

紧急医疗服务前自动体外除颤器使用影响因素的研究进展

王念^a, 蔡忠香^b, 方婷^a, 陶晶晶^c, 张丽丽^b, 杨欣^b, 田丹^d, 余小梅^e, 董丽娟^f

武汉大学人民医院 a. 老年病科; b. 护理部; c. 耳鼻咽喉科; d. 急诊科; e. 心内科; f. 产科, 湖北 武汉 430060

[摘要] 分析紧急医疗服务前自动体外除颤器使用的影响因素, 并对提高我国自动体外除颤器的使用率提出相关建议。通过描述国内外紧急医疗服务到达前自动体外除颤器使用现状, 从人力资源因素(专业第一反应者和公民第一反应者)、自动体外除颤器可用性(数量、位置、时间因素)及可及性(距离、运送设备、紧急医疗服务因素)3个方面总结归纳了紧急医疗服务前自动体外除颤器使用的影响因素, 并在此基础上探讨加强自动体外除颤器培训、建立全国自动体外除颤器登记处及减少自动体外除颤器使用时间的干预策略, 以期为进一步提高自动体外除颤器的使用率提供参考依据。

[关键词] 自动体外除颤器; 影响因素; 紧急医疗服务

Research Progress on Factors Influencing the Use of Automated External Defibrillators Before Emergency Medical Services

WANG Nian^a, CAI Zhongxiang^b, FANG Ting^a, TAO Jingjing^c, ZHANG Lili^b, YANG Xin^b,
TIAN Dan^d, YU Xiaomei^e, DONG Lijuan^f

a. Department of Geriatrics; b. Department of Nursing; c. Department of Otolaryngology; d. Department of Emergency;
e. Department of Cardiology; f. Department of Obstetrical, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan Hubei 430060, China

Abstract: To analyze the influencing factors of the use of automatic external defibrillators before emergency medical services, and put forward relevant suggestions for improving the utilization rate of automatic external defibrillators in China. By describing the current situation of the use of automatic external defibrillators before the arrival of emergency medical services at home and abroad, the influencing factors of the use of automatic external defibrillators before emergency medical services were summarized from three aspects: human resource factors (professional first responders and citizen first responders), availability of automatic external defibrillators (quantity, location, time factors) and accessibility (distance, transportation equipment, emergency medical service factors). On this basis, the intervention strategies of strengthening the training of automatic external defibrillators, establishing a national automatic external defibrillator registry and reducing the use time of automatic external defibrillators were discussed, and to provide reference for further improving the utilization rate of automatic external defibrillator.

Key words: automated external defibrillator; influencing factors; emergency medical services

[中图分类号] R197.39

[文献标识码] A

doi: 10.3969/j.issn.1674-1633.2022.12.029

[文章编号] 1674-1633(2022)12-0141-05

引言

院外心脏骤停(Out-of-Hospital Cardiac Arrest, OHCA)是指在院外情况下发生的机械活动的停止和身体循环指征的消失^[1], 具备发病时间和地点的双重随机性。在无外界干预的情况下, 大于4 min, OHCA患者的脑组织会发生不可逆的损害; 超过10 min, 就会导致脑死亡, 而及时有效的现场干预可以有效提高OHCA患者发病时的生存率^[2-3]。经过培训后, 相关人员即可使用心肺复苏技术(Cardiopulmonary Resuscitation, CPR)对OHCA患者进

行救护^[4]。在OHCA患者中, 最初发现可除颤的心律多达85%^[5], 研究表明, 除颤每延迟1 min, 出院时的存活概率则会降低10%^[3]。一项随机对照试验表明, 与只接受CPR相比, 接受CPR和自动体外除颤器(Automated External Defibrillator, AED)可使OHCA患者的存活率提升约1倍^[6], 因此早期除颤具有非常重要的意义。AED具有操作时语音提示、分析心律准确安全有效等优点, 且允许非专业人士/紧急事件目击者在专业救援到达前数分钟对心脏骤停者进行除颤。同时国际上鼓励使用公共可用的AED挽救OHCA患者的生命^[7]。

但目前全球公众除颤现状并不乐观, 据统计, 在新西兰, 全年有74%的OHCA患者接受了第一反应者的CPR, 但只有5.1%的患者被公共AED除颤^[2]; 在巴黎及其郊区

收稿日期: 2022-05-07

基金项目: 国家自然科学基金委员会青年科学基金项目(81900455)。

通信作者: 蔡忠香, 博士研究生, 主任护师, 主要研究方向为心血管专科护理、护理管理。

通信作者邮箱: 841199968@qq.com

OHCA 患者的 AED 使用率不足 2%^[8]；而泰国的一项研究中发现，第一反应者的心肺复苏率为 15.8%，除颤率仅为 0.3%^[9]；同时另一项研究也表明，目前只有不到 2% 的倒地者在救护车到达前使用了 AED^[10]。基于此，本文综述了紧急医疗服务（Emergency Medical Services，EMS）到达前公众使用 AED 的影响因素，并探讨提高我国 AED 使用率的相关干预策略，以期为我国 AED 的配备、普及与推广提供参考依据。

1 EMS到达前AED使用的影响因素

1.1 人力资源

第一反应者在提高早期除颤的可能性方面发挥了重要作用，在 EMS 到达前，第一反应者主要包括专业第一反应者和公民第一反应者 2 种。

1.1.1 专业第一反应者

专业第一反应者在海外也被称为社区急救人员（Community First Responders，CFR），他们通常接受过 CPR 和 AED 使用的培训或受过专业的医疗教育，如消防员、警察及院外的急救人员，作为 EMS 的一部分或者替代 EMS 在院前环境中对心脏骤停或其他紧急医疗事件做出快速反应^[11]。以专业第一反应者为基础，丹麦、荷兰、瑞士、奥地利、德国等欧洲国家^[12]均建立了 CFR 响应系统。研究结果表明，CFR 响应系统可以有效提高在 EMS 到达之前对 OHCA 患者进行 CPR 或 AED 的比率^[13]。尤其是针对在家中发生的 OHCA 患者或 EMS 响应时间高于平均水平时，CFR 在患者早期干预过程中更具重要性^[14]。为进一步提高 CFR 响应系统的调度能力，许多国家已经开展了由 EMS 调配的基于智能手机的 CFR 调度系统。通过地理位置快速检测医疗紧急事件发生地一定范围内的 CFR，并利用手机导航系统引导其快速到达现场^[12]。目前亚洲国家较少建立 CFR 调度系统，因此建议我国建立 CFR 数据库，并形成统一的 CFR 调度标准，以发挥其最大效益。

1.1.2 公民第一反应者

公民第一反应者包括志愿者及非专业人士^[15]，除紧急医疗服务人员外，志愿者是 EMS 前服务中排名第 2 的人力资源，他们在紧急情况下自愿提供帮助。根据公民第一反应者在应急响应系统中的整合程度，可分为 2 类，一类是训练有素、装备精良、经验丰富，如消防员；另一类是只接受过一些最低水平的培训^[16]。而在 EMS 前的背景下，非专业人员既不隶属于急救服务，也没有接受过任何正式的医疗培训。因此对于他们来说，使用 AED 的唯一机会取决于现场是否有 AED 以及是否能从调度中心或相关 APP 中接收有关距离最近的 AED 的指示，这就强调了 AED 可用性及可及性。

1.2 AED可用性

1.2.1 数量因素

Stieglis 等^[17]的研究表明，当每平方公里至少有 1~2 台 AED 或 ≥ 10 名第一反应者被引导去寻找 AED 时，OHCA

患者除颤 ≤ 6 min 的人数就会增加 1 倍。因此 OHCA 患者附近的 AED 数量与第一反应者除颤的概率之间密切相关。目前荷兰的北荷兰州和特温特州共有自动体外除颤器 1931 台，这相当于平均每平方公里有 0.7 台，每 10 万人中有 470 台^[17]。新加坡目前有约 8000 台 AED，且大部分安装在住宅区^[18]。截至 2012 年底，日本学校安装 AED 的累计比例已接近 100%^[19]；同时到 2015 年日本可用的 AED 数量为 602382 个^[20]。2016 年美国爱荷华州要求所有的体育俱乐部和健身房至少配备 1 台 AED^[21]。Wing 等^[22]统计了英格兰 105 个注册橄榄球俱乐部的医疗供应（人员、设备、设施和立法）情况，结果发现，平均有 66.6% 的俱乐部至少有 1 台 AED。而我国深圳市和上海市地区每 10 万人中分别约仅 17.5 台和 10.8 台 AED，与发达国家差距较明显^[23]。研究表明，价格昂贵是制约 AED 数量的重要因素，其单台价格可达 3000 美元左右^[24]。另外 Smith 等^[5]的研究中发现，没有获得或购置 AED 的原因包括：购置成本、担心承担责任、认为没有必要或没有考虑、缺乏负责人员、当地有良好的 EMS 反应以及附近有医院。《中国 AED 布局与投放专家共识》^[25]中提出，在每 10 万人中配置 100~200 台 AED，相关部门可增加 AED 的预算，鼓励单位自主购买及社会各界积极捐赠，并完善相关法律法规，建立全国统一的豁免政策。

1.2.2 位置因素

在 AED 数量一定的情况下，其布局位置的合理选择对使用率也有显著影响，大多数心脏骤停发生的地点和 AED 的位置之间存在着不匹配的现象^[26]。美国心脏协会指出 AED 应放置在过去 3~5 年内发生过 OHCA 的区域^[4]。Inokuchi 等^[27]对日本山手线 29 个车站的 AED 发生率进行了分析，结果发现，每天乘客数和各车站连接的线路数量可以显著预测 AED 使用的年发生率。另外也有研究者将 AED 放置在容易定位的地标处，如政府大楼、邮局、地铁站、药店、共享单车点等，这种基于地标的策略使得在部署相同数量的 AED 时，OHCA 到 AED 的距离最短，而且在不同的地标位置中，将 AED 放置在共享单车点是最具成本效益的选择^[8]。建议我国相关机构可以定量研究 AED 在公共场合的布置。另外有学者发现，在家中发生心脏骤停的生存前景比在公共场合发生的心脏骤停更差，主要原因是目击者较少，且可能在发病原因方面也存在明显差异^[28]。在泰国 OHCA 发生的地点报告中最普遍的是家庭住所^[9]。为更好地帮助在家发生的心脏骤停患者，Stieglis 等^[28]开发了一个短信提醒系统，利用短信提醒当地训练有素的志愿者响应，并引导他们寻找附近的 AED 或直接到 OHCA 患者处。研究过程中 AED 被放到建筑物的外部，额外的 AED 被放置在住宅区，结果表明，对于在住宅中跌倒的伴有室颤的 OHCA 患者，引入短信提醒系统与较高的总生存率有关，在 EMS 到达之前缩短了除颤时间，当然短信系统的成功主要需取决于有充分的经过培训的志愿者和足够的注册 AED。

1.2.3 时间因素

由于目前 AED 大多放置在商场、地铁站等公共场所，

在非工作时间,其可用性可能大幅降低。Sun等^[29]将优化的AED位置策略与2007—2016年丹麦哥本哈根的真实AED位置对照,结果发现,在假设24/7(每天24h,每周7d)可用的情况下,AED的覆盖率将超过95.9%。因此建议结合我国国情和当地情况因地制宜地确定AED的布置策略,加强其24h的可用性。如果将AED放置于公共场所,可增加在自动售货机、户外广告牌等位置;在居民区,可放在室外或当地的食品、便利店、学校等地,并且24h不间断地提供服务,利于第一反应者在心室颤动恶化之前到达OHCA患者家中。

1.3 AED可及性

1.3.1 距离因素

AED与OHCA患者间的距离直接决定了患者除颤的时间和存活率。2006年Aufderheide等^[30]提出,AED应放置在距离OHCA患者1~1.5min的快步走范围内,有研究将1~1.5min的轻快步行转化为100m的直线距离或最短的步行距离^[26]。建议可根据既往OHCA发生的地点部署AED的放置位置,并增加突出AED位置的标识。同时对于救援人员来说,在紧急情况下匹配OHCA患者和AED位置可能是一个较大的挑战。目前许多智能手机中也包含了全球定位系统(Global Positioning System, GPS),可以根据用户的位置显示最近的AED,智能手机应用程序作为第一反应者的基本辅助工具,为OHCA患者提供极大的帮助。丹麦于2012年建立FirstAED系统,该系统通过智能手机应用程序定位第一反应者,并为他们分配任务。派遣1~2个救援人员到患者身边,并派遣1个救援人员去寻找最近的AED,将其带到急救现场^[31]。建议应督促或建议这些应用程序的用户主动添加新的AED,或更新所有城市和农村现有的AED信息,以实时更新AED位置。

1.3.2 运送设备因素

目前“移动式”AED是很多学者研究的热点。Apiratwarakul等^[24]对泰国东北部孔敬省发生的紧急医疗事件进行了摩托车和救护车启动时间与响应时间的对比研究,结果表明,摩托车作为小型车辆,更容易进入小巷并通过交通堵塞的狭窄地区,且摩托车使用统一的设计、结构、颜色和内部安装设备(AED),以及由作为司机的紧急医疗技术人员和作为乘客的急救医生或护士通过GPS导航以最短的时间到达急救现场,到达OHCA患者身边的时间不到8min,这是泰国分配给紧急医疗单位的标准。将AED安装在移动设备上,如摩托车、出租车、电单车等,可以解决公共AED数量缺乏和缺少使用该设备的专业人员的问题。建议可继续改进车辆配置,如安装远程医疗系统,使在医院的EMS成员能够观察到患者的情况,以便及时评估和治疗。此外,使用无人机将AED运送到急救现场已经被视为一种补充或替代策略。Sedig等^[32]通过在加拿大安大略省卡利登社区试行无人机运送AED项目,结果发现,无人机提供的AED可能是可行和有效的,AED的到达时间在城市地区可以减少近7min,在农村地区可以减少10min

以上,这种缩短AED到达时间的做法可能会缩短首次除颤时间,并最终提高生存率,这与Rees等^[10]的研究结果一致。但需注意的是,当AED由无人机运送时,医护人员并不在机上,因此应对第一反应者进行AED的培训,或将无人机的使用与第一反应者的智能手机应用程序结合起来,避免未经训练的反应者在使用AED之前失去宝贵的抢救时间。建议因地制宜,将“移动式”AED与公共场所的AED发挥出最大效益。

1.3.3 EMS因素

采用EMS响应系统进行公共AED和相关人员的有效调配也可以明显提高AED的使用率。Jonsson等^[26]对瑞典斯德哥尔摩地区的Hearrunner系统进行了为期9个月的观察性研究,结果表明,该系统改善了OHCA患者的院前管理和生存率。Hearrunner系统通过智能手机应用程序调度第一反应者。当发生疑似OHCA时,EMS的调度员手动启动该系统,出现多名接受过CPR和AED培训的第一反应者后,EMS以5:1的比例派遣人员去取AED,剩下的人员被要求立即进行CPR。第一反应者可以选择接受或拒绝任务,当任务被接受时,疑似OHCA患者附近AED的位置和路线指示将显示在地图上,这与加拿大的AED-Quebec程序类似^[5]。未来的研究可以继续为这些应用程序的设计和提供最佳实践和标准。例如,在EMS到来之前有效地将第一反应者分配给OHCA患者,并决定谁去寻找AED。

2 提高我国AED使用率的干预策略

世界卫生组织关于“急救”指出^[33],应采取措施加强国家急救工作,包括制定政策,促进可持续供资和有效管理,以及所有人普遍获得急救服务,并将急救工作纳入各级医疗服务和培训策略中。我国《公共场所自动体外除颤器配置指南(试行)》^[34]中指出,地方各行政部门应加强对AED等急救知识的培训,鼓励建立AED远程管理系统,实时监控管理,并建立AED导航、AED地图等。

2.1 加强公众AED培训,增加第一反应者人数

一般来说,最初接触患者的大多数人都属于非医疗人群,因此对非医务人员进行AED培训并保持他们的AED技能是至关重要的。日本学者Neves等^[3]对3000名新入学的大学生进行急救技能培训,并调查了他们随后在现实世界中对倒地者的紧急行动,结果发现有13.5%的学生在现场使用AED。Matsuura等^[35]研究发现,重复参加培训可造成累积效应。在泰国没有规定或强制要求每个人都要掌握AED的课程,而是将其视为从小学到中学阶段的基本知识^[24]。而我国学者的研究表明,居民对AED相关了解较少,但是学习意愿较强烈^[36]。世界卫生组织将初中、高中及大学视为促进健康的基础培养阶段,建议可在学校如大学增设急救课程,并配备充足的培训讲师和培训模型,利用智能手机^[37]、增强现实自我指导培训^[38-39]等方式进行急救培训,学生可继续带动社区民众普及AED急救知识,使更多公民能救、敢救、愿救及会救。

2.2 建立全国的AED登记处, 为应用程序提供数据

在AED附近发生OHCA的患者更有可能在公共除颤中受益并存活下来,这突出了AED的可及性以及和EMS联系的重要性。AED登记处提供了一个实现这些目标的框架,建立一个全国性的基于志愿者的AED网络,AED在注册登记并与EMS连接后,使用的可能性将大大增加,因此可能有助于改善OHCA患者的生存率。该登记处可以将私人或公共的AED信息与全国各地的EMS中心联系起来,任何人都可以通过智能手机和/或网页查看,这使得在发生OHCA的情况下,第一反应者可以确定最近的自动体外除颤器。

2.3 减少AED的使用时间,提高OHCA患者的生存率

AED的使用时间被定义为从调度AED到AED到达现场的时间^[24],首先应尽可能地在公共场所或住宅区配备相对充足的AED。目前国外公共场所的AED通常是通过捐赠或募捐获得的,而我国公共使用的AED大部分由政府统一投放,因此建议增加公共场所AED的数量;其次建议所有场所都应突出显示AED,并增加AED位置的路标;最后未来可将“移动式”AED与机场、地铁站等的公共AED相互结合,探索出适合我国国情的AED布局及运送方式。

3 总结与展望

在我国,OHCA患者的存活率不足1%^[40],AED可以有效提高OHCA患者的存活率,但目前AED的使用率较低,本文针对影响其使用率的各因素进行总结并针对性提出建议,为提高AED的使用率奠定了一定的理论基础,此外,如果要改善OHCA患者的生存率,不仅要考虑AED的数量、可用性及可及性,而且还需要考虑整个生存链:早期识别、早期CPR、早期除颤以及复苏后的护理。EMS如何对第一反应者进行调度,以及院前急救资源应如何分配,仍值得进一步研究。

[参考文献]

- [1] Hsu YC,Wu WT,Huang JB,*et al.* Association between prehospital prognostic factors and out-of-hospital cardiac arrest: effect of rural-urban disparities[J].*Am J Emerg Med*,2021,46:456-461.
- [2] Riva G,Hollenberg J.Different forms of bystander cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest[J].*J Intern Med*,2021,290(1):57-72.
- [3] Neves BJ,Grou-Boileau F,El Bashtaly A,*et al.* Automated external defibrillator geolocalization with a mobile application, verbal assistance or no assistance: a pilot randomized simulation (AED G-MAP)[J].*Prehosp Emerg Care*,2019,23(3):420-429.
- [4] Brown TP,Perkins GD,Smith CM,*et al.* Are there disparities in the location of automated external defibrillators in England?[J].*Resuscitation*,2022,170:28-35.
- [5] Smith CM,Lim CKS,Khan MO,*et al.* Barriers and facilitators to public access defibrillation in out-of-hospital cardiac arrest:a systematic review[J].*Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*,2017,3(4):264-273.
- [6] Olasveengen TM,Semeraro F,Ristagno G,*et al.* Basic life support[J].*Notf Rett Med*,2021,24(4):386-405.
- [7] O'callaghan PA,Swampillai J,Stiles MK.Availability of automated external defibrillators in Hamilton, New Zealand[J].*N Z Med J*,2019,132(1503):75-82.
- [8] Delhomme C,Njeim M,Varlet E,*et al.* Automated external defibrillator use in out-of-hospital cardiac arrest: current limitations and solutions[J].*Arch Cardiovasc Dis*,2019,112(3):217-222.
- [9] Sirikul W,Piankusol C,Wittayachamnankul B,*et al.* A retrospective multi-centre cohort study: pre-hospital survival factors of out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) patients in Thailand[J].*Resusc Plus*,2022,9:100196.
- [10] Rees N,Howitt J,Breyley N,*et al.* A simulation study of drone delivery of automated external defibrillator (AED) in out of hospital cardiac arrest (OHCA) in the UK[J].*PLoS One*,2021,16(11):e259555.
- [11] Keegan D,Heffernan E,Mcsharry J,*et al.* Identifying priorities for the collection and use of data related to community first response and out-of-hospital cardiac arrest:protocol for a nominal group technique study[J].*HRB Open Res*,2021,4:81.
- [12] Metelmann C,Metelmann B,Kohnen D,*et al.* Smartphone-based dispatch of community first responders to out-of-hospital cardiac arrest-statements from an international consensus conference[J].*Scand J Trauma Resusc Emerg Med*,2021,29(1):29.
- [13] Barry T,Doheny MC,Masterson S,*et al.* Community first responders for out-of-hospital cardiac arrest in adults and children[J].*Emergencias*,2021,33(5):382-384.
- [14] Pijls RW,Nelemans PJ,Rahel BM,*et al.* Factors modifying performance of a novel citizen text message alert system in improving survival of out-of-hospital cardiac arrest[J].*Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*,2018,7(5):397-404.
- [15] Baldi E,Grieco N B,Ristagno G,*et al.* The automated external defibrillator: heterogeneity of legislation, mapping and use across Europe. New insights from the ENSURE study[J].*J Clin Med*,2021,10(21):5018.
- [16] Matinrad N,Reuter-Oppermann M.A review on initiatives for the management of daily medical emergencies prior to the arrival of emergency medical services[J].*Cent Eur J Oper*

- Res,2021,30(1):251-302.
- [17] Stieglis R,Zijlstra JA,Riedijk F,*et al.*AED and text message responders density in residential areas for rapid response in out-of-hospital cardiac arrest[J].*Resuscitation*,2020,150:170-177.
- [18] White AE,Ho AF,Shahidah N,*et al.*An essential review of Singapore's response to out-of-hospital cardiac arrests: improvements over a ten-year period[J].*Singapore Med J*, 2021,62(8):438-443.
- [19] Yamashita A,Kurosaki H,Takada K,*et al.*Association of school hours with outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in schoolchildren[J].*Heart Asia*,2019,11(2):e11236.
- [20] Ishii T,Nawa N,Morio T,*et al.*Association between nationwide introduction of public-access defibrillation and sudden cardiac death in Japan: an interrupted time-series analysis[J].*Int J Cardiol*,2021,351:100-106.
- [21] Williams RM,Root HJ,Valovich MT.Athletic Administrators' reporting of emergency preparedness regarding policies and procedures in iowa secondary schools[J].*J Athl Train*,2021,56(11):1224-1231.
- [22] Wing K,Bailey H J,Gronek P,*et al.*A preliminary audit of medical and aid provision in English Rugby union clubs: compliance with regulation 9[J].*Ir J Med Sci*,2019,188(3): 1093-1101.
- [23] 上海政协.上海每10万人拥有10.8台自动体外除颤仪,但仍配置不足、分布不均.政协委员建言献策“急救神器”AED如何才能拯救更多生命[EB/OL].(2021-08-09)[2022-04-19].<https://www.shsxx.gov.cn/node2/node5368/node5474/ulai108752.html>.
- [24] Apiratwarakul K,Suzuki T,Celebi I,*et al.*“Motorcycle Ambulance” policy to promote health and sustainable development in large cities[J].*Prehosp Disaster Med*,2021:1-6.
- [25] 吕传柱,张华,陈松,等.中国AED布局与投放专家共识[J].中国急救医学,2020,40(9):813-819.
- [26] Jonsson M,Berglund E,Djävrv T,*et al.*A brisk walk-Real-life travelling speed of lay responders in out-of-hospital cardiac arrest[J].*Resuscitation*,2020,151:197-204.
- [27] Inokuchi R,Sato H,Maehara H,*et al.*Association between railway station characteristics and the annual incidence of automated external defibrillator use in the station: analysis of data from the Yamanote Line in Tokyo[J].*Resuscitation*,2019,145:79-81.
- [28] Stieglis R,Zijlstra JA,Riedijk F,*et al.*Alert system-supported lay defibrillation and basic life-support for cardiac arrest at home[J].*Eur Heart J*,2021,43(15):1465-1474.
- [29] Sun C,Karlsson L,Torp-Pedersen C,*et al.*In silico trial of optimized versus actual public defibrillator locations[J].*J Am Coll Cardiol*,2019,74(12):1557-1567.
- [30] Aufderheide T,Hazinski MF,Nichol G,*et al.*Community lay rescuer automated external defibrillation programs: key state legislative components and implementation strategies: a summary of a decade of experience for healthcare providers, policymakers, legislators, employers, and community leaders from the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee, Council on Clinical Cardiology, and Office of State Advocacy[J].*Circulation*, 2006,113(9):1260-1270.
- [31] Ganter J,Damjanovic D,Trummer G,*et al.*Implementation of a smartphone-based first-responder alerting system[J].*Notf Rett Med*,2022;25(3):177-185.
- [32] Sedig K,Seaton MB,Drennan IR,*et al.*“Drones are a great idea! What is an AED?” novel insights from a qualitative study on public perception of using drones to deliver automatic external defibrillators[J].*Resusc Plus*,2020,4:100033.
- [33] 公共卫生信息.第七十一届世界卫生大会实况报道(5月25日)[EB/OL].(2018-05-28)[2022-04-21].https://mp.weixin.qq.com/s?src=11×tamp=1667893586&ver=4153&signature=U5Wd1RgELXe1Epw9A8K9PDz3FyB-9c8Yzx6c-kHE-TZ2b58uwrHZemXOoLPJuKmm-jzeFx7CRwF2ioBdXJQ73ofa94l*MGTILM7471d1p4QXEHzruz73ESpUvWoGGI8z&new=1.
- [34] 国家卫生健康委办公厅.国家卫生健康委办公厅关于印发公共场所自动体外除颤器配置指南(试行)的通知[EB/OL].(2021-12-13)[2022/4/21].<http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s3594q/202112/28d6cf16a9884214b663730a63c6b196.shtml>.
- [35] Matsuura H,Sakai T,Katayama Y,*et al.*A follow-up report on the effect of a simplified basic life support training program for non-medical staff working at a university hospital: changes in attitude toward cardiopulmonary resuscitation and automated external defibrillator use through repeat training[J].*Acute Med Surg*,2020,7(1):e548.
- [36] 倪绍洲,朱家永,李顺青,等.我国居民自动体外除颤仪使用和知晓情况的现状调查[J].中国全科医学,2019,22(26): 3171-3174.
- [37] Lewandowski M.A review of the commercially available ECG detection and transmission systems-the fuzzy logic approach in the prevention of sudden cardiac arrest[J].*Micromachines (Basel)*,2021,12(12):1489.
- [38] Ingrassia PL,Mormando G,Giudici E,*et al.*Augmented reality learning environment for basic life support and defibrillation training:usability study[J].*J Med Internet*

下转第161页