

### 复苏联盟 (ROC) 研究显示：院外心脏骤停生存率逐年改善

【据《Resuscitation》2015年2月报道】题：复苏联盟 (ROC) 研究显示：院外心脏骤停生存率逐年改善 (美国俄勒冈健康与科学大学 作者 Mohamud R. Daya 等)

#### 摘要

背景：院外心脏骤停仍然是致死的主要原因，2010年的一项荟萃分析显示几十年来生存结果并没有改善。然而，心肺复苏指南已经修改，强调 CPR 质量，最大限度地减少按压中断，以及标准化的复苏后管理。本研究对参与了复苏联盟 (ROC)、心脏骤停登记 (Epistry) 和随机临床试验 (RCT) 的机构数据进行评估，尝试探求随着时间的推移，院外心脏骤停 (OHCA) 结果是否有所改善。

方法：对来自 10 个 ROC 位点，139 家 EMS 机构的 47 148 名接受了 EMS 处置的 Epistry OHCA 患者进行观察性队列研究，在 2006 年 1 月 1 日至 2010 年 12 月 31 日期间至少进行了一次随机对照试验 (RCT)。本研究回顾了这段时间内的患者、场景、事件特征及经 EMS 处置的 OHCA 患者预后信息，包括初始节律为无脉性室性心动过速或室颤 (VT/VF) 的亚组信息。

结果：此期间内，平均反应时间、中位年龄和男性比例保持相似。2006—2010 年间，接受治疗的 OHCA 患者

未校正的出院生存率有所增加 (从 8.2% 增加到 10.4%)，VT/VF 亚组 (21.4% ~ 29.3%) 和旁观者 VT/VF 亚组 (23.5% ~ 30.3%) 同样有所增加。与 2006 年相比，2010 年经治疗的患者校正的出院生存率 (OR=1.72; 95%CI 1.53 ~ 1.94)、室速/室颤患者亚组 (OR=1.69; 95%CI 1.45 ~ 1.98) 和旁观者的 VT/VF 患者亚组 (OR=1.65; 95%CI 1.36 ~ 2.00) 均显著更高。各亚组的趋势检验均有显著差异 ( $P < 0.001$ )。

结论：2006—2010 年间，整个 ROC 的生存率均显著增加。有必要进行更多的研究工作，以确定与这一改进相关的具体因素。

关键词：紧急医疗服务 (EMS)，院外心脏骤停 (OHCA)，复苏

#### 引言

突发的院外心脏骤停 (OHCA) 仍然是一个主要的公共卫生问题，美国每年发生超过 420 000 例经 EMS 评估的 OHCA。2010 年的一项荟萃分析显示，在过去 30 年的时间里，OHCA 的总生存率 (7.6%) 并没有改善。现在的 OHCA 的治疗建议已经改变，强调改善非专业和专业救援者的心肺复苏 (CPR)，实施标准化的复苏后管理方案，并呼吁发展地区化的救治系统。如果没有持续的 OHCA 数据和结果收集，这些救治变化的影响很难表征。此外，先前的观察性研究显示，更新的 OHCA 救治指南的影响结果并不一致。

复苏联盟 (ROC) 是一个正在进行的多中心、国际合作的研究网络，它主要对 OHCA 的干预措施进行评估，包括注册数据收集和随机对照临床试验 (RCT)。ROC 流行病学登记 (Epistry) 包括对患者、事件和 EMS 特征，以及经 EMS 评估的 OHCA 患者出院结局的标准化数据

收集。

自启动以来，ROC 已经完成了三项大型的以改善 OHCA 结局的院前干预试验，每一项试验的研究组之间都没有显著的生存差异。尽管如此，在 ROC 中 OHCA 结果因作为登记信息的一部分，可能已经受到在持续观察过程中固有改变的影响，进行反馈，参与随机对照试验，或者通过同时采用诸如调用辅助胸外按压装置，公共途径除颤方案、CPR 质量 (频率、深度、回弹) 监测、最大限度地减少按压中断 (例如，除颤期间暂停)、单次电击还是连续电击，以及标准化复苏后治疗方案，包括目标温度管理和早期冠状动脉造影术等。

本研究试图对 2006—2010 年间参与 ROC Epistry，同时在此期间至少进行一次随机对照

试验的 EMS 机构的 OHCA 出院生存率的长期趋势进行描述。本研究还评估了 VT/VF 亚组和旁观者 VT/VF 亚组的生存趋势。

#### 一、方法

##### 1. 实验设计和设置

ROC 由 10 个北美站点，他们管辖下的 EMS 机构及参与的医院组成，为大约 2400 万人提供服务。ROC Epistry 是一个前瞻性 OHCA 数据库，由专业的 EMS 进行应答。如果患者接受 EMS 胸部按压或任何除颤，包括使用自动体外除颤器 (AED)，则病例将被登记在 Epistry。从 2005 年 12 月 1 日开始在所有 ROC 站点收集 Epistry 数据。最初的数据集是由一个跨学科 ROC 委员会利用现有的 EMS 报告结构和 OHCA 模板开发的。各参与地的机构审查委

员会 (IRBs) 和 (或) 研究伦理委员会 (REB) 对 Epistry 数据收集进行了审查和批准。每个参与地点的 IRB/REB 都对 RCT 研究进行了审查和批准。

在 2007 年 6 月至 2009 年 11 月期间，ROC 网站纳入了一个多中心随机对照试验的 OHCA 患者 [使用阻力阀装置进行院前心肺复苏和早期与延迟分析 (PRIMED); www.Clinicaltrials.gov NCT 00394706]。PRIMED 是一项析因研究，检测两种不同的随机临床干预措施：在分析和评估主动与虚假阻力阀装置 (ITD) 的有效性之前，通过 EMS 进行短期与较长时间的 CPR。CPR 策略和 ITD 与出院后的生存率或功能结局均无显著关联。与 PRIMED 同时，ROC 通过三个站点选定的 EMS 机构完成了一项实时 CPR 反馈随机对照试验，该 RCT 的控制组和干预组之间的结果也没有显著差异。不管是否参与试验，所有站点都保留了未纳入 RCT 病例的 Epistry 条目，试验数据之后会进行合并以创建本研究研究期间的完整 OHCA 数据集。

##### 2. 研究人群

研究对象均为 2006 年 1 月 1 日至 2010 年 12 月 31 日期间接受 EMS 的成人 (年龄  $\geq 18$  岁)，均为非创伤性。由于正在进行的临床试验，2010 年后的数据不可用。

为了减少因参与机构不同而产生的偏倚，本研究只纳入了参与 Epistry 的机构和至少一项随机对照试验的病例。在 PRIMED 之前参与 Epistry 的 264 家机构中，114 家因为没有资格参与 PRIMED 的任何部分而被排除在外，从而减少偏差。排除机构的病例只占 Epistry 的 12%，且未达到 ROC 研究监察委员会所要求的资质或一致性基准。在其余 150 个机构中，有 7 个机

下转第 2 版

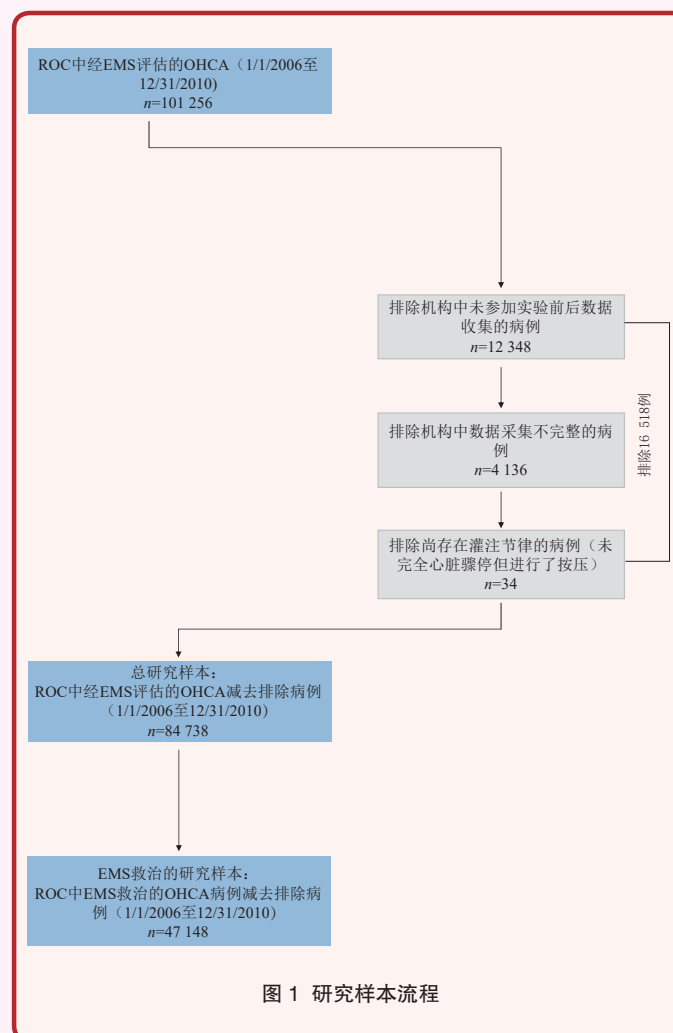


图 1 研究样本流程

#### 导读

英国院外心脏骤停结局的风险预测模型

4版

通过智能手机激活公民响应者以促进院外心脏骤停的除颤

6版

飞机上和飞机外旅客发生心脏骤停的事件及其机制和结局

8版

## 上接第1版

构因在参加 RCT 研究后没有加入 Epistry 而被排除在外; 1 家机构因报告的病例数据收集不完整而被排除在外; 3 家机构与邻近机构进行了合并。来自 10 个站点 139 家机构服务的约 2 100 万人口数据最终纳入分析。在 2006—2010 年间, 各机构不需要每月都参加, 但需要在 Epistry 和 PRIMED 上贡献至少 6 个月的数据。为了避免因抽样方便而产生的偏差, 本研究检查了机构在所有参与的月份中是否有相同的病例信息输入了 ROC 数据库。本研究首先计算了每个机构平均每月登记人数。假设每月的登记人数服从泊松分布, 然后本研究计算出每个机构 95% 的下限。如果机构在任何一个月的登记人数低于这个界限, 本研究就假定该机构的病例收集不完整, 并排除该机构该月的病例。

## 3. 结果评估

主要结局是存活到出院, 因为所有病例都是如此。本研究考虑了生存率随时间和地点的变化。次要结果包括有可用的 CPR 过程数据的病例比例及根据首次记录的心电节律(按有或无室速/室颤分组)和旁观者目击的室速/室颤在 OHCA 亚组中的生存率。

## 4. 统计分析

为了评估调整后的生存与出院的关联, 本研究使用 STATA 中的 xtlogit 函数, 采用分层随机效应结构的多水平混合效应 Logistic 回归(个体患者嵌套在地理区域中并嵌套在站点中)。本研究使用独立随机变量的协方差。

在对下列关键协变量进行调整后, 模型计算了研究

期的 OR[95%CI]: 年(因素-2006 年、2007 年、2008 年、2009 年、2010 年), 年龄(连续); 男性(是/否), 机构首次到达时间 $\geq 6$  分钟(是/否), 目击状态(因素-EMS、旁观者、无、未知), 旁观者心肺复苏(因素-是、否、未知), 公共场所(是/否), 以及第一次记录的心电节律(因素-VT/VF、PEA、心室静止、不电击无节律、不能确定)。这些模型适用于所有处置的病例, 也适用于假定有心脏病病因的病例。数据管理通过 6.2.1 版 S-plus (Insightful Corporation, Seattle, WA) 进行, 回归分析由统计软件 Stata: Release 11 (StataCorp LP, College Station, TX) 执行。

## 二、结果

在整个研究期间, EMS 对 84 738 名 OHCA 患者进行了评估, 其中 47 148 人接受了救治(图 1)。表 1 显示, 每年接受救治的比例保持不变(范围为 54.4% ~ 56.9%), 但接受救治的病例数量呈现绝对增加。随着时间的推移, 患者的平均年龄和男性比例相似, 旁观者目睹的 OHCA 百分比也是如此。随着时间

的推移, 公共场所的 OHCA 比例下降, 而 EMS 见证的事件和旁观者 CPR 的比例增加。尽管 AED 除颤保持稳定, 但在 EMS 到达之前应用 AED 的 OHCA 比例略有增加。平均 EMS 反应时间基本保持一致, 接近 6.0 min。最初的心脏骤停心律有所改变, 随着时间的推移, 首次记录到的室速/室颤节律的比例逐渐下降(2006 年为 24.1%, 2010 年为 21.5%), 而初始心律为 PEA 或心室静止的比例有所增加。被确定为非心脏病病因的病例比例在 2006 年最高(10.1%), 但在 2010 年下降到 4.7%。值得注意的是, 病因学的确定完全基于院前记录, 而不是通过额外的记录审查来验证。在研究期间内, 复苏过程的 EMS 心电监护仪文件的可用性有所提高, 2007 年仅 41.9% 的治疗病例的监护文件可用, 而 2010 年这一比例为 73.9%。在这些可用文件中, 拥有可用数据的文件也增加了, 从 36.7% 增加到 62.8%。本研究对没有排除病例(参与随机对照试验或排除月份数据)的样本进行了类似的描述性分析, 以解决

潜在的选择偏见问题。调查结果仍然与本研究的主要样本一致。

## 1. 出院生存率

总体而言, 在研究期间, 接受 EMS 治疗的 OHCA 患者的出院生存率从 8.2% 提高到 10.4%[绝对差异 2.2%(95%CI 1.3% ~ 3.0%)](表 2)。首次 VT/VF 后生存率由 21.4% 升至 29.3%[绝对差异 7.9%(95%CI 5.3% ~ 10.5%)]。旁观者 VT/VF 组生存率由 23.5% 升至 30.3%[绝对差异 6.8%(95%CI 3.4% ~ 10.2%)]。出现 PEA[绝对差异: 2.5%(95%CI 0.9% ~ 4.2%)]或停搏[绝对差异: 1.0%(95%CI 0.4% ~ 1.6%)]的患者生存率也增加, 尽管这些增加幅度较小(图 2)。

本研究还对 10 个参与站点的生存率变化进行了统计(在线附录)。

不同地点的生存率在基线和其他时间节点上都不同, 从 2006 年的 1.5% ~ 15.4% 到 2010 年的 5.5% ~ 19.0%。基线生存率相对较低和较高的站点随着时间的推移均表现出改善。例如, 2006 年生存率为 1.5% 的站点在 2010 年经历了 4 倍以上的增长, 达到 6.6%, 而

2006 年生存率为 15.4% 的站点在 2010 年增加到 19.0%。在 VT/VF 病例中, 站点出院生存率的水平也有很明显的改变, 与基线(2006 年)相比生存率增加了近 10 倍; 最低时的生存率为 3.1%, 最高时的生存率为 37.5%。到 2010 年, 站点报告的最低生存率已上升到 14.8%, 而最高生存率为 41.4%, 这表明最初表现较差的站点生存率的增幅比例要大得多。这些趋势仍然适用于旁观者目击的室速/室颤病例, 基线生存率从 0% 到 45% 不等。到 2010 年, 旁观者目击的 VT/VF 最低生存率为 19.4%, 最高为 46.7%。

为了更详细地检查各站点出院生存率水平的改变, 本研究回顾了每年每个站点的患者、事件和场景特征(数据未显示)。研究期间, 各站点的救治水平、年龄、救治比例、患者性别及 EMS 到达时间等方面基本保持一致。生存率增加最多的站点表现为 EMS 见证的 OHCA 增加, 旁观者 CPR 的频率增加, 以及 AED 的使用增加。随着时间的推移, 生存率下降或波动的站点报告的室性心动过速/室颤病例比例较低。

在调整了关键的协变量后, 所有接受 EMS 救治的 OHCA 患者的出院生存率都有所增加, 与 2006 年相比, 随后的每一年的生存率都有显著提高(表 3)。

2010 年与 2006 年相比差异最大( $OR=1.72$ ; 95%CI 1.53 ~ 1.94)。这种生存趋势在初始心律为 VT/VF 的患者( $OR=1.69$ ; 95%CI 1.45 ~ 1.98)及旁观者目击的 VT/VF 患者( $OR=1.65$ ; 95%CI 1.36 ~ 2.00)

下转第 3 版

表 1 总体的患者、事件、EMS 特征

	2006	2007	2008	2009	2010
救治例数, n	7659	8275	9524	10475	11215
中位年龄, (IQR)	67 (26)	68 (27)	67 (26)	67 (27)	66 (27)
男性, %	63.8	63.1	63.9	63.9	63.4
公共场所, %	16.1	16.2	15.8	14.4	13.7
AED 应用, %	2.5	2.6	3.5	3.3	3.2
AED 除颤, %	1.4	1.4	2.0	1.6	1.7
目击情况					
EMS, %	9.2	9.2	9.9	11.1	11.7
旁人, %	39.7	37.8	37.7	37.8	37.6
无人, %	42.1	46.0	48.2	46.6	47.7
不明, %	9.1	7.0	3.9	4.2	3.0
旁人 CPR, %	33.8	35.5	36	39.2	40.1
平均到达时间, 分钟 (SD)	6.0 (9.3)	6.1 (3.6)	6.1 (3.4)	5.9 (4.6)	5.9 (3.1)
EMS 初始节律					
VT/VF, %	24.1	22.7	22.2	22.3	21.5
PEA, %	20.3	20.4	20.9	22.8	21.8
心室静止, %	39.3	41.6	44.0	43.1	44.2
无心律, %	7.8	8.0	1.3	2.5	9.6
无法判断, %	6.9	7.0	10.7	7.9	2.6
转运, %	60.0	58.9	60.2	61.2	62.8
非心源性, %	10.1	7.0	5.4	4.9	4.7
有效心电图, %	n/a	41.9	64.3	73.3	73.9
有心电图数据	n/a	36.7	55.5	61.6	62.8

## 医学参考报

## 心肺复苏学专刊

理事长兼总编辑: 巴德年  
副理事长兼副总编辑: 曹雪涛等  
理事会秘书长: 周赞

社长: 魏海明  
副社长: 吕春雷  
副社长: 周赞

社址: 北京市西城区红莲南路30号红莲大厦  
B0403  
邮编: 100055  
总机: 010-63265066  
网址: www.yxckb.com

名誉主编: 宋尔卫 刘中民  
顾问: 付小兵 王正国  
主编: 王立祥  
主审: 黄子通 陈祥新  
执行主编: 余涛 刘亚华

副主编: (按姓氏笔画排序)

方邦江 吕军 米玉红 李静 李银平 杨思进 宋维  
张玉想 张思森 孟庆义 祝益民 魏捷

专家编委: (按姓氏笔画排序)

丁栗 于晓均 王佳一 王贵强 王洪武 王晓梅 毛富吉  
田晶 史继学 朱海燕 刘斌 刘全利 刘全和 刘海波  
闫丙川 许士波 阮海林 孙飞 孙延庆 孙国刚 孙悍军  
阳世雄 严莲珍 苏红 李波 李瑛 李磊 李小刚

李桂花 李海山 李雪梅 李银平 李新宇 杨静 杨长春  
杨秀林 杨明施 杨蓉佳 肖力屏 吴志强 邱泽武 何忠杰  
何春来 邹圣强 汪茜 沈密 沈志奇 宋祖军 张红  
张玮 张玲 张斌 张文武 张在其 张志鸿 张利远  
张重阳 陈彦 陈建荣 陈秋霞 范西真 岳茂兴 周飞虎  
周满红 郑江 单毅 宗建平 屈纪富 柳培雨 姜笃银  
姜素文 贾群林 顾彩虹 高红梅 高志仁 郭树彬 唐芹  
唐艳 唐子人 营向东 崔明武 董谢平 蒋龙元 韩小彤  
韩文斌 蒲燕 路晓光 蔺佩鸿 谭社勋 暴继敏 潘文  
魏强

编辑部主任: 杨正飞

编辑: (按姓氏笔画排序)

马文君 王娇 王希希 王曦娇 史宇 刘澍宣 李鑫  
张加廷 侯旭凤 郭成成 窦薇薇

## 上接第2版

中也很明显。各亚组间趋势检验有显著差异 ( $P < 0.001$ )。表3中也列出了排除非心源性病例的第2个模型,其结果几乎相同。

## 三、讨论

对于参与了ROC Epistry和至少一次RCT的EMS机构救治的患者来说,随着时间的推移,各站点的OHCA生存率均显著增加。VT/VF组生存率增加幅度最大。

在PEA和心室静止的亚组中,生存率也有增加。这些结果具有重要的公共卫生影响。在美国OHCA是导致死亡的主要原因,而有报告显示过去30年的生存率没有显著变化。虽然这项研究显示了站点水平的差异,但总生存率在2006—2010年间增加了1.7倍。如果这里提到的增加复刻到美国的国家层面,那么与2006年相比,2010年可能可以避免近6500例过早死亡。

之前的研究也有观察到这些发现,尽管患者、事件和EMS特征随着时间的推移有所改变。例如,尽管旁观者CPR率和EMS见证事件增加,但以VT/VF作为初始节律和发生在公共场所的事件比例下降。重要的是,在对这些已知的生存预测因素进行调整后,生存率的增加仍然存在。

有几个因素可能是导致这些发现的原因。首先,公共健康宣传活动强调充分胸部按压不需要通气;调度员已开始提供充分胸部按压不需要通气的指导;EMS指导、实时和事件后回顾均强调使用最佳按压比率、更深的胸外按压、更少的中断、更短的除颤间期按压暂停,以及单次而不是连续的除颤;标准化的复苏后管理方案,区域化的系统管理。本研究不能说这些干预措施中的哪一项对改善预后意义最大。像ST段抬高型心肌梗死患者的救治,最重要的因素可能是认识上的改变,本研究需要意识到这种情况,而不是护理过程中的改变。

其次,统一的数据收集和报告的质量改进可能有助于EMS机构识别其系统生存链中的薄弱环节。所有ROC EMS机构都被要求参与Epistry,以便将患者纳入

表2 所有站点的OHCA患者的治疗、转运、生存情况

	2007	2008	2008	2009	2010
经EMS评估数, n	13 920	14 617	16 736	18 848	20 617
救治数, n	7 659	8 275	9 524	10 475	11 215
救治百分比, %	55	56.6	56.9	55.6	54.4
显著站点, n (救治%)	40	41	39.7	38.7	37.1
转运至急诊, n (救治%)	60	58.9	60.2	61.2	62.8
亚组存活出院率					
EMS救治, %	8.2	8.8	9.3	8.8	10.4
初始节律VT/VF, %	21.4	24.7	25.8	24.5	29.3
节律为VT/VF并有旁人目击, %	23.3	27.1	28.1	26.7	30.3
节律为PEA, %	6.2	7.4	7.6	7.0	8.7
节律为心室静止, %	1.1	1.4	1.8	1.5	2.1

表3 Logistic回归结果

	模型1: 所有救治病例 n=44 666		模型2: 假定心源性病例 n=41 950	
	OR	95%CI	OR	95%CI
2006	参数		参数	
2007	1.29	(1.14, 1.46)	1.25	(1.10, 1.43)
2008	1.39	(1.23, 1.58)	1.40	(1.22, 1.59)
2009	1.29	(1.14, 1.47)	1.29	(1.13, 1.48)
2010	1.72	(1.53, 1.94)	1.73	(1.53, 1.96)
年龄 < 40岁	参数		参数	
年龄 40 ~ 60岁	0.76	(0.67, 0.86)	0.76	(0.66, 0.88)
年龄 > 60岁	0.47	(0.41, 0.53)	0.47	(0.41, 0.54)
女性	参数		参数	
男性	0.89	(0.83, 0.96)	0.90	(0.84, 0.98)
到达时间 < 6min	参数		参数	
到达时间 ≥ 6min	0.73	(0.67, 0.79)	0.71	(0.66, 0.77)
无目击人员	参数		参数	
EMS目击	5.48	(4.85, 6.21)	5.88	(5.17, 6.69)
旁人目击	2.49	(2.27, 2.74)	2.44	(2.21, 2.70)
无旁人CPR	参数		参数	
旁人CPR	1.2	(1.10, 1.30)	1.24	(1.13, 1.35)
公共场所	1.85	(1.70, 2.01)	1.86	(1.71, 2.03)
初始节律: 心室静止	参数		参数	
初始节律: VT/VF	13.73	(12.10, 15.57)	13.30	(11.70, 15.20)
初始节律: PEA	3.07	(2.67, 3.54)	2.81	(2.42, 3.26)
假定心源性	参数		N/A	N/A
非心源性	1.47	(1.25, 1.72)	N/A	N/A

随机对照试验。这有助于站点与EMS机构关系的发展和(或)保持。

第三,临床试验没有显示出研究组之间的显著差异,可能是由于研究对象意识到自己作为研究的一部分而导致行为改变现象,即所谓的霍桑效应。参与随机对照试验获益的证据很弱,主要用于成功干预措施背景下。Campbell等人的研究表明不一定需要直接观察或反馈,霍桑效应即存在于EMS中,其存在仅需要受试者感知到改善行为的需求。在一项系统的回顾中,Braunholtz等人研究发现当受试者意识到被观察时,ICU工作人员的洗手行

为发生了显著变化,遵从性从29%增加到45%。所以本研究得到的结论是,随机对照试验对患者的预后结局可能是积极的,而不是消极的,特别是当非受试患者接收到方案驱动的救护时。在这方面,必须指出,PRIMED试验的EMS培训强调了高质量CPR的重要性。强调需要正确的胸部按压速度和深度、完整的胸壁回弹、避免过度通气和有限的按压中断时间。通过分析PRIMED试验中的一个重要协变量CPR分数,在一定程度上可以验证这一现象。通过在各站点推广最佳的指南建议,鼓励定点医院提供持续的复苏后管理,以系统性

的强化救治流程。

最后,2005年12月发布的AHA复苏指南的实施也可以部分解释这些发现。2005年指南的修改强调了30:2的按压通气比率和单次电击以减少CPR期间的无血流时间。尽管有研究显示在2005年指南实施后生存率提高了,但其他一些研究,包括来自ROC的一项研究,未能证明这种效果。

## 四、试验的局限性

这项研究有几个局限性。首先报告的OHCA病例的数量逐年增加。这一增长的部分原因是2006年和2007年一个站点因病例信息收集不完整,所以将有关的数据进行了剔除。其他可能的原因包括改进的病例获取方法、人口增长或者风险增加等。一些站点还增加了EMS机构,使得病例数更多。此外,治疗病例的比例保持不变。随着时间的推移,本研究确实看到非心因性病例显著减少。本研究认为,这是由于救治站点的编码和病例识别发生了变化。无论情况如何,本研究认为病例数量的变化不太可能导致时间选择偏差。

本研究无法调整复苏后救治流程的改变,特别是目标温度管理和早期冠状动脉造影术的使用,因为这些医院治疗变量没有包含在Epistry的第一

版中。由于不是所有患者存活时的神经学结果都能获得,因此本研究将这些信息进行了剔除。同样,患者认知和行为的变化以不同的速度发生,本研究无法针对这些变化进行调整。本研究还剔除了在临床试验之前没有达到预先规定的审查要求的EMS机构,这也意味着存在潜在的选择偏差。但对所有没有因病因或病例信息采集而排除的Epistry病例的事后分析表明,与初步分析相比,生存率有了类似的改善,这表明任何选择偏差最好尽可能小。

虽然各站点位置的选择多样,但ROC的站点可能并不能代表北美所有的EMS机构。此外,本研究将这一分析仅限于参与Epistry和至少一项随机对照试验的机构。

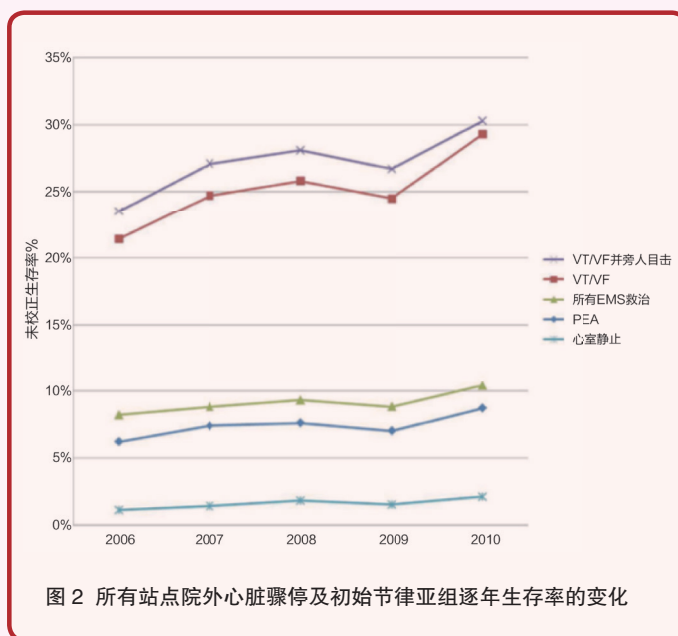
然而,本研究中所有ROC站点的基础生存率(8.2%)与Sasson等人的一项30年的系统回顾中报告的平均生存率(7.6%)近似。

最后,和其他数据登记一样,本研究也存在残差混杂的可能性,因为预测生存率的传统Utstein因素不能完全解释ROC站点之间的生存率差异。然而,Epistry的重要优势包括其对完整病例的独立评估,使用范围和逻辑检查来提高数据质量,以及对每个站点的数据收集和抽象程序进行独立的定期审计。尽管这项研究包含了CPR过程文件和数据的可用性评估,但由于基线的文件数量有限,实际的CPR质量评估并没有进行分析或调整。

## 五、结论

本研究发现,分散在北美各地的ROC站点EMS机构的OHCA生存率有了显著和重要的增加。生存率的增加表明,OHCA的救治需要不断地投入有限的医疗资源,以实现进一步的改善。此外,本研究需要进一步的研究来确定与这种改善相关的具体因素。

(中山大学孙逸仙纪念医院急诊科文才编译)



## 英国院外心脏骤停结局的风险预测模型

【据《European Heart Journal》2021年7月报道】题：英国院外心脏骤停结局的风险预测模型（英国华威大学华威临床临床试验组作者 Chen Ji 等）

### 摘要

**目的：**院外心脏骤停结局项目是一个全国性的研究登记项目，其目的之一是探索 OHCA 生存结局差异的原因。这项研究将建立医院交接时自主循环恢复（ROSC）和存活出院的风险预测模型并进行验证。

**方法和结果：**这项研究包括 2014—2015 年间接受英国国家医疗服务体系 7 家救护车服务机构的紧急医疗服务（EMS）治疗的 OHCA 患者。2014 年的数据用来确定重要的变量和开发风险预测模型，并使用 2015 年的数据进行了验证。模型预测采用曲线下面积（AUC）、Hosmer-Lemesow 检验、Cox 校正回归和 Brier 评分，所有分析均采用混合效应 Logistic 回归模型。重要因素包括年龄、性别、目击者/旁观者联合心肺复苏（CPR）、病因学和初始心律。在两种模型中，目击者/旁观者 CPR 与性别、病因学和初始心律之间及病因学和初始心律之间均显示显著的相互作用。与 ROSC 模型相比，生存模型获得了更好的识别率和总体准确度（AUC=0.86 vs 0.67, Brier 评分 =0.072 vs 0.194）。校准测试显示，ROSC 和生存模型分别被过度估计和低估。在最终模型中分别评估多重剥夺指数分数和位置的敏感性分析显著提高了总体准确度，但对辨别的影响不一致。

**结论：**本研究的风险预测模型确定并量化了英国 EMS 干预前决定生存结果的重要因素。生存模型具有很好地识别性。

**关键词：**心脏骤停，紧急医疗服务·院外心脏骤停，复苏，预测模式

### 前言

在发达国家，院外心脏骤停是心脏相关死亡的主要原因；只有 1/10 的患者能活到出院。然而，近年来，几个国家和地区在提高 OHCA 存活率方面取得了重大进展：挪威斯塔万格有 25% 的患者存活到出

院，北荷兰有 21%，美国西雅图有 24%。

在英国，每年大约有 8 万起 OHCA 事件，急救医疗服务机构（EMS）尝试进行复苏的比例不到 50%。然而，根据英国救护车服务的数据，生存结果显示有限的改善，数据显示每 4 名患者中就有 1 名患者可从自主循环（ROSC）恢复坚持到院交接，而存活到医院的出院率仍仅在 10% 左右，不同区域报告在 2% ~ 12% 之间。有效的风险调整模型将有助于了解区域差异，使不同救护车服务之间的生存结果能够进行公正地比较。风险调整模型是支持医疗质量改善的重要因素，例如对院内心脏骤停（IHCA）。改善 OHCA 的管理是国家卫生服务（NHS）长期计划的一部分，英国心脏基金会、复苏委员会（UK）和 NHS 英格兰致力于提高来自 OHCA 的生存率。

最近的研究已经确认了一系列非英国人群 OHCA 患者病例组合与存活率相关的 EMS 前干预因素。其中包括：OHCA 位置、患者年龄、性别，目击状态、旁观者心肺复苏（CPR），初始心律，病因学，公共场所使用除颤器（PAD）和社会经济地位。

这些因素中每一个对生存的相对贡献在不同国家之间是不同的。

只有少数研究通过风险预测模型的开发和有效性在一个系统的过程中评估了 EMS 前干预因素与 OHCA 结局之间可能的相互作用。然而，这些模型也包括 EMS 干预因素。虽然存在用于风险调整 IHCA 存活率的有效模型，但目前在英格兰还没有开发出此类模型来预测 OHCA 的结果。

这项分析的目的在于，i. 确定与两种生存结果相关的关键因素，即医院移交时的 ROSC 和出院后的存活；ii. 开发和评估模型以预测英国的这两种结果；iii. 支持英国的质量改进，以改善 OHCA 结果。

### 一、数据和方法

#### 1. 数据来源

数据来源于院外心脏骤停结局（OHCAO）登记处，由华威大学主办，是一个根据 Utstein 式指南开发的国家研究数据库。英国救护车服务机构

收集并贡献 EMS 尝试复苏的 OHCA 病例。收集患者病例组合数据、过程变量、结构数据和生存结果。该项目的细节已在之前的其他文章中公布。

#### 2. 研究人群

包括 2014 年 1 月 1 日至 2015 年 12 月 31 日期间由向注册中心提供数据的 10 家英国 NHS 救护车服务机构中的 7 家提供治疗的 OHCA 病例。所有年龄段的患者都被包括在内，除了那些不尝试原地复苏的患者或在 EMS 到达之前达到 ROSC 的患者。2014 年的数据被用来确定影响结果的重要因素并建立预测模型。2015 年的数据用于模型验证。

#### 3. 数据管理

分析中评估的变量包括年龄、性别、目击状态、旁观者心肺复苏、病因学和初始心律。在分析中年龄作为连续变量。对于病因学，根据 Utstein 的定义，未知原因被推定为内科。本研究合并了几个病例的类别，以便更好地进行评估。

病因学被重新定义为 i. 内科；ii. 创伤和失血；iii. 吸毒过量、窒息和溺水；iv. 其他。同样，用于建模的节律包括 i. 室颤（VF）或无脉性室性心动过速（VT）；ii. 停搏；iii. 无脉搏电活动（PEA）和心动过缓。有一个或多个评估变量缺失的案例被排除在分析之外。

旁观者 CPR 已被广泛接受为提高存活率的关键因素。在本研究的数据中，EMS 目击的患者被视为没有接受旁观者 CPR。他们与非 EMS 目击患者在开始 CPR 的时间和高级治疗方面不同，因此他们的存活机会也不同。这些目击病例的组合可能会抵消旁观者的 CPR 效果。因此，目击者和旁观者 CPR 被评估为一种互动关系：i. 无目击者和没有旁观者 CPR；ii. 无目击者的旁观者 CPR；iii. 有 EMS 目击者；iv. 有旁观者但没有给予 CPR；v. 旁观者目击并给予 CPR。未指明类型的目击者案例（由旁观者或 EMS）被排除在分析之外，以提高分析的准确性。

由于英国各地的数据收集方法不同，救护车服务提供的数据质量各不相同，尤其是医院转院后的数据收集既复杂又昂贵，导致丢失数据的程度各不相同。由于许多评估变量和结果中的大量数据缺失，导

致 10 个救护车服务机构中的 4 个被排除在模型开发之外。然而，出于同样的原因，4 家救护车服务机构中的 3 家被排除在模型验证之外。由于整个登记处的数据质量一直很差，民族和除颤电极贴的使用没有包括在分析中。本研究通过患者家庭邮政编码链接，从剥夺数据库中提取复合剥夺指数（IMD）评分。通过将位置邮政编码与家庭邮政编码进行比较，在重新编码为家庭或非家庭前本研究先将 OHCA 位置数据从地址转换为邮政编码。2014 年的位置数据遗漏较少是因为与英国公共卫生组织合作的一个数据质量改进项目，但该项目无法用于 2015 年的数据收集。本研究在最终模型中对 IMD 和位置作为敏感性分析，以探讨它们对预测质量改进的贡献。

#### 4. 统计分析

影响因素和结果总结如下：分类变量用频率和比例进行描述，连续变量使用平均数和标准差（SD）描述。使用混合效应 Logistic 回归模型进行评估和估计。救护车服务在所有模型中都是随机效应，以解释救护车服务中患者和设备特征的潜在异质性。在混合效应模型中进行单独检验时，如果  $P < 0.05$ ，则关键因素具有统计学意义。

本研究利用分数次多项式（FP）方法，利用线性函数和多项式函数来探索连续因子的最佳拟合函数形式。由于该方法没有考虑随机效应，本研究决定最佳形式是它还改进了模型，使其适用于混合效应模型。否则，仅包括线性形式。

每个结果预测模型的开发分三个阶段进行。

通过模型拟合和预测性（识别和校准）来衡量模型的性能。用 Akaike 信息准则（AIC）值衡量模型对数据的拟合程度。Akaike 信息准则估计了给定模型的相对信息量：AIC 值越低，模型丢失的信息量越少，模型的质量越高。本研究通过具有 95% 可信区间的接收器工作特征曲线下的面积（AUC）来量化模型的识别性能（模型对实现和未实现持续 ROSC 或存活的个体的区分能力），这可以评估其预估阳性和阴性结

局的能力。以下类别用于解释 AUC：i.  $\geq 0.9$ = 优秀；ii.  $0.8-0.9$ = 优秀；iii.  $0.7-0.8$ = 可接受，iv.  $< 0.7$ = 差。本研究采取了一系列措施来评估模型校准（即观察到的和预测的风险之间的一致性）。i. Hosmer-Lemesow 检验比较了观测值与预测值之间的一致性。然而，检验对样本量很敏感。因此，观察到的阳性结果的比例（如存活率）与虚拟检查的预测值的 1/10 相对应。ii. COX 校正拟合用 Logistic 回归在预测结果和对数胜算比之间进行线性拟合。截距为 0 和斜率为 1 的直线表示完全一致。iii. 用 Brier 评分、预测均方误差（0 表示最好的预测）来衡量总体精度。将所建立的模型应用于验证数据，以对模型性能进行度量。

$P < 0.05$  被认为具有统计学意义。FP 法在 Stata v15 (Stata Corp) 中得到了应用。

其他分析在 SAS v9.4 中进行 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)。

## 二、结果

2014 年和 2015 年分别有 17 528 例和 17 078 例符合条件的 OHCA 病例。

剔除缺失数据后，分别有 16 470 例和 10 648 例用于 ROSC 模型和存活出院模型建立，分别有 16 319 例和 13 686 例用于模型验证。表 1 总结了建立和验证数据集中患者的基本特征和研究结局。

### 1. 结果的关键因素

表 1 总结了对候选因素的单独评估。性别、目击者/旁观者心肺复苏、病因学和初始心律与两种结局均显著相关。年龄仅与出院存活率显著相关。只有不到一半的用于模型建立的数据提供了 IMD 评分和发病位置数据。只有发病位置与两种结局显著相关。

### 2. 模型建立

在第一阶段，所有单独显著的因素仍然存在于模型 S1 中，用于 ROSC 和存活出院。在这个阶段，这些全模型具有最好的模型拟合和预测性。

与存活出院的患者相比，在第二阶段评估的 ROSC 相互作用条件较少。

在 Model S2 中纳入了 4 个  $P < 0.1$  的交互作用项，分别

下转第 5 版 ▶▶

### 上接第4版

与两种结局进行进一步分析:目击者/旁观者CPR,性别,病因及初始心律。

对于这两种结局,所有包含的交互作用和来自相应模型S2的主效应仍然显著,并且在阶段3产生最好的预测性能。因此,模型S3对于两个结果都与模型S2相同。在ROSC模型S3中,目击者/旁观者CPR的主要效果并不显著,但在最终模型中仍然存在,主要是由于其临床重要性。

此外,去除这一因素对模型拟合的影响微乎其微(AIC从18 050.2变为18 051.0),对AUC和Brier评分没有好处。同样,性别被保留在生存模型S3中,原因相同(剔除后,AIC从6208.8变为6208.9)。两种结局的模型S3被确定为最终模型。

### 3. 模型验证

OHCA两种结局的模型S3确认结果如表4所示。AUC值显示生存模型具有良好的预测效果(建立阶段AUC=0.85,验证阶段AUC=0.87),而ROSC模型预测效果较差(建立阶段AUC=0.70,验证阶段AUC=0.67)。在ROSC模型的验证数据中,Cox校准回归产生了正截距和斜率 $< 1$ ,表明低估程度降低。然而,生存模型有一个负截距,表明持续高估了存活率。这些趋势也得到了校准曲线的支持。

### 4. 敏感性分析

2010年和2015年的IMD评分显著改善了建立的AUC(ROSC时为0.69~0.77,出院时为0.85~0.89),但在验证数据中并没有得到改善(ROSC时为0.66~0.67,出院时为0.87~0.83)。就模型建立和验证数据中两种结局的总体准确性而言,获得了一致的改善。然而,Cox校准截距和斜率表明,包含这些变量会导致了对个别心脏骤停患者更多地高估/低估。位置的影响是不确定的,因为这两种模型的性能都较差。这可能是由于验证数据中有更多的缺失数据造成的,需要进一步分析。

### 三、讨论

在这项分析中,本研究分别使用2014年和2015年的7家英国救护车服务机构的OHCAO数据,建立并验证了ROSC在医院移交和存活到出院时的风险预测模型。性别、病因学、目击者、旁观者心肺复苏和初始心律,以及它们之

间的一级交互作用被认为是影响两种结局的关键因素。年龄是生存模型中包含的一个额外因素。生存模型具有良好的预测性能,验证数据的AUC为0.87,而ROSC模型的AUC为0.67,需要进一步改进。

本研究的模型开发是基于EMS干预前的病例组合和事件数据。这些数据描述了OHCA患者的初始状态。病例组合数据通常用于说明医学研究结果的可变性。早期认识和获得EMS服务,以及早期CPR,是在生存链中改善OHCA结果的基础和最有力的环节。

在医院交接时,年龄对ROSC的影响没有存活出院的影响显著。以前的研究已经证明了年龄效应的一个相互矛盾结果。最近的一些研究表明,这之间存在显著的关联,但其他研究报告的结果正好相反。此外,在一项对非外伤性威尔士籍OHCA患者的研究中,Barnardet等人发现了年龄的显著二次方(即平方)效应,但不是线性效应。

与ROSC模型相比,生存

模型具有更好的区分性和整体准确性。通过2010年和2015年IMD评分衡量的事件地点和社会经济状况与生存结果相关。然而,将这些数据纳入敏感性分析后两个模型的AUC和Brier分数仅获得微小改善,并且没有缩小模型的性能差距。

心脏骤停后ROSC(RACA)评分的建立方法与本研究的S1模型纳入EMS到达时间相似,AUC为0.73。模型的识别性相对改善,但仍不如本研究的生存模型。ROSC和生存模型之间的预测性差异很大,提示EMS前干预变量可能不是预测ROSC的最佳候选变量。在医院交接中持续的ROSC是一种短期生存事件。

它与EMS干预因素有关,如心肺复苏质量,呼吸道管理,药物治疗等。将EMS干预因素纳入模型可能会进一步提高效能。

与现有的针对非英国人群的模式相比,本研究的生存模型具有很好的预测性能。Valenzuela等人开发了一个模

型,使用了美国患者的年龄、旁观者CPR、CPR时间、除颤时间和与时间相关的交互作用。该模型对生存的预测很差(AUC=0.66)。

荷兰的一项研究也使用与旁观者、急救者和护理人员相关的三组累积数据来评估生存预测。急救人员模型也纳入了EMS干预前的数据,并具有与本研究模型相似的模型判别率(AUC=0.85)。

另外两个模型涉及的预测因素或多或少,AUC分别为0.76和0.90。法国OHCA评分是根据心电节律、心肺复苏时间、CPR持续时间和实验室数据建立的。在一小部分获得ROSC的患者中,该工具当限制有良好的神经学结果的存活预测时,产生了0.88的AUC。它被进一步发展为中心骤停医院预后(CAHP)评分,并在两个更大的验证数据集上获得了0.85和0.91的AUC。但是,当使用目标温度管理试验数据验证三个模型时,这两个评分都低于瑞典的AUC评分(OHCA为0.75,CAHP为0.84)。

重要的国家文件中倡导改善英格兰的OHCA管理和生存。本研究的风险预测模型确定了影响英国患者生存结果的重要EMS前干预因素。这模型可以提供NHS救护车服务机构的病例组合调整后的性能评估。更重要的是,本研究的目标是使用这些模型来识别英国人口中的高危患者,帮助救护车服务机构和卫生部门在不同的社区制定健康策略,最终提高OHCA存活率并减少健康负担。

### 优势和局限性

这是第一次在英国建立和评估OHCA生存结局风险预测模型的分析。

它通过使用OHCAO登记数据进行强化。这一国家登记收集并标准化了一个参与英国救护车服务的Utstein要素重要子集。如此,模型可比较不同救护车服务机构间的结果,并可以应用于在相同指导原则上建立的其他注册中心。此外,本研究还使用了混合效应Logistic回归进行分析。随机效应模型考虑了救护车服务中患者和事件特征的异质性,并提供了更准确的估计。

这一分析也有几个局限性。由于本研究的分析视角和有限的Utstein因素,本研究没有纳入一些在EMS前和EMS期间的干预变量,这些在其他模型中被用作OHCA生存结局的因素。例如,前驱症状和生物标志物没有在OHCAO登记中收集。

本研究的数据集包含不同质量的数据,这是因为不同救护车服务机构的数据收集过程是不同的。一些重要的变量,如OHCA位置和社会经济地位,有许多的缺失数据,并被限制在敏感性分析,以避免影响模型的解读和预测。然而,目前本研究已经观察到了一些改进,例如从2014年到2015年丢失的生存数据较少。继续提高数据质量应该会使模型的性能得到进一步改善。此外,在敏感度分析中,位置并没有提高模型的性能。在加入其他预测因素后,这种影响可能变得无关紧要。改善数据质量可对变量进行更好的评估。

### 四、结论

总之,本研究的风险预测模型确定并量化了英国EMS前干预的重要因素,这些因素决定了患者的生存结局。这个生存模型具有很好的辨别性能。

(中山大学孙逸仙纪念医院  
急诊科文才编译)

表1 模型建立和验证数据集中院外心脏骤停患者的特征和生存结局

	2014 (n = 17 528)	2015 (n = 17 078)
年龄—平均值 (SD)	68.9 (19.0)	68.0 (19.3)
性别		
男性	10 933 (62.4%)	10 770 (63.1%)
女性	6595 (37.6%)	6308 (36.9%)
IMD 2010评分—平均值 (SD)	22.5 (14.9)	24.2 (16.2)
缺失	11 054 (63.1%)	7533 (44.1%)
IMD 2015评分—平均值 (SD)	22.8 (14.9)	24.3 (16.3)
缺失	11 054 (63.1%)	7533 (44.1%)
目击者		
无目击	6569 (37.5%)	5851 (34.3%)
EMS	2835 (16.2%)	3035 (17.8%)
旁人	8124 (46.3%)	8192 (48.0%)
旁人CPR		
是	8272 (56.3%)	7919 (56.4%)
否	6421 (43.7%)	6124 (43.6%)
未执行 (EMS目击)	2835	3035
病因		
内科	15 486 (88.4%)	14 505 (84.9%)
创伤与出血		
创伤	527 (3.0%)	502 (2.9%)
出血	527 (3.0%)	501 (2.9%)
0 (0.0%)	0 (0.0%)	1 (0.0%)
淹溺、药物过量、窒息或呼吸疾病	637 (3.6%)	695 (4.1%)
淹溺	38 (0.2%)	35 (0.2%)
药物过量	65 (0.4%)	232 (1.4%)
窒息	534 (3.0%)	428 (2.5%)
呼吸疾病	0 (0.0%)	0 (0.0%)
其他 (非心源性)	878 (5.0%)	1376 (8.1%)
初始心律		
VT/VF	4691 (26.8%)	4143 (24.3%)
心室静止	9067 (51.7%)	8776 (51.4%)
PEA和心动过缓	3770 (21.5%)	4159 (24.4%)
PEA	3660 (20.9%)	4069 (23.8%)
心动过缓	110 (0.6%)	90 (0.5%)
事发场所		
家	6145 (35.1%)	1621 (9.5%)
非家	1689 (9.6%)	512 (3.0%)
缺失	9694 (55.3%)	14 945 (87.5%)
生存结局		
医院交接时ROSC		
是	4696 (26.8%)	5194 (30.4%)
否	11 774 (67.2%)	11 125 (65.1%)
缺失	1058 (6.0%)	759 (4.4%)
存活出院		
是	1427 (8.1%)	1484 (8.7%)
否	9221 (52.6%)	12 202 (71.4%)
缺失	6880 (39.3%)	3392 (19.9%)

百分比以每一年的总数N为分母计算,由于四舍五入误差可能总和不等100%;CPR,心肺复苏;EMS,紧急医疗服务;IMD,多次剥夺指数;PEA,无脉搏电活动;ROSC,自发循环恢复;SD,标准差;VF,室颤;VT,室性心动过速

## 通过智能手机激活公民响应者以促进院外心脏骤停的除颤

【据《J Am Coll Cardiol》2020年7月报道】题：通过智能手机激活公民响应者以促进院外心脏骤停的除颤（丹麦哥本哈根大学 作者 Linn Andelius, MD）

许多国家越来越多地使用可公开使用的自动体外除颤器（AED），但旁观者除颤仅发生在所有院外心脏骤停（OHCA）中的2%~9%。这是进一步提高OHCA后生存率的主要障碍，因为早期心肺复苏（CPR）和除颤是提高生存率两个最重要因素。在丹麦，多项举措已将旁观者心肺复苏术提高到77%，并且在2018年紧急医疗服务（EMS）到来之前，所有OHCA患者中有9%被旁观者除颤。然而，丹麦建立了一个全国性的AED登记处，2017年登记了近20000个AED（350个AED/10万名居民），需要采取新的举措来增加对公众可用的AED的使用，以进一步提高OHCA后的旁观者除颤机会和生存率。

激活心脏骤停附近的志愿者公民有可能增加公共和住宅场所的旁观者心肺复苏术和除颤。通过短信或智能手机应用程序（应用程序）激活公民响应者正变得越来越普遍，但人们对公民响应者系统如何及何时最有效地工作知之甚少。因此，国际复苏联络委员会和美国心脏协会2017年9月在丹麦首都地区实施了使用app-dispatch的公民响应系统（人口180万）。

本研究提出假说，当公民响应者在EMS之前到达时，与公民响应者没有先到达的患者相比，更大比例的患者将接受旁观者干预[心肺复苏和（或）除颤]。这项前瞻性观察性研究调查了在使用智能手机应用程序实施公民响应系统的第一年期间公民响应者在EMS之前到达与旁观者心肺复苏术和旁观者除颤之间的关联性。本研究还调查了活跃的公民响应者中自我报告的身体伤害和心理影响。

### 一、方法

#### 1. 研究设置和设计

在这项前瞻性观察性研究中，分析了2017年9月1日至2018年8月31日期间在丹麦首都地区激活公民响应者的连续性OHCA病例。该地区拥

有180万居民，面积为2559平方公里，包括城市和农村地区。每年大约发生1500起OHCA，相当于每10万名居民中有83起。丹麦首都地区由1个紧急调度中心和2层EMS系统（包括救护车）提供服务（基本生命支持）和配备医生的车辆（高级生命支持）。指示紧急调度员引导呼救者开始CPR（调度辅助CPR），并在可行时指导其他旁观者取回最近的可访问AED。紧急调度员还可以致电附近AED的联系人，并鼓励他们将在AED运送到OHCA位置。EMS人员有义务根据Utstein的OHCA标准完成院前医疗记录，其中旁观者或EMS或AED在EMS到达之前已启动复苏。所有报告表格都经过审查，以确保数据的质量和准确性。

#### 2. 丹麦AED网络

丹麦AED网络是一个全国性的网络，用于绘制丹麦所有自愿注册的AED的确切位置和有关可访问性的详细信息。该网络与丹麦的所有紧急调度中心相连，在研究初期包括丹麦首都地区的大约5000台ED（108台AED/10万名居民/1000km），其中32%的AED可在24公顷的范围内使用1天，1周7天。

#### 3. 市民响应者

公民响应者是通过应用程序自愿注册的人。必须年满18岁，并且强烈建议进行心肺复苏术和（或）AED培训，但并非强制性注册。2017年7月开始通过社交媒体、电视广告和报纸广告招募公民响应者。截至9月1日，已有1030名公民响应者注册，另外还有22087名在研究期间注册（1284名公民响应者/10万名居民）。注册时的中位年龄为34岁（Q1、Q3；25、46岁），50.7%为男性，26.0%为医疗保健专业人员。在所有公民响应者中，98.6%的人报告在注册前接受了心肺复苏术培训。

#### 4. 市民响应系统

公民响应系统基于智能手机应用程序技术（Heartrunner应用程序），并与丹麦AED网络相连。它于2017年9月1日在覆盖整个丹麦首都地区的应急调度中心实施。在疑似OHCA的情况下，应急调度中

心与2级EMS系统一起启动公民响应者。该系统可在最大半径1.8km内识别多达20名市民响应者（对应于最长15分钟的响应时间，默认速度为2m/s[4.5mph]）。补中描述了研究期间的应用程序调整。紧急调度员被指示不要在涉及创伤、自杀和8岁以下儿童的心脏骤停，以及发生在疗养院或不安全环境中的心脏骤停中激活公民响应者。接受警报的市民响应者被派去直接前往OHCA位置并开始/协助进行心肺复苏术或取回最近的可访问AED。该应用程序仅指使用来自AED网络的可访问性信息在警报时可访问的AED。

#### 5. 调查和汇报

警报响起90分钟后，所有激活的公民响应者都会通过短信收到电子调查的链接。如果缺少响应，则会在第二天发送提醒。市民响应者被问及他们是否在EMS之前到达，他们是否进行了心肺复苏术，是否应用了AED，以及AED是否提供了电击。最后，他们报告身体伤害和（或）心理影响程度。心理影响按从未受到影响到严重影响的5个等级报告。如果公民响应者报告受到严重影响，卫生保健人员会与他们联系并进行汇报。

#### 6. 研究人群

本研究纳入了2017年9月1日至2018年8月31日期间激活公民响应者的所有疑似OHCA。本研究排除了丹麦心脏骤停登记处确认的非真正心脏骤停的病例，以及没有公民响应者的病例。所有病例均从院前医疗记录中得到验证，本研究排除了具有明显死亡迹象的OHCA，创伤、溺水或自杀，EMS目击猝倒和OHCA有拒绝复苏要求或没有EMS继续复苏的迹象。缺少EMS响应时间的情况和没有任何相应调查响应的情况也被排除在外。

#### 7. 数据源

丹麦心脏骤停登记处根据Utstein标准提供了年龄、性别和心脏骤停信息：首次记录的心律（如果EMS将无脉性室性心动过速/心室颤动记录为第一心律，则定义为可电击，或者如果患者是EMS到达前由AED除颤）、目击状态、猝倒位置、EMS响应时间（定

义为从派遣EMS到车辆在现场停车的时间，而不是在患者身边）、旁观者心肺复苏术、旁观者除颤和自主循环恢复。所有旁观者干预都报告了旁观者心肺复苏术和旁观者除颤，因此也可能包括随机旁观者，而不仅仅是公民响应者。从丹麦民事登记系统获得了30天的存活率。

有关公民响应者的信息（性别、年龄、职业、CPR培训、注册时间）和来自警报的调度信息（时间戳、位置、与警报的交互）可从应用服务器获得。响应警报（接受、拒绝或拒绝）的公民响应者被报告为“已响应”。接受警报或接受警报超过5分钟后拒绝的被报告为“接受”。相比之下，那些接受警报然后在5分钟内拒绝的人被报告为“拒绝”。从一开始就拒绝警报的公民响应者被报告为“拒绝”。从市民响应者到AED和OHCA位置的距离使用选择警报时最后更新的坐标计算为直线距离。

#### 8. 研究成果

本研究的主要结果是旁观者心肺复苏术和旁观者除颤。选择身体伤害和心理影响程度作为安全结果。

#### 9. 暴露因素

至少有1名公民响应者报告在EMS之前到达OHCA位置的案例被归类为“公民响应者首先到达”。这些案例与没有公民响应者报告在EMS之前到达的案例进行了比较，归类为“EMS先到”。在这两组中，随机旁观者可能会在市民响应者和EMS之前提供心肺复苏术和除颤。因此，旁观者心肺复苏术和旁观者除颤包括随机旁观者和公民响应者的参与。为了评估仅公民响应者的参与，使用了该调查。如果调查答复与丹麦心脏骤停登记处的信息不一致，则认为登记处是正确的。

#### 10. 统计分析

分类变量以比例和百分比表示，并在适当时使用卡方检验或Fisher精确检验进行分析。由于数据的偏态分布，连续变量被表示为具有四分位数边界的中位数，并使用Kruskal-Wallis检验进行分析。逻辑回归分析用于检验在EMS之前到达的公民响应者与旁观者

联。结果显示为具有95%置信区间的未经调整的OR。总体进行描述性分析，并按EMS响应时间分层为3组：<5分钟、5~10分钟和>10分钟。统计显著性水平定义为2侧 $P < 0.05$ 。统计分析在SAS Enterprise Guide 7.1版（SAS Institute Inc., Cary, North Carolina）中进行，数据在R 3.6.0版和RStudio, Inc., 1.0.153版，2009—2017中进行。

### 二、结果

#### 1. 派遣市民响应者

公民响应系统在819例疑似OHCA病例中启动。其中，有438例经证实的心脏骤停符合进一步分析的条件。在42.0%（ $n=184$ ）中，至少有1名公民响应者在EMS之前到达。

在纳入的438个案例中，6836名公民响应者收到了警报[每个警报的中位数为20（Q1，Q3；10，20）个响应者]。共有50.9%（ $n=3480$ ）响应了警报，46.6%（ $n=1623$ ）接受了警报[中位数3（Q1，Q3；2，5）每个警报]。在向公民响应者发出警报的8.0%（ $n=35$ ）的案例中，没有公民响应者接受警报。在接受警报的所有公民响应者中，每个警报的中位数为2名公民响应者（Q1，Q3；1，2）被直接发送到OHCA位置进行心肺复苏术，另外2名公民响应者（Q1，Q3；1，3）被派去取回AED该应用程序确认警报的所有公民响应者都收到了调查，75.3%（ $n=2746$ ）回复了。重要的是，接受警报的所有公民响应者中有86.3%（ $n=1401$ ）回答了调查。在这些公民响应者中，82.0%（ $n=1149$ ）报告已到达OHCA地点，33.2%（ $n=381$ ）在EMS之前到达。

#### 2. 心脏骤停特征和结果

在EMS之前公民响应者到达的184例中，79.9%（184例中的147例）发生在住宅区，并且EMS响应时间更长[中位数07:08（分钟：秒）与05:05（分钟：秒）相比， $P < 0.001$ ]（表1）。当公民响应者在EMS之前到达时，旁观者CPR的百分比显著更高，为85.3%（184名中的157名）与76.8%（254名中的195名）相比， $P=0.027$ ，并且观察到旁观者除

下转第7版

### 上接第6版

颤百分比增加了3倍,21.2% (184名中的39名)与6.7%(254名中的17名)相比, $P < 0.001$ 。当公民响应者在EMS之前到达时,发现30天生存率增加,尽管没有统计学意义,分别为16.1% (184名中的29名)和13.1% (254名中的32名), $P=0.38$  (表1)。

### 3. 根据EMS响应时间得出的结果

根据EMS响应时间对OHCA进行分层时,响应时间增加的公民响应者更有可能在EMS之前到达:EMS响应为23.3% (150名中的35名)、46.7% (229名中的107名)和71.2% (59名中的42名)时间分别为 $< 5$ 分钟、 $5 \sim 10$ 分钟和 $> 10$ 分钟。仅在公民响应者首先到达的 $5 \sim 10$ 分钟组中观察到旁观者CPR的百分比显著更高(87.9对77.9%, $P=0.047$ ),而观察到旁观者组的除颤百分比更高且不断增加响应时间最长, $5 \sim 10$ 分钟组(21.5%对10.7%, $P=0.026$ )和 $> 10$ 分钟组(31.0%对0%, $P=0.012$ )。本研究发现30天生存率随着EMS响应时间的增加没有统计学上的显著差异:11.8%对14.5%, $< 5$ 分钟组的 $P=0.78$ ,16.2%对12.8%, $5 \sim 10$ 分钟组的 $P=0.48$ ,19.5%对5.9%, $> 10$ 分钟组的 $P=0.26$ 。

### 4. 对公民响应者的心身影响

完成有关身体伤害问题的630名公民响应者中的1名报告说受伤需要住院治疗(跑到OHCA地点时下肢骨折)。3名报告轻微受伤,无须治疗,另外2名报告在前往OHCA地点的途中身体受伤的风险。1名报告说有受伤或受伤的风险,但没有进一步的细节。在完成心理影响问题的公民响应者中,1.4% (1621名中的22名)报告他们受到严重影响,其中3名需要专业跟进。大多数被激活的公民响应者,99.0% (1618名中的1602名)希望在被派遣后继续作为公民响应者注册。

### 三、讨论

这项前瞻性观察性研究提高了有关实施应用程序派遣的公民响应者以启动CPR和除颤的知识。本研究发现在所有OHCA中,42%的公民响应者在EMS之前到达。当市民响应人员在EMS之前到达时,观察到的旁观者

表1 公民响应者在EMS之前到达OHCA (公民响应者首先到达)的OHCA和EMS在公民响应者之前到达(EMS先到)的OHCA的心脏骤停特征

	公民响应者首先到达 ( $n=184$ )	EMS最先到达 ( $n=254$ )	缺失
年龄,岁	71 (64, 81)	72 (61, 80)	11
男性	125 (69.1)	167 (67.9)	11
住宅OHCA位置	147 (79.9)	209 (82.3)	-
目击猝倒	97 (52.7)	144 (56.9)	1
可电击节律(VF/pVT)	61 (33.9)	68 (27.0)	6
从呼叫到EMS调度的时间, min:s	00:47 (00:33, 01:06)	00:45 (00:33, 01:07)	-
EMS派送至EMS车辆停车时间, min:s	07:08 (05:27, 09:45)	05:05 (04:00, 06:33)	-
EMS调度与市民响应调度的时间差, min:s	00:23 (00:00, 01:13)	00:51 (00:15, 01:59)	-
公民响应者与OHCA之间的距离, m	543 (301, 820)	528 (313, 797)	-
公民响应者、AED和OHCA之间的距离, m	754 (484, 1144)	740 (492, 1063)	-
EMS除颤	50 (27.2)	84 (33.1)	-
ROSC到达医院后	57 (31.0)	77 (30.4)	1
30天生存	29 (16.1)	32 (13.1)	14

注:值为中位数(Q1、Q3)、 $n$ (%)或 $n$ 。AED,自动体外除颤器;CPR,心肺复苏;EMS,紧急医疗服务;OHCA,院外心脏骤停;Q1, Q3,四分位数边界;ROSC,自主循环恢复;pVT,无脉性室性心动过速;VF,心室颤动

心肺复苏百分比和旁观者除颤百分比高3倍。此外,在EMS之前到达并执行CPR和(或)除颤的公民响应者的比例随着EMS响应时间的增加而增加。最后,只有极少数的公民响应者经历了严重的心理影响或身体伤害。本研究结果表明,通过智能手机应用程序派遣公民响应者与增加旁观者心肺复苏术和除颤有关,并且对公民响应者来说是安全的。

尽管目前许多国家正在实施激活志愿者公民的智能手机应用程序,以增加旁观者心肺复苏术和除颤并提高OHCA后的生存率,但来自此类系统的数据仍然很少。这是第一项描述从激活公民响应者到到达OHCA位置的完整链及与旁观者干预相关的研究,包括与EMS响应时间的关系。这很重要,因为它提供了准确评估公民响应系统作为EMS补充的机会。在荷兰,Zijlstra等人发现,与EMS相比,通过短信(短信响应者)派遣公民响应者时除颤时间缩短。短信响应者在前6分钟内完成了所有早期除

颤的7.3%。在本研究中,没有公民响应者到达现场的有效时间戳;因此,无法计算公民响应人员在EMS到达前多少分钟执行心肺复苏术或除颤。然而,当市民响应者在EMS之前到达时,旁观者除颤的总体百分比为21.2%,而EMS最先到达时为6.7%。这可以与丹麦心脏登记处(包括丹麦所有5个地区)的旁观者除颤百分比相比,2017年为6.4%,2018年为9.3%。在这项研究中,10.3%的市民响应者在EMS之前到达的病例中进行了除颤,这可能影响了观察到的旁观者除颤百分比的增加。当市民响应者首先到达时,旁观者CPR的百分比也增加到85.3%,而EMS最先到达时为76.8%。2018年,丹麦所有地区的旁观者CPR为77.5%。与欧洲和北美的其他国家相比,这一数字更高。瑞典的一项随机试验发现,通过短信派遣公民响应者,旁观者的心肺复苏率可以从48%提高到62%。这表明,即使在旁观者CPR比例较高的国家,公民响应系统也可能是

有益的,而旁观者CPR比例较低的地区可能会因公民响应系统而受益更多,从而提高公民意识并激励完成CPR课程。

本研究表明,当公民响应者在EMS之前到达心脏骤停患者时,随着EMS响应时间的增加,对结果的影响更大。这表明公民响应者在EMS响应时间较长的地区具有更大的潜力,专业的第一响应者似乎也是如此,例如警察和消防员。然而,农村地区通常拥有较少的可公开使用的AED,并且可以注册为公民响应者的居民较少,这可能导致距离更长并影响公民响应系统在这些环境中的效果。本研究的设置包括城市和农村地区,但当EMS首先到达时,EMS响应时间中位数很短,为5分钟,这可能没有给市民响应者足够的时间来取AED并在EMS之前到达。

本研究发现,当公民响应者在EMS之前到达时,旁观者除颤的百分比增加了2倍多,本研究发现30天生存率增加了,尽管没有统计学意义

(16.1%对13.1%, $P=0.38$ )。然而,这项研究报告了实施公民响应系统后1年的观察数据,并没有能力发现这种差异。在瑞典派遣公民响应者的随机试验中,他们发现旁观者心肺复苏术有所增加,但30天生存率没有显著增加(11.2%对8.6%, $P=0.28$ )。Pijls等人的一项观察性研究发现公民响应者对短信警报做出反应的出院OHCA患者比未响应生存机会高出2.8倍。在德国,Stroop等人发现,如果公民响应者开始CPR与接受EMS的患者相比,公民响应者的响应时间比EMS更短(4分钟对7分钟),并且出院时的存活率更高(18%对7%)。但他们发现生存率没有统计学上的显著差异。这强调了公民响应者和随机旁观者报告旁观者干预的重要性,因为公民响应者可以在EMS之前到达,但如果随机旁观者已经在场执行CPR和(或)除颤,则可能不执行CPR和(或)除颤。

### 对公民响应者的心身影响

公民响应者自愿参加OHCA复苏,并且大多数人都接受过CPR培训。与经历OHCA的随机旁观者相比,这可能会使他们更不容易受到心理困扰。在本研究中,只有不到2%的人在报告心理影响时受到严重影响。与Zijlstra等人的研究相比,这一比例较低。其中13%的人经历过短期严重的心理影响,但没有人经历过在短信回复者中评估的长期严重痛苦。尽管在本研究中没有调查长期压力,但本研究结果表明,公民响应者是一个有弹性的人群,公民响应者计划在本研究的环境中实施似乎是安全的。尽管如此,应该提供汇报计划以向有需要的人提供支持。

### 结论

在基于智能手机应用程序的公民响应系统实施后的第一年,42.0%的OHCA中的公民响应者在EMS之前到达。在EMS之前到达的公民响应者与旁观者心肺复苏术的概率增加有关,并且旁观者除颤的概率增加了2倍多。包括随机试验在内的进一步研究对于确定派遣的公民响应者对OHCA后生存的影响是必要的。

(中山大学孙逸仙纪念医院  
急诊科文才编译)

## 飞机上和飞机外旅客发生心脏骤停的事件及其机制和结局

【据《Journal of the American Heart Association》2021年10月报道】题：飞机上和飞机外旅客发生心脏骤停的事件，及其机制和结局（美国华盛顿大学作者 Neal A. Chatterjee 等）

**背景：**航空旅行提供了在自动体外除颤器（AED）随时可用的情况下评估心脏骤停复苏情况和结局的机会。

**方法和结果：**研究队列包括2004年1月1日至2019年12月31日期间在西雅图-塔科马国际机场间乘坐飞机并接受紧急医疗服务（EMS）治疗的≥18岁的患者。主要结果包括EMS前的治疗（心肺复苏，应用AED），自主循环的恢复，以及出院后的存活情况。在16年的研究期间，在EMS到达前发生了143例OHCA，34例（24%）发生在飞机上，109例（76%）发生在飞机外。心脏病（81%）是最常见的停搏机制。大多数心脏骤停患者是旁观者目击的，并呈现出可电击的节律；与飞机上相比，这些特征在飞机外的OHCA中更常见（目击者：89% vs 74%，电击：72% vs 50%）。无论在哪里，EMS前的治疗中心肺复苏和AED应用是常见的。与飞机上的OHCA相比，飞机外的OHCA具有更高的自主循环恢复率（68% vs 44%）和3倍的出院存活率（44% vs 15%）。在EMS到达之前，所有飞机上存活的OHCA患者都应用了AED进行除颤。

**结论：**当类推整个航空业时，本研究估计美国每年发生350起与航空旅行相关的OHCA事件，全球每年约发生2000起，其中近1/4发生在飞机上。

如果早期进行了心脏骤停干预措施，包括快速心脏骤停的识别、AED应用和CPR，这些患者是可以有机会幸存的。

**关键词：**自动体外除颤器，心脏骤停，心肺复苏

每年，全球有约50亿乘客乘坐商业航空公司的航班。航空旅行通过一系列机制与高危心血管事件联系在一起，包括心肺压力增加，自主神经功能紊乱及诱导凝血功能改变等。对于院外心脏骤停（OHCA）的患者，成功地复苏需要一系列综合行动，包括早期心脏骤停的识别，及时心肺复苏（CPR）和除颤，高级生命支持和复苏后护理等。航空旅行的区别在于可能影响复苏结局

的环境。公共环境、多名旁观者及可使用的自动体外除颤器（AED），这些有利特征与获取后勤和便利治疗的挑战之间取得了平衡，特别是在飞机上时。事实上，航空旅行一直被认为是实施和创新复苏指导方针以更好地实现早期CPR和除颤的机会。2004年联邦航空局要求所有美国商业航空公司配备AEDs的立法强化了复苏战略。然而，人们对飞机上OHCA事件的特征、救治及结局知之甚少。在这项研究中，本研究在2004年联邦政府要求之后的16年里评估了飞机上和飞机外的OHCA事件，重点是心脏骤停的病因、飞机上的救治和临床结局。

本研究队列包括在2004年1月1日至2019年12月31日期间在西雅图-塔科马国际机场乘坐飞机的≥18岁患者，他们在飞机上和飞机外都出现了非创伤性OHCA，并接受了紧急医疗服务（EMS）的治疗。支持本研究结果的数据均在合理要求下从相应的作者处获得。尽管重点集中在那些在飞机上心脏骤停的人，本研究还是对那些在机场因临床情况而在飞机外出现心脏骤停的患者情况、救治和结局，因为这些患者来自相同的旅行者群体。EMS系统保存记录了研究群体中所有接受EMS治疗的OHCA患者的信息，包括在西

雅图-塔科马国际机场接受治疗的所有OHCA患者。EMS救治包括由配备AED的接受过急救技术培训的消防员提供的基本生命支持，以及由接受过节律识别、手动除颤、插管和静脉药物治疗培训的医护人员提供的高级生命支持。恢复自主循环的患者将被转运至配备有冠脉造影，重症监护，以及目标温度管理等治疗条件的医疗机构进行治疗。

本研究通过调度报告、EMS患者护理报告、住院记录和死亡证明来收集患者的基本信息、所处环境、心脏骤停前的心电节律（由公共通道除颤器应用程序或EMS做出的最早节律识别）、心脏骤停病因、临床护理和结局。临床结局包括入院时的存活率、出院时的存活率和出院时的脑功能分级。本研究使用西雅图-塔科马国际机场的官方旅客计数，估计了飞机上和飞机外总体的OHCA发生率，并以特定比率外推全国和全球旅客量。这项研究得到了华盛顿大学和西雅图公共卫生和金县审查委员会的批准。免除了知情同意的要求。

在16年的研究期间，在EMS到达机场之前，有34例OHCA发生在飞机上，109人发生在飞机外，每年有2500万名旅客。表格呈现了飞机上和飞机外心脏骤停的数据，并按初始心电节律进行了分层。总体上看，

患者平均年龄约65岁；82%是男性。心脏疾病是飞机上（76%）和飞机外（83%）心脏骤停的最常见的潜在机制。与飞机外OHCA相比，飞机上OHCA被目击的占比较小（74% vs 89%），初始节律呈现可电击节律的占比也较小（50% vs 72%）。

旁观者CPR和AED应用在飞机上和飞机外的OHCA中都很常见（表1）。对于飞机上的OHCA，在EMS到达之前，34例患者中有24例（71%）应用了机载AED，其中15例（88%）发现有可电击的节律。在飞机以外的情况下，109例心脏骤停患者中60例（55%）使用了公共除颤器，其中大部分公共除颤器由非专业人员使用（35/60），其余的由现场执法人员使用（25/60）。在EMS救治后，与飞机上相比，飞机外的OHCA自主循环的恢复更常见（68% vs 44%）。

在入院的88例患者中，飞机外和飞机上的OHCA在停搏后救治方面没有差异，包括目标体温管理、冠状动脉造影和经皮冠状动脉介入治疗（表1）。总体而言，与在飞机上接受OHCA治疗的患者相比，飞机外接受治疗的患者的出院存活率是前者的3倍（44% vs 15%）。在飞机上的OHCA患者中，只有在EMS到达之前接受了旁观者发起的CPR和AED除颤的人，才能观察到存活出院。

这项对美国一个主要机场的16年评估为评估航空旅行有关的OHCA对公众健康的影响提供了一个机会。将研究结果外推到全国和全球航空旅行，本研究估计，美国每年有约350例OHCA患者，全球有约2000例，其中1/4发生在飞机上。大多数航空旅客都表现出室颤的初始可电击OHCA节律，提示这一人群发生心脏骤停主要是心脏机制。

这项研究强调了早期生存链对提高生存率的潜力。大多发生OHCA的航空旅客在EMS到达之前接受了CPR和AED应用。重要的是，在飞机上的OHCA幸存者中接受了旁观者CPR和AED除颤的患者是一致的，这表明在这种特殊情况下的存活可能特别依赖于这些基础治疗。相反，心脏骤停的及时识别在飞机上不如飞机外常见，就像可电击的节律表现一样。这些因素，加上在飞机上进行CPR更受限的空间（在摆脱受限空间时因中断心肺复苏可能进一步加重损害），可能是导致两组患者存活率差异的部分原因。还有少部分患者并没有应用到AED，鉴于航空旅行环境中不一定配备有AED，这给航空机构在改善OHCA患者救治方面提供了潜在机会。考虑到飞机上OHCA的发病率，心脏骤停的主要机制，以及可观察到的存活率，本研究结果可为飞机配备AEDs和培训机组人员复苏技能的合法性和程序性的努力提供支持。简而言之，飞机上确实会发生OHCA事件，并且患者有存活可能。

本研究限制包括在一个拥有高质量复苏基础设施的地区对单个国际机场对OHCA进行评估，这可能会限制研究结果的推广能力。缺乏对航空公司和机场员工的复苏培训的细节，以及未应用AED的具体解释。最后，对于飞机上的心脏骤停，EMS记录中没有预先说明飞行的细节，包括航班是否改变了方向。

目前的调查表明，世界各地每年有数千名航空旅客死亡，其中近1/4发生在飞机上。对于飞机上的OHCA，早期CPR和AED除颤是成功复苏的重要部分，在这种独特和具有挑战性的环境中应该得到重视。

（中山大学孙逸仙纪念医院  
急诊科文才 编译）

表1 2004年至2009年飞机上和飞机外心脏骤停患者的特征、发病机制及结局

基础特征	飞机上			飞机外		
	合计	可电击	不可电击	合计	可电击	不可电击
小组人数, n (%)	34	17 (50)	17 (50)	109	78 (72)	31 (28)
年龄, 岁	65±21	70±19	64±22	65±16	65±14	65±18
男性, n (%)	27 (79)	15 (88)	12 (71)	90 (83)	68 (87)	22 (71)
心源性*, n (%)	26 (76)	16 (94)	10 (59)	90 (83)	74 (95)	16 (52)
旅客状态, n (%)						
进站	22 (65)	7 (41)	15 (88)	37 (34)	23 (29)	14 (45)
出站	9 (26)	7 (41)	2 (12)	19 (17)	13 (17)	6 (19)
不明	3 (9)	3 (18)	0 (0)	53 (49)	42 (54)	11 (35)
目击, n (%)	25 (74)	14 (82)	11 (65)	97 (89)	73 (94)	24 (77)
EMS到达前的治疗, n (%)						
旁人CPR	30 (88)	16 (94)	14 (82)	85 (78)	63 (81)	22 (71)
使用AED	24 (71) <sup>†</sup>	15 (88)	9 (53)	60 (55)	48 (62)	12 (39)
AED除颤	13 (54)	13 (87)	0 (0)	42 (70)	41 (85)	1 (8)
开通静脉通路	2 (6)	1 (6)	1 (6)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
吸氧	4 (12)	1 (6)	3 (18)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
肾上腺素	4 (12) <sup>‡</sup>	2 (12)	2 (12)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
其他药物 <sup>§</sup>	2 (6)	1 (6)	1 (6)	1 (1)	1 (1)	0 (0)
在EMS救治后恢复自主循环, n (%)	15 (44)	9 (53)	6 (35)	74 (68)	57 (73)	17 (55)
到达医院	15 (44)	9 (53)	6 (35)	73 (67)	56 (72)	17 (55)
医院住院治疗, n (到达医院%)						
TTM	8 (53)	3 (33)	5 (83)	29 (40)	23 (41)	6 (35)
冠状动脉造影	7 (47)	6 (67)	1 (17)	45 (62)	43 (77)	2 (12)
PCI	2 (13)	2 (22)	0 (0)	17 (23)	17 (30)	0 (0)
存活出院, n (%)	5 (15)	5 (29)	0 (0)	48 (44)	42 (54)	6 (19)
出院时神经功能良好 (CPC1或2)   , n (出院%)	5 (100)	5 (100)	...	45 (94)	40 (95)	5 (83)

AED, 自动体外除颤器;CPC, 脑功能类别;CPR, 心肺复苏;EMS, 紧急医疗服务;PCI, 经皮冠状动脉介入治疗;TTM, 目标温度管理。<sup>†</sup>停搏原因是在查阅调度记录、EMS记录和医院记录后判定的;<sup>‡</sup>所有飞机上的心脏骤停都使用了飞机上的AED;<sup>§</sup>4名接受肾上腺素的人中, 2名通过静脉注射肾上腺素, 另外2名通过肌肉注射接受了肾上腺素;<sup>||</sup>其他药物包括阿托品、碳酸氢钠、葡萄糖和硝酸甘油;<sup>||</sup>在脑功能分类中, 1, 代表良好的脑功能;2, 代表中度脑功能障碍;3, 严重脑残疾;4, 昏迷或植物状态;5, 死亡