

2019 年美国心脏协会儿童及新生儿心肺复苏与心血管急救指南更新解读



扫一扫下载指南原文

周艳^{1,2}, 李熙鸿^{1,2}

1. 四川大学华西第二医院急诊科(成都 610041)

2. 四川大学出生缺陷与相关妇科疾病教育部重点实验室(成都 610041)



李熙鸿：教授/主任医师，硕士生导师，现任四川大学华西第二医院急诊科主任。任国家十三五规划教材《儿科学》、《急诊医学》（研究生版及英文版）编委，国家执业医师考试命题儿科方向专家，中华医学会医疗事故鉴定库儿童危急重症方向专家，四川省重点学科（专科）、医学会科技进步奖、国家及省级科研基金等评审专家、四川省卫生健康委员会学术与技术带头人。任中国救援协会儿科救援分会副会长，中国医师协会儿童重症医师分会常务委员、儿童重症感染专业委员会主任委员，中国医师协会儿科分会急救学组委员，中华医学会急诊专业委员会儿科学组委员，四川省医师协会理事、儿童重症医师分会会长、急诊医学专业委员会副会长，四川省医学会急诊医学专业委员会副主任委员、妇幼急救学组组长，四川省医学交流促进会急诊专业委员会副主任委员，中国县级急诊联盟四川省急诊联盟副主任委员，四川省急诊科医联体副主任委员，四川省预防医学会儿童意外伤害专业委员会副主任委员。从事儿科临床工作 25 年，擅长儿科呼吸、消化、危急重症等。主持国家重点研发项目（子课题）、国家自然科学基金、四川省科学技术厅基金等课题 30 余项，发表学术论文 130 余篇。获国家科技进步二等奖、教育部科技进步二等奖、中华医学科技进步二等奖、四川省科技进步一等奖。

【摘要】 2019 年 11 月美国心脏协会再次更新了心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 与心血管急救指南，此次更新并非对 2015 版指南进行全面修订，对儿童和新生儿推荐更新内容主要包括 3 个方面：① 儿童基础生命支持：A. 推荐急救医疗调度中心为儿童心脏骤停提供调度员指导 CPR 操作指南；B. 如无旁观者对心脏骤停患儿实施 CPR，推荐旁观者采取调度员指导 CPR。② 儿童高级生命支持：A. 推荐在儿童院外心脏骤停 (out-of-hospital cardiac arrest, OHCA) 时，与高级气道管理 (气管内插管或声门上气道) 相比，球囊面罩通气更合理。B. 已有体外膜氧合的流程、专业 and 设备的医院，对院内心脏骤停的心脏病患者可以考虑使用体外 CPR。C. 推荐在目标温度管理期间，持续监测核心温度；推荐 OHCA 或院内心脏骤停后，对持续昏迷的婴儿及儿童 (出生后 24 h ~ 18 岁) 进行目标温度管理。③ 新生儿复苏：A. 推荐出生时需要呼吸支持治疗的足月儿及晚期早产儿 (孕周 ≥ 35 周)，起始氧浓度为 21%；B. 初期复苏不应使用 100% 纯氧，因为可能导致高的死亡率；C. 对出生时需要呼吸支持的早产儿 (孕周 < 35 周)，起始氧浓度 21% ~ 30% 可能是合理的。

【关键词】 美国心脏协会；基础生命支持；高级生命支持；指南；儿童；新生儿

Interpretation of the updated 2019 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care of children and newborns

ZHOU Yan^{1,2}, LI Xihong^{1,2}

1. Department of Emergency, West China Second University Hospital, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, P. R. China

2. Key Laboratory of Obstetric & Gynecologic and Pediatric Diseases and Birth Defects of Ministry of Education, Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, P. R. China

Corresponding author: LI Xihong, Email: hilixihong@163.com

DOI: 10.7507/1002-0179.201911154

基金项目：国家重点研发计划课题 (2017YFA 0104201)

通信作者：李熙鸿，Email: hilixihong@163.com

【Abstract】 In November 2019, the American Heart Association updated guidelines for cardiopulmonary resuscitation (CPR) and emergency cardiovascular care. This update is not a comprehensive revision of the 2015 version. The updates for children and newborns mainly include three aspects: ① Pediatric basic life support: A. It is recommended that emergency medical dispatch centers offer dispatcher-assisted CPR instructions for presumed pediatric cardiac arrest. B. It is recommended that emergency dispatchers provide CPR instructions for pediatric cardiac arrest when no bystander CPR is in progress. ② Pediatric advanced life support: A. The bag-mask ventilation is reasonable compared with advanced airway interventions (endotracheal intubation or supraglottic airway) in the management of children during out-of-hospital cardiac arrest (OHCA). B. The extracorporeal CPR may be considered for pediatric patients with cardiac diagnoses who have in-hospital cardiac arrest (IHCA) in settings with existing extracorporeal membrane oxygenation protocols, expertise, and equipment. C. Continuous measurement of core temperature during targeted temperature management is recommended; for infants or children between 24 hours and 18 years of age who remain comatose after OHCA or IHCA, targeted temperature management is recommended. ③ Neonatal resuscitation: A. In term and late-preterm newborns (≥ 35 weeks of gestation) receiving respiratory support at birth, the initial use of 21% oxygen is reasonable. B. One hundred percent oxygen should not be used to initiate resuscitation because it is associated with excess mortality. C. In preterm newborns (< 35 weeks of gestation) receiving respiratory support at birth, it may be reasonable to begin with 21% to 30% oxygen.

【Key words】 American Heart Association; Basic life support; Advanced life support; Guidelines; Children; Newborns

为了提高心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 和心血管急救 (emergency cardiovascular care, ECC) 的质量, 改善患者的预后, 自 2015 年起, 通常每年美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) 将根据国际复苏联合委员会 (International Liaison Committee on Resuscitation, ILCOR) 的系统评价对 CPR 和 ECC 指南进行及时更新。2019 年 11 月 AHA 发布了 2019 年版《心肺复苏与心血管急救指南更新: 儿童基础生命支持更新要点》^[1]《心肺复苏与心血管急救指南更新: 儿童高级生命支持更新要点》^[2]及《心肺复苏与心血管急救指南更新: 新生儿复苏更新要点》^[3]。本次更新使用的推荐级别和证据分级依旧沿用 2015 年 AHA 指南更新中的评价体系^[1-3], 只对儿童基础生命支持 (pediatric basic life support, PBLIS)、儿童高级生命支持 (pediatric advanced life support, PALS) 及新生儿复苏中部分内容进行更新, 其他内容仍遵循 AHA 以往发布的指南。现在解读如下。

1 PBLIS

本次更新重点是系统评估了儿童院外心脏骤停 (out-of-hospital cardiac arrest, OHCA) 时是否采取调度员指导下的 CPR (dispatcher-assisted CPR, DA-CPR) 的建议。旁观者 CPR 是提高 OHCA 患者存活的关键环节之一^[4-5]。事实上, 不论是成人^[6]还是儿童^[5-7], 旁观者对患者实施 CPR 的概率并不

高。在成人, DA-CPR 能提高旁观者对 OHCA 患者实施 CPR 的概率, 并改善预后^[8-10]。然而, 即使是在调度员指导下, OHCA 患儿获得旁观者 CPR 的概率仍低^[11-12]。

在急救电话呼叫中心负责接听电话, 然后与施救者沟通, 并指派必要的医疗救助者到达现场的工作人员有多种称呼, 在本次指南更新后, 统一称为调度员 (dispatcher); 由工作人员在电话中对旁观者提供实时指导的 CPR 也有不同的表述, 在本次指南更新后, 统一称为 DA-CPR。

既往指南未对 OHCA 患儿进行 DA-CPR 评价, 也无相关的建议。2017 年 PBLIS 更新后, 一些机构对 DA-CPR 进行了研究。2019 年 ILCOR 儿童生命支持协作组对其进行了系统评价, 提出以下推荐: ① 推荐急救医疗调度中心为儿童心脏骤停提供 DA-CPR 操作指南 (推荐等级 1 级, 证据水平 C-LD); ② 如无旁观者对心脏骤停患儿实施 CPR, 推荐旁观者采取 DA-CPR (推荐等级 1 级, 证据水平 C-LD)。当旁观者已经在进行 CPR 时, 没有足够的证据来推荐或反对 DA-CPR 对儿童心脏骤停的指导。与不提供 DA-CPR 相比, DA-CPR 可提高心脏骤停 1 个月后患儿存活率^[5]。同时, DA-CPR 还能提高旁观者对患儿实施 CPR 的概率及减少开始 CPR 的时间^[8]。研究表明: 不管有无 DA-CPR, 同没有进行 CPR 相比, 旁观者实施 CPR 均可以改善患者预后^[7]。尽管证据的水平和质量低, ILCOR 儿童协作组认为, OHCA 患儿从 DA-CPR 中获益的可

能性大于其风险。

有低质量的研究表明：对有旁观者进行 CPR 的 OHCA 患儿提供 DA-CPR 可能与 1 个月后神经系统预后不佳相关^[5]。由于证据不足，AHA 在衡量其风险与获益后，不推荐旁观者对已经进行 CPR 的 OHCA 患儿提供 DA-CPR。

对 DA-CPR 指导的内容尚未统一。尽管 2017 年指南更新中提出，不愿或不能进行人工呼吸的施救者可实施仅按压的 CPR，但是，由于儿童心脏骤停主要继发于呼吸衰竭或休克，传统的 CPR（按压+人工呼吸）对改善患儿预后相当重要。因此，DA-CPR 采用传统的 CPR 或是仅进行按压的 CPR 均需要进一步研究。

2 PALS

本次更新基于 3 个回顾性系统评价^[13-15]，提出了 3 个方面内容更新：儿童心脏骤停的高级气道管理和体外 CPR (extracorporeal CPR, ECPR)，以及复苏后目标温度管理 (targeted temperature management, TTM)。

2.1 儿童心脏骤停的高级气道管理

大部分儿童心脏骤停是由呼吸系统的病情恶化所致^[5,16]，因此，高级生命支持时应加强气道管理和通气管理。尽管对大部分患儿可以成功实施球囊面罩通气 (bag-mask ventilation, BMV)，但是，需要中断胸外心脏按压，并存在误吸和气压伤的风险。气管内插管可以减少误吸风险，且不会中断胸外心脏按压，但是，需要特殊的设备和熟练的操作者。由于儿童气道解剖同成人存在差异，即使非常熟练的专业人员，均可能插管失败。声门上气道 (supraglottic airway, SGA) 如喉罩气道，比气管插管容易，但是，不能保证气道成功建立，也存在误吸风险。

2019 年 ILCOR 儿童生命支持协作组和 AHA 儿童协作组对气管内插管与 BMV、SGA 置入与 BMV 以及 SGA 置入与气管内插管等 14 个关于儿童心脏骤停后高级气道管理的研究进行了系统评价^[2]，提出以下推荐：在儿童 OHCA 时，与高级气道管理 (气管内插管或 SGA) 相比，BMV 更合理 (推荐等级 2a 级，证据水平 C-LD)。由于关于院内心脏骤停 (in-hospital cardiac arrest, IHCA) 的研究较少，对 IHCA 高级气道管理方法不作推荐。同时，也不推荐在 OHCA 或 IHCA 中，哪种高级气道管理更为有效。

2010 年指南关于高级气道管理的推荐意见：

在院前对婴儿及儿童进行 BMV 是合理的，尤其是在转运时间短的情况下 (推荐等级 2a 级，证据水平 B)。在 OHCA 时，最恰当的气道管理方式应根据转运时间、转运者技术水平和经验以及设备的可获得性来综合评估。尽管 BMV 是合理的选择，但是，在 BMV 无效时，应采用更高级的气道管理。

关于儿童心脏骤停的高级气道管理，2019 年重点重申了 2010 年的建议，没有重大变化。

2.2 IHCA 时 ECPR

ECPR 定义为需要持续进行 CPR 或自主循环间歇性恢复的患儿快速进行动静脉置管行体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 治疗。ECPR 是一项资源密集、需要多学科协作的治疗措施，因此，限制其只能在拥有能处理儿童心脏病专家的大型医疗中心开展。在专业和经验丰富的医院，合理开展 ECPR，可挽救 IHCA 患者的生命^[17]。

2019 年 ILCOR 儿童生命支持协作组和 AHA 儿童协作组对 3 个关于儿童心脏骤停后 ECPR 的研究进行了回顾性系统评价^[2]，提出以下推荐：已有 ECMO 流程、专业和设备的医院，对 IHCA 的心脏病患者可以考虑使用 ECPR (推荐等级 2b 级，证据水平 C-LD)。没有足够的证据支持或反对 OHCA 患儿或 IHCA 的非心脏病患儿采用 ECPR。

2015 年 PALS 指南推荐：已有 ECMO 流程、专业和设备的医院，对 IHCA 的心脏病患者考虑使用 ECPR (推荐等级 2a 级，证据水平 C-LD)。由于存在伦理和经济的原因，传统 CPR 和 ECPR 目前尚无前瞻性对比分析，来自大型多中心的回顾性研究表明：使用 ECPR 能显著提高难治性心脏骤停成人或儿童的存活率^[18-20]，但是，仍需对 ECMO 后存活患者的神经系统后遗症的持续性研究。

2.3 心脏骤停后 TTM

TTM 是指患者体温持续维持在一个狭窄的规范范围内。根据体温的不同，分别称为亚低温治疗 (32~34℃)，即 TTM 32~34℃，和控制性正常体温治疗 (36~37.5℃)，即 TTM 36~37.5℃。2019 年指南更新依据一项多中心前瞻性随机对照试验，包括儿童 IHCA 后亚低温治疗和儿童 OHCA 后亚低温治疗，纳入对象为婴儿、儿童及小于 18 岁的青少年，对 CPR 2 min 以上仍持续昏迷 (格拉斯哥昏迷评分 < 5 分) 患儿，采用在患儿前胸和后背放置自动降温毯的方式控制温度。其中，TTM 32~34℃ 组，在治疗后第 1 个 48 h，同时使用神经肌肉阻滞剂及镇静剂将核心温度控制在 33℃ 左右 (32~34℃)，

然后,复温至少 16 h,其后,在剩余的研究时间中将核心温度控制在 36.8℃ 左右(36~37.5℃),共 120 h。TTM 36~37.5℃ 组则持续 120 h 控制核心温度在 36.8℃ 左右(36~37.5℃)。因两组在近期存活率、副作用发生率及远期神经系统预后无差异,儿童 IHCA 后亚低温治疗已停止^[21]。而 ILCOR 儿童生命支持协作组推荐如下:① 推荐在 TTM 期间,持续监测核心温度(推荐等级 1 级,证据水平 B-NR);② 推荐 OHCA 或 IHCA 后,对持续昏迷的婴儿及儿童(出生后 24 h~18 岁)进行 TTM;控制体温在 32~34℃,继而维持在 36~37.5℃,或控制体温在 36~37.5℃(推荐等级 2a 级,证据水平 B-NR)。因证据不充分,不对治疗时间作推荐。

尽管两组 TTM 治疗之间结果差异无统计学意义,亚低温治疗在动物模型和新生儿缺氧缺血性脑病治疗中,以及减轻心脏骤停后综合征的副作用方面仍显现出优势。鉴于心脏骤停后神经系统后遗症所造成的家庭及社会负担的严重性,TTM 仍被推荐。

心脏骤停后患儿出现发热是常见的,已有数据显示,发热预示预后欠佳^[22],因此,TTM 过程中,不论采用何种策略进行 TTM,须尽力避免体温超过 37.5℃。

3 新生儿复苏

本次更新仅针对新生儿起始复苏氧浓度进行了系统评价。尽管缺氧和缺血可造成多器官损害,但是,在复苏期间和复苏后高浓度氧也可能造成严重的不良后果^[23]。同足月儿相比,高浓度氧更容易造成早产儿损伤,如支气管肺发育不良、早产儿视网膜病变等^[24-25]。因此,本次国际共识分别对足月儿和晚期早产儿(孕周≥35 周)及早产儿(孕周<35 周)在复苏、干预措施和预后指标上提出不同建议。

3.1 足月儿和晚期早产儿(孕周≥35 周)起始氧浓度推荐

早在 2010 年,ILCOR 就提出了足月儿起始复苏氧浓度的问题,并推荐氧浓度为 21%,然后,根据脉氧仪监测到的氧饱和度与目标氧饱和度对比调整氧浓度。本次更新基于此后 10 年的研究进行证据分析,并提出以下推荐:① 出生时需要呼吸支持治疗的足月儿及晚期早产儿(孕周≥35 周),推荐起始氧浓度为 21%(推荐等级 2a 级,证据水平 B-R)。② 初期复苏不应使用 100% 纯氧,因为可能导致高的死亡率(推荐等级 3 级:有害,证据水平 B-

R)。此次推荐与 2010 年和 2015 年 AHA 指南一致,并将不使用 100% 纯氧进行初期复苏的推荐扩展至新生儿和晚期早产儿。尽管目前无足够证据确定新生儿目标氧饱和度值,但是,使用在海平面经阴道分娩的健康足月儿动脉导管关闭之前氧饱和度的第 75 百分位作为目标氧饱和度值,可以避免过高浓度的氧暴露,具有一定临床意义。

3.2 早产儿(孕周<35 周)起始氧浓度推荐

本次更新回顾性系统评价了 16 项研究,但是,大多数研究因为不准确、不一致,以及干预和结果未采用盲法,被 ILCOR 评为存在难以确定的偏倚风险^[26]。因此,结果存在不确定性。目前推荐意见:对出生时需要呼吸支持治疗的早产儿(孕周<35 周),初始用 21%~30% 氧浓度可能是合理的,随后,根据脉氧饱和度调整氧浓度(推荐等级 2b 级,证据水平 C-LD)。这一推荐与 2015 年指南推荐相同,2015 年指南还提到,需要根据氧饱和度调整氧浓度,使其接近目标氧饱和度值,即在海平面经阴道分娩的健康足月儿动脉导管关闭之前氧饱和度的第 75 百分位^[27]。

自 2015 年指南发表以后,对早产儿初始复苏氧浓度研究不断发表,其中,2017 年 Oei 等^[28]研究提示:同 100% 纯氧相比,对孕周<28 周早产儿采用 21% 氧复苏会增加死亡率,但是,ILCOR 认为,该研究存在纳入例数有限、研究提前终止等各种不足,且将该项研究纳入系统回顾和 meta 分析后,结果无差异,故推荐意见不变。

目前对足月儿、晚期早产儿和早产儿复苏仍存在较多的知识空缺:① 不能确定不同脐带处理方法的影响;② 不能确定氧饱和度监测和吸入氧浓度目标值改变的影响;③ 不能确定中等浓度氧的影响;④ 不确定单一初始复苏氧浓度是否适合有不同病理或病情的新生儿,如任何胎龄的胎儿宫内窘迫;⑤ 不确定低初始复苏氧浓度对早产儿神经发育及预后的影响。

4 总结

尽管全球小儿急救医务工作者在儿童及新生儿 CPR 和 ECC 方面做了大量的临床研究工作,积累了大量的临床资料,ILCOR 也对其进行了系统评价,2015 年以来,几乎每年 AHA 均根据系统评价结果进行指南更新,提高了心脏骤停患儿抢救的成功率,改善了预后,但是,目前仍存在以下不足:① 不同地区的医务工作者对小儿心脏骤停的认识、CPR 操作流程、临床研究纳入标准、预后判定等存

在差异,导致纳入系统评价的高质量临床研究较少。②重视专业医务工作者在 CPR 中的作用,忽略了对非医务工作者在心脏骤停救治中作用的研究,缺乏非专业人员的规范性操作流程,及相关高质量评价性研究。③信息化的发展给心脏骤停患儿院内外救治同质化提供了可靠的平台,但是,该方面的相关研究仍不足或缺乏。④新的心脏骤停救治措施的出现(如 ECMO、机械心肺复苏机等),虽然缺乏系统评价,但是,其可靠的性能,也给一些传统的观念提出了挑战。⑤心脏骤停患儿救治过程中,过分依赖指南,缺乏对疾病个体差异的认识,即同一疾病不同患儿在临床表现及救治措施上可能存在差异,在救治过程中,相关人员如何采取应急措施,如何面对可能存在的法律和伦理问题,如何制定相关操作流程等问题均亟待解决。预计未来的科学证据将提供新的见解和救治措施,并需要不断更新指南,但是,在有可靠证据之前,建议采用目前的推荐意见。

参考文献

- Duff JP, Topjian AA, Berg MD, *et al.* 2019 American Heart Association focused update on pediatric basic life support: an update to the American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 2019.
- Duff JP, Topjian AA, Berg MD, *et al.* 2019 American Heart Association focused update on pediatric advanced life support: an update to the American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 2019.
- Escobedo MB, Aziz K, Kapadia VS, *et al.* 2019 American Heart Association focused update on neonatal resuscitation: an update to the American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 2019.
- 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.
- Goto Y, Maeda T, Goto Y. Impact of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation on neurological outcomes in children with out-of-hospital cardiac arrests: a prospective, nationwide, population-based cohort study. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3(3): e000499.
- Lerner EB, Sayre MR, Brice JH, *et al.* Cardiac arrest patients rarely receive chest compressions before ambulance arrival despite the availability of pre-arrival CPR instructions. *Resuscitation*, 2008, 77(1): 51-56.
- Chang I, Ro YS, Shin SD, *et al.* Association of dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation with survival outcomes after pediatric out-of-hospital cardiac arrest by community property value. *Resuscitation*, 2018, 132: 120-126.
- Nikolaou N, Dainty KN, Couper K, *et al.* A systematic review and meta-analysis of the effect of dispatcher-assisted CPR on outcomes from sudden cardiac arrest in adults and children. *Resuscitation*, 2019, 138: 82-105.
- Song KJ, Shin SD, Park CB, *et al.* Dispatcher-assisted bystander cardiopulmonary resuscitation in a metropolitan city: a before-after population-based study. *Resuscitation*, 2014, 85(1): 34-41.
- Besnier E, Damm C, Jardel B, *et al.* Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation protocol improves diagnosis and resuscitation recommendations for out-of-hospital cardiac arrest. *Emerg Med Australas*, 2015, 27(6): 590-596.
- Akahane M, Ogawa T, Tanabe S, *et al.* Impact of telephone dispatcher assistance on the outcomes of pediatric out-of-hospital cardiac arrest. *Crit Care Med*, 2012, 40(5): 1410-1416.
- Ro YS, Shin SD, Song KJ, *et al.* Effects of dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation on survival outcomes in infants, children, and adolescents with out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation*, 2016, 108: 20-26.
- Lavonas EJ, Ohshimo S, Nation K, *et al.* Advanced airway interventions for paediatric cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 2019, 138: 114-128.
- Holmberg MJ, Geri G, Wiberg S, *et al.* Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: a systematic review. *Resuscitation*, 2018, 131: 91-100.
- Buick JE, Wallner C, Aickin R, *et al.* Paediatric targeted temperature management post cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis. *Resuscitation*, 2019, 139: 65-75.
- Moler FW, Silverstein FS, Holubkov R, *et al.* Therapeutic hypothermia after out-of-hospital cardiac arrest in children. *N Engl J Med*, 2015, 372(20): 1898-1908.
- Brunetti MA, Gaynor JW, Retzliff LB, *et al.* Characteristics, risk factors, and outcomes of extracorporeal membrane oxygenation use in pediatric cardiac ICUs: a report from the pediatric cardiac critical care consortium registry. *Pediatr Crit Care Med*, 2018, 19(6): 544-552.
- Lasa JJ, Rogers RS, Localio R, *et al.* Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (E-CPR) during pediatric in-hospital cardiopulmonary arrest is associated with improved survival to discharge: a report from the American Heart Association's get with the guidelines-resuscitation (GWTG-R) registry. *Circulation*, 2016, 133(2): 165-176.
- Lamhaut L, Hutin A, Puymirat E, *et al.* A pre-hospital extracorporeal cardio pulmonary resuscitation (ECPR) strategy for treatment of refractory out hospital cardiac arrest: an observational study and propensity analysis. *Resuscitation*, 2017, 117: 109-117.
- Patricio D, Peluso L, Brasseur A, *et al.* Comparison of extracorporeal and conventional cardiopulmonary resuscitation: a retrospective propensity score matched study. *Crit Care*, 2019, 23(1): 27.
- Moler FW, Silverstein FS, Holubkov R, *et al.* Therapeutic hypothermia after in-hospital cardiac arrest in children. *N Engl J Med*, 2017, 376(4): 318-329.
- Bemba MM, Nadkarni VM, Diener-West M, *et al.* Temperature patterns in the early postresuscitation period after pediatric in-hospital cardiac arrest. *Pediatr Crit Care Med*, 2010, 11(6): 723-730.
- Saugstad OD. Resuscitation of newborn infants: from oxygen to room air. *Lancet*, 2010, 376(9757): 1970-1971.
- Vento M, Moro M, Escrib R, *et al.* Preterm resuscitation with low

- oxygen causes less oxidative stress, inflammation, and chronic lung disease. *Pediatrics*, 2009, 124(3): e439-e449.
- 25 Vento M, Sastre J, Asensi MA, *et al*. Room-air resuscitation causes less damage to heart and kidney than 100% oxygen. *Am J Respir Crit Care Med*, 2005, 172(11): 1393-1398.
- 26 Welsford M, Nishiyama C, Shortt C, *et al*. Initial oxygen use for preterm newborn resuscitation: a systematic review with meta-analysis. *Pediatrics*, 2019, 143(1).
- 27 Wyckoff MH, Aziz K, Escobedo MB, *et al*. Part 13: neonatal resuscitation: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*, 2015, 132(18 Suppl 2): S543-S560.
- 28 Oei JL, Saugstad OD, Lui K, *et al*. Targeted oxygen in the resuscitation of preterm infants, a randomized clinical trial. *Pediatrics*, 2017, 139(1).

收稿日期: 2019-11-18 修回日期: 2019-11-19

本文编辑: 唐棣/孙艳梅