

2020 年美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南解读——成人基础/高级生命支持

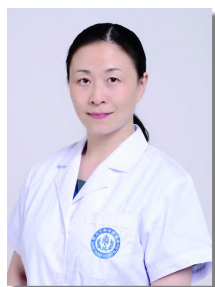


扫一扫下载指南原文

何亚荣^{1,2}, 郑玥^{1,2}, 周法庭^{1,2}, 姚鹏^{1,2}, 唐颂龄^{1,2}, 褚莉莉^{1,2}, 周婷圆^{1,2}, 王智渊^{1,2},
蒋臻^{1,2}, 谷志寒^{1,2}, 刘伯夫^{1,2}, 程涛^{1,2}, 周亚雄^{1,2}, 余海放^{1,2}, 曹钰^{1,2}

1. 四川大学华西临床医学院/华西医院急诊科(急诊医学研究室)(成都 610041)

2. 四川大学灾难医学中心(成都 610041)



曹钰: 四川大学华西医院急诊科主任、主任医师、博士生导师。现任中华医学会急诊医学专业委员会副主任委员、灾难学组组长, 中国医师协会急诊医师分会副会长, 四川省急诊医学学科带头人, 四川卫生计生领军人才, 四川省医学会急诊医学专业委员会主任委员, 四川省医师协会急诊医师分会候任主任委员等。长期从事急诊医学和灾难医学的医疗、教学、科研、管理工作。主要研究方向为急危重症、急性中毒、灾难医学。先后负责国家级、省部级课题 20 余项。以第一作者或通讯作者发表学术论文 198 篇, 其中 SCI 论文 49 篇。参编/译国家级规划教材与专著 38 部, 申请发明专利 8 项, 已获批 2 项。先后获四川省医学科技一等奖、四川省教学成果一等奖、成都市科学技术进步二等奖等。

【摘要】 美国心脏协会于 2020 年 10 月发表《2020 年美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南》。该指南在原有院前院内“双五环”生命链的基础上增加复苏后康复环节, 形成“双六环”生命链, 并对“双六环”生命链中的重要环节进行更新, 主要涉及以下内容: 非专业施救者早期开始心肺复苏、肾上腺素的早期使用、实时视听反馈装置的应用、心肺复苏质量的生理监测、双重连续电除颤、静脉通路优先于骨通道、复苏后治疗和神经功能预后评估、复苏后康复、复苏后质量改进、孕妇心脏骤停的救治。该文通过查阅文献、与既往指南推荐内容进行对比, 就这些要点进行解读。

【关键词】 指南; 心脏骤停; 心肺复苏; 复苏质量; 肾上腺素; 电除颤

Interpretation of the 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care-Adult Basic and Advanced Life Support

HE Yarong^{1,2}, ZHENG Yue^{1,2}, ZHOU Fating^{1,2}, YAO Peng^{1,2}, TANG Songling^{1,2}, CHU Lili^{1,2}, ZHOU Tingyuan^{1,2},
WANG Zhiyuan^{1,2}, JIANG Zhen^{1,2}, GU Zhihan^{1,2}, LIU Bofu^{1,2}, CHENG Tao^{1,2}, ZHOU Yaxiong^{1,2}, YU Haifang^{1,2},
CAO Yu^{1,2}

1. Department of Emergency Medicine / Laboratory of Emergency Medicine, West China Hospital / West China School of Medicine, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, P. R. China

2. Disaster Medical Center, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, P. R. China

Corresponding author: CAO Yu, Email: yuyuer@126.com

【Abstract】 American Heart Association issued American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care in October 2020. A sixth link, recovery, has been added to both the adult out-of-hospital cardiac arrest chain and in-hospital cardiac arrest chain in this version of the guidelines to emphasize the importance of recovery and survivorship for resuscitation outcomes. Analogous chains of survival have also been developed for adult out-of-hospital cardiac arrest and in-hospital cardiac arrest. The major new and updated

DOI: 10.7507/1002-0179.202011084

基金项目: 国家自然科学基金(81772037, 81801883); 四川大学华西医院 1-3-5 工程项目(ZYJC18019); 四川大学华西医院
专职博士后研发基金(2019HXBH096)

通信作者: 曹钰, Email: yuyuer@126.com

recommendations involve the early initiation of cardiopulmonary resuscitation by lay rescuers, early administration of epinephrine, real-time audiovisual feedback, physiologic monitoring of cardiopulmonary resuscitation quality, double sequential defibrillation not supported, intravenous access preferred over intraosseous, post-cardiac arrest care and neuroprognostication, care and support during recovery, debriefings for rescuers, and cardiac arrest in pregnancy. This present review aims to interpret these updates by reviewing the literature and comparing the recommendations in these guidelines with previous ones.

【Key words】 Guideline; Cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Resuscitation quality; Epinephrine; Defibrillation

随着心肺复苏技术的普及与救治效率的提升,成人院内心脏骤停(in-hospital cardiac arrest, IHCA)患者的自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)率逐步提高,但院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)患者预后却未见明显改善。因此,持续改进心脏骤停患者的救治措施,以提高心脏骤停患者的生存率和生存质量,仍然是全世界急危重症学者共同关注的话题。2020年10月21日美国心脏协会在《循环》杂志上最新发布的《2020年美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南——成人基础/高级生命支持》(以下简称“2020年指南”)对心肺复苏和心血管急救进行全面的循证医学评估和建议^[1]。随着ROSC的心脏骤停患者逐渐增多,复苏后康复在心脏骤停患者的诊疗过程中的作用日益凸显。2020年指南在原有院前院内“双五环”生命链的基础上增加复苏后康复环节,形成“双六环”生命链,并对“双六环”生命链中的重要环节进行更新,主要涉及以下内容:非专业施救者早期开始心肺复苏、肾上腺素的早期使用、实时视听反馈装置的应用、心肺复苏质量的生理监测、双重连续电除颤、静脉通路优于骨通道、复苏后治疗与神经功能预后评估、复苏后康复、复苏后质量改进、孕妇心脏骤停的救治。本文针对2020年指南重要推荐进行解读。

1 非专业施救者心肺复苏

2020年指南强调:非专业施救者尽早启动对OHCA患者的心肺复苏(推荐级别1级;证据级别B-R)。因为尽早地实施心肺复苏不仅可以降低OHCA患者的死亡率,改善其神经功能预后^[2-4],还能缩短患者的住院时长,同时降低患者住重症监护病房的风险^[5]。对于如何实现尽早启动,2020年指南指出,为避免因无法准确判断患者脉搏情况而延迟或不启动心肺复苏^[5],非专业施救者可以根据患者意识水平及呼吸状况而启动心肺复苏,不再强调以有无脉搏作为判定心脏骤停的标准(推荐级别

1级;证据级别C-LD)。心肺复苏的并发症,如肋骨骨折、胸骨骨折、软组织挫伤、气胸等是影响非专业施救者对OHCA患者实施心肺复苏意愿的重要因素^[6-8]。但鉴于并发症发生的风险较低^[9-10],而非专业施救者早期心肺复苏可使OHCA患者获益的程度超过损害风险,因此,2020年指南仍然推荐非专业施救者早期实施心肺复苏。

2020年指南仍然认为,非专业施救者在实施心肺复苏时,可进行单纯胸外心脏按压^[2,4]。Riva等^[2]和Zhan等^[4]的研究指出:虽然接受单纯胸外心脏按压患者的30d存活率低于接受标准心肺复苏的患者,但单纯胸外心脏按压可以显著提高OHCA患者的存活率,其原因可能与非专业施救者参与单纯胸外心脏按压的比例更高有关^[2]。

2 肾上腺素的使用

2020年指南推荐:对于初始心律为非可除颤心律的患者,建议尽早使用肾上腺素(推荐级别2a级;证据级别C-LD);对于初始心律为可除颤心律的患者,建议尽快进行电除颤,若除颤后转律失败,建议尽早使用肾上腺素(推荐级别2b级;证据级别C-LD)。共计16项观察性研究对“早期”与“晚期”使用肾上腺素的心脏骤停患者进行比较。“早期”分别被定义为1~3 min^[11-12]、<10 min^[13-17]、5~18 min^[18]和5~20 min^[19],尽管上述研究在对“早期”的定义、入组病例数、研究终点等方面存在差异,但均发现缩短OHCA患者心脏骤停至使用首剂肾上腺素的时间可以显著提升ROSC率。

2.1 不可除颤心律

研究表明,在肾上腺素给药延迟率高的医疗机构中,初始心律为不可除颤心律的IHCA患者总生存率较低^[20]。Patel等^[12]的研究发现,对初始心律为心搏停止/无脉性电活动的IHCA患者,尽早使用肾上腺素与患者的1年生存率显著相关,但与3年或5年生存率无显著相关性。一项关于OHCA患者救治的临床随机对照试验(randomized controlled

trial, RCT) 研究发现, 与安慰剂对照组相比, 随着肾上腺素使用时间的延长, 肾上腺素组的 ROSC 率逐渐上升, 但生存率及远期神经功能预后无显著差异^[21]。因此, 研究者认为, 对不可除颤心律患者的及时救治而非药物本身对患者的预后产生关键性影响, 肾上腺素的作用还需更多的临床研究进一步验证。

2.2 可除颤心律

肾上腺素在可除颤心律与不可除颤心律的心脏骤停患者中的应用存在区别。虽然 Hayashi 等^[14]的研究发现对初始心律为心室颤动的 OHCA 患者早期使用肾上腺素可以显著提升其神经功能预后, 并提出持续高质量心肺复苏联合除颤后早期使用肾上腺素可以显著增加其生存率。3 项观察性研究发现, 对于可除颤心律的心脏骤停患者使用肾上腺素的效能低^[22], 甚至可能有害^[23-24]。2 项 RCT 研究表明, 在 3 次除颤转律无效后使用肾上腺素可提高 OHCA 患者的 ROSC 率^[25-26]。但由于上述研究未对除颤前后不同时间点给予肾上腺素进行 RCT 研究, 除颤数次后加用肾上腺素对患者是否有益仍有待进一步研究。

3 实时视听反馈装置的应用

2020 年指南推荐: 建议可在心肺复苏过程中使用视听反馈装置, 以实时提高心肺复苏质量(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-R)。该内容维持 2015 年更新指南^[27]的推荐级别, 并建议使用多种装置从不同方面监测和反馈心肺复苏质量。

尽管多项 RCT 研究证实, 实时视听反馈装置可以提升按压质量, 但大部分研究以模拟人为研究对象, 在实际患者中开展的临床研究相对较少, 难以得到充足的证据证实其对复苏成功率及预后的有效性^[28-29]。基于上述原因, 视听反馈装置指导胸外心脏按压的有效性仍存在很大的争议。近来, Goharani 等^[30]的一项包含 900 例 IHCA 患者的多中心 RCT 研究显示, 使用便携式胸外心脏按压视听反馈装置指导胸外心脏按压可显著提高患者的 ROSC 率(66.7% vs. 42.4%) 和出院生存率(54.0% vs. 28.4%), 从而为视听反馈装置的有效性提供更多支持性证据。但是, 鉴于此前已有观察性研究并未提示视听反馈装置有利于改善患者的神经功能预后^[31-32], 2020 年指南认为还需要进一步研究以证实该便携式胸外心脏按压视听反馈装置的有效性。

4 心肺复苏质量的生理监测

2020 年指南推荐: 可通过监测和反馈生理参

数, 如动脉血压或呼气末二氧化碳(end-tidal carbon dioxide, ETCO₂), 提高心肺复苏质量(推荐级别 2b 级; 证据水平 C-LD)。

4.1 ETCO₂

2020 年指南强调: 条件允许时, 监测 ETCO₂ 以提高心肺复苏质量(推荐级别 2b 级; 证据水平 C-LD)。一项纳入 9 096 例 IHCA 患者的前瞻性观察性研究提示, 使用 ETCO₂ 监测, 有助于提高心肺复苏质量和 ROSC 的可能性[比值比(odds ratio, OR)=1.22, 95% 置信区间(confidence interval, CI)(1.04, 1.34), P=0.017]^[33]。观察性研究发现, ETCO₂ 与按压深度密切相关, ETCO₂ 可一定程度反映按压和通气质量^[34-35]。一篇关于 ETCO₂ 在心肺复苏中应用的综述指出, 心肺复苏时 ETCO₂ 水平与冠状动脉灌注压($r=0.78, P<0.01$)及脑血流($r=0.64, P=0.01$)呈正相关^[36]。

此外, 2020 年指南明确指出: 胸外心脏按压过程中, ETCO₂ 显著增高, 提示患者可能达到 ROSC, 证据水平较前提高(C-LD), 推荐级别未变(2b 级)。一系列观察性研究发现, ETCO₂ 突然增加超过 10 mm Hg(1 mm Hg=0.133 kPa)可能表明 ROSC^[36]。一项纳入 526 例初始心律为不可除颤心律的 OHCA 患者的观察性研究发现, 当初始 ETCO₂>45 mm Hg 时, 患者达到 ROSC 的可能性更高[OR=3.59, 95%CI(2.19, 5.85), P=0.001], 相反地, 当患者初始 ETCO₂<20 mm Hg 时, 则很难达到 ROSC[OR=0.29, 95%CI(0.17, 0.49), P=0.001], 提示初始 ETCO₂ 值对心脏骤停患者 ROSC 具有预测作用^[37]。

4.2 动脉血压

2020 年指南推荐: 条件允许时, 使用动脉血压来监测与帮助提高心肺复苏质量(推荐级别 2b 级; 证据水平 C-LD)。Sutton 等^[33]在使用动脉舒张压监测的研究中发现, 监测组 2 117 例患者恢复自主循环(70%), 高于未监测组 3 973 例患者恢复自主循环(66%), 组间差异存在统计学意义, 即心脏骤停时行动脉舒张压监测可改善心肺复苏质量, 提高 ROSC 的可能性。

2020 年指南更新: 在完成动脉置管的前提下, 舒张压突然增加或者规律的动脉压波形可能提示 ROSC(推荐级别 2b 级; 证据水平 C-EO)。2020 年一项纳入 24 篇原始研究的综述发现, 可采用有创血压水平评估俯卧位心肺复苏患者的复苏质量, 包括动脉收缩压、舒张压及平均动脉压, 其中大部分研究认为收缩压应达到 80 mm Hg, 但舒张压及平均动脉压具体界值差异较大, 尚缺乏设计完善的研

究如大型 RCT 研究明确其具体值^[38]。

4.3 动脉血气

2020 年指南推荐：当有条件给氧时，心肺复苏期间使用最大吸入氧浓度是合理的（推荐级别 2b 级；证据水平 C-LD）。一项回顾性队列研究根据动脉血氧分压将 167 例 IHCA 患者分为 <60 mm Hg 组、60 ~ 92 mm Hg 组、93 ~ 159 mm Hg 组、160 ~ 299 mm Hg 组以及 ≥300 mm Hg 组 5 个组别，结果发现，心肺复苏期间动脉血氧分压越高的患者，其 ROSC 发生率越高（5 组分别为 58%、71%、72%、79%、100%， $P=0.021$ ）^[39]。目前较少临床研究探讨心肺复苏期间吸入氧浓度或动脉血氧分压与心肺复苏质量及 ROSC 的相关性，且缺少前瞻性研究论证，因此尚需开展高证据等级的临床研究进一步证实。

5 双重连续电除颤

2020 年指南首次提出对顽固性可除颤心律使用双重连续电除颤观点，但由于目前研究证据性较弱，不支持使用双重连续电除颤（推荐级别 2b；证据水平 C-LD）。目前仅有系列病例研究报道称 OHCA 患者接受双重连续电除颤后具有良好的预后^[40-42]。而少数观察性研究表明，使用双重连续电除颤与标准电除颤对患者的 ROSC 率、生存率、神经系统预后的影响差异无统计学意义^[43-45]。最新一项纳入 152 例 OHCA 患者的 RCT 研究发现，与标准电除颤相比，使用双重连续电除颤可使经历 3 次以上电除颤的患者拥有更高的心室颤动终止率和 ROSC 率，但其对于短期或长期生存等预后情况的影响尚不清楚^[46]。鉴于缺乏强有力的证据，2020 年指南暂不支持和推荐临床使用双重连续电除颤救治顽固性可除颤心律患者。

6 静脉通路优先于骨通道

与 2010 年指南^[47] 推荐“如果没有现成可用的静脉通路，可尝试经骨通道给药（推荐级别 2a 级；证据水平 C）”相比，2020 年指南推荐：施救人员对心脏骤停患者首先尝试建立静脉通路进行给药（推荐级别 2a 级；证据水平 B-NR）；如果静脉通路建立失败或不可行，可以考虑改用骨通道（推荐级别 2b 级；证据水平 B-NR）。

2020 年国际复苏联络委员会（the International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR）对心脏骤停期间静脉通路对比骨通道（主要是胫骨前放置）给药对预后的影响进行系统评价^[48]，3 项研究结果显示静脉通路组患者 ROSC 率、院内存活率和出院

时神经功能恢复情况均明显优于骨通道组患者^[49-53]；另外 2 项对比胺碘酮、利多卡因与安慰剂，肾上腺素与安慰剂救治 OHCA 患者的 RCT 中，比较静脉通路和骨通道给药亚组患者的 ROSC 率、院内存活率等指标，也发现类似的结果^[54-55]。但目前的证据来源于回顾性研究或其他随机对照研究中的亚组分析，尚缺少高质量的 RCT 研究比较静脉通路和骨通道给药救治效果的优劣以充分论证上述建议。

7 复苏后的救治

2020 年指南推荐：制定全面、统一、多学科协作、流程化的救治方案，对于提高患者生存率和改善其神经功能预后至关重要（推荐级别 1 级；证据水平 B-NR）。复苏后治疗是生存链的重要组成部分，2020 年指南继续保留 2015 年关于目标温度管理、经皮冠状动脉内支架植入术、心电图和吸氧浓度的建议，增加复苏后系统治疗的相关内容，包括血流动力学支持、机械通气、温度管理、针对病因的诊治、癫痫发作的处置、感染的防治等。下面将针对复苏后治疗更新的关键措施进行解读。

7.1 血压管理

2020 年指南推荐：为避免低血压加重脑损伤，建议在复苏后维持收缩压 ≥90 mm Hg，平均动脉压 ≥65 mm Hg（推荐级别 2a；证据水平 B-NR）。目前对于 ROSC 患者应维持的最佳平均动脉压尚无统一论定。已有观察性研究报道复苏后低血压与存活率、神经功能预后相关^[56]，但也有研究发现，在接受亚低温治疗的患者中，高平均动脉压与预后并不相关^[57]。另有 2 项 RCT 研究发现，低血压和较高血压的心脏骤停患者存活率和神经功能差异无统计学意义^[58-59]。

7.2 氧疗和机械通气

2020 年指南推荐：对复苏后持续昏迷的患者，应注意防治低氧血症（推荐级别 1 级；证据水平 B-NR）；该建议主要基于低氧可加重终末期器官功能损害的病理生理学机制，其临床表现为低氧血症的最直接表现^[60-61]。2020 年指南调整心脏骤停后目标外周血氧饱和度（peripheral blood oxygen saturation, SpO₂）范围：一旦能获得可靠的 SpO₂，可根据 SpO₂ 给 ROSC 后持续昏迷的患者进行滴定式氧疗，使 SpO₂ 维持在 92% ~ 98%（推荐级别 2b 级；证据水平 B-R）。5 项 RCT 研究证实滴定式、低浓度、高浓度氧疗对心脏骤停患者的结局影响差异无统计学意义^[62-66]。此外，3 项正在进行的 RCT 研究建议以 SpO₂ 维持在 92% ~ 98% 为目标指导氧疗

(NCT03138005、NCT03653325、NCT03141099)。

7.3 癫痫的诊断和管理

2020 年指南保留对并发癫痫的患者立即行脑电图检查以及给予抗惊厥药物治疗的建议,新增 3 项治疗推荐: ① 对成人 ROSC 且并发明显癫痫的患者, 应给予及时的治疗(推荐级别 1 级; 证据水平 C-LD); 由于缺乏临床证据, 2020 ILCOR 未能系统评价治疗和未治疗的非心脏骤停后癫痫发作患者的预后, 但在其他疾病引起的癫痫发作当中已证实, 未经治疗的明显癫痫活动对大脑有潜在危害。因此推测, 该损害作用可能同样发生在复苏后癫痫发作的患者当中, 因而推荐给予相应治疗^[67]。② 对于脑电图有改变而无临床症状的患者, 可考虑给予治疗(推荐级别 2b 级; 证据水平 C-LD)。③ 不建议对 ROSC 患者进行预防性抗癫痫治疗(推荐级别 3 级; 证据水平 B-R)。

7.4 复苏后的其他治疗建议

2020 年指南保留 2015 年认为血糖控制目标水平尚不确定的内容, 新增预防性抗感染、神经保护剂和类固醇激素治疗的建议: ① 给 ROSC 患者常规使用预防性抗生素的益处不确定(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-R); 该建议来源于 2 项 RCT 和 1 项观察性研究。尽管其中 1 项 RCT 研究发现预防性抗感染治疗可能减少早期肺炎发生, 但患者的生存率和神经功能预后等并未明显改善; 并且, 合并 2 项 RCT 结果后发现, 预防性使用抗生素并未降低感染的发生率^[68-69]。② 对于 ROSC 后持续昏迷的患者, 药物减轻神经损伤的效果尚不确定(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-R)。镁、辅酶 Q10、哌醋甲酯和金刚烷胺等多种药物具有减轻患者的神经功能损害或促醒的作用。一项小样本研究认为, 辅酶 Q10 可提高 OHCA 患者的存活率, 但未能改善其神经功能预后^[70]。因此, 上述药物能否减轻心脏骤停患者的神经功能损害, 尚有待进一步研究证实。③ 常规使用糖皮质激素治疗 ROSC 后并发休克患者的效果尚不明确(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-R)。该建议的证据主要源于一项探讨糖皮质激素治疗 ROSC 并发休克患者的效果的 RCT。该研究发现, 与安慰剂对照组相比, 使用糖皮质激素并未提高休克逆转率(52% vs. 60%, $P=0.57$)、缩短休克逆转时间[风险比(hazard ratio, HR)=0.83, 95%CI(0.40, 1.75), $P=0.63$]、提高出院存活率(28% vs. 36%, $P=0.54$)和神经功能良好率(24% vs. 32%, $P=0.53$)^[71]。另有一项大规模的回溯性研究发现, 与非类固醇治疗组对比, 类固醇治疗可以提高

心脏骤停后患者的存活率[83.54% vs. 87.77%; 校正 HR=0.73, 95%CI(0.70, 0.76), $P<0.0001$]^[72]。综合上述研究结果, 目前尚缺乏有力的证据表明使用类固醇可改善 ROSC 后并发休克患者的预后。

8 复苏后神经功能预后评估

2020 年指南推荐: ROSC 患者在恢复正常体温 72 h 以后采用多模式代替单一评估方法, 以提高神经功能预后评估结果的准确性(推荐级别 1 级; 证据水平 B-NR); 对于有药物影响和外伤的 ROSC 患者, 建议延迟评估时间以排除药物、外伤等因素的干扰(推荐级别 1 级; 证据水平 B-NR); 救治团队对复苏后昏迷患者神经功能预后的评估进程进行规律、透明的多学科讨论(推荐级别 1 级; 证据水平 C-EO); 尽管少数评估方法可早于 72 h 获得结果, 但建议在恢复正常体温至少 72 h 后采用多模式评估复苏后昏迷患者的预后(推荐级别 2a 级; 证据水平 B-NR)。

8.1 神经系统体格检查评估神经功能预后

8.1.1 双侧瞳孔对光反射 2020 年指南推荐: 心脏骤停 72 h 以后, 神志昏迷的患者双侧瞳孔对光反射消失提示神经功能预后不良(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。其证据源于已有 17 项研究结果支持 ROSC 后即刻至 7 d 以内, 可采用双侧瞳孔对光反射消失预测神经功能预后不良, 其特异度受评估时间点影响, 波动于 48%~100%, 其中, 心脏骤停后 72 h 特异性最高^[73]。

8.1.2 定量瞳孔测量 2020 年指南推荐: 心脏骤停 72 h 以后, 神志昏迷患者的定量瞳孔测量结果可视为神经功能预后不良的重要证据(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。瞳孔计可记录 ROSC 患者的瞳孔大小、收缩百分比、潜伏期、收缩速率和舒张速率等参数并进行定量分析。Tamura 等^[74]比较心脏骤停后 0、6、12、24、48、72 h 6 个时间点定量瞳孔测量法评估心脏骤停患者预后的灵敏度和特异度, 结果发现, 72 h 的灵敏度和特异度分别为 100%、60%, 明显高于其他时间点。

8.1.3 角膜反射 2020 年指南推荐: 心脏骤停 72 h 后仍昏迷的患者, 若双侧角膜反射消失, 提示神经功能预后不良的征象(推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。该推荐源于 11 项观察性研究发现从心脏骤停发生到 ROSC 后 7 d 内患者双侧角膜反射预测神经功能预后不良的特异度为 25%~100%, 其中以 72 h 及以后时间点的特异度最大^[69, 73, 75-83]。

8.1.4 癫痫持续状态 2020 年指南推荐: 心脏骤停

后 72 h 以内, 神志昏迷的患者若出现癫痫持续状态, 提示神经功能预后不良 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。2 项纳入 347 例患者的回顾性研究发现心脏骤停 72 h 后出现癫痫状态预测 6 个月后神经功能预后不良的特异度为 97% ~ 100%^[80, 84]。

8.1.5 肌阵挛 2020 年指南推荐: ① 当患者出现肌阵挛状态时, 建议结合脑电图检查以评估与脑功能损害的相关性 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。首先, 通过结合脑电图检查, 可排除突发性活动; 其次, 尽管肌阵挛状态与脑电图的关系仍不清楚, 但某些脑电图相关性肌阵挛状态患者的预后不良, 可能与某些亚型有关, 提示肌阵挛状态有预测意义^[85-86]。

② 不建议将未分型的肌阵挛作为 ROSC 后昏迷患者预后不良的评判指标 (推荐级别 3 级: 有害; 证据水平 B-NR)。已有 6 项观察性研究发现, 患者在心脏骤停后 96 h 内出现肌阵挛现象与否评估神经功能预后不良的特异度为 77.84% ~ 97.4%^[69, 77, 82, 87-89]。

8.1.6 运动反应 2020 年指南推荐: 不单独使用疼痛刺激上肢无运动反应或被动伸展作为昏迷的 ROSC 患者预后不良的判定标准 (推荐级别 3 级: 有害; 证据水平 B-NR)。受药物、目标温度管理等因素影响, 有研究报道格拉斯哥昏迷评分运动反应评估评分预测预后不良的假阳性率为 10% ~ 15%^[90]。因而 2020 年指南未将其作为预后评估的指标。

8.2 血清标志物评估神经功能预后

8.2.1 神经元特异性烯醇化酶 (neuron-specific enolase, NSE) 2020 年指南强调: 心脏骤停 72 h 后 NSE 明显升高, 提示昏迷的 ROSC 患者神经功能预后不良 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。既往 12 项回顾性研究发现, 血清 NSE 在心脏骤停后 72 h 以内明显升高提示神经功能预后不良, 其特异度为 75% ~ 100%^[69, 81, 91-99], 但其预测心脏骤停患者不良神经功能预后的绝对阈值尚不清楚。

8.2.2 其他血清标志物 2020 年指南强调: 尚无法确定 S100 钙结合蛋白 B (S100 calcium binding protein B, S100B)、Tau 蛋白、神经纤维轻链和胶质纤维酸性蛋白评估心脏骤停患者预后的效力 (推荐级别 2b 级; 证据水平 C-LD)。该建议源于 3 项观察性研究结果: S100B 在心脏骤停后 72 h 即可升高, 但受研究和检测时间点差异的影响, 72 h 后 S100B 评估不良预后的阈值范围大, 特异度为 100% 时, 其灵敏度为 2.85% ~ 77.6%^[96, 98, 100]。由于纳入患者例数少和阈值范围宽, S100B 在评估心脏骤停患者神经功能预后中的作用尚无法确定。尽管近年来有研究报道使用 Tau 蛋白、神经纤维轻链和胶质

纤维酸性蛋白预测心脏骤停患者神经功能, 但因研究报道尚少, 2020 年指南不推荐使用这些标志物预测心脏骤停患者的神经功能预后。

8.3 神经影像学评估神经功能预后

8.3.1 脑灰质/白质比值 (gray-white matter ratio, GWR) 2020 年指南推荐: 基于头部 CT 测定 GWR 可用于评估心脏骤停患者神经功能预后 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。已有 12 项研究评估全脑 GWR 或特定区域的 GWR 预测心脏骤停患者神经功能预后的价值, 其中 11 项研究发现 GWR 预测模型的特异度为 85% ~ 100%, 但灵敏度差异较大 (3.3% ~ 83.8%)^[91, 101-110], 尚需进一步明确特异度达到 100% 时的最佳 CT 检查时间和 GWR 阈值。该建议继续保留 2015 年指南内容, 但是未限定患者必须接受目标温度管理治疗以及头部 CT 检查时限。

8.3.2 大脑弥散加权成像 (diffusion weighted imaging, DWI) 2020 年指南推荐: 心脏骤停后 2 ~ 7 d, 头部 MRI 检查显示大脑大面积弥散受限, 可能提示心脏骤停患者的神经功能预后不良 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。该建议来源于 5 项评估 DWI 预测心脏骤停患者神经功能预后价值的观察性研究。上述研究通过对高信号和阳性改变进行定性分析, 发现 DWI 诊断心脏骤停患者神经功能预后不良的特异度为 55.7% ~ 100%^[76, 103, 107-108, 111], 仍有待进一步开展高质量异质性小的临床研究以提高 DWI 预测的特异度, 确定 DWI 的阈值。

8.3.3 表观扩散系数 (apparent diffusion coefficient, ADC) 2020 年指南推荐: 心脏骤停后 2 ~ 7 d, 患者头部 MRI 检查显示大脑大面积 ADC 下降, 可能提示心脏骤停患者的神经功能预后不良 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。3 项观察性研究报道 ADC 评估心脏骤停患者预后的特异度范围大可能与 ADC 测量位置和计算方法有关^[108-109, 112]。但由于头部 MRI 检查条件严格, 采用 ADC 评估预后的研究甚少。因此, ADC 下降预测心脏骤停患者神经功能预后不良仍有待进一步研究确定阈值。

8.4 电生理检测评估神经功能预后

8.4.1 癫痫 2020 年指南推荐: 结合其他评估方法, 癫痫在 ROSC 昏迷患者预后评估中的预测价值还不确定 (推荐级别 2b 级; 证据水平 B-NR)。该推荐主要来源于 5 项观察性研究, ILCOR 系统评价发现, 癫痫评估预后不良的特异度为 100%, 灵敏度为 0.6% ~ 26.8%^[87, 113-116]。造成灵敏度范围较大的因素可能与脑电图检查患者的选择偏倚和癫痫定义不一致有关。

8.4.2 癫痫持续状态 2020 年指南推荐：结合其他评估方法，心脏骤停 72 h 以后出现癫痫持续状态提示 ROSC 昏迷患者预后可能不良（推荐级别 2b 级；证据水平 B-NR）。6 项观察性研究分析心脏骤停后 5 d 出现癫痫持续状态与神经功能预后的关系，发现癫痫持续状态预测预后不良的特异度为 82.6% ~ 100%^[80, 116-120]。尽管癫痫持续状态是一种严重的癫痫发作形式，但是癫痫持续状态对不良结果的特异度比严重癫痫的特异度要小，可能与研究对癫痫持续状态定义不一致、缺乏对照等有关。

8.4.3 爆发抑制 2020 年指南推荐：结合其他评估方法，心脏骤停 72 h 以后，在排除镇静药物影响的情况下，若脑电图出现爆发抑制，提示 ROSC 昏迷患者预后不良是合理的（推荐级别 2b 级；证据水平 B-NR）。该推荐保留 2015 年指南对应内容，但鉴于药物可以诱发爆发抑制，指南强调评估前必须排除药物的干扰因素。

8.4.4 双侧躯体感觉诱发电位（somatosensory evoked potential, SSEP） 2020 年指南推荐：结合其他评估方法，心脏骤停 24 h 以后双侧 SSEP N20 波消失视为 ROSC 昏迷患者预后不良的征象是合理的（推荐级别 2b 级；证据水平 B-NR）。该推荐来源于 14 项观察性研究：心脏骤停 96 h 后双侧 SSEP N20 波消失与预后有关，其评估预后不良的特异度为 50% ~ 100%^[77-78, 97, 101-102, 111, 118, 121-127]。

8.4.5 周期性/节律性放电 结合其他评估方法，周期性/节律性放电评估心脏骤停患者预后不良的有效性还不确定（推荐级别 2b 级；证据水平 C-LD）。脑电图周期性/节律性放电评估预后不良的特异度为 66.7% ~ 100.0%，灵敏度为 2.4% ~ 50.8%^[69, 97, 113, 115, 120]。尽管随着心脏骤停时间延长，周期性/节律性放电评估预后不良的特异度增加，但受研究证据的质量限制，2020 年指南认为周期性/节律性放电评估预后的可靠性仍不确定。

8.4.6 脑电图反应 2020 年指南强调：不单独使用心脏骤停 72 h 后脑电图无反应来判断 ROSC 患者预后不良（推荐级别 3 级；有害；证据水平 B-NR）。该建议来源于 10 项观察性研究，绝大部分研究结果的特异度低于 90%^[77, 82, 101, 114-116, 123, 128-130]。此外，上述研究未考虑药物和温度的干扰，证据的可靠性非常低。因而 2020 年指南将推荐级别由 2b 级降为 3 级。

9 康复期的治疗和支持

9.1 心脏骤停存活者在康复期间的治疗和支持

2020 年指南在原有院前院内“双五环”生命

链的基础上增加心脏骤停存活者的康复治疗计划环节，从而形成院前院内“双六环”生命链^[1]。该环节涉及患者的器官功能恢复、心理康复、重返社会能力等内容。

2020 年指南推荐：建议对心脏骤停存活者及其护理人员进行焦虑、抑郁、创伤后应激和疲劳的结构化评估（推荐级别 1 级；证据水平 B-NR）。现有研究认为，约有 1/3 的心脏骤停存活者会经历焦虑、抑郁或创伤后应激反应^[131-134]。2012 年的一篇系统评价显示，OHCA 后抑郁症、焦虑、创伤后应激障碍发生率分别为 14% ~ 45%、13% ~ 61%、19% ~ 27%^[131]。另一项 RCT 显示近 1/4 的 OHCA 存活者在心脏骤停后 6 个月时出现焦虑或抑郁症状^[134]。同时，另有调查研究显示，心脏骤停存活者的家属和护理人员同样会承受相当大的心理应激压力^[135]，并导致家庭生活发生明显变化^[136-137]。

2020 年指南推荐：建议心脏骤停存活者在出院前进行生理、神经、心肺和认知障碍方面的多模式康复评估和治疗（推荐级别 1 级；证据水平 C-LD）。大部分心脏骤停存活者会出现认知、生理、神经和心肺功能障碍。其中近半数患者在心脏骤停后 6 个月存在认知功能障碍^[138-139]，4 年后这一比例仍高达 29%^[140]，并伴有长期记忆缺陷^[141]。早期进行心脏康复和生理、职业以及言语治疗可能有助于心脏骤停存活者克服、适应损伤并从中康复。2015 年欧洲复苏委员会和欧洲重症监护医学会制定的复苏后护理指南也强调要进一步加强心脏骤停后的康复治疗^[142]。

2020 年指南推荐：建议为心脏骤停存活者及其护理人员制定全面的多学科出院治疗计划，并将该计划纳入医疗和康复治疗建议以及恢复活动/工作的预期目标（推荐级别 1 级；证据水平 C-LD）。心脏骤停存活者重返社会、工作及其他活动的进程虽然比较缓慢，但社会和周围人的支持可影响进度。研究表明，根据昏迷时间和记忆缺失情况，可以预测患者心脏骤停后 2 ~ 7 年的日常生活功能和质量^[143]。但其日常生活能力的改善主要发生在心脏骤停后 45 d 之内^[144]，提示早期干预获益更高。而通过制定和实施有效的康复计划，大部分患者可重新投入工作^[145]。

9.2 对施救者的随访和总结

2020 年指南推荐：心脏骤停发生后，在以情感支持为目的的随访中，对非专业施救者、紧急救援服务实施人员和医院医护人员进行分析总结并为其提供随访可能是有益的（推荐级别 2b 级；证据

水平 C-LD)。心脏骤停施救者同样也可能经历焦虑或创伤后应激。通过团队汇报的形式回顾抢救过程,帮助施救者正确处理情绪反应、正确看待照看濒死患者的压力以及认知自身的表现,从而促进其提高心肺复苏技能并增强再次实施心肺复苏的信心^[146]。

10 复苏后质量改进

2020 年指南推荐:复苏小组围绕救援过程和效果展开讨论,有助于改进心脏骤停患者救治质量(推荐级别 2a 级;证据水平 B-NR)。复苏后质量改进是指在完成心肺复苏后,参与救治的复苏小组从各方面对救治过程进行回顾和讨论分析,以期改进救治流程^[147]。3 项前瞻性观察性研究探讨多学科讨论质量改进对救治 IHCA 患者的效果,结论不一^[148-150]。其中 2 项研究证实,就质量改进开展讨论可提高复苏质量相关指标,如按压深度、胸部压缩比例、按压中断时间、合格按压率以及 ROSC 率、出院时神经功能预后良好等指标^[148-149]。但另外 1 项研究则未发现明显改善^[150]。

2020 年指南推荐:对复苏过程中的客观定量数据进行回顾,有助于提高心脏骤停患者的复苏质量(推荐级别 2a 级;证据水平 B-NR)。目前尚无统一的复苏后质量改进指南,但对客观数据进行分析 and 反馈是复苏后质量改进最常用的方法之一。Bleijenbergh 等^[151]通过开展前瞻性观察性研究比较院前急救团队进行复苏数据回顾与反馈前后的按压质量,结果显示,胸部压缩比例显著提高(79% vs. 86%),最长按压暂停时间显著降低(40 vs. 19 s)。由此看来,对复苏过程中的客观定量数据进行回顾和反馈有助于提高心肺复苏质量,改善心脏骤停患者的预后。

2020 年指南推荐:可由熟悉汇报流程的医疗专业人员协助汇报(推荐级别 2a 级;证据水平 C-EO)。汇报期间,复苏团队成员可以针对救治过程和质量展开讨论,检查和评估救治过程中的客观数据,反思团队协作和领导问题,并表达对救治的情绪反应。讨论重点集中在确定需要改进的方面以及制定相应的改进策略^[148-151]。

11 孕妇心脏骤停的救治

11.1 氧饱和度及气道管理

2020 年指南推荐:由于心脏骤停孕妇更易发生缺氧,故氧饱和度和气道的管理在复苏过程中应居于首位(推荐级别 1 级;证据水平 C-LD)。妊娠

期间子宫增加心输出量,代谢加快,储备能力降低,导致孕妇更易发生缺氧^[152-153]。同时,妊娠期间由于激素水平升高,胃排空延迟,孕妇发生胃内容物反流误吸的风险极高^[154]。考虑以上两方面因素,早期对心脏骤停孕妇行高级气道管理,有助于提高孕妇的救治成功率。

11.2 复苏过程中胎儿监测

2020 年指南推荐:在复苏过程中进行胎儿监护可能干扰复苏质量,故不建议在救治心脏骤停孕妇的过程中行胎儿监测(推荐级别 1 级;证据水平 C-EO)。Ducloy-Bouthors 等^[154]在综述心脏骤停孕妇救治的报道中再次强调复苏过程中监测胎儿不利于实施复苏。另有研究指出,对心脏骤停孕妇及时进行心肺复苏,必要时行围产期剖宫产可以提高孕妇及胎儿的存活率^[155],而胎儿监测会降低复苏效率^[154]。但目前尚无 RCT 对比复苏过程中监测胎儿与否对孕妇临床结局的影响。

11.3 复苏后昏迷孕妇患者的亚低温管理

2020 年指南推荐:对于复苏后昏迷孕妇患者,建议实施亚低温治疗(推荐级别 1 级;证据水平 C-EO)。亚低温治疗已被证实可改善成人心肺复苏后神经功能预后。近年来新增 2 项个案报道称,35 岁以下的心脏骤停孕妇复苏后接受亚低温管理,孕妇预后良好^[156-157]。这提示,亚低温治疗与心脏骤停孕妇复苏后神经功能预后结局良好具有相关性。

11.4 亚低温管理期间的胎儿监测

2020 年指南推荐:孕妇心脏骤停复苏后,建议在亚低温治疗期间持续监测胎儿是否出现心动过缓(推荐级别 1 级;证据水平 C-EO)。ROSC 后,胎儿对缺氧、缺血、酸中毒、低血压等极为敏感。胎儿的生命体征不稳定是孕妇内环境失代偿的早期信号。因此,ROSC 后亚低温管理期间,需严密监测胎儿和孕妇的生命体征,发现异常,及早处理,提高孕妇的生存率。

12 结语

2020 年指南对成人心肺复苏的措施加强推荐,尤其注重心脏骤停患者复苏后康复,并将其作为生命链的第六环,同时强调非专业施救者早期开始心肺复苏、肾上腺素的早期使用、实时视听反馈装置的应用、心肺复苏质量的生理监测、静脉通路优先于骨通道、复苏后神经功能预后评估、心脏骤停孕妇的救治。但仍需开展 RCT 寻找更强有力的证据支持,以期提高成人心脏骤停患者的救治成功率,改善其远期神经功能预后。

参考文献

- 1 Panchal AR, Bartos JA, Cabanas JG, *et al.* Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2020, 142(16_suppl_2): S366-S468.
- 2 Riva G, Ringh M, Jonsson M, *et al.* Survival in out-of-hospital cardiac arrest after standard cardiopulmonary resuscitation or chest compressions only before arrival of emergency medical services: nationwide study during three guideline periods. *Circulation*, 2019, 139(23): 2600-2609.
- 3 Riddersholm S, Kragholm K, Mortensen RN, *et al.* Association of bystander interventions and hospital length of stay and admission to intensive care unit in out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Resuscitation*, 2017, 119: 99-106.
- 4 Zhan L, Yang LJ, Huang Y, *et al.* Continuous chest compression versus interrupted chest compression for cardiopulmonary resuscitation of non-asphyxial out-of-hospital cardiac arrest. *Cochrane Database Syst Rev*, 2017, 3: CD010134.
- 5 Berg RA, Hemphill R, Abella BS, *et al.* Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2010, 122(18 Suppl 3): S685-S705.
- 6 Mathiesen WT, Børshol CA, Høyland S, *et al.* Exploring how lay rescuers overcome barriers to provide cardiopulmonary resuscitation: a qualitative study. *Prehosp Disaster Med*, 2017, 32(1): 27-32.
- 7 Jiang Y, Wu B, Long L, *et al.* Attitudes and willingness toward out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation: a questionnaire study among the public trained online in China. *BMJ Open*, 2020, 10(10): e038712.
- 8 Friberg N, Schmidbauer S, Walther C, *et al.* Skeletal and soft tissue injuries after manual and mechanical chest compressions. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2019, 5(3): 259-265.
- 9 Miller AC, Rosati SF, Suffredini AF, *et al.* A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. *Resuscitation*, 2014, 85(6): 724-731.
- 10 Sasson C, Rogers MA, Dahl J, *et al.* Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2010, 3(1): 63-81.
- 11 Donnino MW, Saliccioli JD, Howell MD, *et al.* Time to administration of epinephrine and outcome after in-hospital cardiac arrest with non-shockable rhythms: retrospective analysis of large in-hospital data registry. *BMJ*, 2014, 348: g3028.
- 12 Patel KK, Spertus JA, Khariton Y, *et al.* Association between prompt defibrillation and epinephrine treatment with long-term survival after in-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 2018, 137(19): 2041-2051.
- 13 Hansen M, Schmicker RH, Newgard CD, *et al.* Time to epinephrine administration and survival from nonshockable out-of-hospital cardiac arrest among children and adults. *Circulation*, 2018, 137(19): 2032-2040.
- 14 Hayashi Y, Iwami T, Kitamura T, *et al.* Impact of early intravenous epinephrine administration on outcomes following out-of-hospital cardiac arrest. *Circ J*, 2012, 76(7): 1639-1645.
- 15 Kosciak C, Pinawin A, McGovern H, *et al.* Rapid epinephrine administration improves early outcomes in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2013, 84(7): 915-920.
- 16 Nakahara S, Tomio J, Nishida M, *et al.* Association between timing of epinephrine administration and intact neurologic survival following out-of-hospital cardiac arrest in Japan: a population-based prospective observational study. *Acad Emerg Med*, 2012, 19(7): 782-792.
- 17 Ueta H, Tanaka H, Tanaka S, *et al.* Quick epinephrine administration induces favorable neurological outcomes in out-of-hospital cardiac arrest patients. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(5): 676-680.
- 18 Tanaka H, Takyu H, Sagisaka R, *et al.* Favorable neurological outcomes by early epinephrine administration within 19 minutes after EMS call for out-of-hospital cardiac arrest patients. *Am J Emerg Med*, 2016, 34(12): 2284-2290.
- 19 Cantrell CL Jr, Hubble MW, Richards ME. Impact of delayed and infrequent administration of vasopressors on return of spontaneous circulation during out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*, 2013, 17(1): 15-22.
- 20 Khera R, Chan PS, Donnino M, *et al.* Hospital variation in time to epinephrine for nonshockable in-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 2016, 134(25): 2105-2114.
- 21 Perkins GD, Kenna C, Ji C, *et al.* The influence of time to adrenaline administration in the Paramedic 2 randomised controlled trial. *Intensive Care Med*, 2020, 46(3): 426-436.
- 22 Nakahara S, Tomio J, Takahashi H, *et al.* Evaluation of pre-hospital administration of adrenaline (epinephrine) by emergency medical services for patients with out of hospital cardiac arrest in Japan: controlled propensity matched retrospective cohort study. *BMJ*, 2013, 347: f6829.
- 23 Andersen LW, Kurth T, Chase M, *et al.* Early administration of epinephrine (adrenaline) in patients with cardiac arrest with initial shockable rhythm in hospital: propensity score matched analysis. *BMJ*, 2016, 353: i1577.
- 24 Goto Y, Maeda T, Goto Y. Effects of prehospital epinephrine during out-of-hospital cardiac arrest with initial non-shockable rhythm: an observational cohort study. *Crit Care*, 2013, 17(5): R188.
- 25 Perkins GD, Kenna C, Ji C, *et al.* The effects of adrenaline in out of hospital cardiac arrest with shockable and non-shockable rhythms: Findings from the PACA and PARAMEDIC-2 randomised controlled trials. *Resuscitation*, 2019, 140: 55-63.
- 26 Nagao K, Nonogi H, Yonemoto N, *et al.* Duration of prehospital resuscitation efforts after out-of-hospital cardiac arrest. *Circulation*, 2016, 133(14): 1386-1396.
- 27 Travers AH, Perkins GD, Berg RA, *et al.* Part 3: Adult Basic Life Support and Automated External Defibrillation: 2015 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations. *Circulation*, 2015, 132(16 Suppl 1): S51-S83.
- 28 An M, Kim Y, Cho WK. Effect of smart devices on the quality of CPR training: a systematic review. *Resuscitation*, 2019, 144: 145-156.
- 29 Kirkbright S, Finn J, Tohira H, *et al.* Audiovisual feedback device use by health care professionals during CPR: a systematic review and meta-analysis of randomised and non-randomised trials. *Resuscitation*, 2014, 85(4): 460-471.
- 30 Goharani R, Vahedian-Azimi A, Farzanegan B, *et al.* Real-time compression feedback for patients with in-hospital cardiac arrest: a multi-center randomized controlled clinical trial. *J Intensive Care*, 2019, 7: 5.

- 31 Couper K, Kimani PK, Abella BS, *et al.* The system-wide effect of real-time audiovisual feedback and postevent debriefing for in-hospital cardiac arrest: the cardiopulmonary resuscitation quality improvement initiative. *Crit Care Med*, 2015, 43(11): 2321-2331.
- 32 Riyapan S, Naulnark T, Ruangsomboon O, *et al.* Improving quality of chest compression in thai emergency department by using real-time audio-visual feedback cardio-pulmonary resuscitation monitoring. *J Med Assoc Thai*, 2019, 102: 245-251.
- 33 Sutton RM, French B, Meaney PA, *et al.* Physiologic monitoring of CPR quality during adult cardiac arrest: a propensity-matched cohort study. *Resuscitation*, 2016, 106: 76-82.
- 34 Sheak KR, Wiebe DJ, Leary M, *et al.* Quantitative relationship between end-tidal carbon dioxide and CPR quality during both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2015, 89: 149-154.
- 35 Murphy RA, Bobrow BJ, Spaite DW, *et al.* Association between prehospital CPR quality and end-tidal carbon dioxide levels in out-of-hospital cardiac arrest. *Prehosp Emerg Care*, 2016, 20(3): 369-377.
- 36 Sandroni C, De Santis P, D'Arrigo S. Capnography during cardiac arrest. *Resuscitation*, 2018, 132: 73-77.
- 37 Poppe M, Stratil P, Clodi C, *et al.* Initial end-tidal carbon dioxide as a predictive factor for return of spontaneous circulation in nonshockable out-of-hospital cardiac arrest patients: a retrospective observational study. *Eur J Anaesthesiol*, 2019, 36(7): 524-530.
- 38 Douma MJ, MacKenzie E, Loch T, *et al.* Prone cardiopulmonary resuscitation: a scoping and expanded grey literature review for the COVID-19 pandemic. *Resuscitation*, 2020, 155: 103-111.
- 39 Patel JK, Schoenfeld E, Parikh PB, *et al.* Association of arterial oxygen tension during in-hospital cardiac arrest with return of spontaneous circulation and survival. *J Intensive Care Med*, 2018, 33(7): 407-414.
- 40 Cabañas JG, Myers JB, Williams JG, *et al.* Double sequential external defibrillation in out-of-hospital refractory ventricular fibrillation: a report of ten cases. *Prehosp Emerg Care*, 2015, 19(1): 126-130.
- 41 Cortez E, Krebs W, Davis J, *et al.* Use of double sequential external defibrillation for refractory ventricular fibrillation during out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2016, 108: 82-86.
- 42 Merlin MA, Tagore A, Bauter R, *et al.* A case series of double sequence defibrillation. *Prehosp Emerg Care*, 2016, 20(4): 550-553.
- 43 Mapp JG, Hans AJ, Darrington AM, *et al.* Prehospital double sequential defibrillation: a matched case-control study. *Acad Emerg Med*, 2019, 26(9): 994-1001.
- 44 Ross EM, Redman TT, Harper SA, *et al.* Dual defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest: a retrospective cohort analysis. *Resuscitation*, 2016, 106: 14-17.
- 45 Emmerson AC, Whitbread M, Fothergill RT. Double sequential defibrillation therapy for out-of-hospital cardiac arrests: the London experience. *Resuscitation*, 2017, 117: 97-101.
- 46 Cheskes S, Dorian P, Feldman M, *et al.* Double sequential external defibrillation for refractory ventricular fibrillation: the DOSE VF pilot randomized controlled trial. *Resuscitation*, 2020, 150: 178-184.
- 47 Neumar RW, Otto CW, Link MS, *et al.* Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation*, 2010, 122(18 Suppl 3): S729-767.
- 48 Granfeldt A, Avis SR, Lind PC, *et al.* Intravenous vs. intraosseous administration of drugs during cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation*, 2020, 149: 150-157.
- 49 Clemency B, Tanaka K, May P, *et al.* Intravenous vs. intraosseous access and return of spontaneous circulation during out of hospital cardiac arrest. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(2): 222-226.
- 50 Feinstein BA, Stubbs BA, Rea T, *et al.* Intraosseous compared to intravenous drug resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest. *Resuscitation*, 2017, 117: 91-96.
- 51 Mody P, Brown SP, Kudenchuk PJ, *et al.* Intraosseous versus intravenous access in patients with out-of-hospital cardiac arrest: insights from the resuscitation outcomes consortium continuous chest compression trial. *Resuscitation*, 2019, 134: 69-75.
- 52 Nguyen L, Suarez S, Daniels J, *et al.* Effect of intravenous versus intraosseous access in prehospital cardiac arrest. *Air Med J*, 2019, 38(3): 147-149.
- 53 Kawano T, Grunau B, Scheuermeyer FX, *et al.* Intraosseous vascular access is associated with lower survival and neurologic recovery among patients with out-of-hospital cardiac arrest. *Ann Emerg Med*, 2018, 71(5): 588-596.
- 54 Daya MR, Leroux BG, Dorian P, *et al.* Survival after intravenous versus intraosseous amiodarone, lidocaine, or placebo in out-of-hospital shock-refractory cardiac Arrest. *Circulation*, 2020, 141(3): 188-198.
- 55 Nolan JP, Deakin CD, Ji C, *et al.* Intraosseous versus intravenous administration of adrenaline in patients with out-of-hospital cardiac arrest: a secondary analysis of the PARAMEDIC2 placebo-controlled trial. *Intensive Care Med*, 2020, 46(5): 954-962.
- 56 ICU-ROX Investigators and the Australian and New Zealand Intensive Care Society Clinical Trials Group, Mackle D, Bellomo R, *et al.* Conservative oxygen therapy during mechanical ventilation in the ICU. *N Engl J Med*, 2020, 382(11): 989-998.
- 57 Young MN, Hollenbeck RD, Pollock JS, *et al.* Higher achieved mean arterial pressure during therapeutic hypothermia is not associated with neurologically intact survival following cardiac arrest. *Resuscitation*, 2015, 88: 158-164.
- 58 Ameloot K, De Deyne C, Eertmans W, *et al.* Early goal-directed haemodynamic optimization of cerebral oxygenation in comatose survivors after cardiac arrest: the Neuroprotect post-cardiac arrest trial. *Eur Heart J*, 2019, 40(22): 1804-1814.
- 59 Jakkula P, Pettilä V, Skrifvars MB, *et al.* Targeting low-normal or high-normal mean arterial pressure after cardiac arrest and resuscitation: a randomised pilot trial. *Intensive Care Med*, 2018, 44(12): 2091-2101.
- 60 Humaloja J, Litonius E, Efendijev I, *et al.* Early hyperoxemia is not associated with cardiac arrest outcome. *Resuscitation*, 2019, 140: 185-193.
- 61 Pilcher J, Weatherall M, Shirtcliffe P, *et al.* The effect of hyperoxia following cardiac arrest. A systematic review and meta-analysis of animal trials. *Resuscitation*, 2012, 83(4): 417-422.
- 62 Kuisma M, Boyd J, Voipio V, *et al.* Comparison of 30 and the 100% inspired oxygen concentrations during early post-resuscitation period: a randomised controlled pilot study. *Resuscitation*, 2006, 69(2): 199-206.

- 63 Bray JE, Hein C, Smith K, *et al.* Oxygen titration after resuscitation from out-of-hospital cardiac arrest: a multi-centre, randomised controlled pilot study (the EXACT pilot trial). *Resuscitation*, 2018, 128: 211-215.
- 64 Thomas M, Voss S, Bengner J, *et al.* Cluster randomised comparison of the effectiveness of 100% oxygen *versus* titrated oxygen in patients with a sustained return of spontaneous circulation following out of hospital cardiac arrest: a feasibility study. PROXY: post ROSC OXYgenation study. *BMC Emerg Med*, 2019, 19(1): 16.
- 65 Young P, Bailey M, Bellomo R, *et al.* HyperOxic Therapy OR NormOxic Therapy after out-of-hospital cardiac arrest (HOT OR NOT): a randomised controlled feasibility trial. *Resuscitation*, 2014, 85(12): 1686-1691.
- 66 Jakkula P, Reinikainen M, Hästbacka J, *et al.* Targeting two different levels of both arterial carbon dioxide and arterial oxygen after cardiac arrest and resuscitation: a randomised pilot trial. *Intensive Care Med*, 2018, 44(12): 2112-2121.
- 67 Roberts BW, Kilgannon JH, Hunter BR, *et al.* Association between elevated mean arterial blood pressure and neurologic outcome after resuscitation from cardiac arrest: results from a multicenter prospective cohort study. *Crit Care Med*, 2019, 47(1): 93-100.
- 68 François B, Cariou A, Clere-Jehl R, *et al.* Prevention of early ventilator-associated pneumonia after cardiac arrest. *N Engl J Med*, 2019, 381(19): 1831-1842.
- 69 Bowker L, Stewart K. Predicting unsuccessful cardiopulmonary resuscitation (CPR): a comparison of three morbidity scores. *Resuscitation*, 1999, 40(2): 89-95.
- 70 Laitio R, Hynninen M, Arola O, *et al.* Effect of inhaled xenon on cerebral white matter damage in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial. *JAMA*, 2016, 315(11): 1120-1128.
- 71 Donnino MW, Andersen LW, Berg KM, *et al.* Corticosteroid therapy in refractory shock following cardiac arrest: a randomized, double-blind, placebo-controlled, trial. *Crit Care*, 2016, 20: 82.
- 72 Tsai MS, Chuang PY, Huang CH, *et al.* Postarrest steroid use may improve outcomes of cardiac arrest survivors. *Crit Care Med*, 2019, 47(2): 167-175.
- 73 Matthews EA, Magid-Bernstein J, Sobczak E, *et al.* Prognostic value of the neurological examination in cardiac arrest patients after therapeutic hypothermia. *Neurohospitalist*, 2018, 8(2): 66-73.
- 74 Tamura T, Namiki J, Sugawara Y, *et al.* Quantitative assessment of pupillary light reflex for early prediction of outcomes after out-of-hospital cardiac arrest: a multicentre prospective observational study. *Resuscitation*, 2018, 131: 108-113.
- 75 Chung-Esaki HM, Mui G, Mlynash M, *et al.* The neuron specific enolase (NSE) ratio offers benefits over absolute value thresholds in post-cardiac arrest coma prognosis. *J Clin Neurosci*, 2018, 57: 99-104.
- 76 Ryoo SM, Jeon SB, Sohn CH, *et al.* Predicting outcome with diffusion-weighted imaging in cardiac arrest patients receiving hypothermia therapy: multicenter retrospective cohort study. *Crit Care Med*, 2015, 43(11): 2370-2377.
- 77 Bradley RJ, Pagala MK, Edge MT. Curare can reverse the failure in muscle contraction caused by an AChE inhibitor. *Brain Res*, 1986, 377(1): 194-198.
- 78 Takagi T, Kajiwara K, Komatsubara J, *et al.* Inhibitory effect of phenytoin on nerve hyperexcitability induced by low calcium in frogs. *Kanagawa Shigaku*, 1985, 20(3): 394-401.
- 79 Kongpolprom N, Cholkraisawat J. Neurological prognostications for the therapeutic hypothermia among comatose survivors of cardiac arrest. *Indian J Crit Care Med*, 2018, 22(7): 509-518.
- 80 Zhou SE, Maciel CB, Ormseth CH, *et al.* Distinct predictive values of current neuroprognostic guidelines in post-cardiac arrest patients. *Resuscitation*, 2019, 139: 343-350.
- 81 Greer DM, Yang J, Scripko PD, *et al.* Clinical examination for prognostication in comatose cardiac arrest patients. *Resuscitation*, 2013, 84(11): 1546-1551.
- 82 Sivaraju A, Gilmore EJ, Wira CR, *et al.* Prognostication of post-cardiac arrest coma: early clinical and electroencephalographic predictors of outcome. *Intensive Care Med*, 2015, 41(7): 1264-1272.
- 83 Roberts NB, Williams P. Silicon measurement in serum and urine by direct current plasma emission spectrometry. *Clin Chem*, 1990, 36(8 Pt 1): 1460-1465.
- 84 Ruknudeen MI, Ramadoss R, Rajajee V, *et al.* Early clinical prediction of neurological outcome following out of hospital cardiac arrest managed with therapeutic hypothermia. *Indian J Crit Care Med*, 2015, 19(6): 304-310.
- 85 Elmer J, Rittenberger JC, Faro J, *et al.* Clinically distinct electroencephalographic phenotypes of early myoclonus after cardiac arrest. *Ann Neurol*, 2016, 80(2): 175-184.
- 86 Aicua Rapun I, Novy J, Solari D, *et al.* Early Lance-Adams syndrome after cardiac arrest: prevalence, time to return to awareness, and outcome in a large cohort. *Resuscitation*, 2017, 115: 169-172.
- 87 Sadaka F, Doerr D, Hindia J, *et al.* Continuous electroencephalogram in comatose postcardiac arrest syndrome patients treated with therapeutic hypothermia: outcome prediction study. *J Intensive Care Med*, 2015, 30(5): 292-296.
- 88 Lybeck A, Friberg H, Aneman A, *et al.* Prognostic significance of clinical seizures after cardiac arrest and target temperature management. *Resuscitation*, 2017, 114: 146-151.
- 89 Reynolds AS, Rohaut B, Holmes MG, *et al.* Early myoclonus following anoxic brain injury. *Neurol Clin Pract*, 2018, 8(3): 249-256.
- 90 Kindler V, Sappino AP, Grau GE, *et al.* The inducing role of tumor necrosis factor in the development of bactericidal granulomas during BCG infection. *Cell*, 1989, 56(5): 731-740.
- 91 Lee BK, Jeung KW, Lee HY, *et al.* Combining brain computed tomography and serum neuron specific enolase improves the prognostic performance compared to either alone in comatose cardiac arrest survivors treated with therapeutic hypothermia. *Resuscitation*, 2013, 84(10): 1387-1392.
- 92 Vondrakova D, Kruger A, Janotka M, *et al.* Association of neuron-specific enolase values with outcomes in cardiac arrest survivors is dependent on the time of sample collection. *Crit Care*, 2017, 21(1): 172.
- 93 Stammel P, Collignon O, Hassager C, *et al.* Neuron-specific enolase as a predictor of death or poor neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest and targeted temperature management at 33°C and 36°C. *J Am Coll Cardiol*, 2015, 65(19): 2104-2114.

- 94 Zellner T, Gartner R, Schopohl J, *et al.* NSE and S-100B are not sufficiently predictive of neurologic outcome after therapeutic hypothermia for cardiac arrest. *Resuscitation*, 2013, 84(10): 1382-1386.
- 95 Helwig K, Seeger F, Hölschermann H, *et al.* Elevated serum glial fibrillary acidic protein (GFAP) is associated with poor functional outcome after cardiopulmonary resuscitation. *Neurocrit Care*, 2017, 27(1): 68-74.
- 96 Rossetti AO, Tovar Quiroga DF, Juan E, *et al.* Electroencephalography predicts poor and good outcomes after cardiac arrest: a two-center study. *Crit Care Med*, 2017, 45(7): e674-e682.
- 97 Dhakal LP, Sen A, Stanko CM, *et al.* Early absent pupillary light reflexes after cardiac arrest in patients treated with therapeutic hypothermia. *Ther Hypothermia Temp Manag*, 2016, 6(3): 116-121.
- 98 Merland JJ, Theibot J, Bories J. Indications of arteriography and of emergency embolization in gastrointestinal tract and abdominal hemorrhages (author's transl). *Acta Chir Belg*, 1978, 77(2): 123-134.
- 99 Tsetsoy S, Novy J, Pfeiffer C, *et al.* Multimodal outcome prognostication after cardiac arrest and targeted temperature management: analysis at 36°C. *Neurocrit Care*, 2018, 28(1): 104-109.
- 100 Duez CHV, Grejs AM, Jeppesen AN, *et al.* Neuron-specific enolase and S-100b in prolonged targeted temperature management after cardiac arrest: a randomised study. *Resuscitation*, 2018, 122: 79-86.
- 101 Kim JH, Kim MJ, You JS, *et al.* Multimodal approach for neurologic prognostication of out-of-hospital cardiac arrest patients undergoing targeted temperature management. *Resuscitation*, 2019, 134: 33-40.
- 102 Scarpino M, Lolli F, Lanzo G, *et al.* Neurophysiological and neuroradiological test for early poor outcome (Cerebral Performance Categories 3-5) prediction after cardiac arrest: Prospective multicentre prognostication data. *Data Brief*, 2019, 27: 104755.
- 103 Jeon CH, Park JS, Lee JH, *et al.* Comparison of brain computed tomography and diffusion-weighted magnetic resonance imaging to predict early neurologic outcome before target temperature management comatose cardiac arrest survivors. *Resuscitation*, 2017, 118: 21-26.
- 104 Lee KS, Lee SE, Choi JY, *et al.* Useful computed tomography score for estimation of early neurologic outcome in post-cardiac arrest patients with therapeutic hypothermia. *Circ J*, 2017, 81(11): 1628-1635.
- 105 Hwan Kim Y, Ho Lee J, Kun Hong C, *et al.* Feasibility of optic nerve sheath diameter measured on initial brain computed tomography as an early neurologic outcome predictor after cardiac arrest. *Acad Emerg Med*, 2014, 21(10): 1121-1128.
- 106 Lee DH, Lee BK, Jeung KW, *et al.* Relationship between ventricular characteristics on brain computed tomography and 6-month neurologic outcome in cardiac arrest survivors who underwent targeted temperature management. *Resuscitation*, 2018, 129: 37-42.
- 107 Scarpino M, Lanzo G, Lolli F, *et al.* Neurophysiological and neuroradiological multimodal approach for early poor outcome prediction after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2018, 129: 114-120.
- 108 Wang GN, Chen XF, Lv JR, *et al.* The prognostic value of gray-white matter ratio on brain computed tomography in adult comatose cardiac arrest survivors. *J Chin Med Assoc*, 2018, 81(7): 599-604.
- 109 Youn CS, Callaway CW, Rittenberger JC, *et al.* Combination of initial neurologic examination, quantitative brain imaging and electroencephalography to predict outcome after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2017, 110: 120-125.
- 110 Kim SH, Choi SP, Park KN, *et al.* Early brain computed tomography findings are associated with outcome in patients treated with therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2013, 21: 57.
- 111 Scarpino M, Carrai R, Lolli F, *et al.* Neurophysiology for predicting good and poor neurological outcome at 12 and 72 h after cardiac arrest: the ProNeCA multicentre prospective study. *Resuscitation*, 2020, 147: 95-103.
- 112 Greer DM, Scripko PD, Wu O, *et al.* Hippocampal magnetic resonance imaging abnormalities in cardiac arrest are associated with poor outcome. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2013, 22(7): 899-905.
- 113 Lamartine Monteiro M, Taccone FS, Depondt C, *et al.* The prognostic value of 48-h continuous EEG during therapeutic hypothermia after cardiac arrest. *Neurocrit Care*, 2016, 24(2): 153-162.
- 114 Benarous L, Gavaret M, Soda Diop M, *et al.* Sources of interrater variability and prognostic value of standardized EEG features in post-anoxic coma after resuscitated cardiac arrest. *Clin Neurophysiol Pract*, 2019, 4: 20-26.
- 115 Westhall E, Rossetti AO, van Rootselaar AF, *et al.* Standardized EEG interpretation accurately predicts prognosis after cardiac arrest. *Neurology*, 2016, 86(16): 1482-1490.
- 116 Amorim E, Rittenberger JC, Zheng JJ, *et al.* Continuous EEG monitoring enhances multimodal outcome prediction in hypoxic-ischemic brain injury. *Resuscitation*, 2016, 109: 121-126.
- 117 Oh SH, Park KN, Shon YM, *et al.* Continuous amplitude-integrated electroencephalographic monitoring is a useful prognostic tool for hypothermia-treated cardiac arrest patients. *Circulation*, 2015, 132(12): 1094-1103.
- 118 Leao RN, Avila P, Cavaco R, *et al.* Therapeutic hypothermia after cardiac arrest: outcome predictors. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2015, 27(4): 322-332.
- 119 Dragancea I, Backman S, Westhall E, *et al.* Outcome following postanoxic status epilepticus in patients with targeted temperature management after cardiac arrest. *Epilepsy Behav*, 2015, 49: 173-177.
- 120 Beretta S, Coppo A, Bianchi E, *et al.* Neurological outcome of postanoxic refractory status epilepticus after aggressive treatment. *Epilepsy Behav*, 2019, 101(Pt B): 106374.
- 121 Oddo M, Sandroni C, Citerio G, *et al.* Quantitative *versus* standard pupillary light reflex for early prognostication in comatose cardiac arrest patients: an international prospective multicenter double-blinded study. *Intensive Care Med*, 2018, 44(12): 2102-2111.
- 122 Choi SP, Park KN, Wee JH, *et al.* Can somatosensory and visual evoked potentials predict neurological outcome during targeted temperature management in post cardiac arrest patients?. *Resuscitation*, 2017, 119: 70-75.
- 123 Lipchik EO, Kaebnick HW, Beres JJ, *et al.* The role of arteriography in acute penetrating trauma to the extremities.

- Cardiovasc Intervent Radiol, 1987, 10(4): 202-204.
- 124 Grippo A, Carrai R, Scarpino M, *et al.* Neurophysiological prediction of neurological good and poor outcome in post-anoxic coma. *Acta Neurol Scand*, 2017, 135(6): 641-648.
- 125 De Santis P, Lamanna I, Mavrouidakis N, *et al.* The potential role of auditory evoked potentials to assess prognosis in comatose survivors from cardiac arrest. *Resuscitation*, 2017, 120: 119-124.
- 126 Kim SW, Oh JS, Park J, *et al.* Short-latency positive peak following N20 somatosensory evoked potential is superior to n20 in predicting neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*, 2018, 46(6): e545-e551.
- 127 Maciel CB, Morawo AO, Tsao CY, *et al.* SSEP in therapeutic hypothermia era. *J Clin Neurophysiol*, 2017, 34(5): 469-475.
- 128 Schildge J, Kaiser D, Henss H, *et al.* Prognostic factors in diffuse malignant mesothelioma of the pleura. *Pneumologie*, 1989, 43(11): 660-664.
- 129 Admiraal MM, van Rootselaar AF, Hofmeijer J, *et al.* Electroencephalographic reactivity as predictor of neurological outcome in postanoxic coma: a multicenter prospective cohort study. *Ann Neurol*, 2019, 86(1): 17-27.
- 130 Duez CHV, Johnsen B, Ebbesen MQ, *et al.* Post resuscitation prognostication by EEG in 24 vs 48h of targeted temperature management. *Resuscitation*, 2019, 135: 145-152.
- 131 Wilder Schaaf KP, Artman LK, Peberdy MA, *et al.* Anxiety, depression, and PTSD following cardiac arrest: a systematic review of the literature. *Resuscitation*, 2013, 84(7): 873-877.
- 132 Presciutti A, Verma J, Pavol M, *et al.* Posttraumatic stress and depressive symptoms characterize cardiac arrest survivors' perceived recovery at hospital discharge. *Gen Hosp Psychiatry*, 2018, 53: 108-113.
- 133 Presciutti A, Sobczak E, Sumner JA, *et al.* The impact of psychological distress on long-term recovery perceptions in survivors of cardiac arrest. *J Crit Care*, 2019, 50: 227-233.
- 134 Lilja G, Nilsson G, Nielsen N, *et al.* Anxiety and depression among out-of-hospital cardiac arrest survivors. *Resuscitation*, 2015, 97: 68-75.
- 135 Löf S, Sandström A, Engström A. Patients treated with therapeutic hypothermia after cardiac arrest: relatives' experiences. *J Adv Nurs*, 2010, 66(8): 1760-1768.
- 136 Pusswald G, Fertl E, Falzl M, *et al.* Neurological rehabilitation of severely disabled cardiac arrest survivors. Part II. Life situation of patients and families after treatment. *Resuscitation*, 2000, 47(3): 241-248.
- 137 Wallin E, Larsson IM, Rubertsson S, *et al.* Relatives' experiences of everyday life six months after hypothermia treatment of a significant other's cardiac arrest. *J Clin Nurs*, 2013, 22(11/12): 1639-1646.
- 138 Lilja G, Nielsen N, Friberg H, *et al.* Cognitive function in survivors of out-of-hospital cardiac arrest after target temperature management at 33°C versus 36°C. *Circulation*, 2015, 131(15): 1340-1349.
- 139 Tiainen M, Poutiainen E, Oksanen T, *et al.* Functional outcome, cognition and quality of life after out-of-hospital cardiac arrest and therapeutic hypothermia: data from a randomized controlled trial. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2015, 23: 12.
- 140 Buanes EA, Gramstad A, Søvig KK, *et al.* Cognitive function and health-related quality of life four years after cardiac arrest. *Resuscitation*, 2015, 89: 13-18.
- 141 Mateen FJ, Josephs KA, Trenerry MR, *et al.* Long-term cognitive outcomes following out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study. *Neurology*, 2011, 77(15): 1438-1445.
- 142 Nolan JP, Soar J, Cariou A, *et al.* European Resuscitation Council and European Society of Intensive Care Medicine 2015 guidelines for post-resuscitation care. *Intensive Care Med*, 2015, 41(12): 2039-2056.
- 143 Middelkamp W, Moulaert VR, Verbunt JA, *et al.* Life after survival: long-term daily life functioning and quality of life of patients with hypoxic brain injury as a result of a cardiac arrest. *Clin Rehabil*, 2007, 21(5): 425-431.
- 144 Lundgren-Nilsson A, Rosén H, Hofgren C, *et al.* The first year after successful cardiac resuscitation: function, activity, participation and quality of life. *Resuscitation*, 2005, 66(3): 285-289.
- 145 Kragholm K, Wissenberg M, Mortensen RN, *et al.* Return to work in out-of-hospital cardiac arrest survivors: a nationwide register-based follow-up study. *Circulation*, 2015, 131(19): 1682-1690.
- 146 Møller TP, Hansen CM, Fjordholt M, *et al.* Debriefing bystanders of out-of-hospital cardiac arrest is valuable. *Resuscitation*, 2014, 85(11): 1504-1511.
- 147 Mullan PC, Cochrane NH, Chamberlain JM, *et al.* Accuracy of postresuscitation team debriefings in a pediatric emergency department. *Ann Emerg Med*, 2017, 70(3): 311-319.
- 148 Wolfe H, Zebuhr C, Topjian AA, *et al.* Interdisciplinary ICU cardiac arrest debriefing improves survival outcomes. *Crit Care Med*, 2014, 42(7): 1688-1695.
- 149 Edelson DP, Litzinger B, Arora V, *et al.* Improving in-hospital cardiac arrest process and outcomes with performance debriefing. *Arch Intern Med*, 2008, 168(10): 1063-1069.
- 150 Couper K, Kimani PK, Davies RP, *et al.* An evaluation of three methods of in-hospital cardiac arrest educational debriefing: the cardiopulmonary resuscitation debriefing study. *Resuscitation*, 2016, 105: 130-137.
- 151 Bleijenberg E, Koster RW, de Vries H, *et al.* The impact of post-resuscitation feedback for paramedics on the quality of cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*, 2017, 110: 1-5.
- 152 Mhyre JM, Tsen LC, Einav S, *et al.* Cardiac arrest during hospitalization for delivery in the United States, 1998-2011. *Anesthesiology*, 2014, 120(4): 810-818.
- 153 Kikuchi J, Deering S. Cardiac arrest in pregnancy. *Semin Perinatol*, 2018, 42(1): 33-38.
- 154 Ducloy-Bouthors AS, Gonzalez-Estevéz M, Constans B, *et al.* Cardiovascular emergencies and cardiac arrest in a pregnant woman. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2016, 35(Suppl 1): S43-S50.
- 155 Beckett VA, Knight M, Sharpe P. The CAPS Study: incidence, management and outcomes of cardiac arrest in pregnancy in the UK: a prospective, descriptive study. *BJOG*, 2017, 124(9): 1374-1381.
- 156 Rittenberger JC, Kelly E, Jang D, *et al.* Successful outcome utilizing hypothermia after cardiac arrest in pregnancy: a case report. *Crit Care Med*, 2008, 36(4): 1354-1356.
- 157 Chauhan A, Musunuru H, Donnino M, *et al.* The use of therapeutic hypothermia after cardiac arrest in a pregnant patient. *Ann Emerg Med*, 2012, 60(6): 786-789.

收稿日期: 2020-11-09 修回日期: 2020-11-17

本文编辑: 孙艳梅