

第三代心肺复苏机在院外心脏骤停中的效果评价

黄淳君 陈国锋 叶森 李子龙 方雅 俞夏娣 史科佳 徐杰丰 曹庆清

【摘要】目的 比较第三代心肺复苏机和标准人工按压在院外心脏骤停患者中的复苏效果。**方法** 本研究为前瞻性单中心随机对照实验。研究对象为余姚市人民医院急诊科 2015 年 10 月至 2017 年 9 月接收的院外心脏骤停患者，转入急诊抢救室后随机分为人工按压组和机械按压组。比较两组间的复苏持续时间、自主循环恢复率、4 h 生存率及出院时的神经系统恢复率。**结果** 共有 95 例院外心脏骤停患者符合入组标准，其中机械按压组 53 例，人工按压组 42 例。机械按压组的自主循环恢复率、4 h 生存率明显高于人工按压组 ($P < 0.05$)，但两组间的复苏持续时间及出院时神经系统恢复率差异无统计学意义。**结论** 相对于标准徒手胸外按压，第三代心肺复苏机明显改善院外心脏骤停患者的复苏成功率和短期生存率。

【关键词】 心脏骤停；院外心脏骤停；心肺复苏；胸外按压；人工胸外按压；机械胸外按压；心肺复苏机；自主循环恢复

The effects of the third-generation mechanical chest compressor on outcomes of cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: a prospective trial Huang Chunjun, Chen Guofeng, Ye Sen, Li Zilong, Fang Ya, Yu Xiadi, Shi Kejia, Xu Jiefeng, Cao Qingqing
Department of Emergency Medicine, Yuyao People's Hospital, Medical School of Ningbo University, Yuyao, 315400, China
Corresponding author: Chen Guofeng, Email: yycgf007@sina.com

【Abstract】Objective To investigate the effects of the third-generation mechanical chest compressor on outcomes of cardiopulmonary resuscitation in patients with out-of-hospital cardiac arrest.
Methods The patients with out-of-hospital cardiac arrest from October 2015 to September 2017 in the Yuyao peoples' hospital were included and divided randomly into 2 groups: manual chest compression group and mechanical chest compression group. The duration of resuscitation, the rate of restoration of spontaneous circulation (ROSC), 4-h survival rate and the rate of survival getting to hospital discharge with favorable neurological status of two groups were analyzed.
Results A total of 95 patients with out-of-hospital cardiac arrest were included. The rate of ROSC and 4-h survival was significantly increased in the mechanical chest compression group compared with the manual chest compression group ($P < 0.05$). There was no remarkable difference in the duration of resuscitation and the rate of survival getting to hospital discharge with favorable neurological status between 2 groups.
Conclusions The third-generation mechanical chest compressor significantly improves the rate of ROSC and the short-term survival in patients with out-of-hospital cardiac arrest.

【Key words】 Cardiac arrest; Out-of-hospital cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Chest compression; Manual chest compression; Mechanical chest compression; Mechanical chest compressor; Restoration of spontaneous circulation

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2018.04.016

基金项目：浙江省医药卫生科技计划（2015DTA014）

作者单位：315400 浙江省余姚，宁波大学医学院附属余姚市人民医院急诊科，宁波大学医学院急诊医学研究所

通信作者：陈国锋，Email: yycgf007@sina.com

2013 年美国心脏病协会对于高质量的心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 做了许多重要推荐, 其中之一就是高质量的胸外按压^[1,2]。由于传统的人工胸外按压受到环境和人力的限制, 以机械按压代替徒手按压的心肺复苏机得到了一定发展^[3-5]。目前临床上应用最广泛的心肺复苏机是第一代的 LUCAS 和第二代的 AutoPulse。但是, 近几年的几项大规模多中心随机对照研究发现, 这两种心肺复苏机并未改善院外心脏骤停 (out-of-hospital cardiac arrest, OHCA) 患者的生存率和神经系统预后^[6-8]。

近年美国 Weil 危重医学研究院推出了第三代心肺复苏机 (Weil MCC, 中国香港 Sunlife 公司), 其采用了全胸腔包裹式的三维按压方式, 在心前区按压的基础上同时挤压胸腔 (图 1)。目前, 该心肺复苏机已在国内批准上市并被本院引入。在本课题中, 我们采用前瞻性随机对照研究的方法比较了 Weil MCC 和标准人工按压在 OHCA 患者中的复苏效果。这是首次在临床上评估第三代心肺复苏机在 OHCA 治疗中的作用, 同时为机械按压在临床上的使用策略提供重要数据。



图 1 第三代心肺复苏机 (Weil MCC)

Fig 1 Third-generation mechanical chest compressor (Weil MCC)

1 资料与方法

1.1 一般资料

以余姚市人民医院急诊科 2015 年 10 月至 2017 年 9 月接收的 OHCA 患者为研究对象。排除标准为: 创伤所致的心脏骤停、年龄小于 18 岁、孕妇、送至医院急诊科已恢复自主心律、体型不适合机械按压。本研究严格遵守本院伦理委员会的相关规定, 并由家属代签知情同意书。

1.2 研究分组及方法

OHCA 患者均由 120 急救车转入, 转送过程中采用徒手心肺复苏。转入急诊抢救室后随机分为

人工按压组和机械按压组。所有患者立即进行气管插管, 人工气囊辅助呼吸 (10~12 次/min), 并立即予心电监护监测生命体征, ePAQ (中国香港 Sunlife 公司) 监测呼吸末二氧化碳分压 (end-tidal CO₂, ETCO₂)。除了按压方式外, 所有心肺复苏过程中的药物治疗及流程参照 2015 年美国心脏病协会心肺复苏指南高级生命支持。

在人工按压组, 胸外按压由 2~3 名获得美国心脏病协会高级心肺复苏资格证书的医务人员进行。要求按压频率为 100~120 次/min, 按压深度为 5~6 cm, 尽可能保证每次按压后胸廓回弹, 避免不必要的按压中断。由 LinkCPR (中国香港 Sunlife 公司) 监测复苏过程中的按压深度和频率并反馈给按压者, 以便于按压者随时调整。按压每 2 min 检查心律, 同时更换按压人员, 中断时间需在 10 s 以内。在机械按压组, 患者进入抢救室后立即进行 Weil MCC 心肺复苏机安装, 安装时间在 1 min 以内, 安装完成后立即进行机械按压。机械按压频率为 100~120 次/min, 按压深度为 3.8~5.2 cm。按压过程中需注意按压位置偏离。按压每 2 min 检查心律, 判断时间需在 10 s 以内。

恢复自主循环 (restoration of spontaneous circulation, ROSC) 的标准: 脉搏和血压恢复, ETCO₂ 突然持续增加 (通常 ≥ 40 mmHg)^[9-10]。所有复苏成功超过 4 h 的患者均转入急诊重症监护病房进行心脏骤停后治疗, 其中包括目标温度 34 °C 并持续约 24 h 的目标温度管理。心脏骤停后治疗方案也参照 2015 年美国心脏病协会心肺复苏指南。

1.3 研究指标

本研究设计部分参照 LINC 研究, 第一终点为复苏后 4 h, 第二终点为患者出院并伴有良好的神经系统功能^[11]。4 h 存活标准为恢复自主循环 4 h 后存在脉搏和血压。神经系统功能的判断采用脑功能分级评分 (cerebral performance category, CPC), CPC 1-2 级为神经系统功能良好, 具体评分方法见表 1。记录患者的一般资料, 包括年龄、性别、可能的病因、120 反应时间、发现心脏骤停至入院的时间、到院时心律、除颤次数, 比较两组间的复苏持续时间、ROSC 率、4 h 生存率及出院时的神经系统恢复率。

1.4 统计学方法

使用 SPSS22.0 统计软件进行分析。计量资料符合正态分布时以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 两

组间均数比较采用 *t* 检验；不符合正态分布时，用中位数和四分位数表示，采用秩和检验。计数资料以例数及百分数表示，采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

表 1 脑功能分级评分
Table 1 Cerebral performance category, CPC

脑功能分级评分	
CPC 1	脑功能好，清醒，生活自理，可有轻度发音异常、偏瘫及颅神经异常
CPC 2	中度脑功能异常，清醒，部分生活自理，有明显偏瘫及颅神经异常
CPC 3	重度脑功能异常，清醒，需他人照顾，存在辨认障碍、严重偏瘫、记忆缺失
CPC 4	昏迷，植物状态，无意识，无认知
CPC 5	死亡或脑死亡

注：CPC1~2 级为神经系统功能良好；CPC3~4 级为神经系统功能不佳

2 结果

2.1 入组患者一般资料

共有 95 例 OHCA 患者符合入组标准，其中机械按压组 53 例，人工按压组 42 例。两组间年龄、性别、可能的病因、120 反应时间、发现心脏骤停至进院的时间、到院时心律、除颤次数均无显著差别，具有可比性（表 2）。

表 2 两组患者一般情况
Table 2 Baseline data of patients in two groups

指标	机械按压组 (n=53)	人工按压组 (n=42)	P 值
年龄 (岁)	68 (47-82)	71 (56-79.5)	0.317
男性	73.6% (39/53)	78.6% (33/42)	0.635
可能病因			
循环系统	62.3% (33/53)	66.7% (28/42)	0.487
呼吸系统	9.4% (5/53)	16.7 (7/42)	
溺水	15.1% (8/53)	9.5% (4/42)	
中毒	0	0	
其他	13.2% (7/53)	7.1% (3/42)	
120 反应时间 (min)	17 (15-20) (n=39)	18 (10-20) (n=30)	0.465
发现心脏骤停至进院的时间 (min)	30 (30-50) (n=41)	30 (27.5-60) (n=32)	0.356
到院时心律			
室颤	9.4% (5/53)	7.1% (3/42)	0.793
无脉性电活动	47.2% (25/53)	42.9% (18/42)	
心搏停止	43.4% (23/53)	50.0% (21/42)	
除颤次数			
0 次	79.2% (42/53)	92.9% (39/42)	0.389
1 次	11.3% (6/53)	2.4% (1/42)	
2 次	3.8% (2/53)	2.4% (1/42)	
3 次	3.8% (2/53)	2.4% (1/42)	
4 次及以上	1.9% (1/53)	0	

2.2 复苏结果

机械按压组的 ROSC 率、4 h 生存率明显高于人工按压组 ($P < 0.05$)，但两组间的复苏持续时间及出院时神经系统恢复率无明显差别（表 3）。

3 讨论

本研究发现，相对于标准徒手心肺复苏，第三代心肺复苏机明显提高了 OHCA 患者的复苏成功率及短期生存率，但未改善近期的神经系统预后。

尽管这是一个第三代心肺复苏机的小样本随机对照研究，但对比前两代，Weil MCC 对 4 h 生存率的改善还是体现了一定优势。由于采用全胸腔包裹式的方式，既往在猪的心肺复苏模型上发现，Weil MCC 能够在复苏过程中获得更好的冠状动脉灌注压、ETCO₂、颈动脉血流以及胸腔负压，用更少的按压深度实现同样的灌注效果，肋骨骨折等并发症比例大幅降低^[12-13]。此外，其构造小巧便携，使得移动不间断的心肺复苏成为可能，适用于复杂环境下的院前急救及转运。

在神经系统结局方面，Weil MCC 并未提高出院时的神经系统恢复率。其中的原因除了 Weil MCC 本身对神经系统结局的影响外，我国相对落后的公共卫生急救系统和大众急救意识也可能是重要因素。目前已知心脏骤停超过 4 min 即可造成大脑不可逆损伤，骤停时间越长，复苏成功率越低^[14-15]。本研究发现我们的 120 反应时间中位数为 17 min，和发达国家（中位数 10 min）还是有不小的差距；由于 Weil MCC 并未装备于院前，开始机械按压的时间即在入院后（中位数 30 min），也远高于国外研究（中位数 15 min）^[7]。这些因素均降低 OHCA 患者的复苏成功率和神经系统预后。

本研究存在一定的局限性。首先，较小的样本量可能使结论存在一定的偏倚，同时难以对两组复苏成功患者进行统计分析和比较，有待于进一步的大样本研究；其次，由于心脏骤停的突发性和抢救的急迫性，难以获得全面的患者病史体征及检查资料，同时对院前的相关数据（如精确的心脏骤停时间、目击者 CPR 情况等）收集不够充分，可能对一般情况的分析和组间可比性造成影响；最后，由于 120 急救车中急救人员的限制（单人）和按压反

表 3 两组患者复苏结果
Table 3 The resuscitation outcomes

指标	机械按压组 (n=53)	人工按压组 (n=42)	P 值
复苏持续时间, min	30 (30-35)	30 (30-36.25)	0.156
ROSC 率	18.9% (10/53) ^a	4.8% (2/42)	0.040
4 h 生存率	15.1% (8/53) ^a	2.4% (1/42)	0.036
出院神经系统恢复率 (CPC1-2 分)	5.7% (3/53)	2.4% (1/42)	0.429

注：CPC 脑功能分级评分；与人工按压组比较，^a $P < 0.05$

馈设备的缺乏,难以保证在院前转运过程中的高标准胸外按压,因而在将来的研究中,将 Weil MCC 推广至院前可获得更可靠的数据,并使 OHCA 患者进一步获益。

参 考 文 献

- [1] Meaney PA, Bobrow BJ, Mancini ME, et al. Cardiopulmonary Resuscitation Quality: Improving Cardiac Resuscitation Outcomes Both Inside and Outside the Hospital. A Consensus Statement from the American Heart Association[J]. *Circulation*, 2013, 128(4): 417-435. DOI: 10.1161/CIR.0b013e31829d8654.
- [2] Wang J, Zhuo C, Zhang L, et al. Performance of cardiopulmonary resuscitation during prolonged basic life support in military medical university students: A manikin study[J]. *World J Emerg Med*, 2015, 6(3): 179-185. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.03.003.
- [3] 丁雨润,葛晓利,潘曙明,等.机械复苏的研究与进展[J].*中华急诊医学杂志*, 2015, 24(8): 915-917. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.08.027.
- [4] 李伟,于学忠.机械胸外按压:主力还是替补?[J].*中华急诊医学杂志*, 2015, 24(10): 1186-1189. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2015.10.037.
- [5] Chen S. Advances in clinical studies of cardiopulmonary resuscitation[J]. *World J Emerg Med*, 2015, 6(2): 85-93. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2015.02.001.
- [6] Hallstrom A, Rea TD, Sayre MR, et al. Manual chest compression vs use of an automated chest compression device during resuscitation following out-of-hospital cardiac arrest: a randomized trial[J]. *JAMA*, 2006, 295(22): 2620-2628. DOI: 10.1001/jama.295.22.2620.
- [7] Rubertsson S, Lindgren E, Smekal D, et al. Mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation vs conventional cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest: the LINC randomized trial[J]. *JAMA*, 2014, 311(1): 53-61. DOI: 10.1001/jama.2013.282538.
- [8] Perkins GD, Lall R, Quinn T, et al. Mechanical versus manual chest compression for out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised controlled trial[J]. *Lancet*, 2015, 385(9972): 947-955. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)61886-9.
- [9] Field JM, Hazinski MF, Sayre MR, et al. Part 1: executive summary: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. *Circulation*, 2010, 122(18 Suppl 3): S640-656. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.110.970889.
- [10] Neumar 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: S315-367. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000252.
- [11] Rubertsson S, Silfverstolpe J, Rehn L, et al. The study protocol for the LINC (LUCAS in cardiac arrest) study: a study comparing conventional adult out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation with a concept with mechanical chest compressions and simultaneous defibrillation[J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2013, 21: 5. DOI: 10.1186/1757-7241-21-5.
- [12] Castillo C, Young C, Bisera J, et al. Miniaturized chest compressor[J]. *Crit Care Med*, 2004, 32(9 Suppl):S366-368. DOI: 10.1097/01.CCM.0000134261.41520.A7.
- [13] Chen W, Weng Y, Wu X, et al. The effects of a newly developed miniaturized mechanical chest compressor on outcomes of cardiopulmonary resuscitation in a porcine model[J]. *Crit Care Med*, 2012, (40): 3007-3012. DOI: 10.1097/CCM.0b013e31825d924d.
- [14] Sun S, Weng Y, Wu X, et al. Optimizing the duration of CPR prior to defibrillation improves the outcome of CPR in a rat model of prolonged cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2011, 82 Suppl 2: S3-7. DOI: 10.1016/S0300-9572(11)70144-7.
- [15] Stiell IG, Wells GA, Field B, et al. Advanced cardiac life support in out-of-hospital cardiac arrest[J]. *N Engl J Med*, 2004, 351(7): 647-656. DOI: 10.1056/NEJMoa040325.

(收稿日期: 2018-12-07)

(本文编辑: 何小军)