

2025 年欧洲复苏委员会指南成人心肺复苏更新要点解读*

唐颂龄^{1,2} 简孟瑶^{1,2} 褚莉莉^{1,2} 刘维康^{1,2} 周婷圆^{1,2} 王智渊^{1,2}

牛庆晟^{1,2} 余海放^{1,2} 周亚雄^{1,2} 何亚荣^{1,2} 曹钰^{1,2}

(1. 四川大学华西医院急诊科·急诊医学研究室, 四川 成都 610041; 2. 四川大学灾难医学中心, 四川 成都 610041)

【摘要】 2025 年 10 月, 欧洲复苏委员会(ERC)发布最新版《心肺复苏与心血管急救指南》, 更新了从预防识别、现场施救到长期管理的全流程优化, 不仅为全球医疗专业人员、非专业施救者及政策制定者提供了系统化、循证化的复苏指导, 也为未来复苏科学研究明确了若干关键发展方向。本文聚焦成人心肺复苏(CPR)部分的关键更新, 重点围绕以下核心内容展开: 复苏救治体系建设, 基础与高级生命支持(包括按压质量、通气策略、除颤方案、心肺复苏质量反馈、清醒患者管理、血管活性药物及抗心律失常药物应用等), 特殊情境下的复苏策略(如高热、中毒、溺水及肥胖患者), 以及心脏骤停后综合管理(涉及呼吸、循环及神经系统支持等)。本文对指南中成人心肺复苏核心推荐内容进行解读, 以期为临床实践和研究提供参考。

【关键词】 心肺复苏; 国际共识; 基础生命支持; 高级生命支持; 复苏救治体系

【中图分类号】 R459.7 **【文献标志码】** A **DOI:** 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2025. 12. 002

Interpretation of key updates on Adult Cardiopulmonary Resuscitation in the 2025 European Resuscitation Council Guidelines

TANG Songling^{1,2}, JIAN Mengyao^{1,2}, CHU Lili^{1,2}, LIU Weikang^{1,2}, ZHOU Tingyuan^{1,2}, WANG Zhiyuan^{1,2},

NIU Qingsheng^{1,2}, YU Haifang^{1,2}, ZHOU Yaxiong^{1,2}, HE Yarong^{1,2}, CAO Yu^{1,2}

(1. Department of Emergency Medicine, Emergency Medicine Research Laboratory,

West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China;

2. Disaster Medicine Center, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

【Abstract】 In October 2025, the European Resuscitation Council (ERC) released its latest Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Cardiovascular Emergency Care. The updated guidelines optimize the entire chain of care—from prevention and early recognition to on-scene resuscitation and long-term management. They provide structured, evidence-based guidance not only for healthcare professionals, but also for lay rescuers and policymakers worldwide, while

基金项目: 国家自然科学基金项目(82272241, 82241060, 82402574); 四川省科技厅项目(2023NSFSC1472, 2024NSFSC1531); 四川大学华西医院高端人才支持计划(ZYGD23035)

执行编委简介: 曹钰, 三级教授、主任医师、博士研究生导师, 四川大学华西医院副院长, 急诊医学研究所执行所长。美国 Thomas Jefferson 大学医院访问学者。现任中华医学会急诊医学分会副主任委员、人文学组组长, 中国医师协会急诊医师分会副会长, 中华预防医学会灾难预防医学分会副主任委员, 中国急诊专科医联体副主席, 四川省卫生计生领军人才, 四川省学术和技术带头人, 四川省医师协会急诊医师分会会长, 四川省医学会急诊医学专业委员会主任委员, 四川省国际医学交流促进会急诊专委会主任委员, 四川省人工智能学会智慧急诊专委会主任委员。长期从事急诊医学、教、研、管工作。主要研究方向为心肺复苏、急性中毒、急诊管理和灾难医学。先后主持纵向课题 20 项, 其中国家自然科学基金项目 6 项, 研究成果在以第一作者/通信作者在 *Circ Res*, *Signal Transduct Target Ther*, *J Am Coll Cardiol*, *Am J Respir Crit Care Med*, *Nano Lett*, *Sens Actuators B Chem*, *Resuscitation* 等国际知名期刊发表 SCI 论文 101 篇, 中文文章 125 篇。申请发明专利 12 项, 已授权 8 项; 主(副)编/译教材和专著 9 部, 其中国家卫生健康委员会(卫生部、卫计委)和中国科学院教材建设专家委员会规划教材 5 部; 参编/译教材与专著 38 部; 主持国家级一流本科课程 1 门。先后获美国心脏协会“PDW(Paul Dudley White)国际学者奖”、四川省科技进步二等奖、四川省医学科技一等奖、全国高校混合式教学设计创新大赛二等奖、四川省普通高校教师教学创新大赛二等奖、“全国医德楷模”“四川省新时代健康卫士”“四川省优秀教师”等奖项和荣誉。

通信作者: 何亚荣, E-mail: heyarong@scu.edu.cn; 曹钰, E-mail: caoyu@wchscu.cn

引用本文: 唐颂龄, 简孟瑶, 褚莉莉, 等. 2025 年欧洲复苏委员会指南成人心肺复苏更新要点解读[J]. 西部医学, 2025, 37(12): 1725-1731. DOI: 10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2025. 12. 002

outlining several key directions for future research in resuscitation science. This article highlights the major updates in adult cardiopulmonary resuscitation (CPR), focusing on the development of resuscitation systems; basic and advanced life support (including compression quality, ventilation strategies, defibrillation protocols, management of CPR-induced consciousness, and the use of vasoactive or antiarrhythmic medications); resuscitation in special circumstances such as hyperthermia, poisoning, drowning, and obesity; and integrated post-cardiac arrest care involving respiratory, circulatory, and neurological support. This article provides an interpretation of core recommendations of the guideline, with the aim of offering insights for both clinical practice and research.

【Key words】 Cardiopulmonary resuscitation; International consensus; Basic life support; Advanced life support; Resuscitation system

欧洲院外心脏骤停(Out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)的年发病率约为 55 例/10 万人口,院内心脏骤停(In-hospital cardiac arrest, IHCA)的年发病率为 1.5~2.8 例/1 000 住院人次^[1]。尽管诊疗手段持续进步,心脏骤停患者的总体救治成功率仍有待提高。2025 年欧洲复苏委员会(European Resuscitation Council, ERC)指南基于国际复苏联络委员会(International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR)发布的循证治疗建议(Consensus on Science with Treatment Recommendations, CoSTR)对复苏科学进行全面更新,内容涵盖复苏流行病学、复苏救治体系、成人基本生命支持(Basic life support, BLS)、成人高级生命支持(Advanced life support, ALS)、特殊场景下成人复苏、成人复苏后管理、新生儿复苏、儿童复苏、复苏教育、复苏伦理学及急救等多个主题,本文重点解读指南中“成人心肺复苏”部分的核心更新内容,旨在向非医疗人员、医疗专业人员及卫生政策制定者提供统一、最新的循证实践指南。

1 复苏救治体系

1.1 心脏骤停中心 心脏骤停中心(Cardiac arrest center, CAC)是指具备多学科团队、先进技术平台并严格遵循循证指南、可提供全流程复苏后管理的专科医院^[2]。一项随机对照试验显示,对于恢复自主循环(Return of spontaneous circulation, ROSC)且无 ST 段抬高的 OHCA 患者,将其直接转运至 CAC 并未显著降低患者 30 天全因死亡率^[3]。然而,另有 15 项观察性研究一致发现,将 OHCA 患者转运至 CAC 可提高其生存率和改善神经功能^[4]。虽然观察性研究存在局限性,但多项研究结果方向一致。因此指南仍强烈建议成人非创伤性 OHCA 患者应尽可能在 CAC 接受治疗,并强调建立区域性、结构化的心脏骤停救治网络对于提高全链条复苏质量具有重要意义。

1.2 第一响应者 第一响应者是提升 OHCA 患者存活率的关键组成部分,其通常分为社区第一响应者(接收附近紧急事件警报并选择是否响应的志愿者)或在岗第一响应者(执勤时可被派遣的消防员或警察

等专业人员)^[5]。多项研究发现,实施第一响应者计划与更高的旁观者心肺复苏率和除颤率、更短的除颤时间以及更好的神经功能预后相关^[6-7]。此外,有研究表明^[8],实施第一响应者计划可提高 OHCA 紧急服务的有效性和成本效益。因此,指南推荐所有医疗救护系统都应实施第一响应者方案。

大多数 OHCA 发生在家中,存活率较低,公共自动体外除颤器(Automated external defibrillator, AED)可及性较差^[9-11]。因此,指南强调派遣范围覆盖私人住宅具有合理性。研究表明,基于手机应用程序的调度和响应,能缩短第一响应者的抵达时间^[12]。此外,欧洲多地研究显示,向家庭 OHCA 派遣第一响应者显著提高旁观者除颤的可能性^[13-14]。

1.3 幸存者与共同幸存者 心脏骤停共同幸存者是指与心脏骤停幸存者有重要关系的个人,该群体包括家庭成员、配偶、伴侣、亲密朋友或与幸存者有密切联系的其他人^[15]。心脏骤停幸存者在出院后可能表现出一系列与心脏骤停相关的症状和不良预后,共同幸存者也可能出现严重的情绪问题^[16]。多项随机对照试验发现,在心脏骤停幸存者中开展为期 6 个月的半结构化认知、医疗和心理社会支持干预,可显著改善幸存者 12 个月时的生存率及生活质量^[17]。而当幸存者-共同幸存者配对并进行心理社会干预后发现^[18],与单独干预组相比,共同干预组对幸存者生活质量改善更显著。

最近证据表明,心脏骤停幸存者与共同幸存者有广泛的需求,包括精神、社交网络、实际援助、法律问题和经济支持^[19]。因此,幸存者及共同幸存者参与决策更切合实际,可提高决策的实用价值。虽然相关研究较少,但目前结果均强调公众参与复苏决策的重要性^[20-21]。幸存者、共同幸存者参与决策的机会存在于整个复苏生存链中^[22],其在复苏研究和政策方面的潜力有待进一步开发和探索。

1.4 新技术与人工智能 近年来,人工智能和数字健康技术在心脏骤停的识别、管理与预后改善方面展现出显著潜力,但目前仍处于研究探索阶段,尚未常

规应用于临床实践。可穿戴设备(如智能手表、心电图贴片等)通过光电体积描记法或内置心电图传感器,可实现心律失常(特别是心房颤动)的高敏感度筛查^[23-24]。非接触式监测方法(如雷达、红外)可用于远程生命体征监测^[25-26],部分智能音箱甚至可自动识别濒死呼吸等心脏骤停高危因素及典型表现,并自动报警^[23, 26-28]。同时,移动应用和数字平台通过整合 AED 定位、汇集第一响应者派遣以及提供现场心肺复苏指导,正努力填补从心脏骤停发生到专业救援人员抵达前的空窗期^[29-30]。此外,人工智能在诊断可除颤心律^[31]、优化心肺复苏质量、提供实时反馈^[32]以及预测神经功能结局等方面也表现出明显优势^[33-34]。但目前证据还存在数据质量、算法偏差、透明性与伦理等问题。这些技术的普及仍面临监管审批、健康公平性、系统整合与公众信任等挑战。

2 基本生命支持

2.1 胸外按压 当患者于病床等柔软表面发生心脏骤停时,不建议搬移患者至地面等坚硬平面,因其可能延误首次按压时间并增加施救者受伤风险。推荐直接在柔软表面上实施心肺复苏。在充气床垫等柔性支撑面上进行按压时,所需按压力大小与床/担架/床垫的尺寸与类型相关^[35],即为达到有效按压深度(≥ 5 cm),施救者需施加更大的按压力。

头高位心肺复苏组合包括使用自动头/胸高位定位装置、机械心肺复苏设备、阻抗阈值装置等专业设备。尽管目前研究^[36-37]显示,头高位心肺复苏组合似乎与良好神经功能预后相关。但目前尚无足够证据表明,单独常规实施头高位心肺复苏(即不包含头高位心肺复苏组合)与神经功能结局改善相关。因此,2025 ERC 指南反对单独常规实施头高位心肺复苏。

2.2 除颤 鉴于 AED 具备精准心律判读能力,且非专业人员亦可安全有效地操作^[38],2025 ERC 指南仍推荐使用 AED 作为 BLS 中除颤的首选设备。由于超便携或口袋型 AED 在除颤次数与输出能量方面存在限制(例如除颤次数 ≤ 20 次,能量 ≤ 85 J),目前尚缺乏充分的临床证据表明其能够改善患者预后。因此,暂不推荐在临床实践中采用此类超便携 AED。

2.3 心肺复苏质量反馈 尽管胸外按压质量监测与反馈设备可有效提升胸外按压质量,但现有研究均未证实可显著改善 ROSC 率、生存率及神经功能预后^[39],甚至有患者因反馈装置对胸壁造成损伤而死亡的案例报道^[40]。鉴于此,2025 ERC 指南不推荐单独常规使用视听反馈指导胸外按压。

目前已有两项研究^[41-42]提示通气质量实时反馈装置可改善通气参数,但患者 ROSC 率及生存率并无

明显改善。目前研究存在回顾性、观察性、单中心、小样本等局限性,证据级别受限,因此,不推荐在心肺复苏期间常规使用通气质量反馈设备。后续应改进相关研究设计,提供更高质量的参考证据。

3 高级生命支持

3.1 预防院内心脏骤停 医疗机构采用统一、经过验证的评分表(如 NEWS)对所有住院患者进行“常规+按需”生命体征采集,评分一旦达到或超过机构设定的触发阈值,立即启动分级响应。相应流程包括床旁护士强化监测、快速反应小组到场以及重症监护,确保“预警-呼救-处置”在同一班次内完成。研究发现,美国 19 家医院采用自动化预警模型识别 IHCA 高风险患者,可显著降低患者死亡率^[43]。

培训核心内容包括“三识三会”。“三识”是指识别呼吸急促/意识改变/皮肤苍白等常见恶化征象,识别 NEWS 评分达到触发值,识别心脏骤停前 5 分钟内的“预警心律”;“三会”是指会启动院内呼叫,会高质量胸外按压,会使用自动或手动除颤仪。最新研究表明,医疗机构工作人员可通过密切监测患者生命体征、早期识别心脏骤停并尽早启动心肺复苏,提高 IHCA 患者的存活率^[44]。

3.2 意识清醒的心肺复苏患者管理 胸外按压过程中患者可能出现颈动脉并无有效搏动,但可见睁眼、肢体挣扎、痛苦表情甚至对话。虽然这种现象仅占 0.23%~0.90%^[45],却足以给患者带来难以逆转的心理创伤。指南给出“镇静-镇痛”双线策略:①立即继续高质量按压,不因意识反应而中断。②同时由团队中最有经验的成员静脉推注小剂量氯胺酮 0.2~0.3 mg/kg 或小剂量芬太尼 0.5~1 μ g/kg,可合并咪达唑仑 1~2 mg,目标 RASS 评分应维持在-2~-3 分,既可阻断疼痛与恐惧记忆,又保留自主呼吸驱动。指南强调,意识清醒的心肺复苏患者的管理必须写入院内复苏预案,所有 ALS 课程须加入“清醒按压”模拟演练,让团队在“清醒呼救”场景下也能冷静完成复苏流程。

神经肌肉阻滞药物(Neuromuscular block agents, NMBA)可在数十秒内完全剥夺患者的肌肉运动与呼吸能力,却丝毫不能抑制其痛觉与恐惧体验,导致患者“意识清醒、眼球转动、感知剧痛,却无法做出任何示意”,可能留下持久创伤后应激障碍^[46]。指南指出,若因强烈挣扎需制动,必须遵循“先镇痛镇静、后肌松”的顺序:先小剂量予以镇静镇痛药物,使 RASS 评分达-2分以下,再考虑追加短效 NMBA(如琥珀胆碱 1 mg/kg 或罗库溴铵 0.6 mg/kg)。指南建议,院前急救包内必须包含“镇静-镇痛-肌松”三类药物。

3.3 药物管理 对于非可除颤心律成人心脏骤停患者,应尽快给予肾上腺素 1 mg,无需等待任何指标;对于成人可除颤心律心脏骤停患者,应在第三次除颤后给予肾上腺素 1 mg。最新 ILCOR 荟萃分析结果提示^[47],肾上腺素可改善 ROSC 率、出院存活率及长期存活率,但其对神经功能的影响尚不明确。另有研究显示,使用高剂量肾上腺素或血管加压素(无论是联合用肾上腺素)均未能显著改善患者远期存活率和神经功能^[48-49]。因此,指南强调“快给”而非“多给”:首剂 1 mg 后,只需每 3~5 min 重复同等剂量,避免肾上腺素累积过量导致心肌耗氧量剧增以及复苏后心肌功能障碍。若已监测动脉血压,可在给药后 30 s 观察舒张压是否 ≥ 25 mmHg、ETCO₂ 是否回升,作为按压质量与药效的双重反馈;如无改善,注意优化胸外按压深度与回弹,而非盲目追加剂量。

3.4 机械设备辅助的心肺复苏 3 项 RCT 研究显示,与人工心肺复苏相比,隆德大学心肺辅助系统(LUCAS)在 ROSC 率、30 天存活率及良好神经功能等方面均无显著差异^[50-51]。因此,指南列举“必须切换机械按压”的场景包括:①长时间救护车转运、直升机转运或狭窄空间导致人工按压无法保证深度与频率。②导管室介入、ECMO 插管、复苏性主动脉血管内球囊阻断术(Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta, REBOA)置入等操作需要 X 线透视且人员需穿铅衣,无法维持标准姿势。③有毒环境、放射性场所等要求施救者暴露时间必须最短。

尽管动物实验^[52]和少量病例报道^[53-54]提示,阻断降主动脉可短暂提升冠状动脉和脑灌注压,但在心脏骤停时使用 REBOA 的相关证据等级极低,且潜在危害突出,包括穿刺失败、主动脉破裂、远端缺血再灌注损伤、脊髓缺血等并发症。最近一项 RCT 显示,对于创伤性大出血患者,院内使用 REBOA 并未改善患者 90 天生存率,甚至可增加其死亡率^[55]。因此,非临床试验场景下使用 REBOA 被视为“超说明书操作”,必须征得患者家属知情同意,并上报医院伦理委员会备案。

4 心脏骤停后的治疗

4.1 呼吸支持 CA 患者 ROSC 后应立即使用 100%(或最大可用)吸入氧浓度,直至能通过可靠测量动脉血氧饱和度(SaO₂)。一旦能可靠测量外周血氧饱和度(SpO₂)或获得动脉血气值,需调整吸入氧浓度以使动脉血氧饱和度达到 94%~98%,或动脉血氧分压(PaO₂)达到 10~13 kPa(75~100 mmHg)。研究发现,CA 早期予低 SaO₂ 目标(90%~94%)氧疗^[56]或高 PaO₂ 目标(PaO₂>245 mmHg)氧疗^[57]对患者预后均不利。

4.2 循环支持 研究指出^[58],CA 后心肌功能障碍与低心排量综合征的发生率可高达 60%,在心源性心脏骤停的患者中,其发生率更高^[59]。早期超声心动图有助于识别潜在的心脏病因、量化心肌功能障碍程度,并据此指导血流动力学管理。通过系列超声心动图检查或肺动脉导管有创监测,可进一步量化心功能并明确其演变趋势。

2021 年指南推荐 ROSC 后 72 小时内目标平均动脉压(Mean arterial pressure, MAP)应 > 65 mmHg,而 ILCOR 采纳 2023 年的一项系统评价纳入 1 000 余名患者,对高于 60~65 mmHg 的标准平均动脉压目标与超过 71 mmHg 的更高目标进行比较,较高的目标 MAP 与生存率的提高、功能预后的改善或急性肾损伤发生率的降低均无相关性^[60]。因此,2025 年指南将目标 MAP 值更改为 60~65 mmHg。

4.3 神经功能保护措施

4.3.1 癫痫控制 2021 及 2025 年指南均推荐对 ROSC 患者常规进行脑电图检测,无需常规预防性使用抗癫痫药物;一旦出现临床或脑电图证实的痫性发作,应立即予以治疗;对于昏迷患者,若脑电图出现位于发作-发作间期连续谱的节律性/周期性模式,也应予以治疗。肌阵挛是 CA 患者最常见的痫性发作类型,通常在 CA 后 1~2 天内出现^[61]。2025 年指南明确指出伴有肌阵挛但脑电图背景良性的患者应在 ROSC 数日后进行唤醒试验。

4.3.2 目标体温管理 2025 ERC 指南较 2024 ILCOR 指南对于目标温度管理未进行更改,ILCOR 系统综述未发现低温、正常体温以及避免发热这三种体温控制目标可改善 CA 患者预后^[47]。2025 ERC 指南指出,对于昏迷的 ROSC 患者应积极控制体温,避免发热,目标体温低于 37.5 °C;ROSC 后处于轻度低体温(32~36 °C)的昏迷患者不应积极复温至正常体温;不建议常规在院前使用降温措施。

5 特殊场景的复苏

5.1 高热 环境相关性高热的主要风险因素是脱水及病情发展引起的多器官功能障碍。首先应将患者转移到凉爽的环境中,治疗原则应围绕降温和补充液体。对于发展为热晕厥和热衰竭者,可采取被动降温方式;而对于热衰竭患者,应优先选择可以实现快速降温的主动降温方式,包括冰或冷水浸泡,推荐降温速率至少为 0.155 °C/min,发病 30 min 内降体温降至 39 °C 以下^[62]。

恶性高热表现为接触吸入性麻醉剂、琥珀酰胆碱或神经阻滞剂后出现肌肉痉挛及危及生命的高代谢危象,体温可升至 40 °C 以上,未经治疗可致死亡^[63]。

鉴于其特殊致病机制,除停止暴露、降温和补充液体的一般治疗原则外,2025 ERC 指南新增建议给予 100% 氧气治疗,可提高分钟通气量至正常值的 2~3 倍,以达到二氧化碳分压水平降至 45 mmHg 以下^[64-65]。丹曲林治疗方案同 2021 年意见(首剂 2.5 mg/kg,最大剂量 10 mg/kg),并在此基础上新形成恶性高热治疗流程图。需注意的是,2025 年我国国家卫健委发布的《86 个罕见病种诊疗指南(2025 年版)》建议丹曲林首剂 2 mg/kg^[66],最大剂量同 ERC 指南。

2025 ERC 指南新增对于毒素诱导高热的管理建议,减少毒素吸收和主动降温措施。精神类等药物或者野生菌中毒患者可能以高热为首发症状。对于中毒引起的高热,应减少毒素的暴露和吸收并及时采取降温等对症治疗策略。由于药物可能直接影响体温调节中枢,退热药物效果有限,此时应积极采用主动降温措施。

5.2 中毒 中毒是心脏骤停的十大可逆性原因之一,在心脏骤停患者中应积极筛查中毒体征。2025 ERC 指南建议救治过程中应首先保证复苏团队安全;对于中毒患者的治疗包括清除毒物和尽快使用特异解毒剂治疗。如在强心苷中毒导致血流动力学不稳定患者的治疗性研究综述中报道,地高辛特异性抗体片段可有效改善患者生存率^[67]。但在阿片类药物过量导致心脏骤停患者中使用拮抗剂(如纳洛酮)是否获益目前尚存在争议^[68],考虑现有临床研究存在严重偏移,可能导致结论不一致,未来需要更多研究探索是否使用纳洛酮以及具体使用时机在阿片类药物过量相关心脏骤停患者中的治疗效果。

5.3 肥胖患者 2025 ERC 指南建议对肥胖心脏骤停患者开展标准心肺复苏。随着全球肥胖率上升,ILCOR 系统评估了肥胖对心脏骤停预后的影响。一项纳入 36 项研究的综述表明,二者关联性存在异质性,结论相差甚远^[69],相关临床研究并未涉及复苏技术调整或对施救者的影响,因此指南认为对肥胖患者采用标准复苏方案是合理的。

6 总结

2025 ERC 指南在成人心肺复苏领域进行全面更新,内容涵盖复苏救治体系构建,胸外按压与通气等基础与高级生命支持策略优化,特殊场景(如高热、中毒及肥胖患者)复苏策略,复苏后多器官功能管理以及复苏后心理康复等多个维度。该指南对我国心肺复苏临床实践具有重要指导价值。然而,当前国际与国内心脏骤停中心建设仍不完善,复苏期间及复苏后的镇静镇痛管理多依赖重症监护经验,尚缺乏充分循证依据,目标体温管理的获益与风险仍需明确,针对

异质性患者的个体化策略亦有待建立。以上这些问题仍是全球心肺复苏领域未来研究的关键方向。

【参考文献】

- [1] BALDI E, WNENT J, CAPUTO M L, *et al.* European resuscitation council guidelines 2025 epidemiology in resuscitation[J]. Resuscitation, 2025, 215(Suppl 1): 110733.
- [2] NOLAN J P, SANDRONI C, BÖTTIGER B W, *et al.* European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine guidelines 2021: post-resuscitation care[J]. Intensive Care Med, 2021, 47(4): 369-421.
- [3] PATTERSON T, PERKINS G D, PERKINS A, *et al.* Expedited transfer to a cardiac arrest centre for non-ST-elevation out-of-hospital cardiac arrest (ARREST): a UK prospective, multi-centre, parallel, randomised clinical trial[J]. Lancet, 2023, 402(10410): 1329-1337.
- [4] BOULTON A J, ABELAIRAS-GÓMEZ C, OLAUSSEN A, *et al.* Cardiac arrest centres for patients with non-traumatic cardiac arrest: a systematic review[J]. Resuscitation, 2024, 203: 110387.
- [5] METELMANN C, METELMANN B, MÜLLER M P, *et al.* Defining the terminology of first responders alerted for out-of-hospital cardiac arrest by medical dispatch centres: an international consensus study on nomenclature[J]. Resusc Plus, 2025, 22: 100912.
- [6] ANDELIUS L, MALTA HANSEN C, JONSSON M, *et al.* Smartphone-activated volunteer responders and bystander defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest in private homes and public locations[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2023, 12(2): 87-95.
- [7] JONSSON M, BERGLUND E, BALDI E, *et al.* Dispatch of volunteer responders to out-of-hospital cardiac arrests[J]. J Am Coll Cardiol, 2023, 82(3): 200-210.
- [8] DE GREEF B, GENBRUGGE C, VERMA S, *et al.* Cost-effectiveness of a community first responder system for out-of-hospital cardiac arrest in Belgium [J]. Open Heart, 2025, 12(1): e003098.
- [9] HASKINS B, NEHME Z, DICKER B, *et al.* A binational survey of smartphone activated volunteer responders for out-of-hospital cardiac arrest: availability, interventions, and post-traumatic stress[J]. Resuscitation, 2021, 169: 67-75.
- [10] JUUL GRABMAYR A, FOLKE F, TOFTE GREGERS M C, *et al.* Public out-of-hospital cardiac arrest in residential neighborhoods[J]. J Am Coll Cardiol, 2023, 82(18): 1777-1788.
- [11] GREGERS M C T, ANDELIUS L, KJOELBYE J S, *et al.* Association between number of volunteer responders and interventions before ambulance arrival for cardiac arrest[J]. J Am Coll Cardiol, 2023, 81(7): 668-680.
- [12] CAPUTO M L, MUSCHIETTI S, BURKART R, *et al.* Lay persons alerted by mobile application system initiate earlier cardio-pulmonary resuscitation: a comparison with SMS-based system notification[J]. Resuscitation, 2017, 114: 73-78.
- [13] ANDELIUS L, MALTA HANSEN C, LIPPERT F K, *et al.* Smartphone activation of citizen responders to facilitate defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest[J]. J Am Coll Cardiol,

- 2020, 76(1): 43-53.
- [14] STIEGLIS R, ZIJLSTRA J A, RIEDIJK F, *et al.* Alert system-supported lay defibrillation and basic life-support for cardiac arrest at home[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(15): 1465-1474.
- [15] SAWYER K N, CAMP-ROGERS T R, KOTINI-SHAH P, *et al.* Sudden cardiac arrest survivorship: a scientific statement from the American heart association[J]. *Circulation*, 2020, 141(12): e654-e685.
- [16] ROJAS D A, DEFORGE C E, ABUKHADRA S L, *et al.* Family experiences and health outcomes following a loved ones' hospital discharge or death after cardiac arrest: a scoping review [J]. *Resusc Plus*, 2023, 14: 100370.
- [17] MOULAERT V R M, VAN HEUGTEN C M, WINKENS B, *et al.* Early neurologically-focused follow-up after cardiac arrest improves quality of life at one year: a randomised controlled trial [J]. *Int J Cardiol*, 2015, 193: 8-16.
- [18] AULD J P, THOMPSON E A, DOUGHERTY C M. Social cognitive intervention following an initial implantable cardioverter defibrillator: better treatment response for secondary versus primary prevention[J]. *Pacing Clin Electrophysiol*, 2020, 43(9): 974-982.
- [19] DOUMA M J, MYHRE C, ALI S, *et al.* What are the care needs of families experiencing sudden cardiac arrest? a survivor- and family-performed systematic review, qualitative meta-synthesis, and clinical practice recommendations [J]. *J Emerg Nurs*, 2023, 49(6): 912-950.
- [20] HAYWOOD K L, SOUTHERN C, TUTTON E, *et al.* An international collaborative study to co-produce a patient-reported outcome measure of cardiac arrest survivorship and health-related quality of life (CASHQoL): a protocol for developing the long-form measure[J]. *Resusc Plus*, 2022, 11: 100288.
- [21] PALM M E, EVANS D, STANISZEWSKA S, *et al.* Public involvement in UK health and care research 1995-2020: reflections from a witness seminar[J]. *Res Involv Engagem*, 2024, 10(1): 65.
- [22] HAYWOOD K L, WHITEHEAD L, PERKINS G D. An international, consensus-derived Core Outcome Set for Cardiac Arrest effectiveness trials: the COSCA initiative[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2019, 25(3): 226-233.
- [23] SHAH K, WANG A R, CHEN Y W, *et al.* Automated loss of pulse detection on a consumer smartwatch[J]. *Nature*, 2025, 642(8066): 174-181.
- [24] SIBOMANA O, HAKAYUWA C M, OBIANKE A, *et al.* Diagnostic accuracy of ECG smart chest patches versus PPG smartwatches for atrial fibrillation detection: a systematic review and meta-analysis[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2025, 25(1): 132.
- [25] FRAZAO A, PINHO P, ALBUQUERQUE D. Radar-based heart cardiac activity measurements: a review [J]. *Sensors*, 2024, 24(23): 7654.
- [26] CHOO Y J, LEE G W, MOON J S, *et al.* Application of non-contact sensors for health monitoring in hospitals: a narrative review[J]. *Front Med*, 2024, 11: 1421901.
- [27] SEMERARO F, SCHNAUBELT S, MALTA HANSEN C, *et al.* Cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation in the next decade: predicting and shaping the impact of technological innovations[J]. *Resuscitation*, 2024, 200: 110250.
- [28] OKADA Y, MERTENS M, LIU N, *et al.* AI and machine learning in resuscitation: ongoing research, new concepts, and key challenges[J]. *Resusc Plus*, 2023, 15: 100435.
- [29] KOLK M Z H, RUIPÉREZ-CAMPILLO S, WILDE A A M, *et al.* Prediction of sudden cardiac death using artificial intelligence: current status and future directions[J]. *Heart Rhythm*, 2025, 22(3): 756-766.
- [30] LEE H, YANG H L, RYU H G, *et al.* Real-time machine learning model to predict in-hospital cardiac arrest using heart rate variability in ICU[J]. *NPJ Digit Med*, 2023, 6(1): 215.
- [31] BROWN G, CONWAY S, AHMAD M, *et al.* Role of artificial intelligence in defibrillators: a narrative review[J]. *Open Heart*, 2022, 9(2): e001976.
- [32] SEBASTIAN P S, KOSMOPOULOS M N, GANDHI M, *et al.* Closed-loop machine-controlled CPR system optimises haemodynamics during prolonged CPR[J]. *Resusc Plus*, 2020, 3: 100021.
- [33] ALI MUZAMMIL M, JAVID S, AFRIDI A K, *et al.* Artificial intelligence-enhanced electrocardiography for accurate diagnosis and management of cardiovascular diseases[J]. *J Electrocardiol*, 2024, 83: 30-40.
- [34] ZOBEIRI A, REZAEI A, HAJATI F, *et al.* Post-Cardiac arrest outcome prediction using machine learning: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Med Inform*, 2025, 193: 105659.
- [35] DE AZEVEDO VIANNA C, CAMPOS J F, DE OLIVEIRA H C, *et al.* Can support surfaces characteristics influence high-quality chest compression? manikin experiment with a mechanical device[J]. *Heart Lung*, 2023, 57: 180-185.
- [36] MOORE J C, PEPE P E, SCHEPPKE K A, *et al.* Head and Thorax elevation during cardiopulmonary resuscitation using circulatory adjuncts is associated with improved survival[J]. *Resuscitation*, 2022, 179: 9-17.
- [37] BACHISTA K M, MOORE J C, LABARÈRE J, *et al.* Survival for nonshockable cardiac arrests treated with noninvasive circulatory adjuncts and head/Thorax elevation[J]. *Crit Care Med*, 2024, 52(2): 170-181.
- [38] DE GRAAF C, BEESEMS S G, OUD S, *et al.* Analyzing the heart rhythm during chest compressions: performance and clinical value of a new AED algorithm[J]. *Resuscitation*, 2021, 162: 320-328.
- [39] SEMERARO F, SCHNAUBELT S, OLASVEENGEN T M, *et al.* European resuscitation council guidelines 2025 system saving lives[J]. *Resuscitation*, 2025, 215(Suppl 1): 110821.
- [40] CHO G C. Skin and soft tissue damage caused by use of feedback-sensor during chest compressions[J]. *Resuscitation*, 2009, 80(5): 600-601.
- [41] LEE E D, JANG Y D, KANG J H, *et al.* Effect of a real-time audio ventilation feedback device on the survival rate and outcomes of patients with out-of-hospital cardiac arrest: a prospective randomized controlled study [J]. *J Clin Med*, 2023, 12(18): 6023.
- [42] DRENNAN I R, LEE M J, HÉROUX J P, *et al.* The impact of real-time feedback on ventilation quality during out-of-hospital cardiac arrest: a before-and-after study [J]. *Resuscitation*,

- 2024, 204: 110381.
- [43] ESCOBAR G J, LIU V X, SCHULER A, *et al.* Automated identification of adults at risk for in-hospital clinical deterioration [J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(20): 1951-1960.
- [44] THORÉN A, RAWSHANI A, HERLITZ J, *et al.* ECG-monitoring of in-hospital cardiac arrest and factors associated with survival[J]. *Resuscitation*, 2020, 150: 130-138.
- [45] WEST R L, OTTO Q, DRENNAN I R, *et al.* CPR-related cognitive activity, consciousness, awareness and recall, and its management: a scoping review [J]. *Resusc Plus*, 2022, 10: 100241.
- [46] BREDE J R, SKJÆRSETH E Å, REHN M. Prehospital anaesthesiologists experience with cardiopulmonary resuscitation-induced consciousness in Norway - A national cross-sectional survey[J]. *Resusc Plus*, 2024, 18: 100591.
- [47] GREIF R, BRAY J E, DJÄRV T, *et al.* 2024 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations; summary from the basic life support; advanced life support; pediatric life support; neonatal life support; education, implementation, and teams; and first aid task forces[J]. *Resuscitation*, 2024, 205: 110414.
- [48] FERNANDO S M, MATHEW R, SADEGHIRAD B, *et al.* Epinephrine in out-of-hospital cardiac arrest: a network meta-analysis and subgroup analyses of shockable and nonshockable rhythms[J]. *Chest*, 2023, 164(2): 381-393.
- [49] HAYWOOD K L, JI C, QUINN T, *et al.* Long term outcomes of participants in the PARAMEDIC2 randomised trial of adrenaline in out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2021, 160: 84-93.
- [50] COUPER K, QUINN T, BOOTH K, *et al.* Mechanical versus manual chest compressions in the treatment of in-hospital cardiac arrest patients in a non-shockable rhythm: a multi-centre feasibility randomised controlled trial (COMPRESS-RCT)[J]. *Resuscitation*, 2021, 158: 228-235.
- [51] BALOGLU KAYA F, ACAR N, OZAKIN E, *et al.* Comparison of manual and mechanical chest compression techniques using cerebral oximetry in witnessed cardiac arrests at the emergency department: a prospective, randomized clinical study[J]. *Am J Emerg Med*, 2021, 41: 163-169.
- [52] OLSEN M H, OLESEN N D, KARLSSON M, *et al.* Randomized blinded trial of automated REBOA during CPR in a porcine model of cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2021, 160: 39-48.
- [53] CONIGLIO C, GAMBERINI L, LUPI C, *et al.* Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta for refractory out-of-hospital non-traumatic cardiac arrest - a case report[J]. *Prehosp Disaster Med*, 2019, 34(5): 566-568.
- [54] BREDE J R, SKJÆRSETH E Å. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) during cardiac resuscitation increased cerebral perfusion to occurrence of cardiopulmonary resuscitation-induced consciousness, a case report[J]. *Resusc Plus*, 2024, 18: 100646.
- [55] JANSEN J O, HUDSON J, COCHRAN C, *et al.* Emergency department resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta in trauma patients with exsanguinating hemorrhage: the UK-REBOA randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2023, 330(19): 1862-1871.
- [56] BERNARD S A, BRAY J E, SMITH K, *et al.* Effect of lower vs higher oxygen saturation targets on survival to hospital discharge among patients resuscitated after out-of-hospital cardiac arrest: the EXACT randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2022, 328(18): 1818-1826.
- [57] SANFILIPPO F, URYGA A, SANTONOCITO C, *et al.* Effects of very early hyperoxemia on neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest: a secondary analysis of the TTM-2 trial[J]. *Resuscitation*, 2025, 207: 110460.
- [58] OKSANEN T, SKRIFVAR S M, WILKMAN E, *et al.* Post-resuscitation hemodynamics during therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest with ventricular fibrillation: a retrospective study [J]. *Resuscitation*, 2014, 85(8): 1018-1024.
- [59] URAY T, LAMADE A, ELMER J, *et al.* Phenotyping cardiac arrest: bench and bedside characterization of brain and heart injury based on etiology[J]. *Crit Care Med*, 2018, 46(6): e508-e515.
- [60] NIEMELÄ V, SIDDIQUI F, AMELOOT K, *et al.* Higher versus lower blood pressure targets after cardiac arrest: systematic review with individual patient data meta-analysis[J]. *Resuscitation*, 2023, 189: 109862.
- [61] LYBECK A, FRIBERG H, ANEMAN A, *et al.* Prognostic significance of clinical seizures after cardiac arrest and target temperature management[J]. *Resuscitation*, 2017, 114: 146-151.
- [62] BARLETTA J F, PALMIERI T L, TOOMEY S A, *et al.* Society of critical care medicine guidelines for the treatment of heat stroke[J]. *Crit Care Med*, 2025, 53(2): e490-e500.
- [63] CONG Z K, WAN T T, WANG J C, *et al.* Epidemiological and clinical features of malignant hyperthermia: a scoping review [J]. *Clin Genet*, 2024, 105(3): 233-242.
- [64] GÜR S, ARPAG N. Malignant hyperthermia: the perioperative nurse's role[J]. *Int J Health Sci Res*, 2025, 15(1): 143-149.
- [65] CALDERÓN MADRIZ S, RODRÍGUEZ SÁENZ Y, RUIZ ROJAS N, *et al.* Crisis hipermetabólica en anestesia; revisión actual sobre la hipertermia maligna; hypermetabolic crisis in anesthesia; current review on malignant hyperthermia[J]. *LATAM Rev Latinoam De Cienc Sociales Y Humanidades*, 2025, 6(4): 497-507.
- [66] 国家卫生健康委办公厅. 86 个罕见病种诊疗指南(2025 年版) [Z]. 2025.
- [67] BEAULIEU J, ST-ONGE M. Antidote use for cardiac arrest or hemodynamic instability due to cardiac glycoside poisoning: a narrative review[J]. *Resusc Plus*, 2024, 19: 100690.
- [68] GRUNAU B, O'NEIL B J, GIUSTINI D, *et al.* Opioid-associated cardiac arrest: a systematic review of intra-arrest naloxone and other opioid-specific advanced life-support therapies[J]. *Resusc Plus*, 2025, 22: 100906.
- [69] CONSIDINE J, COUPER K, GREIF R, *et al.* Cardiopulmonary resuscitation in obese patients: a scoping review[J]. *Resusc Plus*, 2024, 20: 100820.