

• 论著-研究报告 •

心脏骤停心肺复苏术中“生存链”实施现状及患者预后因素分析

武小娟¹ 孟舰¹ 刘红新¹ 王雅莉¹ 王莹¹ 高莹¹

[摘要] 目的:从2020美国心脏协会《心肺复苏(CPR)及心血管急救(ECC)指南》“生存链”视角,了解心脏骤停(CA)患者心肺复苏术(CPR)中“生存链”的实施现状,分析影响预后的因素。方法:选取沧州市急救中心2019年1月—2021年6月启动CPR救治流程进行CA抢救的成年患者作为研究对象,分为院内组与院外组,比较2组CA患者CPR“生存链”完成质量情况,分析影响患者预后的因素。结果:共纳入226例患者,院内组89例,院外组137例。心源性疾病是导致CA的主要病因,共131例(57.96%),其次分别为创伤38例(16.81%)、呼吸系统疾病26例(11.50%)、急性脑血管病11例(4.87%)等。与院外组相比,院内组年龄、初始心律、建立高级气道、目标体温管理比较均差异无统计学意义。院内组CA至心肺复苏时间 < 5 min的比例(74.2% vs 5.8%, $P < 0.01$)、目击者实施胸外按压的比例(77.5% vs 6.6%, $P < 0.01$)、抢救过程中实施电除颤的比例(42.7% vs 8.8%, $P < 0.01$)、使用肾上腺素剂量 < 5 mg的比例(83.1% vs 17.5%, $P < 0.01$)、心肺复苏至自主循环恢复时间 < 30 min的比例(78.7% vs 20.4%, $P < 0.01$)均高于院外组。预后方面,院内组自主循环恢复的比例(62.9% vs 16.1%, $P < 0.01$)与院外组相比差异有统计学意义。存活出院比例(16.1% vs 13.6%, $P > 0.05$)、良好神经系统功能存活出院患者的比例(8.9% vs 9.1%, $P > 0.05$),2组比较差异无统计学意义。Logistic回归分析显示,CA地点为医院内和初始心律为可电击心律是自主循环恢复和存活出院的保护因素。结论:院内CA患者自主循环恢复比例明显高于院外患者,院外CA患者开始胸外按压时间和首次接受电击时间晚是“生存链”实施中的主要问题。CPR须向普通群众普及,落实“生存链”的各环节是提高CA患者生存率、改善预后的关键。

[关键词] 心脏骤停;心肺复苏术;生存链;自主循环恢复;院外;预后因素

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2022.03.007

[中图分类号] R541.78 **[文献标志码]** A

Implementation status and prognosis of "chain of survival" for patients with cardiac arrest

WU Xiaojuan MENG Jian LIU Hongxin WANG Yali WANG Ying GAO Ying

(Department of Emergency, Cangzhou People's Hospital, Cangzhou, Hebei, 061000, China)

Corresponding author: WU Xiaojuan, E-mail: wuxiaojuan.j@163.com

Abstract Objective: This paper aimed to investigate the implementation of the "chain of survival" in cardiopulmonary resuscitation for patients with cardiac arrest(CA) from the perspective of 2020 AHA guidelines for cardiopulmonary resuscitation(CPR) and ECC, and to analyze the prognostic factors. **Methods:** Adult patients with CA who underwent the treatment process of CPR in the Emergency Department and Critical Medicine Department of Cangzhou People's Hospital from January 2019 to June 2021 were selected as the research object. They were divided into in-hospital and out-of-hospital group. The completion quality of CPR "chain of survival" in patients with CA in the two groups were compared, and the factors affecting the prognosis of patients were analyzed. **Results:** A total of 226 patients were included in this study. There were 89 cases in the in-hospital group and 137 cases in the out-of-hospital group. Cardiogenic diseases were the main cause of CA, accounting for 131 cases (57.96%), followed by trauma in 38 cases (16.81%), respiratory diseases in 26 cases (11.50%) and acute cerebrovascular diseases in 11 cases (4.87%). There were no significant differences in age, the earliest monitored heart rhythm, the establishment of advanced airway and target temperature management between the in- and out-of-hospital groups. The proportion of patients in the in-hospital group were higher than those in the out-of-hospital group both in time from CA to CPR less than 5 minutes (74.2% vs 5.8%, $P < 0.01$), external chest compression by witnesses (77.5% vs 6.6%, $P < 0.01$), electric defibrillation during rescue (42.7% vs 8.8%, $P < 0.01$), and adrenaline dose less than 5 mg (83.1% vs 17.5%, $P < 0.01$). The proportion of patients whose recovery time from CPR to spontaneous circulation less than 30 minutes (78.7% vs 20.4%, $P < 0.01$) was also higher in the in-hospital

¹沧州市人民医院医专院区急诊科(河北沧州,061000)

通信作者:武小娟,E-mail:wuxiaojuan.j@163.com

group, too. In prognosis, there were significant differences in the proportion of spontaneous circulation recovery (62.9% vs 16.1%, $P < 0.01$). The proportion of patients who survived to discharge (16.1% vs 13.6%, $P > 0.05$), the proportion of patients who survived to discharge with good neurological function (8.9% vs 9.1%, $P > 0.05$), there was no significant difference between the two groups. Logistic regression analysis showed that the location of cardiac arrest was in the hospital and the earliest monitored rhythm was electric shock rhythm, which was the protective factor for the recovery of autonomic circulation and survival and discharge. **Conclusion:** The proportion of spontaneous circulation recovery of patients with CA in the in-hospital group was significantly higher than that in the out-of-hospital group. The main problems in the implementation of "chain of survival" were the late start time of external chest compression and the first time of receiving electrical shocks in patients with CA out of hospital. CPR must be popularized to the public. The implementation of all links of the "chain of survival" is the key to improve the survival rates and prognosis of patients with CA.

Key words cardiac arrest; cardiopulmonary resuscitation; survival chain; autonomic circulation recovery; out of hospital; prognostic factors

心肺复苏术(cardiopulmonary resuscitation, CPR)对于心脏骤停(cardiac arrest, CA)患者来说是救命的措施,成功的CPR是拯救CA患者的第一步,即使CPR获得成功,但这类患者的出院成功率仍然很低。20世纪90年代首次提出了“生存链”概念,它代表了CA患者救治的不同环节。研究表明,若急救系统能够有效实施“生存链”各个环节,可以改善患者预后^[1-2]。

最新2020年美国心脏协会(American Heart Association, AHA)对《心肺复苏(CPR)及心血管急救(ECC)指南》^[3](以下简称2020《指南》)进一步进行了完善,将原有的非创伤性院内CA(in-hospital cardiac arrest, IHCA)和院外CA(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)“生存链”“五环”更改为“六环”,新增“康复”理念。强调及早识别、快速启动应急反应系统、高质量CPR、除颤、CA自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)后治疗的重要性。可见,如何完整、高效实施“生存链”各个环节,将对CA患者的预后甚至恢复正常神经功能有重要意义。本研究回顾性调查我院急救中心收治的CA患者“生存链”的实施情况,同时参照2020《指南》,找出差距与不足,旨在促进CPR的研究和质量改进,改善CA患者的远期预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取沧州市人民医院急救中心2019年1月—2021年6月收治的CA患者,并启动CPR救治流程。所有患者的病例资料来自急诊预检分诊登记及住院部病案室。排除标准:年龄 < 18 岁;病史资料缺失者;抢救过程中家属拒绝积极抢救或中途要求停止抢救者;妊娠期和哺乳期妇女。

1.2 研究方法

采用回顾性研究的方法,收集患者性别、年龄、CA的病因(心源性或非心源性疾病)、CA发生的地点(院内或院外)、“生存链”实施情况[CA至实施CRP时间(CA-CPR)、是否目击者实施CPR、初始

心律、是否电除颤、肾上腺素的使用及剂量、是否建立高级气道、CA至自主循环恢复时间(CA-ROSC)、是否实施目标体温管理(targeted temperature management, TTM)]和预后情况(是否恢复自主循环、存活出院、是否获得良好神经系统功能等)进行分析。

1.3 相关定义

①CA指由于心脏本身病变或其他非心源性因素导致的心脏突然停搏和有效泵血功能丧失,若不能及时复苏将引起全身组织器官缺血、缺氧,迅速出现难以逆转的脑损伤,甚至导致患者死亡。临床主要通过触诊大动脉搏动消失,心电图表现为心室停搏、室颤(VF)/无脉室速(VT)或无脉性电活动;VF/VT为可电击心律;②CA按发生地点不同分为IHCA和OHCA;③CPR成功以心电图为依据,表现为窦性心律、室上性心律或心室率基本正常的其他心律;④ROSC指CA患者经过复苏能触及大动脉,有脉搏和血压维持20 min;⑤脑功能分级采用CPC分级,1~2级为神经系统功能预后良好^[4]。

1.4 统计学分析

应用SPSS 19.0统计软件分析数据。正态分布的资料以 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间剂量资料采用 t 检验;计数资料用例数或%表示,采用 χ^2 检验。采用Logistic回归分析法分析ROSC、存活出院等预后相关因素。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2组CA患者流行病学特征

2019年1月—2021年6月我院急救中心启动CPR救治流程进行CA抢救的成年患者共226例,男151例(66.81%),女75例(33.19%);年龄18~101岁,平均(62.5 \pm 19.0)岁。院内组男57例,平均年龄65.0岁,65岁以上者占48.3%。院外组男94例,平均年龄59.4岁,65岁以上者占57.7%。心源性疾病是导致CA的主要病因,共131例(57.96%),其次分别为创伤38例(16.81%)、呼吸系统疾病26例(11.50%)、急性脑血管病11例

(4.87%)、重症感染 9 例(3.98%)、消化道出血 5 例(2.21%)、代谢性疾病 3 例(1.33%)、中毒 2 例(0.88%)、误吸(窒息)1 例(0.44%)等。226 例 CA 患者,存活出院 12 例(5.31%)。

2.2 2 组 CA 患者心肺复苏“生存链”各环节实施情况及预后比较

院内组与院外组相比,CA-CPR 时间、CA-ROSC 时间、目击者实施胸外按压、抢救过程中实施电除颤比例更高,且差异有统计学意义。初始心律为可电击心律、高级气道建立、肾上腺素给药剂量和接受 TTM 的比例 2 组差异无统计学意义。院内组 ROSC、存活出院患者的比例高于院外组,差异有统计学意义,但神经功能恢复情况、病死率与院外组比较差异无统计学意义。见表 1。

2.3 影响 CA 患者预后的因素

对所有因素进行 χ^2 检验,并进行 Logistic 回

归分析,结果显示 CA 发生地点、CA-CRP、目击者实施 CPR、电除颤、肾上腺素的使用及剂量、CA-ROSC 与患者预后相关($P < 0.01$)。进一步 Logistic 回归分析显示,年龄、CA 发生地点、初始心律为可电击心律是 ROSC 的有利因素,但其对存活出院的影响差异无统计学意义。见表 2、3。

3 讨论

CA 发病凶险,表现为心脏功能的突然停止。按照发病地点,CA 可发生在医院内也可发生在医院外。CA 是一个与时间关联非常紧迫的急症,其黄金抢救时间仅有 4 min。救治开始时间每拖延 1 min,都与患者预后密切相关^[5]。提高 CA 患者的生存率是一项持续的挑战,在不同地区的报告中,生存率差异较大,为 1%~40%,IHCA 患者的生存率比 OHCA 高^[6-7]。

表 1 CA 患者流行病学特征和生存链各环节实施情况

项目	院内组(n=89)	院外组(n=137)	χ^2	P
一般资料				
男	57(64.0)	94(68.6)	0.51	0.478
年龄>65 岁	43(48.3)	79(57.7)	1.67	0.196
CA 原因				
心源性	44(49.4)	87(63.5)	4.38	0.036
非心源性疾病 ^{a)}	45(50.6)	50(36.5)		
胸外按压时间/min				
CA-CPR<5	66(74.2)	8(5.8)	114.34	<0.01
CA-CPR>5	23(25.8)	129(94.2)		
目击者实施胸外按压	69(77.5)	9(6.6)	110.96	<0.01
初始心律				
可电击心律	11(12.4)	9(6.6)	2.20	0.134
非可电击心律	78(87.6)	128(93.4)		
抢救过程中实施电除颤	38(42.7)	12(8.8)	36.07	<0.01
建立高级气道				
是	79(88.8)	130(95.6)	2.91	0.088
否	10(11.2)	7(4.4)		
使用肾上腺素/mg				
<5	74(83.1)	24(17.5)	94.61	<0.01
>5	15(16.9)	113(82.5)		
CA-ROSC/min				
<30	70(78.7)	28(20.4)	74.44	<0.01
>30	19(21.3)	109(79.6)		
TTM	3(3.4)	6(4.4)	0.14	0.705
转归				
ROSC	56(62.9)	22(16.1)	52.42	<0.01
存活出院	9(16.1)	3(13.6)	0.01	0.908
良好神经系统功能存活出院	5(8.9)	2(9.1)	0.17	0.676

注:^{a)}非心源性疾病包括脑血管病、呼吸衰竭、消化道出血、内分泌和电解质代谢紊乱、脓毒症、创伤、窒息、中毒等。

表2 CA患者ROSC相关因素Logistic回归分析

相关因素	B	S.E	Wald	P	OR	95%CI	
						下限	上限
年龄>65岁	-1.034	0.361	8.203	0.004	0.356	0.175	0.722
病因为心源性	0.305	0.386	0.626	0.429	1.357	0.637	2.890
CA地点为院内	2.405	0.360	44.558	<0.001	11.081	5.468	22.453
初始心律为可电击心律	1.624	0.482	11.346	0.001	5.072	1.972	13.046
常量	-1.732	0.370	21.944	<0.001	0.177		

表3 CA患者存活出院相关因素Logistic回归分析

相关因素	B	S.E	Wald	P	OR	95%CI	
						下限	上限
年龄>65岁	-1.004	0.773	1.690	0.194	0.366	0.081	1.665
病因为心源性	-1.390	0.892	2.429	0.119	0.249	0.043	1.430
CA地点为院内	2.504	1.077	5.403	0.020	12.234	1.481	101.072
初始心律为可电击心律	2.708	0.856	9.997	0.002	14.995	2.799	80.330
常量	-4.432	1.094	16.413	<0.001	0.012		

根据2020《指南》,及时识别CA患者至关重要,因为它能改善患者的预后,是“生存链”中的第一环。对于OHCA,此环节还包括调度员指导CA识别、调度员指导CPR和除颤器的获取(public access defibrillation, PAD),此环节最可能拯救CA患者的生命^[8]。2020《指南》推荐尽早实施CPR的时间为5min内,因为CA后的抢救每延迟1min,复苏成功率将下降7%~12%^[9]。本研究调查发现,院外组CA-CPR开始时间超过5min的比例高达94.2%。有学者报道,93%的ROSC和96%的出院生存患者CRP启动时间在5min内,而>5min CA患者ROSC和出院生存率仅为16.7%和8.3%^[10]。院内组74.2%的CA患者5min内接受CRP,优于院外组。目前我国CPR知识普及率较低,公众对CA患者的初始救治能力欠缺,除加大培训力度外,可通过拨打急救电话,建议调度员提供CPR指导,对可疑OCHA成年患者启动CPR流程^[11-12]。

高质量CPR是CA发生后“生存链”的第二环。2020《指南》新增非专业施救者尽早启动CRP。在专业急救团队到达前实施旁观者CPR可提高OHCA患者的生存率^[13]。然而本研究发现仅有6.6%的OHCA患者第一时间的CPR是由非专业目击者来完成的。IHCA患者这一比例为77.5%,远远高于院外组;分析与我院IHCA患者更多的是由医务人员(包括医护、保洁人员、保安人员等)第一时间识别与施救有关。国外有学者报道目击者实施胸外按压的比例为10%~60%^[14-15],此环节我们需进一步改进。在面临猝倒患者时担心承担风险和公众缺乏相关急救培训的意识及经验是旁观者实施CPR低的重要原因。相关部门需

对普通大众进行教育,使其意识到尽早实施CPR的重要性及紧迫性,放下心理负担,积极高水平地参与对猝倒患者的急救当中^[16]。此外,实现高质量CPR我们还应该做到:①立刻现场进行CPR;②患者平卧于硬质平面上;③按压方法,一只手的掌根部放在患者胸部中央(胸骨下1/2),另一只手掌根部放在其上以双手重叠,深度至少5cm以上,但避免>6cm;按压频率100~120次/min;④按压时胸廓充分回弹,按压回弹时间为1:1;⑤尽可能减少胸外按压中断,整个CPR胸外按压的时间比例应在60%以上^[17]。

快速电除颤是OHCA“生存链”中的第三环,IHCA“生存链”中的第四环,也是非常重要的一环,其与CPR一起被认为是“生存链”的核心部分^[18]。具有初始可除颤心律的CA患者具有更好的临床结局,快速识别和及时实施电除颤是对可电击心律CA患者最有效的临床措施^[19]。OHCA患者在1min内接受CPR,3~5min进行电除颤存活率可高达50%~70%^[20]。我院院内组初始心律为可电击心律的比例为12.4%,其中实施电除颤比例为42.7%,与相关报道相近^[21-22]。而院外组为6.6%,且仅有8.8%的患者实施了电除颤,与国外报道的20%左右相差甚远^[23-24]。国内外学者研究显示,院前急救反应时间每延长1min,可除颤心律出现概率下降4%~14%,继而转化为不可电击心律,其后生存率以(10%~12%)/min的速率下降^[25-27]。我国部分发达城市虽然已经配置自动体外除颤器(auto matic external defibrillator, AED),但是由于公众缺乏相关培训知识,大部分急救仍依赖专业人员到达现场后才能启动,未能使其在临床实践中发挥应有的作用。提高公众参与度,

加强对其他应急救援人员(如消防员、交警、城管等)的培训、缩短急救反应时间,可能会改善这一现状。

肾上腺素在“生存链”中的重要性毋庸置疑,其能增加心肌收缩功能,保证足够的器官、组织血氧灌注,2020《指南》指出肾上腺素是首选 CA 复苏药物,对于不可电击的 CA,应尽早给予肾上腺素,对于可电击的 CA,数次除颤失败后给予肾上腺素^[28]。但有研究发现肾上腺素使用超过一定剂量后可以明显降低心内膜下心肌的灌注^[29]。肾上腺素累计剂量 >5 mg 与极差的临床预后有关^[30-31]。在本研究中,我们发现院内组肾上腺素使用 >5 mg 的比例为 16.9%,而院外组高达 82.5%,因此,严格遵循 2020《指南》要求,适合时机且适量使用肾上腺素有助于更好改善 CPR 的成功率。

心肺复苏“生存链”第五环是 CA 恢复自主循环后治疗,包括低血压治疗、进行氧浓度调整、癫痫发作的检测和治疗以及 TTM。“生存链”最后一环是康复期间的治疗和支持,建议 CA 存活患者在出院前进行生理、神经、心肺和认知障碍等多方面模式的康复评估和治疗,这是一个长期过程。ROSC 对于 CA 患者并不是治疗终点,长期存活并恢复高级神经功能、回归社会才是救治的最终目标^[32]。早期准确判断患者的预后及改善预后,是目前 CA 领域面临的重大挑战^[33],其中 TTM 是最早被证实具有脑保护效能的治疗措施^[34-35]。最新的循证资料表明,与不采用低温治疗相比,低温治疗能提高患者 30% 的生存率,并且可显著改善神经功能^[36]。本研究中 CA 患者接受 TTM 的比例与 2020《指南》的要求差距甚远,考虑与缺乏相关理论知识及培训有关,今后需引起重视。

本研究调查发现,我院对于 CA 患者“生存链”的实施与 2020《指南》差距较大。尤其是对于 OHCA 患者,CA-CPR 开始时间延长、目击者实施胸外按压的比例过低,导致有效胸外按压和电除颤的实施也被延迟,肾上腺素应用剂量过大等都是影响 CA 患者预后的不利因素;院内和院外针对 ROSC 后昏迷患者 TTM 的实施方面也与 2020《指南》要求相差很大。

综上所述,对于 OHCA 患者,一方面我们需加强急救专业队伍建设,包括调度员接收信息后对第一目击者做出准确的 CPR 指令、院前医护人员急救反应时间(出车至到达现场时间)、规范的现场救治以及合理转运到有条件的医院进行复苏后处理;另一方面对于公众,首先要从心理引起重视,强调 CPR 的重要性及紧迫性;其次应加大培训力度,提高对 CA 患者的识别能力和 CPR 现场操作能力,对于发达城市,还可提高公共场所 AED 的普及率^[37]。

对于 IHCA,笔者总结如下:首先,如何早期识别潜在的急危重症,如发生 CA 前的一些先兆症状体征、神志、心律、血压等变化,并及时给予干预,是有效防止 IHCA 发生的关键措施。本研究中心源性病因占总 CA 患者一半以上,所以本院区需继续强化胸痛绿色通道流程和实施,以确保心源性疾病患者可快速、高效诊治;其次,规范 CA 患者复苏后救治流程,加强 TTM 管理在 ROSC 后的应用,重视 ROSC 患者的康复治疗;最后,必须强调“生存链”是一个有机整体,每一环节不是独立的,而是环环相扣、紧密联系的,任一环节的薄弱或忽视都将影响 CA 患者的预后。总之,CA 患者的存活依赖于强有力的“生存链”,我们需要不间断、有效持续改进“生存链”各环节,以提高本院区 CA 患者抢救的成功率和生存质量。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] Eumar RW, Shuster M, Callaway CW, et al. Part 1: executive summary: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2015, 132(18 Suppl 2):S315-367.
- [2] Sasson C, Rogers MAM, Dahl J, et al. Predictors of survival from out-of-hospital cardiac arrest: a systematic review and meta-analysis [J]. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes*, 2010, 3(1):63-81.
- [3] American Heart Association. 2020 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2020, 142(16_Suppl_2):S337-S604.
- [4] 心肺复苏后昏迷患者早期神经功能预后评估专家共识组. 心肺复苏后昏迷患者早期神经功能预后评估专家共识[J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(2):156-161.
- [5] Elliott VJ, Rodgers DL, Brett SJ. Systematic review of quality of life and other patient-centred outcomes after cardiac arrest survival[J]. *Resuscitation*, 2011, 82:247-256.
- [6] Berdowski J, Berg RA, Tijssen JGP, et al. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: Systematic review of 67 prospective studies[J]. *Resuscitation*, 2010, 81:1479-1487.
- [7] 张重阳, 张风云, 王耀辉, 等. 基于 Utstein 模式下秦皇岛地区院外心搏骤停旁观者心肺复苏的现状分析[J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32(9):1096-1100.
- [8] Deakin CD. The chain of survival: Not all links are equal[J]. *Resuscitation*, 2018, 126:80-82.
- [9] Adnet F, Triba MN, Borron SW, et al. Cardiopulmonary resuscitation duration and survival in out-of-hospital cardiac arrest patients[J]. *Resuscitation*, 2017, 111:74-81.
- [10] 陈小凤, 季娟娟, 孙涛, 等. 院内心搏骤停患者心肺复

- 苏预后相关因素分析[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2020, 15(12): 1366-1370.
- [11] 蓝洲, 陀鹏, 赵旋, 等. 胸腹联合心肺复苏在急诊心搏骤停患者救治中的应用分析[J]. 临床急诊杂志, 2021, 22(7): 458-462.
- [12] Panchal AR, Berg KM, Cabanas JG, et al. 2019 American Heart Association Focused Update on Systems of Care: Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation and Cardiac Arrest Centers: An Update to the American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. *Circulation*, 2019, 140(24): e895-e903.
- [13] 薛继可, 冷巧云, 高玉芝, 等. 急诊科心搏骤停患者心肺复苏预后的影响因素[J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(1): 28-34.
- [14] Kim F, Nichol G, Maynard C, et al. Effect of prehospital induction of mild hypothermia on survival and neurological status among adults with cardiac arrest: a randomized clinical trial[J]. *JAMA*, 2014, 311(1): 45-52.
- [15] Uber A, Sadler RC, Chassee T, et al. Bystander cardiopulmonary resuscitation is clustered and associated with neighborhood socioeconomic characteristics: a geospatial analysis of Kent County, Michigan[J]. *Acad Emerg Med*, 2017, 24(8): 930-939.
- [16] 张东, 赵淑杰, 李南, 等. 心搏骤停后综合征预后相关影响因素的分析[J]. 中华危重病急救医学, 2015, 27(3): 175-179.
- [17] 黄煜, 何庆. 2020 AHA心肺复苏指南解读(三)——成人基础和高级生命支持(中)[J]. 心血管病学进展, 2020, 41(12): 1338-1344.
- [18] 李宗浩, 葛鑫. 自动体外除颤器 AED 和心肺复苏术[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2020, 15(8): 885-891.
- [19] 黄燕梅, 张婉婉, 张永恕, 等. 院外心脏骤停初始可除颤心律的流行病学预测因素分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2019, 28(10): 1296-1300.
- [20] Pandak T, Teufel N, Bartonicek D, et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015[J]. *Lijec Vjesn*, 2016, 138(11-12): 305-321.
- [21] Nolan JP, Soar J, Smith GB, et al. Incidence and outcome of in hospital cardiac arrest in the United Kingdom National Cardiac Arrest Audit[J]. *Resuscitation*, 2014, 85(8): 987-992.
- [22] Couper K, Kimani PK, Gale CP, et al. Patient, health service factors and variation in mortality following resuscitated out-of-hospital cardiac arrest in acute coronary syndrome: Analysis of the Myocardial Ischaemia National Audit Project[J]. *Resuscitation*, 2018, 124: 49-57.
- [23] Barry T, Doheny MC, Masterson S, et al. Community first responders for out-of-hospital cardiac arrest in adults and children[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2019(7): CD012764.
- [24] Huang Y, He Q, Yang LJ, et al. Cardiopulmonary resuscitation (CPR) plus delayed defibrillation versus immediate defibrillation for out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(9): CD009803.
- [25] Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015; Section 2. Adult basic life support and automated external defibrillation[J]. *Resuscitation*, 2015(95): 81-99.
- [26] Zègre-Hemsey JK, Bogle B, Cunningham CJ, et al. Delivery of automated external defibrillators (AED) by drones: implications for emergency cardiac care[J]. *Curr Cardiovasc Risk Rep*, 2018, 12: 25.
- [27] 骆丁, 张娜, 郑源, 等. 自动体外除颤仪的配置现状及实施研究进展[J]. 中国急救医学, 2021, 14(2): 182-185.
- [28] 朱威, 徐佳, 陆远强. 《2020年美国心脏协会心肺复苏及心血管急救指南》成人生命支持部分建议内容分析[J]. 中华危重症医学杂志(电子版), 2020, 13(5): 379-381.
- [29] 孙慧, 杜贤进. 创伤性心搏骤停患者心肺复苏的研究进展[J]. 临床急诊杂志, 2020, 21(9): 752-757.
- [30] Jouffloy R, Soode A, Alexalldre P, et al. Epinephrine administration in non-shockable out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Am J Emerg Med*, 2019, 37(3): 387-390.
- [31] 赵梦龙, 郭凯, 张源波, 等. 心脏骤停自主循环恢复患者预后的多因素 Cox 生存分析[J]. 中国急救医学, 2017, 37(2): 149-152.
- [32] 冯梦云, 尚桂莲. 心脏骤停后低温治疗时间窗的研究进展[J]. 临床急诊杂志, 2021, 22(3): 216-221.
- [33] Myat A, Song KJ, Rea T. Out-of-hospital cardiac arrest: current concepts[J]. *Lancet*, 2018, 391(10124): 970-979.
- [34] Sonder P, Janssens GN, Beishuizen A, et al. Efficacy different cooling technologies for therapeutic temperature management: A prospective intervention study[J]. *Resuscitation*, 2018, 124: 14-20.
- [35] Arrich J, Holzer M, Havel C, et al. Hypothermia for neuroprotection in adults after cardiopulmonary resuscitation[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 2: CD004128.
- [36] 李双磊, 吴远斌, 龚志云, 等. 心脏骤停患者心肺复苏后神经系统的维护[J]. 中国体外循环杂志, 2019, 17(4): 249-256.
- [37] Sanson G, Verduno J, Zambon M, et al. Emergency medical service treated out-of-hospital cardiac arrest: Identification of weak links in the chain-of-survival through an epidemiological study[J]. *Eur J Cardiovasc Nur*, 2016, 15(5): 328-336.