

· 院前急救 ·

重大自然灾害狭小空间现场生命体征监测与生命支持

张璇 桑文涛 刘文雯 王文谦 王甲莉 潘畅 陈玉国

山东大学齐鲁医院急诊科 山东省急危重症临床医学研究中心 山东大学急危重症医学研究所 山东省卫生系统急危重症医学重点实验室 山东省高等学校心肺脑复苏研究重点实验室 山东省急危重症防治工程实验室, 济南 250012

通信作者: 潘畅, Email: panchang0517@163.com; 陈玉国, Email: chen919085@sdu.edu.cn

edu.cn

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFC1512700、2020YFC1512705、2020YFC1512703); 国家科技基础资源调查专项(2018FY100600、2018FY100602); 山东省重点研发计划(2021ZLGX02); 泰山学者攀登计划专家建设工程专项经费(tspd20181220); 山东大学临床研究中心急危重症重点专项(2021SDUCRCA001)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.10.022

地震、洪水、台风等重大自然灾害严重威胁人民生命健康和财产安全。幸存者往往受困于建筑物、地面等坍塌形成的狭小空间内。灾后狭小空间通常自然通风不良,可能会形成缺氧或有毒气体弥漫的恶劣环境;建筑物的材料、结构以及倒塌形式的不同,导致狭小空间的特点复杂多样,且伴有二次坍塌的风险;幸存者通常存在心肺损伤、失血性休克甚至心脏骤停等危急情况,这些均给狭小空间的现场高效救援带来了严峻的挑战,导致狭小空间救援难度远远大于非狭小空间^[1-4]。

救援关口前移、狭小空间现场第一时间救治是提高伤员抢救成功率、减少致死致残率的关键。及时、高效的抢救工作需要完善的救治工作流程的指导以及便携式急救装备的辅助。本文聚焦重大自然灾害狭小空间现场伤员的生命体征监测与生命支持工作流程(图1),从现场环境评估与防护、生命体征监测与伤情评估、心肺复苏、呼吸支持等方面进行阐述。

1 现场环境评估与防护

救援人员应首先对狭小空间现场环境进行评估,提前做好防护,及时排除潜在危险,保障伤员及自身安全。

救援人员应从建筑物结构的安全性、危险物质以及继发性灾害等方面对现场环境风险进行评估:①建筑物结构的安全性:对倒塌的建筑物进行稳定性和抗震性评估,并根据实际情况决定搜救顺序^[4-5];②危险物质:狭小空间现场极有可能缺氧或有毒气体弥漫^[4],可利用气体检测仪进行排查检测^[6];③继发性灾害:现场救援时随时可能发生余震等,可利用地震现场应急监测系统^[7]、卫星遥感技术^[8]

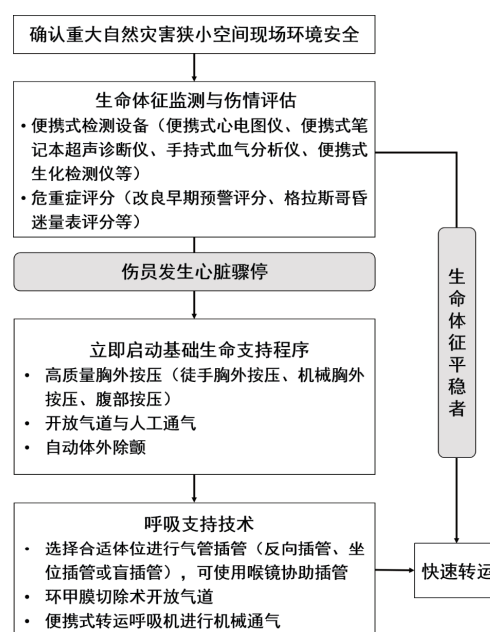


图1 重大自然灾害狭小空间现场生命体征监测与生命支持工作流程

等多源融合的先进技术进行实时监测。

救援人员应按照“自身、现场和生存者原则”配备安全防护物品^[1]:①防护服、安全帽、防风镜、防尘口罩、防护手套和护膝等;②便携式通讯设备,如对讲机、口哨等,以方便在狭小空间现场与外界救援站随时沟通;③便携式急救装备与药品。

2 生命体征监测与伤情评估

生命体征监测与伤情评估是重大自然灾害狭小空间现场伤员救治的首要环节。急救人员在确保现场环境安全的

前提下,对伤员进行生命体征监测与伤情评估,按照“先救命、后治伤”的原则,合理分配有限的医疗资源,及时给予干预措施,实现救援关口前移。

2.1 生命体征监测

(1) 便携式检测设备 便携式心电图仪、便携式笔记本超声诊断仪、手持式血气分析仪、便携式生化检测仪等便携式检测设备,在重大自然灾害狭小空间伤员的生命体征监测中起着重要的作用。

在灾后狭小空间现场或在搬运伤员途中,可使用便携式心电图仪观察伤员的心电波形^[9-10];如果伤员出现面色苍白,血压下降,可利用便携式笔记本超声诊断仪检测伤员是否发生心包积液、心脏和大血管损伤、血气胸、肝脾破裂等^[11-13]。此外,根据现场的具体情况,还可使用手持式血气分析仪、便携式生化检测仪等床旁检测设备对血气、电解质、血糖、血红蛋白、心肌损伤标志物、凝血功能等进行快速检测,帮助施救者快速判断病情,采取相应治疗措施。以上设备具有便携、体积小、重量轻、操作简单等优点,但是在对伤员病情进行实时、动态、连续监测方面具有一定的局限性。

心电监护仪能够实时、动态、连续地监测伤员的生命体征变化。但现有的心电监护仪体积和重量均较大,多采用接触式信息采集技术,测量心电、血压、血氧饱和度等的传感器需准确放置在伤员体表的特定位置,然而在灾害现场,伤员常伴有体表暴露伤或肢体卡压,很难准确安放多种传感器,因此现有的心电监护仪并不完全适用于灾后狭小空间现场的生命体征监测。

(2) 非接触式生命体征监测技术 近年来,随着医疗环境对新技术和新设备需求的不断变化,非接触式生命体征监测技术应运而生,为灾后狭小空间现场医疗救援提供了新的方向。

多普勒雷达监测系统能够较为精准的监测伤员的心率和呼吸频率,监测范围可达 2 m,具有方便携带、功耗较低、适应性强等特点,但是监测的参数较单一^[14];激光多普勒振动计可以对伤员心血管功能进行评估,且不受血管动力学、金属和无线电反射物体的影响^[15-17]。但上述技术存在设备昂贵、操作较复杂等缺点。近年来,随着信号探测及处理技术的提高,成像式光电容积描记技术(imaging photoplethysmography, IPPG)快速发展起来。IPPG 可以在接近但不接触体表的条件下测量心率、血压、血氧饱和度、呼吸频率等多项生理参数,具有非接触、安全、可连续测量等优点^[18-19]。IPPG 能够为重大自然灾害狭小空间伤员的非接触式生命体征监测提供新的解决方案,需要着力进行研究。

2.2 伤情评估

在狭小空间现场可借助改良早期预警评分(modified early warning score, MEWS)和格拉斯哥昏迷量表评分(Glasgow coma scale, GCS)对伤员的伤情进行快速评估。

(1) 改良早期预警评分 MEWS 能够迅速评估伤员的病情和预后,帮助早期识别急危重伤员,及时给予合理、高效的治疗干预措施。该评分由收缩压、心率、呼吸频率、体温和意识水平 5 个指标构成,总分为 0~14 分,简单易行,准确率较高(表 1)^[20-21]。与单纯进行临床判断相比,在院前环境下结合 MEWS 能够提高识别急危重伤员的敏感性^[22]。MEWS 分数越高,提示伤员伤情越危重,预后越差。0~4 分者生命体征相对平稳,可给予一般常规护理后转运出狭小空间;≥ 5 分者伤情不稳定,变化快,心脏骤停和死亡风险高,9 分以上提示伤员伤情危重,心脏骤停和死亡风险明显升高,此时应持续监测其生命体征,立即给予相应救治后转运出狭小空间。

表 1 改良早期预警评分

指标	评分
收缩压	
≤ 70 mmHg	3
71~80 mmHg 或 ≥ 200 mmHg	2
81~100 mmHg	1
101~199 mmHg	0
心率	
≥ 130 次/min	3
≤ 40 次/min 或 111~129 次/min	2
41~50 次/min 或 101~110 次/min	1
51~100 次/min	0
呼吸频率	
≥ 30 次/min	3
< 9 次/min 或 21~29 次/min	2
15~20 次/min	1
9~14 次/min	0
体温	
< 35℃ 或 ≥ 38.5℃	2
35~38.4℃	0
意识	
无反应	3
对疼痛有反应	2
对声音有反应	1
清楚	0

(2) 格拉斯哥昏迷量表评分 在狭小空间现场,可采用 GCS 评估伤员意识状态。GCS 包括对睁眼反应、语言反应、肢体运动反应的评分,总分为 3~15 分(表 2),评分越低提示意识越差^[23]。当评分为 15 分、12~14 分、9~11 分时,分别提示伤员意识清楚、轻度意识障碍、中度意识障碍;GCS ≤ 8 分提示陷入昏迷^[24]。需要注意的是,在对伤员进行评估时,最好将 GCS 的 3 个组成部分分别进行描述,而不是记录总分,因为 GCS 评分相同的伤员可能存在着不同

的疾病状态；另外，伤员左右两侧肢体运动评分可能不同，应记录最高的评分。

表 2 格拉斯哥昏迷量表评分

指标	评分
睁眼反应	
自然睁眼	4
呼唤能睁眼	3
有刺激时能睁眼	2
对任何刺激无反应	1
如骨折、眼肿等不能睁眼	C (closed)
语言反应	
说话有条理	5
可应答，答非所问	4
可说出单字	3
可发出声音	2
无任何反应	1
因气管插管或气管切开而无法发声	T (tube)
有言语障碍史	D (dysphasic)
肢体运动	
能按指令完成 2 次不同的动作	6
疼痛刺激时，能移动肢体尝试去除刺激；疼痛刺激以压眶上神经为金标准	5
对疼痛刺激有反应，肢体会回缩	4
对疼痛刺激有反应，肢体会弯曲	3
对疼痛刺激有反应，肢体会伸直	2
无任何反应	1

3 心肺复苏

在灾后狭小空间现场施救或搬运伤员时，若伤员突然出现意识丧失、颈动脉搏动消失、呼吸停止或叹息样呼吸、面色口唇发绀等症状，即可判断该伤员出现了心脏骤停，应立即启动基础生命支持程序。依据现场环境、施救人员数量、现有急救设备等不同情况实施个体化、差异化的心肺复苏。

3.1 高质量胸外按压

(1) 徒手胸外按压 重大自然灾害狭小空间现场通常仅允许 1~3 人进入，抢救人员数量往往不足，且因现场空间狭窄，此时可能难以采用标准心肺复苏体位进行徒手胸外按压，可考虑采取单人头上位或者骑跨式胸外按压进行救护。当采用头上位心肺复苏时，施救者跪于伤员头顶位置，俯身从上方绕过伤员头部进行胸外按压，弯腰对准口腔进行人工通气；若选择骑跨式胸外按压，施救者需跨坐在伤员骨盆上，向前倾身进行胸外按压和人工通气。临床研究表明，这两种非标准体位的救治效果与标准体位无明显差别^[25-26]。但是，需要注意的是，灾后狭小空间现场的恶劣环境和抢救人员数量限制等会影响人工心肺复苏的质量。

(2) 机械胸外按压 《2020 年美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南》推荐，在无法进行高质量人工胸外按压时应采用机械按压装置^[27]。机械按压装置可以产生连续、稳定的按压，即使在移动和搬运伤员的过程中，机械按压

装置仍然能够不受环境的影响而保持按压频率和幅度的稳定。因此在救援人员有限且活动受限的狭小空间内，使用机械按压装置代替人工按压是一种合理的方法。另外，在进行机械按压的同时，施救者可以对伤员进行呼吸支持、止血、包扎等其他处理，提高施救效率。目前，LUCAS 胸外按压仪、AutoPulse 心肺复苏仪、WeilTM MCC 便携式体外心肺复苏机等已经较广泛地应用于野外救援和转运过程中。考虑到狭小空间现场的环境以及不同伤员在体型、胸壁软硬度等方面的个体化差异^[28]，在使用机械按压装置的过程中应密切观察，以免对伤员造成额外的伤害^[29]。

另外，当心脏骤停患者存在胸骨骨折、胸壁外伤等胸外按压禁忌证时，可选择使用腹部提压心肺复苏仪进行腹部按压^[30]。

3.2 开放气道与人工通气

当伤员出现意识障碍或发生心脏骤停时，应首先清除口腔和咽喉部的分泌物、血液、呕吐物、砂石等气道异物，保持呼吸道畅通，可采用仰头抬颌法、托颌法或仰头抬颌法等方法开放气道。若伤员出现舌后坠等堵塞呼吸道的症状，应将舌牵出并改为侧卧位。若伤员自身的生理气道不能维持，应使用鼻咽通气道、口咽通气道、喉罩或者气管插管、气管切开等人工气道。开放气道后，应给予球囊-面罩通气等人工通气。

3.3 自动体外除颤

当心脏骤停时的心律类型为心室颤动或无脉性室性心动过速时，早期电除颤并同时高质量胸外按压对提高伤员生存率至关重要。自动体外除颤仪 (automated external defibrillator, AED) 是一种通过电击治疗心律失常的便携式急救设备，能够自动判读心电图决定是否需要除颤^[31]，适用于自然灾害狭小空间现场和转运过程中等特殊情况的抢救。若抢救人员未随身携带 AED，可通过无人机将 AED 精准投送至自然灾害现场，而不受道路交通条件和地理环境的影响。近年来，国内外已开展相关研究，发现使用无人机投送 AED 是安全可行的，能够赢得抢救时间，提高心脏骤停抢救成功率^[32-35]。

4 呼吸支持

受到狭小空间伤员体位、抢救人员数量以及空间限制等的影响，在狭小空间内对伤员进行气管插管具有一定的挑战性，可能无法进行标准体位插管，此时需要依据现场情况选择反向插管、坐位插管或食道气道双腔联合导管插管 (又称盲插管) 以建立高级气道^[4]。必要时，可在可视喉镜的协助下进行气管插管。需要注意的是，不能因建立高级气道而中断胸外按压；反向插管、坐位插管和盲插管

难度较大,应经过强化培训后才能进行操作。在伴有气道损伤的紧急情况下,可选用环甲膜穿刺术或环甲膜切开术开放气道^[36-37]。

高级气道建立之后,应使用便携式转运呼吸机给予机械通气,使用便携式氧气筒、氧气袋等给予供氧。

5 其他

近年来,越来越多的适用于灾害现场和转运途中的便携式生命体征监测与生命支持设备被研发出来,例如,跨平台生命支持系统具有体积小、待机时间长、能够与各种后送工具进行连接等优点^[38];流动便携式重症监护急救车具备包括可移动心肺复苏系统在内的高级生命支持装备^[2]。以上设备有助于进一步提高狭小空间现场和转运途中伤员的抢救成功率。另外,体外膜肺氧合辅助的心肺复苏有望为狭小空间和转运途中难治性心脏骤停患者的抢救赢得更多的宝贵时间和机会,但是目前的体外膜肺氧合设备因体积较大且操作复杂,限制了其在灾害现场狭小空间的应用,还需进一步研究加以改进。

总之,重大自然灾害狭小空间现场环境特殊、人力短缺,伤员特别是心脏骤停抢救成功率低,病死率极高。面对如此严峻的问题,规范化的救治工作流程尤为重要,能够为救援关口前移提供基础和保障,有助于救援人员进行及时、高效的现场抢救。另外,便携式、智能化急救设备的研发对于提升我国重大自然灾害现场狭小空间伤员救治能力、提高生命抢救质量具有重要意义。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

参 考 文 献

- [1] 岳茂兴,王立祥,张海涛. 狭窄空间事故现场急救与卫生应急处置专家共识(2016)[J]. 中华卫生应急电子杂志, 2016, 2(5): 261-269. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2016.05.001.
- [2] 岳茂兴,王立祥,李奇林,等. 灾害事故现场急救与卫生应急处置专家共识(2017)[J]. 中华卫生应急电子杂志, 2017, 3(1): 1-11. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2017.01.001.
- [3] 刘亚华,王立祥,刘惠亮,等. 汶川地震狭窄空间救援与医疗救护[J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(9): 967-970. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2013.09.006.
- [4] 岳茂兴,王立祥,王东明,等. 地震现场救援与卫生应急医疗处置专家共识(2017)[J]. 中华卫生应急电子杂志, 2017, 3(4): 193-205. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-9133.2017.04.001.
- [5] 杨帆. 地震灾害现场救援方案决策研究[J]. 中国新技术新产品, 2020(1): 115-116. DOI: 10.13612/j.cnki.cntp.2020.01.060.
- [6] 刘亚华,杨慧宁,郑静晨. 地震狭窄空间救援技术与装备的特殊性[J]. 中华危重病急救医学, 2013, 25(5): 272-273. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2013.05.008.
- [7] 杨建思,黄文辉,徐志强,等. 南北地震带地震强化监测及技术途径: 动态虚拟数字地震台网技术[J]. 地震地磁观测与研究, 2009, 30(5): 51-58. DOI: 10.3969/j.issn.1003-3246.2009.05.009.
- [8] 徐立强. 卫星遥感技术在气象灾害调查中的应用实践[J]. 科技与创新, 2022(15): 152-154. DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2022.15.049.
- [9] Romero I. Ambulatory electrocardiology[J]. Cardiol Rev, 2013, 21(5): 239-248. DOI: 10.1097/CRD.0b013e31828a8294.
- [10] Bravo-Zanoguera M, Cuevas-González D, Reyna MA, et al. Fabricating a portable ECG device using AD823X analog front-end microchips and open-source development validation[J]. Sensors, 2020, 20(20): 5962. DOI: 10.3390/s20205962.
- [11] Bøtker MT, Jacobsen L, Rudolph SS, et al. The role of point of care ultrasound in prehospital critical care: a systematic review[J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2018, 26(1): 51. DOI: 10.1186/s13049-018-0518-x.
- [12] Stolz L, Situ-La Casse E, Acuña J, et al. What is the ideal approach for emergent pericardiocentesis using point-of-care ultrasound guidance?[J]. World J Emerg Med, 2021, 12(3): 169-173. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2021.03.001.
- [13] Popova MS, Johnson KE, King DR, et al. Bedside diagnosis of hemoperitoneum by characteristics of fluid visualized on focused assessment with sonography in trauma exam in a patient in non-traumatic shock[J]. World J Emerg Med, 2022, 13(2): 144-146. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2022.018.
- [14] Apriono C, Muin F, Juwono FH. Portable micro-doppler radar with quadrature radar architecture for non-contact human breath detection[J]. Sensors, 2021, 21(17): 5807. DOI: 10.3390/s21175807.
- [15] Rothberg SJ, Allen MS, Castellini P, et al. An international review of laser Doppler vibrometry: making light work of vibration measurement[J]. Opt Lasers Eng, 2017, 99: 11-22. DOI: 10.1016/j.optlaseng.2016.10.023.
- [16] Sirevaag EJ, Casaccia S, Richter EA, et al. Cardiorespiratory interactions: Noncontact assessment using laser Doppler vibrometry[J]. Psychophysiology, 2016, 53(6): 847-867. DOI: 10.1111/psyp.12638.
- [17] Antognoli L, Moccia S, Migliorelli L, et al. Heartbeat detection by laser Doppler vibrometry and machine learning[J]. Sensors, 2020, 20(18): 5362. DOI: 10.3390/s20185362.
- [18] Luo JJ, Zhen JJ, Zhou P, et al. An iPPG-based device for pervasive

- monitoring of multi-dimensional cardiovascular hemodynamics[J]. *Sensors*, 2021, 21(3): 872. DOI: 10.3390/s21030872.
- [19] Scully CG, Lee J, Meyer J, et al. Physiological parameter monitoring from optical recordings with a mobile phone[J]. *IEEE Trans Biomed Eng*, 2012, 59(2): 303-306. DOI: 10.1109/TBME.2011.2163157.
- [20] Mitsunaga T, Hasegawa I, Uzura M, et al. Comparison of the National Early Warning Score (NEWS) and the Modified Early Warning Score (MEWS) for predicting admission and in-hospital mortality in elderly patients in the pre-hospital setting and in the emergency department[J]. *PeerJ*, 2019, 7: e6947. DOI: 10.7717/peerj.6947.
- [21] Usul E, Korkut S, Kayipmaz AE, et al. The role of the quick sequential organ failure assessment score (qSOFA) and modified early warning score (MEWS) in the pre-hospitalization prediction of sepsis prognosis[J]. *Am J Emerg Med*, 2021, 41: 158-162. DOI: 10.1016/j.ajem.2020.09.049.
- [22] Fullerton JN, Price CL, Silvey NE, et al. Is the Modified Early Warning Score (MEWS) superior to clinician judgement in detecting critical illness in the pre-hospital environment?[J]. *Resuscitation*, 2012, 83(5): 557-562. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2012.01.004.
- [23] Nik A, Sheikh Andalibi MS, Ehsaei MR, et al. The efficacy of Glasgow Coma scale (GCS) score and acute physiology and chronic health evaluation (APACHE) II for predicting hospital mortality of ICU patients with acute traumatic brain injury[J]. *Bull Emerg Trauma*, 2018, 6(2): 141-145. DOI: 10.29252/beat-060208.
- [24] Ma QB, Feng LQ, Wang T, et al. 2020 expert consensus statement on neuro-protection after cardiac arrest in China[J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(2): 175. DOI: 10.21037/atm-20-7853.
- [25] Wallner B, Moroder L, Salchner H, et al. CPR with restricted patient access using alternative rescuer positions: a randomised cross-over manikin study simulating the CPR scenario after avalanche burial[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2021, 29(1): 129. DOI: 10.1186/s13049-021-00944-9.
- [26] Barcala-Furelos R, Carracedo-Rodríguez E, Lorenzo-Martínez M, et al. Assessment of over-the-head resuscitation method in an inflatable rescue boat sailing at full speed. A non-inferiority pilot study[J]. *Am J Emerg Med*, 2023, 70: 70-74. DOI: 10.1016/j.ajem.2023.05.006.
- [27] Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American heart association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care[J]. *Circulation*, 2020, 142(16_suppl_2): S366-S468. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000916.
- [28] 张国强. 心脏骤停及心肺复苏技术的现状、挑战与机遇[J]. *中华急诊医学杂志*, 2023, 32(1): 1-5. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.01.001.
- [29] Wang PL, Brooks SC. Mechanical versus manual chest compressions for cardiac arrest[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 8(8): CD007260. DOI: 10.1002/14651858.CD007260.pub4.
- [30] 李鑫, 刘亚华, 王立祥. 《中国心肺复苏专家共识》之腹部提压心肺复苏临床操作指南[J]. *解放军医学杂志*, 2019, 44(6): 536-540. DOI: 10.11855/j.issn.0577-7402.2019.06.13.
- [31] 辛善栋, 邹晓艳. 第一目击者 AED 除颤成功救治心脏骤停患者 1 例[J]. *中华急诊医学杂志*, 2023, 32(1): 113-115. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.01.021.
- [32] Rosamond WD, Johnson AM, Bogle BM, et al. Drone delivery of an automated external defibrillator[J]. *N Engl J Med*, 2020, 383(12): 1186-1188. DOI: 10.1056/NEJMc1915956.
- [33] Schierbeck S, Hollenberg J, Nord A, et al. Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Eur Heart J*, 2022, 43(15): 1478-1487. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab498.
- [34] Schierbeck S, Svensson L, Claesson A. Use of a drone-delivered automated external defibrillator in an out-of-hospital cardiac arrest[J]. *N Engl J Med*, 2022, 386(20): 1953-1954. DOI: 10.1056/NEJMc2200833.
- [35] Liu XG, Yuan QH, Wang GY, et al. Drones delivering automated external defibrillators: a new strategy to improve the prognosis of out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2023, 182: 109669. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2022.12.007.
- [36] 刘亚华, 王立祥, 杨慧宁, 等. 地震狭窄空间医学救援的呼吸循环支持[J]. *中华灾害救援医学*, 2013, 1(1): 45-47. DOI: 10.13919/j.issn.2095-6274.2013.01.017.
- [37] Givens GC, Shelton SL, Brown EA. Emergency cricothyrotomy in confined space airway emergencies: a comparison[J]. *Prehosp Disaster Med*, 2011, 26(4): 259-261. DOI: 10.1017/s1049023x11006352.
- [38] 袁晶, 张广, 陈锋, 等. 跨平台生命支持系统设计[J]. *医疗卫生装备*, 2021, 42(6): 1-6. DOI: 10.19745/j.1003-8868.2021112.

(收稿日期: 2023-04-19)

(本文编辑: 何小军)