

2023年 ILCOR 国际共识解读：溺水心脏骤停患者的救护

肖雯^{1,2} 陈芳^{1,2} 顾潇宵¹

【摘要】 国际复苏联络委员会 (ILCOR) 2023 年 11 月发布了心肺复苏和紧急心血管护理科学及治疗建议国际共识 (CoSTR) 的第七份年度摘要, 总结了自 ILCOR 开始实施以来 ILCOR 工作组对已发表的复苏证据的分析, 其中包括 25 项系统综述 (SysRevs)。共识围绕溺水心脏骤停 (CA) 的复苏这一主题进行了探讨, 本文对该部分内容进行解读, 以期为国内溺水 CA 患者的救治提供参考。

【关键词】 溺水; 心脏骤停; 心肺复苏; 系统综述

2022 年发布的 ILCOR 共识和治疗推荐对于溺水 CA 这一主题进行了系统综述, 并建议外行人员为因溺水引起的 CA 成人和儿童提供复苏时采用按压优先策略 (良好实践声明), 而对于医疗保健专业人员和专门负责应对溺水的人员 (例如救生员) 在接受过培训的基础上, 建议考虑在胸外按压之前先进行人工呼吸/通气^[1]。2023 年的 ILCOR 共识关于溺水后院外心脏骤停这一主题又列出了 7 个相关问题进行探讨, 以期更好改善这一特殊人群的预后。

该系统综述的纳入人群为溺水后心脏骤停的成人和儿童; 关键结局变量为: 神经系统结局良好且存活至出院或 30d; 存活至出院或 30d。其中重要的结局指标为自主循环恢复 (ROSC); 在纳入的研究设计方面, 随机对照试验和非随机研究 (非随机对照试验、间断时间序列、前后对照研究、队列研究) 均符合纳入条件, 但未发表的研究 (例如会议摘要、试验方案)、人体模型研究、叙述性评论和动物研究被排除在外; 在时间范围上, 只要有英文摘要并且可以进行全文翻译的研究, 所有年份和所有语言的研究都被包括在内, 文献检索更新至 2023 年 4 月 25 日。

一、是否需对溺水者在水中或船上立即复苏

这部分比较了立即在水中或船上进行复苏与将复苏延迟到陆地上进行对溺水 CA 患者结局的影响。巴西沿海地区的一项回顾性观察研究 ($n=46$) 涉及水中复苏, 但目前仍未发现涉及船上复苏的研究^[2]。与延迟到陆地进行复苏相比, 由训练有素的救生员对患者在水中进行通气复苏可提高患者生存率, 并改善患者的神经系统结局 [52.6% vs. 7.4%; 相对风险比: 7.1 (95%CI: 1.8~28.8)] 和

存活至出院率 [52.6% vs. 16.7%; 相对风险比: 5.7 (95%CI: 2.3~14.3)]^[2]。

2005 年的治疗推荐建议训练有素的救援人员可以考虑进行水中通气复苏, 最好在使用漂浮装置的情况下, 但不尝试进行胸部按压^[3]。应以最快的方式将溺水者从水中救出并进行复苏。2023 Treatment Recommendations 建议, 如果接受过该技术培训的救援人员确定在现有设备的情况下可行且安全, 并且距离陆地的距离较远, 则可以进行水中复苏 (仅通气) (弱建议, 证据质量极低); 共识还建议, 如果受过该技术培训的救援人员确定尝试复苏是可行且安全的 (良好实践声明), 则可以进行船上心肺复苏, 如果救援人员认为立即实施心肺复苏太困难或者不安全, 那么救援人员可以将复苏推迟到陆地上再进行 (良好实践声明)。

ILCOR 网站发布了关于这一推荐完整的证据及决策框架 (<https://costr.ilcor.org/document/immediate-resuscitation-in-water-or-delaying-on-land-in-drowning-bls-tf-sr>)。其中关键的讨论点包括以下内容: ①低氧血症是溺水时心脏骤停的主要原因^[4]。实验室及临床研究数据支持将早期逆转缺氧作为改善患者结局的关键干预措施^[2,4]。这些数据支持训练相关的救援人员在可行的情况下尽快对患者启动复苏 (即在水中或刚从水中移出到船上时)^[5]。但胸外按压在水中无效, 切勿尝试^[6]; ②基于合理的培训、充足的救援人员和辅助漂浮设备, 救援期间仅进行水中通气复苏是可行的^[2,7~10]。在一系列澳大利亚报道的案例中, 训练有素的救生员在深水中进行水中复苏的存活率与 Szpilman 等报道的相似^[10]。正如溺水的 ILCOR ScopRev 中所指出的, 为

作者单位: 1. 湖南省急救医学研究所 急危重症代谢组学湖南省重点实验室; 2. 湖南省人民医院 (湖南师范大学附属第一医院) 急诊医学科

通信作者: 陈芳, E-mail: 920858110@qq.com

为了避免对患者和救援者自身造成风险,救援人员需要考虑自身的安全,包括天气、水况、到陆地的距离、是否有辅助设备和漂浮设备以及是否有额外的救援人员。相关培训还应包括使用人体模型研究获得经验,如如何避免患者意外溺水和应对救援疲劳、救援失败等^[7,8,11];③关于船上复苏的良好实践声明是通过观察和模拟研究得出的,接受过技术培训的救援人员在移动的船上进行复苏被认为是可行的^[12~17]。但该建议适用于救援船,并不适用于普通公众;④根据这些建议制定指南的组织应考虑到当地的实际条件,包括救援船的类型和大小、可用救援人员的数量、设备和培训的可用性以及水土等特征;⑤对于水中和船上复苏,溺水专家组和BLS工作组强调在执行这些干预措施时应持续评估安全性和有效性,如果其中一个或两者都受到影响,救援人员应优先考虑救援并将复苏推迟到陆地上。

研究局限性:①需要高质量的证据来评估立即复苏(水中通气和船上通气)与延迟复苏相比对患者预后、心肺复苏质量和救援人员安全的影响;②为了进一步的荟萃分析,相关研究数据收集应根据 Utstein 溺水声明、美国心脏协会(AHA)推荐的心肺复苏指标及心脏骤停(COSCA)结局的核心指标进行标准化^[18~22]。

二、在溺水CA患者中应首先使用AED还是首先进行CPR

该部分探讨比较了心肺复苏前给予AED和在AED之前进行心肺复苏对溺水CA的影响,2023 Treatment Recommendations 建议对于溺水患者首先开始心肺复苏,并持续进行,直到取得AED并准备好开始使用(良好实践声明);在可获得AED的情况下建议使用AED治疗成人和儿童因溺水而导致的心脏骤停(良好实践声明)。

关于这一推荐完整的证据及决策框架可以在 ILCOR 网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容:①2020年 ILCOR SysRev(针对所有原因的CA)的一项荟萃分析中低确定性的证据表明,在除颤之前进行CPR没有明显的益处^[23,24]。因此建议在未监测的CA期间,在准备除颤器时先进行CPR,提出该建议是因为自2015年的审查以来一直缺乏新的证据且与之前的治疗建议保持一致的原因^[23,24];②在溺水的具体背景下,工作组并没有发现任何证据可以直接检验这一问题。推荐首先开始CPR的基本原理源自于溺水时CA的缺氧机制,且在之前的 ScopRev 中发现在溺水院外心脏骤停(OHCA)中可电击节律的发生率较低^[5,25];③由于上述原因,加上在2021年关于溺水的 ILCOR ScopRev 中并没有发现AED有害的证据,且AED通常与改善患者结局相关,共识建议一旦开始CPR,在溺水后发生CA时应使用AED^[5,26]。培训和指南应强调干燥胸部并确保患者在除颤期间未处于水中。

研究局限性:①仍需要高质量证据证明使用AED对溺水患者预后、心肺复苏质量和安全性的有效性;②为了便于将来进一步的回顾和荟萃分析,相关数据收集应该标准化,并以 Utstein 溺水声明、AHA 推荐的 CPR 指标和

COSCA 结果为指导。

三、溺水后心脏骤停的通气设备

该问题探讨了到达医院前是否需要使用设备进行通气,但目前仍没有发现解决 PICOST 问题的研究,既往的治疗建议也并没有专门针对溺水的情况。2023 Treatment Recommendations 建议 BLS 人员和非专业人士对因溺水引起的 CA 患者使用口对口、口对鼻或袖珍面罩通气(良好实践声明);建议救生员或其他有义务响应的 BLS 人员可以使用球囊面罩通气(BMV),但前提是该项技能是培训计划的一部分,并且有定期进行再培训和设备维护(良好实践声明);建议医疗保健专业人员遵循高级生命支持(ALS)治疗建议,对因溺水引起的 CA 成人和儿童进行气道管理^[27,28]。

关于这一推荐的完整证据及决策框架可以在 ILCOR 网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容:①在提出这些治疗建议时,工作组考虑了以下来自比较溺水时气道和通气设备的回顾性研究的间接证据。有研究报告称,与气管插管相比,使用声门上气道的患者入院生存率较低[调整后 OR 值(aOR): 0.56(95%CI: 0.42~0.76)],且出院生存率较低[与 BMV 相比,aOR 值: 0.40(95%CI: 0.19~0.86)]^[29]。另一项案例研究认为,由于肺顺应性低和气道阻力高,声门上气道可能不适合溺水患者^[30]。两项针对儿童的研究表明,与 BMV 相比,儿童 EMS 气管插管的结果更差[OR 值: 0.04(95%CI: 0.01~0.20); OR 值: 0.25(95%CI: 0.08~0.83)]^[31,32];然而,气管插管也意味溺水 OHCA 损伤严重程度更高^[5];②工作组没有发现任何证据表明当前针对 BLS 人员、非专业人士和医疗保健专业人员的 BLS、ALS 和儿科生命支持(PLS)的治疗建议有所改变^[27,28,33~36]。在对救生员等有义务进行紧急救援的非医疗保健专业人员使用 BMV 提出条件性治疗建议时,考虑了以下因素:溺水复苏可能最初由这些群体实施;在某些地区,救生员普遍使用 BMV,有必要就 BMV 的使用提供治疗建议,以确保使用的安全实践;工作条件(专业/志愿)、设备可用性以及培训在不同国家和地区之间存在普遍差异性;此外,BMV 可能难以执行,需要进行培训、再培训和监督^[37];最后,BMV 设备需要定期检查和维修。

研究局限性:①需要高质量的证据来评估气道技术和通气策略对患者预后和 CPR 质量的影响;②为了便于将来进一步的回顾和荟萃分析,相关数据收集应该标准化,并以 Utstein 溺水声明、AHA 推荐的 CPR 指标和 COSCA 结果为指导。

四、仅进行胸外按压的 CPR 对溺水心脏骤停患者的影响

该部分内容探讨了仅进行胸外心脏按压的 CPR 和传统 CPR 对溺水 CA 患者的影响。两项回顾性研究针对在旁观者心肺复苏中的 PICOST 问题进行了探讨,并为所有结果提供低质量的证据^[38,39]。研究均未发现两组之间在神经系统结局良好的存活率或 ROSC 方面有差异。其中一项研究发现 30d 生存率没有差异,而另一项研究发现,传统 CPR

与总体出院生存率增加相关 [aOR 值: 1.54 (95% CI: 1.01~2.36); $P=0.046$], 在后续的亚组分析中, 也发现了 5 至 15 岁儿童神经学结局改善的概率增加 [aOR 值: 2.68 (95% CI: 1.10~6.77); $P=0.03$]^[38,39]。

对于这一问题, 之前并没有专门针对溺水的治疗推荐。2023 Treatment Recommendations 建议对于非专业急救人员来说, 对已从水中捞出的 OHCA 溺水患者进行 CPR 的治疗建议与对所有心脏骤停患者进行 CPR 的治疗建议保持一致 (良好实践声明); 对于成人, 共识建议旁观者为所有心脏骤停患者进行胸外按压^[23,24]。此外, 工作组建议受过训练的、有能力和愿意进行人工呼吸和胸外按压的旁观者为 CA 成人进行人工呼吸和胸外按压^[23,24]; 对于婴儿和 < 18 岁的儿童, 建议旁观者提供带通气的心肺复苏^[33,34]; 如果旁观者无法为婴儿和 < 18 岁的儿童进行人工呼吸, 至少应提供胸外按压^[33,34]; 对于医疗专业人员和有义务应对溺水 (例如救生员) 的人员, 建议在受过训练并且能够愿意这样做的情况下, 除了胸外按压外, 还需提供通气 (良好实践声明)。

关于这一推荐的完整证据及决策框架可以在 ILCOR 网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容: ①溺水时 CA 主要是缺氧造成的^[25]。因此, 对溺水患者进行 CPR 时提供通气非常重要; ②来自上述 2 项比较传统 CPR 与仅按压的 CPR 的注册研究的现有证据存在很高的偏倚风险, 证据质量非常低。尽管旁观者更愿意进行仅按压的 CPR, 特别是对陌生人, 且仅按压的 CPR 在某些地区已广为流传, 但在旁观者有能力和接受培训的情况下, 对溺水患者进行通气和按压的 CPR 是首选方法。仅在无法进行通气时才应考虑仅进行仅胸外按压的 CPR^[38~40]。

研究局限性: ①需要高质量的证据来评估不同心肺复苏策略对患者预后的影响。此类研究应根据患者的年龄 (成人和儿童) 进行分层, 并针对重要的混杂因素进行调整^[18,19]; ②为了便于将来进一步的回顾和荟萃分析, 相关数据收集应该标准化, 并以 Utstein 溺水声明、AHA 推荐的 CPR 指标和 COSCA 结果为指导。

五、溺水院外心脏骤停的公共自动体外除颤器计划

本问题主要探讨有无公共自动体外除颤器 (PAD) 计划对于溺水心脏骤停患者救治的影响。2023 Treatment Recommendations 的治疗建议与所有 OHCA 的常规建议相同: 建议对所有 OHCA 患者实施 PAD 计划 (强烈推荐, 低质量证据)^[23,24]。

关于这一推荐的完整证据及决策框架可以在 ILCOR 网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容: BLS 工作组和审查小组认为, 溺水经常发生在人流量较高的公共场所, 在这些场所放置 AED 可能对溺水和非溺水 OHCA 都有好处。ILCOR ScopRev 中未发现与溺水时使用 AED 相关的不良事件。AED 应当被适当地标示, 最好是在 EMS 或 AED 登记处登记, 且应该可供使用并易于获取, 以用于附近的 OHCA 情况^[41,42]。由于设备、培训和维护的相关成

本, PAD 计划可能无法在资源匮乏的环境中实施。

研究局限性: ①需要高质量的证据来评估在水域环境中 AED 计划对患者预后、心肺复苏指标和安全性的有效性, 以及其成本效益; ②目前尚不清楚传统的 PAD 计划覆盖水域环境的程度以及在这些环境中的成本效益比; ③为了便于将来进一步的回顾和荟萃分析, 相关数据收集应该标准化, 并以 Utstein 溺水声明、AHA 推荐的 CPR 指标和 COSCA 结果为指导。

六、溺水后心脏骤停的院前氧气管理

该部分旨在探讨院前给氧和入院前未给氧对溺水 CA 患者的影响, 2023 Treatment Recommendation 建议经过培训的救援者在对溺水后心脏骤停的成人和儿童进行复苏时使用尽可能高的吸入氧浓度 (良好实践声明)。

关于这一推荐的完整证据及决策框架可以在 ILCOR 网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容: ①该治疗建议基于以下认识: 大多数溺水时的 CA 是低氧血症引起的, 由培训过的救援人员补充氧气可能是有益的。在 ILCOR ScopRev 中关于溺水的间接观察性研究表明, 淹溺患者的低氧血症与患者不良预后相关^[5,25]; ②本实践声明重点关注溺水复苏过程中的氧气补充。最近的 EXACT RCT (心脏骤停后氧气减少试验) 的结果不支持对疑似 OHCA 成功复苏的成人进行院前氧气调节^[43]。但工作组建议遵循 ILCOR 的 ALS 和 PLS 治疗建议, 在 ROSC 后予以氧气输送。然而, 溺水后外周血管收缩可能会使脉搏血氧饱和度测定变得不可靠, 尽管有两项针对健康受试者的模拟研究表明, 溺水后的脉搏血氧仪检测在 30min 内是可行且可靠的, 但目前没有发现溺水患者脉搏血氧测定法可靠性的数据^[44,45]。此外, 最近的一项荟萃分析报告称, 使用脉搏血氧测定法会使深色皮肤人群的结果假性升高^[46]; ③氧疗在设备、维护和培训方面的费用昂贵。一些水上场所, 如由救生员管理的游泳池和海滩, 已经可提供氧气供溺水者使用。但有些国家对于使用补充氧气有监管限制, 且在低收入和中等收入国家, 获取氧气的途径可能有限。负责决定是否提供氧疗的人需要权衡成本、监管要求、设置、响应职责者的技能和培训需求, 以及等待 ALS 医护人员到达所需的时间, 和潜在但不确定的益处。安全存储氧气也应受到监管, 并应作为培训的一部分。

研究局限性: ①需要高质量的证据来评估早期氧疗对患者预后、安全性和成本效益的影响; ②为了便于将来进一步的回顾和荟萃分析, 相关数据收集应该标准化, 并以 Utstein 溺水声明、AHA 推荐的 CPR 指标和 COSCA 结果为指导。

七、救援人员穿着个人防护装备 (PPE) 对心肺复苏的影响

由于 2019 年新型冠状病毒 (COVID-19) 大流行导致个人防护装备的使用增加, 这可能会导致疲劳并影响 CPR 质量和患者结局, 因此 BLS 特别工作组优先考虑了这一主题。本主题纳入分析的人群为: 任何环境 (医院内或院外)

发生心脏骤停(包括模拟心脏骤停)的成人和儿童;干预组为由穿戴个人防护装备的救援人员进行心肺复苏,比较组为未穿戴个人防护装备的救援人员进行心肺复苏;评价的关键结局为患者存活至出院和ROSC,其中还重点关注了心肺复苏质量、执行相关程序的时间以及救援人员的疲劳程度和神经精神表现,如注意力和灵活性;纳入的研究包括随机对照试验和非随机研究(非随机对照试验、间断时间序列、前后对照研究、队列研究),未发表的研究(例如会议摘要、试验方案)被排除在外;纳入研究的时间范围为只要有英文摘要,所有年份和所有语言都包括在内,文献检索更新至2022年5月23日。

共发现1项临床研究和10项模拟研究(6项随机对照试验和4项非随机对照试验)对有PPE与无PPE进行了比较^[47-57]。在荟萃分析纳入的研究中,检查的个人防护装备类型各不相同,但最低限度为C级(手套、耐化学腐蚀的服装和带过滤器的呼吸面罩)。由于在比较不同类型的个人防护装备的研究中,所佩戴的个人防护装备的类型存在很大差异,因此这些研究没有纳入分析。一项前后观察性研究比较了急诊科环境中穿戴传统PPE(手术口罩、手套和白大褂)与增强型PPE(连体衣、靴子、N95口罩和电动空气净化呼吸器)对CPR的影响,结果发现在使用增强型个人防护装备期间,患者30d存活率[aOR值:0.38(95%CI:0.07~2.10); $P=0.27$]和自主循环恢复率[aOR值:0.79(95%CI:0.38~1.67); $P=0.54$]没有显著差异^[47]。

一项模拟随机对照试验和观察性研究的荟萃分析显示,与未穿戴个人防护装备的急救人员相比,穿戴个人防护装备的急救人员在评价CPR质量的关键指标上没有差异。两项观察性研究报告称,穿戴个人防护装备的人群自觉疲劳感增加[绝对风险降低,视觉模拟评分2.7/10分(95%CI:1.4~4.0)]^[54,55]。在研究了CPR启动时间的3项模拟研究中,一项新生儿研究报告称,与未穿戴个人防护装备相比,全套个人防护装备的开始通气时间稍长,而两项成人研究报告称,穿戴个人防护装备程度越高,开始胸外按压的时间越长^[17,58,59]。

既往的治疗建议并没有关注这一问题,2023 Treatment Recommendations建议监测所有执行心肺复苏的救援人员的疲劳情况(良好实践声明);建议穿戴个人防护装备的救援人员提高警惕,防止疲劳(弱建议,证据质量极低)。

关于这一推荐的完整证据及决策框架可以在ILCOR网站上找到。其中关键的讨论点包括以下内容:①在提出此治疗建议时,工作组高度重视保护医疗保健专业人员免受潜在感染传播的影响,并与当前在复苏期间使用个人防护装备的建议保持一致;②进行胸外按压会造成身体疲劳。在两项报告中,胸外按压是由两人配合进行的,并且每隔2min更换一次负责进行胸外按压的人员,穿戴PPE的组别出现了更大程度的疲劳感^[54,55]。虽然这两项研究都报告了穿戴PPE时CPR质量较差,但荟萃分析的整体结果显

示对CPR质量没有影响。本次综述中纳入的研究主要是模拟、基于人体模型的研究,并且在使用程序上存在显著差异,包括PPE类型、模拟场景的设计、进行CPR的持续时间以及使用的CPR质量指标。因此,结果解释应谨慎,且相关结果可能无法推广到临床中;③缺乏研究调查PPE对患者结果的影响。BLS任务组考虑了一项治疗建议,其中包括在穿戴PPE时缩短CPR周期的选项,然而,由于总体上没有证据表明PPE影响CPR质量,并且缩短CPR周期也可能增加胸外按压的中断时间,该建议未能通过^[60]。2019年针对成人和儿童的ILCOR SysRev还建议不要每隔2min暂停一次胸外按压来评估心律^[23]。

研究局限性:①PPE对CPR开始时间、CPR质量和实际复苏中患者结果的影响;②PPE使用、CPR持续时间和救援人员疲劳之间的关系;③缓解救援人员疲劳的最佳PPE类型或适当的修改策略。

参 考 文 献

- [1] JWYckoff MH, Greif R, Morley PT, et al. 2022 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]. *Circulation*, 2022, 146 (25): e483-e557.
- [2] Szpilman D, Soares M. In-water resuscitation—is it worthwhile? [J]. *Resuscitation*, 2004, 63 (1): 25-31.
- [3] Gazmuri RJ, Nadkarni VM, Nolan JP, et al. Scientific knowledge gaps and clinical research priorities for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care identified during the 2005 International Consensus Conference on ECC (corrected) and CPR science with treatment recommendations: a consensus statement from the International Liaison Committee on Resuscitation (American Heart Association, Australian Resuscitation Council, European Resuscitation Council, Heart and Stroke Foundation of Canada, InterAmerican Heart Foundation, Resuscitation Council of Southern Africa, and the New Zealand Resuscitation Council); the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Stroke Council; and the Cardiovascular Nursing Council." [J]. *Circulation*, 2007, 116 (21): 2501-2512.
- [4] Szpilman D, Morgan PJ. Management for the drowning patient [J]. *Chest*, 2021, 159 (4): 1473-1483.
- [5] Bierens J, Abelairas-Gomez C, Barcala F R, et al. Resuscitation and emergency care in drowning: A scoping review [J]. *Resuscitation*, 2021, 162: 205-217.
- [6] March NF, Matthews RC. New techniques in external cardiac compressions. Aquatic cardiopulmonary resuscitation [J]. *JAMA*, 1980, 244 (11): 1229-1232.
- [7] Winkler BE, Eff AM, Ehrmann U, et al. Effectiveness and safety of in-water resuscitation performed by lifeguards and laypersons: a crossover manikin study [J]. *Prehosp Emerg Care*, 2013, 17 (3): 409-415.
- [8] Winkler BE, Eff AM, Eff S, et al. Efficacy of ventilation and venti-

- lation adjuncts during in-water-resuscitation—a randomized cross-over trial [J]. *Resuscitation*, 2013, 84 (8): 1137-1142.
- [9] Perkins GD. In-water resuscitation: a pilot evaluation [J]. *Resuscitation*, 2005, 65 (3): 321-324.
- [10] Manolios N, Mackie I. Drowning and near-drowning on Australian beaches patrolled by life-savers: a 10-year study, 1973-1983 [J]. *Med J Aust*, 1988, 148 (4): 165-167, 170-171.
- [11] Lungwitz YP, Nussbaum BL, Paulat K, et al. A novel rescue-tube device for in-water resuscitation [J]. *Aerosp Med Hum Perform*, 2015, 86 (4): 379-385.
- [12] Seesink J, Nieuwenburg S, van der Linden T, et al. Circumstances, outcome and quality of cardiopulmonary resuscitation by lifeboat crews [J]. *Resuscitation*, 2019, 142: 104-110.
- [13] Fungueirino-Suárez R, Barcala-Furelos R, González-Fermoso M, et al. Coastal fishermen as lifesavers while sailing at high speed: a crossover study [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 2747046.
- [14] Tipton M, David G, Eglin C, et al. Basic life support on small boats at sea [J]. *Resuscitation*, 2007, 75 (2): 332-337.
- [15] Venema AM, Sahinovic MM, Ramaker A, et al. Performance of Basic Life Support by Lifeboat Crewmembers While Wearing a Survival Suit and Life Vest: A Randomized Controlled Trial [J]. *Front Public Health*, 2021, 9: 666553.
- [16] Barcala-Furelos R, Abelairas-Gomez C, Palacios-Aguilar J, et al. Can surf-lifeguards perform a quality cardiopulmonary resuscitation sailing on a lifeboat? A quasi-experimental study [J]. *Emerg Med J*, 2017, 34 (6): 370-375.
- [17] Barcala-Furelos R, Abelairas-Gómez C, Alonso-Calvete A, et al. Safe on-boat resuscitation by lifeguards in covid-19 era: a pilot study comparing three sets of personal protective equipment [J]. *Prehosp Disaster Med*, 2021, 36 (2): 163-169.
- [18] Idris AH, Bierens J, Perkins GD, et al. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement [J]. *Resuscitation*, 2017, 118: 147-158.
- [19] Idris AH, Bierens J, Perkins GD, et al. 2015 Revised Utstein-Style Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data From Drowning-Related Resuscitation: An ILCOR Advisory Statement [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2017, 10 (7).
- [20] Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary resuscitation quality: (corrected) improving cardiac resuscitation outcomes both inside and outside the hospital: a consensus statement from the American Heart Association [J]. *Circulation*, 2013, 128 (4): 417-435.
- [21] Haywood K, Whitehead L, Nadkarni VM, et al. COSCA (core outcome set for cardiac arrest) in adults: an advisory statement from the international liaison committee on resuscitation [J]. *Circulation*, 2018, 137 (22): e783-e801.
- [22] Haywood K, Whitehead L, Nadkarni VM, et al. COSCA (core outcome set for cardiac arrest) in adults: an advisory statement from the international liaison committee on resuscitation [J]. *Resuscitation*, 2018, 127: 147-163.
- [23] Olsaveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult basic life support: international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Resuscitation*, 2020, 156: A35-A79.
- [24] Olsaveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult basic life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Circulation*, 2020, 142 (16 [suppl 1]): S41-S91.
- [25] Bierens JJ, Lunetta P, Tipton M, et al. Physiology of drowning: a review [J]. *Physiology (Bethesda)*, 2016, 31 (2): 147-166.
- [26] Holmberg MJ, Vognsen M, Andersen MS, et al. Bystander automated external defibrillator use and clinical outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: A systematic review and meta-analysis [J]. *Resuscitation*, 2017, 120: 77-87.
- [27] Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 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]. *Circulation*, 2019, 140 (24): e826-e880.
- [28] Soar J, Maconochie I, Wyckoff MH, et al. 2019 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Resuscitation*, 2019, 145: 95-150.
- [29] Ryan KM, Bui MD, Dugas JN, et al. Impact of prehospital airway interventions on outcome in cardiac arrest following drowning: A study from the CARES Surveillance Group [J]. *Resuscitation*, 2021, 163: 130-135.
- [30] Baker PA, Webber JB. Failure to ventilate with supraglottic airways after drowning [J]. *Anaesth Intensive Care*, 2011, 39 (4): 675-677.
- [31] Joanknecht L, Argent AC, van Dijk M, et al. Childhood drowning in South Africa: local data should inform prevention strategies [J]. *Pediatr Surg Int*, 2015, 31 (2): 123-130.
- [32] Kieboom JK, Verkade HJ, Burgerhof JG, et al. Outcome after resuscitation beyond 30 minutes in drowned children with cardiac arrest and hypothermia: Dutch nationwide retrospective cohort study [J]. *BMJ*, 2015, 350: h418.
- [33] Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, et al. Pediatric life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Resuscitation*, 2020, 156: A120-A155.
- [34] Maconochie IK, Aickin R, Hazinski MF, et al. Pediatric life support: 2020 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Circulation*, 2020, 142 (16 [suppl 1]): S140-S184.
- [35] Olsaveengen TM, Mancini ME, Perkins GD, et al. Adult basic life support: international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. *Resuscitation*, 2020, 156: A35-A79.
- [36] Olsaveengen TM, Semeraro F, Ristagno G, et al. European resuscitation council guidelines 2021: basic life support [J]. *Resuscitation*, 2021, 161: 98-114.
- [37] Abelairas-Gómez C, Tipton MJ, González-Salvado V, et al. Drowning: epidemiology, prevention, pathophysiology, resuscitation, and hospital treatment [J]. *Emergencias*, 2019, 31 (4): 270-280.
- [38] Fukuda T, Ohashi-Fukuda N, Hayashida K, et al. Bystander-initiated conventional vs compression-only cardiopulmonary re-

- suscitation and outcomes after out-of-hospital cardiac arrest due to drowning [J]. *Resuscitation*, 2019, 145: 166-174.
- [39] Tobin JM, Ramos WD, Greenshields J, et al. Outcome of conventional bystander cardiopulmonary resuscitation in cardiac arrest following drowning [J]. *Prehosp Disaster Med*, 2020, 35 (2): 141-147.
- [40] Bray JE, Smith K, Case R, et al. Public cardiopulmonary resuscitation training rates and awareness of hands-only cardiopulmonary resuscitation: a cross-sectional survey of Victorians [J]. *Emerg Med Australas*, 2017, 29 (2): 158-164.
- [41] Brooks SC, Clegg GR, Bray J, et al. Optimizing outcomes after out-of-hospital cardiac arrest with innovative approaches to public-access defibrillation: A scientific statement from the International Liaison Committee on Resuscitation [J]. *Resuscitation*, 2022, 172: 204-228.
- [42] Brooks SC, Clegg GR, Bray J, et al. Optimizing outcomes after out-of-hospital cardiac arrest with innovative approaches to public-access defibrillation: a scientific statement from the international liaison committee on resuscitation [J]. *Circulation*, 2022, 145 (13): e776-e801.
- [43] Bernard SA, Bray JE, 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.
- [44] Holbery-Morgan L, Carew J, Angel C, et al. Feasibility of pulse oximetry after water immersion [J]. *Resusc Plus*, 2021, 7: 100147.
- [45] Montenij LJ, de Vries W, Schwarte L, et al. Feasibility of pulse oximetry in the initial prehospital management of victims of drowning: a preliminary study [J]. *Resuscitation*, 2011, 82 (9): 1235-1238.
- [46] Shi C, Goodall M, Dumville J, et al. The accuracy of pulse oximetry in measuring oxygen saturation by levels of skin pigmentation: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Med*, 2022, 20 (1): 267.
- [47] Ko HY, Park JE, Jeong DU, et al. Impact of personal protective equipment on out-of-hospital cardiac arrest resuscitation in coronavirus pandemic [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57 (12).
- [48] Kienbacher CL, Grafeneder J, Tscherny K, et al. The use of personal protection equipment does not impair the quality of cardiopulmonary resuscitation: A prospective triple-cross over randomised controlled non-inferiority trial [J]. *Resuscitation*, 2021, 160: 79-83.
- [49] Mormando G, Paganini M, Alexopoulos C, et al. Life-saving procedures performed while wearing cbrne personal protective equipment: a mannequin randomized trial [J]. *Simul Healthc*, 2021, 16 (6): e200-e205.
- [50] Rauch S, van Veelen MJ, Oberhammer R, et al. Effect of wearing personal protective equipment (ppe) on cpr quality in times of the covid-19 pandemic-a simulation, randomised crossover trial [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (8).
- [51] Chen J, Lu KZ, Yi B, et al. Chest compression with personal protective equipment during cardiopulmonary resuscitation: a randomized crossover simulation study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2016, 95 (14): e3262.
- [52] Kim TH, Kim CH, Shin SD, et al. Influence of personal protective equipment on the performance of life-saving interventions by emergency medical service personnel [J]. *Simulation*, 2016, 92: 893-898.
- [53] Fernández-Méndez M, Otero-Agra M, Fernández-Méndez F, et al. Analysis of physiological response during cardiopulmonary resuscitation with personal protective equipment: a randomized crossover study [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18 (13).
- [54] Hacimustafaoğlu M, Çağlar A, Öztürk B, et al. The effect of personal protective equipment on cardiac compression quality [J]. *Afr J Emerg Med*, 2021, 11 (4): 385-389.
- [55] Serin S, Caglar B. The Effect of different personal protective equipment masks on health care workers' cardiopulmonary resuscitation performance during the covid-19 pandemic [J]. *J Emerg Med*, 2021, 60 (3): 292-298.
- [56] Donoghue AJ, Kou M, Good GL, et al. Impact of personal protective equipment on pediatric cardiopulmonary resuscitation performance: a controlled trial [J]. *Pediatr Emerg Care*, 2020, 36 (6): 267-273.
- [57] Shin DM, Kim SY, Shin SD, et al. Effect of wearing personal protective equipment on cardiopulmonary resuscitation: focusing on 119 emergency medical technicians [J]. *Korean J Emerg Med Service*, 2015, 19: 19-32.
- [58] Cavallin F, Lupi F, Bua B, et al. Impact of personal protective equipment on neonatal resuscitation procedures: a randomised, cross-over, simulation study [J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2022, 107: 211-215.
- [59] Watson L, Sault W, Gwyn R, et al. The " delay effect" of donning a gown during cardiopulmonary resuscitation in a simulation model [J]. *CJEM*, 2008, 10: 333-338.
- [60] Jo CH, Cho GC, Ahn JH, et al. Rescuer-limited cardiopulmonary resuscitation as an alternative to 2-min switched CPR in the setting of inhospital cardiac arrest: a randomised cross-over study [J]. *Emerg Med J*, 2015, 32 : 539.

(收稿日期: 2023-10-20)

(本文编辑: 刘艳娟)