reduction of perioperative mortality: an updated consensus process [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2017, 31 ( 2 ) : 719-730. DOI: 10.1053/j.jvca.2016.07.017.

[83] Kunst G, Klein AA. Peri-operative anaesthetic myocardial preconditioning and protection-cellular mechanisms and clinical relevance in cardiac anaesthesia [J]. *Anaesthesia*, 2015, 70 ( 4 ) : 467-482. DOI: 10.1111/anae.12975.

[84] El Dib R, Guimarães Pereira JE, Agarwal A, et al. Inhalation versus intravenous anaesthesia for adults undergoing on-pump or off-pump coronary artery bypass grafting: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Clin Anesth*, 2017, 40 : 127-138. DOI: 10.1016/j.jclinane.2017.05.010.

[85] Sardo S, Tripodi VF, Guerzoni F, et al. Pulmonary vasodilator and inodilator drugs in cardiac surgery: a systematic review with bayesian network meta-analysis [J]. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2023, 37 ( 11 ) : 2261-2271. DOI: 10.1053/j.jvca.2023.07.041.

[86] Matsugi E, Takashima S, Doteuchi S, et al. Real-world safety and effectiveness of inhaled nitric oxide therapy for pulmonary hypertension during the perioperative period of cardiac surgery: a post-marketing study of 2817 patients in Japan [J]. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*, 2024, 72 ( 5 ) : 311-323. DOI: 10.1007/s11748-023-01971-2.

[87] Ghadimi K, Cappiello JL, Wright MC, et al. Inhaled epoprostenol compared with nitric oxide for right ventricular support after major cardiac surgery [J]. *Circulation*, 2023, 148 ( 17 ) : 1316-1329. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062464.

[88] Yan Y, Kamenshchikov N, Zheng Z, et al. Inhaled nitric oxide and postoperative outcomes in cardiac surgery with cardiopulmonary bypass: a systematic review and meta-analysis [J]. *Nitric Oxide*, 2024, 146 : 64-74. DOI: 10.1016/j.niox.2024.03.004.

( 收稿日期: 2025-04-14 )

( 本文编辑: 周晓云 )

