

## • 发明与专利 •

## 一种便携式胸外心脏按压仪的设计

姜亚威 王健 张晓琳 刘寒雪

解放军总医院第八医学中心重症医学科, 北京 100091

通信作者: 张晓琳, Email: luckylin77@163.com

**【摘要】** 心肺复苏(CPR)指南强调:在抢救心搏骤停患者实施 CPR 时,应尽早启动胸外心脏按压;同时强调用力按压,快速按压,使胸廓充分回弹,尽量减少按压中断时间。现有机械复苏装置存在按压位置容易偏移、价格昂贵、不易搬动及活塞易脱位等问题;而徒手 CPR 因高强度的体力损耗,会导致胸外按压深度和频率随着 CPR 时间延长而下降,从而造成 CPR 失败;此外,非专业医护人员进行 CPR 时,大多存在按压位置有偏差、按压深度不准确、胸壁回弹不理想等问题。基于以上因素,解放军总医院第八医学中心重症医学科的医护人员以国际 CPR 指南为标准,根据正负压 CPR 原理,设计了一种便携式胸外心脏按压仪,并获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 2018 2 1173254.3)。该装置由定位吸盘、弹性体、固定壳体及按压组件等组成,能够达到快速准确地对胸外心脏按压定位、按压深度可视、胸廓充分回弹的效果,具有便携、操作简单、适用人群广泛、适用场合多样的特点。

**【关键词】** 心肺复苏; 胸外按压; 设计**基金项目:** 国家实用新型专利(ZL 2018 2 1173254.3)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210108-00019

**Design of a portable external cardiac compression device**

Jiang Yawei, Wang Jian, Zhang Xiaolin, Liu Hanxue

Department of Medical Intensive Care Unit, the Eighth Medical Center of the Chinese People's Liberation Army General Hospital, Beijing 100091, China

Corresponding author: Zhang Xiaolin, Email: luckylin77@163.com

**【Abstract】** Cardiopulmonary resuscitation (CPR) guidelines emphasize that external chest compressions should be started as soon as possible when CPR is performed in patients with cardiac arrest. Moreover, those guidelines stress on fast and hard compressions to make the chest fully rebound and minimize non-pressing time. Current mechanical recovery device has several problems such as displacement of the pressing position, high price, difficult to move, and easy dislocation of piston. Because of the physical loss of high-intensity unarmed CPR, the depth and frequency of external chest compression will decrease with the extension of CPR time, leading to CPR failure. Besides, there are other problems caused by non-professional staff, such as the deviation of compression position, the inaccuracy of compression depth and the unsatisfactory rebound of the chest wall. Based on the above factors, the medical staff from the intensive care unit of the Eighth Medical Center of the Chinese People's Liberation Army General Hospital designed a portable external chest cardiac compressor based on international CPR guidelines which obtained the National Utility Model Patent of China (ZL 2018 2 1173254.3). The portable external chest cardiac compressor is composed of a positioning sucker, elastic body, mounting shell, and pressing components. Rapid and accurate compression positioning, visible compression depth and full chest rebound can be achieved. This device is mobile, easy to operate, and suitable for a broad crowd and various occasions.

**【Key words】** Cardiopulmonary resuscitation; Chest compression; Design**Fund program:** National Utility Model Patent of China (ZL 2018 2 1173254.3)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20210108-00019

心搏骤停发病率逐年增高,我国每年约有 54.4 万例心搏骤停患者<sup>[1]</sup>,且绝大多数发生在院外<sup>[2]</sup>,医务人员难以及时抢救,而心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)开始时间与抢救成功率呈正相关。第一时间实施有效的 CPR 可显著提高心搏骤停患者复苏成功率,最终提高生存率<sup>[3]</sup>。现有机械复苏装置能保持一定的按压频率和幅度,消除施救者因疲劳或其他因素导致的操作变动,延长高质量 CPR 时间,多由专业医务人员于医院内使用。但机械复苏装置存在的问题,如 CPR 过程中按压位置移动造成胸骨骨折、价格昂贵、难以搬动(因体积、重量的限制)及活塞易脱位等,限制了

临床应用<sup>[4]</sup>。徒手 CPR 因高强度的体力损耗,会导致胸外按压深度和频率随着 CPR 时间延长而下降<sup>[5]</sup>。胸骨下陷距离难以测量与控制、压力垂直度不一致是影响 CPR 成功率的重要因素<sup>[6]</sup>。对自己操作技能无信心、担心胸外按压定位不准确、担心胸外按压导致骨折等,是影响 CPR 实施的重要因素<sup>[7]</sup>。此外,非专业医护人员进行 CPR 时,存在按压位置有偏差、按压深度不准确、胸壁回弹不理想等问题。针对上述情况,本科医护人员设计了一种便携式胸外心脏按压仪,并获得了国家实用新型专利(专利号:ZL 2018 2 1173254.3),现将该装置的结构、使用方法及优势介绍如下。

## 1 便携式胸外心脏按压仪的设计

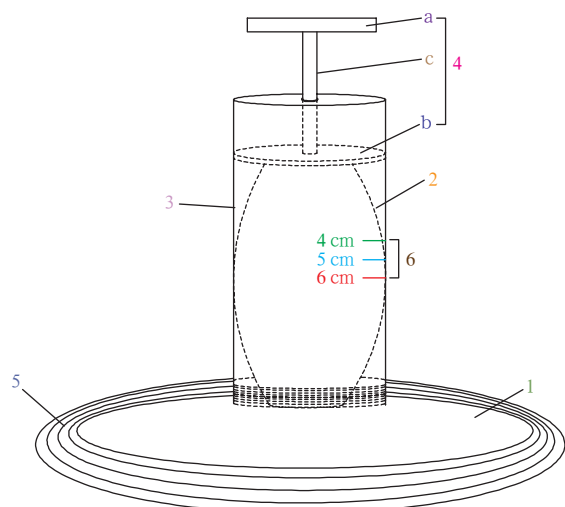
便携式胸外心脏按压仪主要由定位吸盘(图 1-1)、弹性体(图 1-2)、固定壳体(图 1-3)及按压组件(图 1-4)组成。

**1.1 定位吸盘:** 定位吸盘为圆形结构,透明硅胶材质,吸盘上设有以胸骨中线为中心定位左右等量的刻度(图 1-5)。成人 CPR 按压部位为两乳头连线中点,以两乳头为坐标能够实现快速准确定位。

**1.2 弹性体:** 弹性体为与固定壳体尺寸相适应的弹性装置,装设于固定壳体内,下端宽度与成人胸骨宽度相适应,宽度为 4 cm,高度为 12 cm 左右。

**1.3 固定壳体:** 固定壳体采用透明材质,为下端敞口结构,固定壳体的下端能与定位吸盘活动相连。在固定壳体外壁设有朝向定位吸盘方向的弹性体下压深度标识,并用不同颜色以示区分(图 1-6)。

**1.4 按压组件:** 按压组件由按压手柄(图 1-4a)、与固定壳体尺寸相适应的阻力板(图 1-4b)以及连接条(图 1-4c)组成。阻力板装设于弹性体的上方,且固定于固定壳体内。



注: 1 为定位吸盘, 2 为弹性体, 3 为固定壳体, 4 为按压组件 (a 为按压手柄, b 为阻力板, c 为连接条), 5 为刻度 (代表吸盘中点至各同心圆的距离, 单位为 cm), 6 为弹性体下压深度标识

图 1 便携式胸外心脏按压仪的结构示意图

## 2 便携式胸外心脏按压仪的使用方法

在抢救心搏骤停患者时,快速暴露患者的胸廓,以两乳头为坐标,弹性体下端长轴与胸骨平行贴合,使定位吸盘吸附于患者胸部,以尽量减少更换抢救人员造成的按压中断,缩短中断时间。根据胡可定律,弹性体可将向下按压的力度转换成相应的压缩变形,进而传导作用于患者胸骨上;而弹性体本身的弹性回缩力会在按压松弛期恢复到原来的水平,进而实现胸壁充分回弹,增加回心血量。根据国际 CPR 指南对胸外心脏按压深度的要求以及相关文献资料的说明,不同体型患者体质量与目标按压力度存在对应关系(表 1)<sup>[8-9]</sup>。将弹性体下压至不同深度,即 4、5、6 cm,对应的成人目标按压力度分别为 32、41、50 kg。按压组件引导胸外按压的方向,防止按压方向偏离。

表 1 不同体型成人胸外心脏按压目标力度<sup>[9]</sup>

| 体型 | 大概体质量(kg) | 目标按压力度(kg, $\bar{x} \pm s$ ) |
|----|-----------|------------------------------|
| 偏瘦 | 55        | 32 $\pm$ 5                   |
| 中等 | 75        | 41 $\pm$ 5                   |
| 偏胖 | 90        | 50 $\pm$ 5                   |

## 3 便携式胸外心脏按压仪的优点

便携式胸外心脏按压仪具有以下优点: ① 操作简单,易掌握,适用于未经专业急救技能培训的人员; ② 定位吸盘可确保按压位置的稳定性及准确性; ③ 弹性体可保证胸壁充分回弹; ④ 体积小,造价低廉,可定点放置于公共场所,发生紧急情况时可迅速开展准确有效的 CPR,具有良好的社会效益。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参考文献

- [1] 曹林生, 廖玉华. 心脏病学 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010: 925-926.
- [2] Cao LS, Liao YH. Cardiology [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2010: 925-926.
- [3] Herlitz J, Bang A, Ekström L, et al. A comparison between patients suffering in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest in terms of treatment and outcome [J]. J Intern Med, 2000, 248 (1): 53-60. DOI: 10.1046/j.1365-2796.2000.00702.x.
- [4] 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/CIRCULATION.AHA.110.970889.
- [5] 中国研究型医院学会心肺复苏学专业委员会. 2016 中国心肺复苏专家共识 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (12): 1059-1079. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.002.
- [6] Cardiopulmonary Resuscitation Specialized Committee of Chinese Research Hospital Association. 2016 national consensus on cardiopulmonary resuscitation in China [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (12): 1059-1079. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.12.002.
- [7] 张重阳, 王耀辉, 刘洪伟, 等. 基于 Utstein 模式下徒手 CPR 与萨勃心肺复苏器 CPR 在急诊科应用效果的比较 [J]. 中华危重病急救医学, 2017, 29 (10): 937-939. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.10.015.
- [8] Zhang CY, Wang YH, Liu HW, et al. Comparative study for effects of bare-handed CPR with Thumper cardiopulmonary resuscitator CPR in emergency department based on "the Utstein style" [J]. Chin Crit Care Med, 2017, 29 (10): 937-939. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2017.10.015.
- [9] 刘丽丽, 黄坚强, 陈晓蕾, 等. 萨勃心肺复苏器在心搏骤停肥胖患者中的应用 [J]. 中华危重病急救医学, 2016, 28 (7): 659-660. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.07.021.
- [10] Liu LL, Huang JQ, Chen XL, et al. Application of Thumper cardiopulmonary resuscitator for obese patients with cardiac arrest [J]. Chin Crit Care Med, 2016, 28 (7): 659-660. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2016.07.021.
- [11] 朱永福, 李雪梅, 车颖华, 等. 志愿者对呼吸心搏骤停患者实施现场救治的意愿分析: 心肺复苏培训前后结果比较 [J]. 中国中西医结合急救杂志, 2019, 26 (2): 184-186. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.012.
- [12] Zhu YF, Li XM, Che YH, et al. Willingness analyses on volunteers to perform on-site rescue for patients with apnea and cardiac arrest: comparison of results before and after cardiopulmonary resuscitation training [J]. Chin J TCM WM Crit Care, 2019, 26 (2): 184-186. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.012.
- [13] Boyle AJ, Wilson AM, Connolly K, et al. Improvement in timing and effectiveness of external cardiac compressions with a new non-invasive device: the CPR-Ezy [J]. Resuscitation, 2002, 54 (1): 63-67. DOI: 10.1016/s0300-9572(02)00049-7.
- [14] 吴建刚, 贾建革, 武文君, 等. 手动胸外按压复苏仪的研制 [J]. 中国医疗设备, 2014, 29 (12): 36-38. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2014.12.010.
- [15] Wu JG, Jia JG, Wu WJ, et al. Development of manual external chest compression cardiopulmonary resuscitation device [J]. Chin Med Dev, 2014, 29 (12): 36-38. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1633.2014.12.010.

(收稿日期: 2021-01-08)