

## 一种可供 DSA 心肺复苏抢救装置的制作与应用

程继芳 董铭琦 温春杰 俞斌 钱维明

浙江大学医学院附属第二医院心血管介入中心, 杭州 310009

通信作者: 钱维明, Email: 2191039@zju.edu.cn

基金项目: 2021 年浙江卫生健康科技计划项目(2021ky718); 2021 年浙江省教育厅一般科研项目(Y202147337)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.03.028

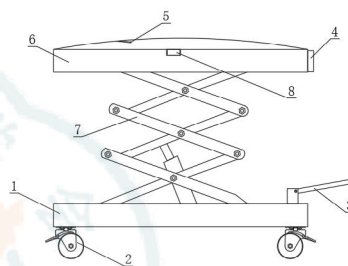
数字血管造影技术(digital subtraction angiography, DSA)是一种使 X 射线序列图片中的血管可视化的强大技术, 已广泛应用于心脑血管、外周血管等介入领域, 尽管介入技术目前趋于成熟, 但由于疾病本身、操作技术等原因, 术中可能突发心脏骤停等严重并发症, 一旦发生, 生存率仅有 4.3%~10.4%<sup>[1-2]</sup>。

传统心肺复苏培训以跪在地上实施心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)为主。介入手术抢救过程中患者多为卧床, 需要医护人员在 DSA 导管床边站立进行 CPR 抢救。目前 DSA 床呈“七”字形, 床尾部为升降部位, 而床前部为悬空, 只能承受 125 kg 重量, CPR 抢救时导管床会随胸外按压而摆动, 出现胸外按压垂直部位偏移, 同时按压疲劳感随着按压时间增加, 导致按压有效性明显降低<sup>[3-5]</sup>。为克服上述不足, 本团队研制一种用于 DSA 心肺复苏抢救装置(国家实用新型专利: ZL202021485041.1), 应用于介入术中 CPR 抢救, 经临床验证效果良好, 现报告如下。

### 1 资料与方法

#### 1.1 可供 DSA 心肺复苏抢救装置的制作

DSA 心肺复苏抢救装置(简称装置)整体为剪叉式升降平台, 由不锈钢材质制作而成, 如图 1 所示。装置包括底座、万向轮、与 DSA 床相接触的支撑平台、进行升降的脚踏板、防护框、释压开关、剪叉、液压杆。其中支撑平台上设置压力感受器, 侧表面安装液晶显示屏, 内有语音播放模块及防护机构(防护机构包括防护框、防护板和挡块); 防护机构对液晶显示屏进行遮挡与防护; 支撑机构对液晶显示屏起到支撑作用, 减小液晶显示屏在支撑平台侧表面时所受的负荷, 减少 DSA 床的摆动, 并显示按压力度及频率。CPR 抢救时, DSA 抢救装置会与 DSA 机头相碰撞, 应先将 DSA 机头退出曝光区域, 一旦胸外按压后患者血压明显回升, 大动脉搏动恢复, 护士应立即撤出心肺复苏抢救装置, 将 DSA 机头移至手术区域, 继续手术。



1. 底座; 2. 万向轮; 3. 脚踏板; 4. 防护框; 5. 释压开关; 6. 支撑平台; 7. 剪叉; 8. 压力感受器

图 1 可供 DSA 心肺复苏抢救装置设计图

#### 1.2 应用对象

选取 28 名心内科临床医护人员作为受试者, 均接受过基本生命支持或急救的相关课程和培训, 身体健康, 工作经验 5 年, 具有临床心肺复苏抢救经验。

#### 1.3 应用方法

模拟介入术中 CPR 抢救情景, 采用挪度 310016 款高级半身复苏安妮模型, 带有指示灯, 选取 28 名医护人员利用高级复苏模型进行三组心肺复苏测试, 每位受试者分别进行 3 次 CPR 测试, 每次完成 2 min × 5 个循环(胸外按压: 通气次数 30 : 2)的基本生命支持测试。① A 组直接在地面上按压; ② B 组在 DSA 床板上按压; ③ C 组采用 DSA 心肺复苏抢救装置(装置放置于 DSA 床板下面)。为保证受试者的疲劳程度在 3 次按压时一致, 每次测试间隔 1 h, 所有数据将记录在复苏安妮模拟人电脑系统中。

#### 1.4 评价指标

1.4.1 胸外按压指标 CPR 胸腔按压反馈仪同步采集胸外按压深度、按压频率, 并输出 CPR 的数据回顾分析, 根据统计全程按压深度、频率等质控数据并形成按压质控数据趋势图, 进行全程或局部数据分析。

1.4.2 按压效果达标率 选取 28 个获得基本生命支持资质者作为实验人员, 每位实验员完成 A、B、C 三组 CPR 测试, 分别记录每次按压指示灯效果, 得出按压效果达标率。

1.4.3 评估受试者主观疲劳程度 研究显示疲劳程度是影

响 CPR 抢救质量的主要原因之一<sup>[6-7]</sup>。参考自认劳累分级表 (rating of perceived exertion, RPE) 评分标准<sup>[8]</sup>进行自我评分, 见表 1。每分钟结束前 5 s 询问受试者, 根据 RPE 进行自我评分。

表 1 自认劳累分级表

疲劳程度	评分
非常轻松	6~8
很轻松	9~10
轻松	11~12
稍累	13~14
累	15~16
很累	17~18
筋疲力尽	19~20

1.4.4 评价标准 参考美国心脏协会 2018 版 CPR 指南<sup>[9-10]</sup>:

①按压深度: 5~6 cm; ②按压频率: 100~120 次/min; ③按压部位: 两乳头连线中点; ④按压手法: 把手掌根部放在两乳头连线中点位置, 掌根部重叠, 双手十指交叉相扣, 双臂垂直向下按压。

## 1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 统计学软件处理数据, 定性资料以例数、百分比 (%) 表示, 定量资料若符合正态分布 (Shapiro-Wilk 检验,  $P \geq 0.05$ ), 以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 若不符合正态分布 (Shapiro-Wilk 检验,  $P < 0.05$ ), 以中位数和四分位数 [ $M(Q_1, Q_3)$ ] 表示。三组按压深度、按压频率呈正态分布, 比较采用单因素方差分析 (One-way ANOVA), 用 Bonferroni 法进行事后两两比较; 按压效果达标率不符合正态分布, 比较采用非参数检验即 Kruskal-Wallis  $H$  检验 (多样本秩和检验) 进行分析, 用 Bonferroni 法进行事后两两比较; 劳累分级为分类资料, 用卡方检验 (Fisher 确切概率) 进行比较。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 三组按压深度、频率、效果达标率和疲劳程度比较

A、B、C 三组之间按压深度差异有统计学意义 ( $P=0.047$ ); 按压频率、按压效果达标率、劳累程度分级均存在差异, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。劳累程度方面, C 组劳累度评分显著低于 A 组和 B 组。见表 2。

进行两两比较分析后发现, 在按压深度方面, 尽管三组混合差异有统计学意义, 但 A 组、B 组和 C 组两两比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 按压频率方面, A 组和 C 组结果均优于 B 组 ( $P < 0.05$ ), A 组和 C 组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 按压效果达标率方面, A 组和 C 组结果均优于 B 组, 差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), A 组和 C 组比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ ), 见表 3。

表 2 三组按压模式下效果及劳累程度对比分析

指标	A 组	B 组	C 组	F/H 值	P 值
按压深度 (cm) <sup>a</sup>	55.4 $\pm$ 4.38	52.68 $\pm$ 4.19	54.64 $\pm$ 3.74	3.183	0.047
按压频率 (次/min) <sup>a</sup>	108.7 $\pm$ 6.27	115.39 $\pm$ 6.18	109.07 $\pm$ 5.23	11.311	<0.001
按压效果达标率 (%) <sup>b</sup>	93 (92, 96)	90.5 (89, 93)	94 (90, 97)	12.601	0.002
劳累评分 (分) <sup>c</sup>				14.250	0.007
2 分	0 (0)	2 (7.1)	5 (17.9)		
3 分	19 (67.9)	20 (71.4)	23 (82.1)		
4 分	9 (32.1)	6 (21.4)	0 (0)		

注: <sup>a</sup> 为  $\bar{x} \pm s$ ; <sup>b</sup> 为  $M(Q_1, Q_3)$ ; <sup>c</sup> 为例 (%)

表 3 三种按压模式两两比较结果

指标	A 组 vs. B 组	A 组 vs. C 组	B 组 vs. C 组
按压深度	$P=0.051$	$P=1.000$	$P=0.233$
按压频率	$P < 0.001$	$P=1.000$	$P < 0.001$
按压效果达标率	$P=0.006$	$P=1.000$	$P=0.007$

## 3 讨论

### 3.1 DSA 抢救装置对胸外按压指标的影响

心脏骤停一直以来都是导致患者死亡的最严重急症<sup>[11]</sup>。2017 年美国心脏协会 (AHA) 心肺复苏指南中又再次强调胸外按压在 CPR 中的重要性, 胸外按压的质量是提高 CPR 成功率的保障<sup>[12]</sup>。高质量胸外按压包括快速用力按压、使胸廓充分回弹、减少按压中断等要素<sup>[13]</sup>。大量临床数据显示, 按压深度  $>5$  cm 能获得更好的复苏效果<sup>[14]</sup>, 但对于按压深度上限的研究并不充分<sup>[15]</sup>。自行设计的 DSA 抢救装置包括底座、驱动与支撑平台、压力感受器等, 能够减少介入术中 CPR 时 DSA 床的摆动, 并显示按压力度及频率, 有效提高 CPR 的有效性。

### 3.2 DSA 抢救装置对按压效果达标率的影响

研究结果显示, 站式按压深度较跪式更深, 跪式按压频率较站式更快, 2015 年、2018 年 AHA 复苏指南均指出胸外按压深度至少 5 cm, 频率在 100~120 次/min, 随着要求的提高, 对于操作者来说要达到指南所设定的标准增加了难度<sup>[10,16]</sup>。在抢救过程中, 站立时操作者使用上半身力量垂直下压, 往往忽略将导管床调至合适高度, 造成按压位置偏移、晃动, 影响胸外心脏按压质量<sup>[17]</sup>。DSA 抢救装置支撑机构对液晶显示屏起到支撑作用, 减小平台侧表面所受的负荷, 进而达到稳定效果, 保证按压深度达到高质量 CPR 的标准。有专家认为, 按压达标率与按压者的专注度、施救的复杂性等因素有关<sup>[18-19]</sup>, 故未来研究应针对按压者的专注度等展开调查, 并及时实施措施。

### 3.3 DSA 抢救装置对疲劳程度的影响

胸外按压质量随着 CPR 时间的延长而下降, 其中疲劳程度是最主要的原因<sup>[20]</sup>, 研究显示站式按压较跪式更易让人产生按压疲劳<sup>[17]</sup>。护士和医生在使用 DSA 抢救装置抢

救时,在按压省力度、按压有效性上都有较好的提升,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。建议未来在心肺复苏技能培训中改进培训方法、丰富培训技巧,从而增强培训效果,提升 CPR 质量。

综上所述,本实验中在对按压质量(包括按压深度、按压频率、按压效果达标率)的比较分析中,C组在按压效果达标率、按压频率方面显著优于B组,同时减轻医护人员的主观疲劳程度,降低 CPR 按压时因主观疲劳中途换人按压的次数,进而减少胸外按压中断频率,提高 CPR 抢救效率。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] 胡盛寿,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告 2018》概要[J]. 中国循环杂志,2019,34(3):209-220. DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2019.03.001.
- [2] Virani SS, Alonso A, Benjamin EJ, et al. Heart disease and stroke statistics-2020 update: a report from the American Heart Association[J]. Circulation, 2020, 141(9): e139-e596. DOI:10.1161/CIR.0000000000000757.
- [3] Yang ZF, Li H, Yu T, et al. Quality of chest compressions during compression-only CPR: a comparative analysis following the 2005 and 2010 American Heart Association guidelines[J]. Am J Emerg Med, 2014, 32(1): 50-54. DOI:10.1016/j.ajem.2013.09.043.
- [4] Enriquez D, Meritano J, Shah BA, et al. Fatigue during chest compression using a neonatal patient simulator[J]. Am J Perinatol, 2018, 35(8): 796-800. DOI:10.1055/s-0037-1620231.
- [5] Deakin CD, Sidebottom DB, Potter R. Can rescuers accurately deliver subtle changes to chest compression depth if recommended by future guidelines? [J]. Resuscitation, 2018, 124: 58-62. DOI:10.1016/j.resuscitation.2018.01.010.
- [6] Abelairas-Gómez C, Rey E, González-Salvado V, et al. Acute muscle fatigue and CPR quality assisted by visual feedback devices: a randomized-crossover simulation trial[J]. PLoS One, 2018, 13(9): e0203576. DOI:10.1371/journal.pone.0203576.
- [7] 曾瑞峰,张伟,陈维生,等.关于中医院住院医师规范化培训医生心肺复苏疲劳度的研究[J]. 临床急诊杂志,2018,19(3): 191-195. DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2018.03.012.
- [8] Borg G. Subjective effort in relation to physical performance and work capacity[M]//Pick HL. Psychology from research to practice. New York: Plenum Publishing, 1978.
- [9] 何亚荣,郑玥,周法庭,等.2020年美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南解读:成人基础/高级生命支持[J]. 华西医学,2020,35(11): 1311-1323. DOI:10.7507/1002-0179.202011084.
- [10] Soar J, Donnino MW, Maconochie I, et al. 2018 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science With Treatment Recommendations Summary. Circulation. 2018;138(23):e714-e730.
- [11] Hua W, Zhang LF, Wu YF, et al. Incidence of sudden cardiac death in China: analysis of 4 regional populations[J]. J Am Coll Cardiol, 2009, 54(12): 1110-1118. DOI:10.1016/j.jacc.2009.06.016.
- [12] 周明,何小军,郭伟,等.2017年美国心脏协会关于成人基本生命支持和心肺复苏质量的重点更新:美国心脏协会心肺复苏和心血管急救指南更新[J]. 中华急诊医学杂志,2017,26(12): 1371-1373. DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.12.006.
- [13] 陈永强.《2015年美国心脏协会心肺复苏及心血管急救指南更新》解读[J]. 中华护理杂志,2016,51(2): 253-256. DOI:10.3761/j.issn.0254-1769.2016.02.022.
- [14] Duval S, Pepe PE, Aufderheide TP, et al. Optimal combination of compression rate and depth during cardiopulmonary resuscitation for functionally favorable survival[J]. JAMA Cardiol, 2019, 4(9): 900-908. DOI:10.1001/jamacardio.2019.2717.
- [15] 曾瑞峰,殷雪莲,谭影霞,等.不同提示措施对中医院第1年规范化培训住院医师胸外按压质量的影响[J]. 中国中西医结合急救杂志,2019,26(2):192-196. DOI:10.3969/j.issn.1008-9691.2019.02.014.
- [16] 曹钰,李东泽,余海放,等.2018年美国心脏协会心肺复苏与心血管急救指南更新解读:抗心律失常药物在成人心脏骤停高级生命支持及自主循环恢复后的应用[J]. 华西医学,2018,33(11): 1352-1355. DOI:10.7507/1002-0179.201811067.
- [17] 凌传仁,武健,曾瑞峰,等.跪式和站式心肺复苏对胸外按压和球囊通气质量的影响[J]. 护理研究,2022,36(4): 747-749. DOI:10.12102/j.issn.1009-6493.2022.04.038.
- [18] Jäntti H, Silfvast T, Turpeinen A, et al. Influence of chest compression rate guidance on the quality of cardiopulmonary resuscitation performed on manikins[J]. Resuscitation, 2009, 80(4): 453-457. DOI:10.1016/j.resuscitation.2009.01.001.
- [19] Fletcher D, Galloway R, Chamberlain D, et al. Basics in advanced life support: a role for download audit and metronomes[J]. Resuscitation, 2008, 78(2): 127-134. DOI:10.1016/j.resuscitation.2008.03.003.
- [20] 刘远山,余凯,黄子通,等.利用模拟人研究操作者疲劳和心肺复苏质量相关性[J]. 实用医学杂志,2020,36(24): 3430-3433. DOI:10.3969/j.issn.1006-5725.2020.24.025.

(收稿日期:2022-05-30)

(本文编辑:张斯龙)