

## · 论著 ·

## 机械按压对心搏骤停患者自主循环恢复及预后的影响因素分析

张晓东 罗丽 项涛

(西南交通大学附属医院 成都市第三人民医院急诊科, 四川 成都 610031)

**【摘要】目的** 探讨机械按压对急诊科非创伤性心搏骤停患者自主循环恢复(ROSC)及预后的影响因素。**方法** 回顾性分析 2018 年 6 月 1 日—2019 年 12 月 31 日在急诊抢救室使用机械按压治疗的急性非创伤性心搏骤停患者的临床资料,根据心搏骤停患者心肺复苏(CPR)后是否发生 ROSC,分为 ROSC 组和非 ROSC 组,采用多因素 logistic 回归分析影响心搏骤停患者机械按压后 ROSC 及预后的影响因素。**结果** 单因素分析显示 CPR 持续时间 $\leq 30$  min,肾上腺素用量 $\leq 5$  mg,早期使用 Lucas 心肺复苏仪( $\leq 4$  min),入抢救室时 pH $>7.05$ ,Lucas 使用后 15 min 呼气末二氧化碳分压(PetCO<sub>2</sub>)是心搏骤停患者使用机械按压后 ROSC 的独立影响因素( $P<0.05$ )。经过多因素 logistic 回归分析校正混杂因素后最终显示 CPR 持续时间 $\leq 30$  min( $OR=283.489, 95\% CI 14.474 \sim 552.565$ ),早期使用 Lucas( $\leq 4$  min)( $OR=1.986, 95\% CI 0.298 \sim 13.223$ ),入抢救室时 pH $>7.05$ ( $OR=0.054, 95\% CI 0.005 \sim 0.589$ ),Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub> $>20$  mm Hg( $OR=0.005, 95\% CI 0.000 \sim 0.149$ )是机械按压后 ROSC 的保护因素( $P<0.05$ )。机械按压可以提高急诊科心搏骤停患者的 ROSC 率,早期使用 Lucas( $\leq 4$  min)和晚期使用 Lucas( $>4$  min)两组相比 ROSC 恢复后最终存活入院率相似,但早期组 4 h 存活率较好。**结论** 对于急诊非创伤性心搏骤停患者,早期使用机械按压可能提高急诊科非创伤性心搏骤停患者的 ROSC 率和 4 h 存活率。复苏时间,早期使用 Lucas,入抢救室时 pH 和 Lucas 使用 15 min 后 PetCO<sub>2</sub> 值与 ROSC 密切相关。

**【关键词】** 心肺复苏;心搏骤停;自主循环恢复;机械按压;Lucas**【DOI】** 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2021.08.016

## Analysis of Influence Factors for Mechanical Compressions on Return of Spontaneous Circulation and Prognosis in Patients with Cardiac Arrest

ZHANG Xiaodong, LUO Li, XIANG Tao

(Emergency Department, The Third People's Hospital of Chengdu, The Affiliated Hospital of Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China)

**【Abstract】Objective** To investigate the influence factors for mechanical compressions on return of spontaneous circulation(ROSC) and prognosis of patients with non-traumatic cardiac arrest(CA) in emergency department(ED). **Methods** Clinical data of patients with non-traumatic CA underwent mechanical compressions from June 1, 2018 to December 31, 2019 were analyzed retrospectively. Patients were divided into ROSC and non-ROSC group based on the presence of ROSC or not after CPR. Multivariate logistic regression analysis was used to analyze influence factors for ROSC and prognosis. **Results** Results of univariate analysis showed CPR duration $\leq 30$  min, epinephrine dosage $\leq 5$  mg, early use of Lucas( $\leq 4$  min), arterial blood pH $>7.05$  on arriving at ED, PetCO<sub>2</sub> $>20$  mm Hg after 15 min use of Lucas( $P<0.05$ ) were independent influence factors for ROSC in patients with CA underwent mechanical compressions. After adjustment for confounding factors, multivariate logistic regression analysis showed CPR duration $\leq 30$  min( $OR=283.489, 95\% CI 14.474 \sim 552.565$ ), early use of Lucas( $\leq 4$  min)( $OR=1.986, 95\% CI 0.298 \sim 13.223$ ), pH $>7.05$  on arriving at ED( $OR=0.054, 95\% CI 0.005 \sim 0.589$ ), PetCO<sub>2</sub> $>20$  mm Hg after 15 min use of Lucas( $OR=0.005, 95\% CI 0.000 \sim 0.149$ ) were protective factors for ROSC after mechanical compressions( $P<0.05$ ). Mechanical compression improved ROSC rate of CA patients in ED. Despite the final admission rates after survival for ROSC were similar between early( $\leq 4$  min) and late( $>4$  min) use of Lucas group, yet survival rate at 4 h was better in early group. **Conclusion** For patients with non-traumatic CA in ED, early use of mechanical compressions may improve ROSC rate and 4 h survival rate. CPR duration, early use of Lucas, arterial blood pH on arriving at ED and PetCO<sub>2</sub> after 15 min use of Lucas are closely related to the ROSC rate.

**【Key words】** Cardiopulmonary resuscitation; Cardiac arrest; Return of spontaneous circulation; Mechanical compressions; Lucas

基金项目:四川省卫生和计划生育委员会科研课题(18PJ323)

通信作者:项涛, E-mail: 1142752929@qq.com

共同第一作者:罗丽

中国心搏骤停患者心肺复苏 (cardiopulmonary resuscitation, CPR) 后整体病死率仍很高, 在北京存活出院率为 1.3%<sup>[1-2]</sup>。高质量的 CPR 能够提高心搏骤停患者自主循环恢复 (return of spontaneous circulation, ROSC), 高质量的胸外心脏按压是高质量 CPR 的核心, 人工按压质量和理想 CPR 的要求差距很大。多项临床研究发现受过培训的非专业人员或专业人员也有 50% 以上达不到美国心脏协会 (American Heart Association, AHA) CPR 指南要求, 并且人工按压 > 1 min 按压质量就会衰减, 4 min 后正确按压的比例就不足 30%<sup>[3]</sup>。机械按压可提供稳定的高质量胸外心脏按压, 与传统人工胸外心脏按压相比, 机械按压可持续性强, 能够避免医师体力耗竭, 在长时程 CPR 和救护车等特定场景下也能保证按压的有效及可持续<sup>[4]</sup>。尽管 AHA CPR 指南目前推荐使用机械按压的证据等级较低<sup>[5]</sup>, 但在美国、日本以及中国等多个国家使用机械按压的比例却越来越高<sup>[6-7]</sup>。某些研究显示院前心搏骤停采用机械按压与人工按压相比并不能显著改善患者预后<sup>[8-10]</sup>, 但也有研究表明机械按压在提高院内心搏骤停患者 ROSC 方面优于人工按压<sup>[11]</sup>。目前机械按压对心搏骤停患者 ROSC 及预后的影响因素仍缺少相关临床研究。本研究采用回顾性队列研究, 分析在急诊抢救室对非创伤性心搏骤停患者使用机械按压对 ROSC 率的影响因素, 为优化使用机械按压提供临床参考。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

本研究是一项在急诊室进行的单中心、回顾性的队列研究, 符合医学伦理学标准, 经成都市第三人民医院机构审查委员会和伦理委员会审查和批准。选择 2018 年 6 月 1 日—2019 年 12 月 31 日急诊收治的非创伤性心搏骤停患者作为研究对象。纳入标准<sup>[12-13]</sup>: (1) 年龄 ≥ 18 岁; (2) 急诊目击心搏骤停患者或院外心搏骤停患者在被送到急诊室时仍在持续进行 CPR; (3) 在急诊接受机械按压。排除标准<sup>[12-13]</sup>: (1) 心搏骤停到接受心脏按压时间 > 2 min; (2) 创伤性心搏骤停或窒息; (3) 孕妇; (4) 在到达急诊室前已经接受机械按压; (5) 数据缺失; (6) 患者家属拒绝治疗。

### 1.2 研究方法

#### 1.2.1 机械 CPR 流程及分组

所有患者在心搏骤停时立即接受人工胸外心脏按压, 直到 Lucas 心肺复苏仪 (lund university cardiopulmonary assist system, Lucas) 安装完成。机械 CPR 操作流程如图 1 所示。所有患者均接受气管插管、有创呼吸机辅助通气、监测呼气末二氧化碳分压 (partial pressure of end-tidal carbon dioxide, PetCO<sub>2</sub>)、肾上腺素等治疗。根据心搏骤停患者 CPR 后是否发生 ROSC, 分为 ROSC 组和非 ROSC 组。ROSC 定义为

恢复为窦性或室上性心律, 可触及大动脉搏动至少 20 min<sup>[6,9,12-16]</sup>。持续复苏 30 min 后, 若患者仍未恢复意识, 对外界刺激无反应, 瞳孔散大, 无光反射, 大动脉搏动无法触及, 血压测不出, 无自主呼吸, 则定义为复苏失败。

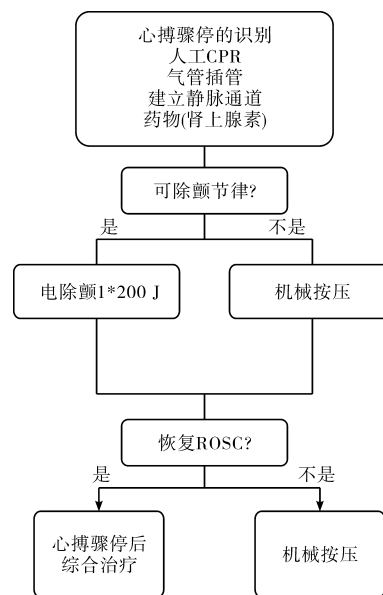


图 1 机械 CPR 流程

#### 1.2.2 数据收集

收集患者人口学和临床资料, 包括年龄、性别、基础疾病、心搏骤停病因 (心源性和非心源性)、首次监测心律 (可除颤心律和非除颤心律)、CPR 开始时间、CPR 持续时间、Lucas 安装时间、Lucas 开始按压时间、肾上腺素用量、插管成功后即刻及 Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub>、入抢救室时和使用 Lucas 15 min 后动脉血 pH 值。心搏骤停的病因分为心源性和非心源性。心源性心搏骤停包括急性心肌梗死和/或室性心动过速/心室颤动以及肺栓塞, 非心源性心搏骤停包括代谢、电解质失衡、呼吸或其他原因。首次监测心律指心搏骤停后经监护仪或除颤器最初记录到的心脏节律, 其中可除颤心律包括心室颤动和无脉性室性心动过速; 非除颤心律包括心脏停搏和无脉性电活动。CPR 开始时间指从患者发生心搏骤停到开始实施 CPR 的时间; CPR 持续时间指从开始实施 CPR 到终止 CPR 时间; Lucas 安装时间是指从最后一次人工按压结束至 Lucas 安装完成的时间; Lucas 开始按压时间指从开始 CPR 到 Lucas 开始按压的时间; 根据既往对心搏骤停患者人工 CPR 后 ROSC 的独立影响因素研究: 肾上腺素用量 ≤ 5 mg、CPR 时间 ≤ 30 min 是独立预测因素<sup>[17]</sup>; 插管成功后即刻 PetCO<sub>2</sub> > 10 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 3 kPa)、CPR 后 15 min PetCO<sub>2</sub> > 20 mm Hg 和入抢救室时 pH 值 > 7.05 能够预测人工 CPR 后的预后<sup>[18-19]</sup>; 根据本研究 68 例患者安装机械装置所用的时间平均为 20.5 s, 及之前国外研究中描

述的 21 s 安装时间<sup>[16]</sup>,本研究以 20 s 作为 Lucas 安装时间的截断值;因心搏骤停 CPR 中有“黄金 4 分钟”的共识,故以此作为 Lucas 开始按压时间的截断值,把  $\leq 4$  min 定义为早期组, $>4$  min 定义为晚期组。

### 1.2.3 观察指标

主要结局指标为 ROSC 率、4 h 存活率和存活入院率。按照是否恢复 ROSC 分析两组患者 ROSC 的影响因素。

### 1.3 统计方法

连续变量以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用  $t$  检

验进行比较。分类变量以百分比或率表示,并通过  $\chi^2$  检验进行比较。采用 SPSS 15.0 进行分析。对单因素分析有意义的危险因素 ( $P<0.05$ ) 再进行多因素的 logistic 回归分析,以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 影响心搏骤停患者机械按压后 ROSC 的单因素分析

由表 1 可见,两组患者 CPR 持续时间、肾上腺素用量、使用 Lucas 的早晚、入抢救室时 pH 和 Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub> 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。

表 1 影响心搏骤停患者机械按压后 ROSC 的单因素分析

	<i>n</i>	ROSC 组 ( <i>n</i> =40)	非 ROSC 组 ( <i>n</i> =28)	$\chi^2/t$	<i>P</i> 值
性别/[ <i>n</i> (%) ]					
男	39	23(58.97)	16(41.03)	0.001	1.000
女	29	17(58.62)	12(41.38)		
年龄(岁)/[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 60$	19	10(52.63)	9(47.37)	0.417	0.353
$>60$	49	30(61.22)	19(38.78)		
既往史/[ <i>n</i> (%) ]					
冠心病	22	14(63.63)	8(36.36)	0.106	1.000
慢性阻塞性肺疾病急性加重期	8	7(87.50)	1(12.50)	2.063	0.244
高血压	24	14(58.33)	10(41.67)	0.660	0.438
其他	26	19(73.08)	7(26.92)	1.292	0.304
心搏骤停病因/[ <i>n</i> (%) ]					
心源性	40	20(50.00)	20(50.00)	3.122	0.087
非心源性	28	20(71.43)	8(28.57)		
是否除颤/[ <i>n</i> (%) ]					
是	3	1(33.33)	2(66.67)	0.842	0.564
否	65	39(60)	26(40)		
肾上腺素用量/[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 5$ mg	22	22(100.00)	0(0.00)	22.765	$<0.001$
$>5$ mg	46	18(39.13)	28(60.87)		
CPR 时间/[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 30$ min	40	36(90.00)	4(10.00)	38.982	$<0.001$
$>30$ min	28	4(14.29)	24(85.71)		
安装 Lucas 时间/[ <i>n</i> (%) ]					
$<20$ s	27	17(62.96)	10(37.04)	0.317	0.379
$\geq 20$ s	41	23(56.10)	18(43.90)		
Lucas 开始按压时间/[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 4$ min	27	20(74.07)	7(25.93)	4.300	0.033
$>4$ min	41	20(48.78)	21(51.22)		
入抢救室时 pH/[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 7.05$	42	27(64.29)	15(35.71)	1.353	0.042
$>7.05$	26	13(50.00)	13(50.00)		
插管成功后即刻 PetCO <sub>2</sub> /[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 10$ mm Hg	23	11(47.83)	12(52.17)	1.735	0.145
$>10$ mm Hg	45	29(64.44)	16(35.56)		
Lucas 使用后 15 min PetCO <sub>2</sub> /[ <i>n</i> (%) ]					
$\leq 20$ mm Hg	16	1(6.25)	15(93.75)	23.870	$<0.001$
$>20$ mm Hg	52	39(75.00)	13(25.00)		

## 2.2 影响心搏骤停患者机械按压后 ROSC 的多因素 logistic 回归分析

以 CPR 后 ROSC 为因变量,以上述存在统计学差异的单因素为自变量,纳入 logistic 回归分析模型,量化赋值见表 2,多因素 logistic 回归分析见表 3。由表 2、表 3 可见 CPR 持续时间( $\leq 30$  min)、早期使用 Lucas( $\leq 4$  min)、入抢救室时 pH( $>7.05$ )和 Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub>值( $>20$  mm Hg)是机械按压 CPR 后 ROSC 的保护因素。

表 2 量化赋值表

变量	量化赋值
Lucas 开始按压时间	X <sub>1</sub> $\leq 4$ min = 1, $>4$ min = 0
CPR 时间	X <sub>2</sub> $\leq 30$ min = 1, $>30$ min = 0
Lucas 使用后 15 min PetCO <sub>2</sub>	X <sub>3</sub> $\leq 20$ = 1, $>20$ = 0
入抢救室时 pH	X <sub>4</sub> $\leq 7.05$ = 1, $>7.05$ = 0
ROSC	Y ROSC = 1, 非 ROSC = 0

表 3 影响心搏骤停患者机械按压后 ROSC 多因素 logistic 回归分析

变量	$\beta$	SE	Wald	P 值	OR 值	95% CI
Lucas 开始按压时间	0.686	0.967	0.503	0.048	1.986	0.298~13.223
CPR 时间	5.647	1.518	13.843	$<0.001$	283.489	14.474~5 552.565
Lucas 使用后 15 min PetCO <sub>2</sub>	-5.213	1.688	9.541	0.002	0.005	0.000~0.149
入抢救室时 pH	-2.912	1.216	5.734	0.017	0.054	0.005~0.589

## 2.3 早期 Lucas 组和晚期 Lucas 组对心搏骤停患者预后分析

与晚期组相比,早期组存活入院率较高,但差异无统计学意义( $P>0.05$ )。早期组患者 4 h 生存率明显高于晚期组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ) (表 4)。

表 4 早期 Lucas 组和晚期 Lucas 组对心搏骤停患者预后分析

变量	早期组(n=27)	晚期组(n=41)	P 值
入院率/[n(%)]	10(55.6)	12(54.6)	0.949
4 h 存活率/[n(%)]	15(83.3)	10(45.5)	0.014

## 3 讨论

在此项研究中,单因素分析显示 CPR 持续时间( $\leq 30$  min)、肾上腺素用量( $\leq 5$  mg)、早期使用 Lucas( $\leq 4$  min)、入抢救室时 pH 和 Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub>是心搏骤停患者采用机械按压后 ROSC 的独立影响因素,经过多因素 logistic 回归分析校正混杂因素后最终显示 CPR 持续时间( $\leq 30$  min)、早期使用 Lucas( $\leq 4$  min)、入抢救室时 pH $>7.05$  和 Lucas 使用后 15 min PetCO<sub>2</sub> $>20$  mm Hg 是机械按压后 ROSC 的保护因素。

CPR 持续时间( $\leq 30$  min)对于机械按压后 ROSC 是保护因素,这与既往人工按压的 ROSC 影响因素研究结果一致<sup>[20]</sup>。笔者认为,持续高质量的胸外心脏按压无论人工还是机械对 CPR 后 ROSC 率都有明显影响,但是随着 CPR 持续时间延长,即使机械按压的质量远高于人工按压,但心、脑、肺等重要器官缺氧、缺血再灌注损伤,最终也会影响 ROSC 成功率并进一步直接决定后期存活率和神经功能恢复。ROSC 后心搏骤停后综合症的病理生理改变类似于脓毒症的病理生理改变<sup>[21]</sup>, ROSC 后主要死亡机制是全身炎症反

应、再灌注损伤造成的不可逆多器官衰竭。因而在越短的时间内恢复 ROSC 这种损伤越小。

此外,本研究发现,肾上腺素用量经多因素分析校正混杂因素后证实不是机械按压后 ROSC 的独立影响因素,既往研究关于人工按压肾上腺素用量 $<5$  mg 是否为 ROSC 的保护因素结论不一,周夷霞等<sup>[17]</sup>认为肾上腺素用量是心搏骤停患者 CPR 后 ROSC 的独立影响因素。原因可能是肾上腺素的  $\alpha$  受体激动作用对增加冠状动脉和脑的血流灌注是有益的,但加重微循环缺血却是有害的; $\beta$  受体激动是负面效应,会增加心肌耗氧量,减少心内膜下血管灌注,增加心律失常的发生率;另蔡志仕等<sup>[22]</sup>多因素回归分析研究却未筛出肾上腺素用量是独立危险因素。最新 2019 年 AHA CPR 指南建议肾上腺素使用 1 mg, 3~5 min/次;不推荐单次大剂量<sup>[12]</sup>。但对于累计肾上腺素用量对 ROSC 的影响,目前无论机械按压背景下得出的结论还是人工按压的结论均需要进一步研究证实。

基于现有院前几项大样本随机对照试验研究(包括 PARAMEDIC 实验<sup>[9]</sup>、CIRC 实验<sup>[23]</sup> 和 LINC 研究<sup>[24]</sup>)及系统评价<sup>[25]</sup> 结果表明与人工 CPR 相比,在院前使用机械 CPR 装置未能明显改善临床结局。目前认为这与安装机器早期中断按压、按压损伤胸肋骨及内脏器官以及干扰早期除颤可能抵消了机械按压的益处有关。但以上研究结果和分析均是基于院外心搏骤停。Ong 等<sup>[26]</sup> 在两家新加坡医院急诊科进行的一项研究共计纳入了 1 011 例(459 例人工 CPR, 552 例机械 CPR)患者,比较机械按压与人工按压复苏效果。结果显示,机械 CPR 的 ROSC 率优于人工按压。笔者的研究也是基于急诊科场景下使用机械按

压进行 CPR。结果发现早期使用 Lucas ( $\leq 4$  min) 是机械按压 ROSC 的保护因素。分析原因可能与以下因素有关:(1)院内复苏团队较院前有更多的人员参与 CPR,经过反复培训,团队能在 20 s 左右完成 Lucas 的安装,大大缩短了按压中断时间。本研究 68 例患者安装机械装置所用的时间平均 20.5 s,也之前国外研究中描述的 21 s 很相近<sup>[16]</sup>;(2)机械胸外心脏按压早期介入可在复苏关键期提供较人工更稳定的高质量胸外心脏按压;(3)Lucas 的早期安置使用使得急诊室的医护人员能够将更多的精力投入到高级生命支持上,比如气管插管和亚低温治疗,尤其是在人员短缺的情况下。

本研究结果表明,机械按压可以提高急诊科心搏骤停患者的 ROSC 率。两组心搏骤停患者的 ROSC 率为 52.4%~69.2%,高于之前一项 7 个省 14 家教学医院多中心研究的结果。这项研究纳入了从 2015 年 7 月—2017 年 7 月急诊科收治的 517 例心搏骤停患者,研究报道的机械按压组和人工按压组 ROSC 率分别为 52.4%和 30.5%<sup>[27]</sup>。本研究结果表明早期使用 Lucas ( $\leq 4$  min) 和晚期使用 Lucas ( $>4$  min) 两组相比,ROSC 后最终存活入院率相似,但早期组 4 h 存活率较高。原因可能在于远期存活率不仅与按压质量相关,更与 ROSC 后综合治疗如亚低温脑保护、脏器替代治疗、积极的原发病及并发症治疗密切相关<sup>[28]</sup>。

本研究表明入抢救室时 pH $>7.05$  是机械按压 CPR 后 ROSC 的保护因素,这与既往人工按压 ROSC 影响因素研究结论一致<sup>[29]</sup>。已有研究表明人工 CPR 前较高的 pH 值与心搏骤停后患者良好的临床结果相关。复苏前 pH $>7.05$  是院外心搏骤停良好结局的独立预测因子<sup>[18]</sup>。分析原因可能是心搏骤停导致组织氧供迅速耗竭,乳酸堆积导致代谢性酸中毒,复苏前 pH 值越高说明骤停到复苏的时间可能更短,因此预后更好。研究还显示复苏前 pH 值较乳酸有更好的预测 ROSC 的价值。

既往多项研究显示 CPR 20 min 后 PetCO<sub>2</sub> 值 $>14.3$  mm Hg 可被用于预测 ROSC<sup>[19]</sup>。本研究中,使用 Lucas 后 15 min PetCO<sub>2</sub> 值 $>20$  mm Hg 是机械按压 CPR 后 ROSC 的保护因素,和顾建新<sup>[30]</sup>的研究结果相符。Sheak 等<sup>[31]</sup>研究表明 PetCO<sub>2</sub> 水平与胸外心脏按压深度有统计学相关性。机械 CPR 后较人工按压更高的 PetCO<sub>2</sub> 值说明其按压质量高、稳定持续,可以有效增加心输出量和保证冠状动脉灌注压,加速 CO<sub>2</sub> 的排放。

这项研究的不足:本研究是在一个单一的医疗中心急诊科进行的回顾观察性研究,数据收集时间相对较短,样本量相对较小。因此,研究结果需要进一步

的前瞻性研究和/或更大的、多中心的研究来证实。这些结果是否适用于其他不同级别的医院和病房,如普通病房、重症监护病房和手术室,也有待确定。

对于急诊非创伤性心搏骤停患者,早期使用机械按压可能提高急诊科非创伤性心搏骤停患者的 ROSC 率和 4 h 存活率;更短的复苏时间、入抢救室时 pH 和 Lucas 使用后 15 min 的 PetCO<sub>2</sub> 值与 ROSC 率密切相关。

## 参考文献

- [1] 于虎,沈开金,敖其,等. 急诊心肺复苏 4 年间变化趋势的单中心研究[J]. 中华危重病急救医学,2014,26(10):734-736.
- [2] Shao F, Li CS, Liang LR, et al. Outcome of out-of-hospital cardiac arrests in Beijing, China[J]. Resuscitation, 2014, 85(11):1411-1417.
- [3] Ock SM, Kim YM, Chung Jh, et al. Influence of physical fitness on the performance of 5-minute continuous chest compression[J]. Eur J Emerg Med, 2011, 18(5):251-256.
- [4] Liu M, Shuai Z, Ai J, et al. Mechanical chest compression with LUCAS device does not improve clinical outcome in out-of-hospital cardiac arrest patients: a systematic review and meta-analysis[J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(44):e17550.
- [5] 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(18 suppl 2):S315-S367.
- [6] Kahn PA, Dhruva SS, Rhee TG, et al. Use of mechanical cardiopulmonary resuscitation devices for out-of-hospital cardiac arrest, 2010-2016[J]. JAMA Netw Open, 2019, 2(10):e1913298.
- [7] 王冠,刘赛,蒋波,等. 机械按压与徒手按压在心肺复苏过程中抢救心脏骤停患者的效果比较[J]. 国际外科学杂志, 2017, 44(10):668-672.
- [8] Dickinson ET, Verdile VP, Schneider RM, et al. Effectiveness of mechanical versus manual chest compressions in out-of-hospital cardiac arrest resuscitation: a pilot study[J]. Am J Emerg Med, 1998, 16(3):289-292.
- [9] 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.
- [10] Ward KR, Menegazzi JJ, Zelenak RR, et al. A comparison of chest compressions between mechanical and manual CPR by monitoring end-tidal PCO<sub>2</sub> during human cardiac arrest[J]. Ann Emerg Med, 1993, 22(4):669-674.
- [11] 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.
- [12] Panchal AR, Berg KM, Hirsch KG, et al. 2019 American Heart Association focused update on advanced cardiovascular life support: use of advanced airways, vasopressors, and extracorporeal cardiopulmonary resuscitation during cardiac arrest: an update to the American Heart Association Guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2019, 140(24):e881-e894.
- [13] Hock Ong ME, Fook-Chong S, Annathurai A, et al. Improved neurologically intact survival with the use of an automated, load-distributing band chest compression device for cardiac arrest presenting to the emergency department[J]. Crit Care, 2012, 16(4):R144.
- [14] Youngquist ST, Ockerse P, Hartsell S, et al. Mechanical chest compression devices are associated with poor neurological survival in a statewide registry: a propensity score analysis[J]. Resuscitation, 2016, 106:102-107.

(下转第 758 页)

- nonsquamous non-small-cell lung cancer; AVAIL [J]. *J Clin Oncol*, 2009, 27(8):1227-1234.
- [8] Sandler A, Gray R, Perry MC, et al. Paclitaxel-carboplatin alone or with bevacizumab for non-small-cell lung cancer[J]. *N Engl J Med*, 2006, 355(24):2542-2550.
- [9] Herbst RS, O'Neill VJ, Fehrenbacher L, et al. Phase II study of efficacy and safety of bevacizumab in combination with chemotherapy or erlotinib compared with chemotherapy alone for treatment of recurrent or refractory non-small-cell lung cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2007, 25(30):4743-4750.
- [10] Soria JC, Mörk Z, Zatloukal P, et al. Randomized phase II study of dulanermin in combination with paclitaxel, carboplatin, and bevacizumab in advanced non-small-cell lung cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2011, 29(33):4442-4451.
- [11] Spigel DR, Greco FA, Waterhouse DM, et al. Phase II trial of ixabepilone and carboplatin with or without bevacizumab in patients with previously untreated advanced non-small-cell lung cancer[J]. *Lung Cancer*, 2012, 78(1):70-77.
- [12] Boutsikou E, Kontakiotis T, Zarogoulidis P, et al. Docetaxel-carboplatin in combination with erlotinib and/or bevacizumab in patients with non-small cell lung cancer[J]. *Onco Targets Ther*, 2013, 6:125-134.
- [13] Zhou C, Wu YL, Chen G, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled, multicenter, phase III study of first-line carboplatin/paclitaxel plus bevacizumab or placebo in Chinese patients with advanced or recurrent nonsquamous non-small-cell lung cancer[J]. *J Clin Oncol*, 2015, 33(19):2197-2204.
- [14] Galetta D, Cinieri S, Pisconti S, et al. Cisplatin/pemetrexed followed by maintenance pemetrexed versus carboplatin/paclitaxel/bevacizumab followed by maintenance bevacizumab in advanced nonsquamous lung cancer; The GOIM (Gruppo Oncologico Italia Meridionale) ERACLE Phase III Randomized Trial [J]. *Clin Lung Cancer*, 2015, 16(4):262-273.
- [15] Ramalingam SS, Dahlberg SE, Belani CP, et al. Pemetrexed, bevacizumab, or the combination as maintenance therapy for advanced nonsquamous non-small-cell lung cancer; ECOG-ACRIN 5508 [J]. *J Clin Oncol*, 2019, 37(26):2360-2367.
- [16] Stinchcombe TE, Jänne PA, Wang X, et al. Effect of erlotinib plus bevacizumab vs erlotinib alone on progression-free survival in patients with advanced EGFR-mutant non-small cell lung cancer: a phase 2 randomized clinical trial [J]. *JAMA Oncol*, 2019, 5(10):1448-1455.

收稿日期:2021-08-07

## (上接第 741 页)

- [15] Bonnes JL, Brouwer MA, Navarese EP, et al. Manual cardiopulmonary resuscitation versus CPR including a mechanical chest compression device in out-of-hospital cardiac arrest: a comprehensive meta-analysis from randomized and observational studies[J]. *Ann Emerg Med*, 2016, 67(3):349-360. e3.
- [16] Levy M, Yost D, Walker RG, et al. A quality improvement initiative to optimize use of a mechanical chest compression device within a high-performance CPR approach to out-of-hospital cardiac arrest resuscitation[J]. *Resuscitation*, 2015, 92:32-37.
- [17] 周夷霞, 韩文文, 宋丹丹. 心脏骤停患者心肺复苏后影响自主循环及预后的因素[J]. *心电与循环*, 2020, 39(3):251-255.
- [18] Momiya Y, Yamada W, Miyata K, et al. Prognostic values of blood pH and lactate levels in patients resuscitated from out-of-hospital cardiac arrest [J]. *Acute Med Surg*, 2017, 4(1):25-30.
- [19] Wang AY, Huang CH, Chang WT, et al. Initial end-tidal CO<sub>2</sub> partial pressure predicts outcomes of in-hospital cardiac arrest [J]. *Am J Emerg Med*, 2016, 34(12):2367-2371.
- [20] Seder DB, Sunde K, Rubertsson S, et al. Neurologic outcomes and postresuscitation care of patients with myoclonus following cardiac arrest [J]. *Crit Care Med*, 2015, 43(5):965-972.
- [21] 顾伟, 李春盛. 心脏骤停后综合征——类脓毒症样综合征 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(1):121-123.
- [22] 蔡志仕, 方文革, 陈惠鸿, 等. 院内心搏骤停预后的影响因素分析 [J]. *创伤与急诊电子杂志*, 2019, 7(1):16-21.
- [23] Wik L, Olsen JA, Persse D, et al. Manual vs. integrated automatic load-distributing band CPR with equal survival after out of hospital cardiac arrest. The randomized CIRC trial [J]. *Resuscitation*, 2014, 85(6):741-748.
- [24] 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.
- [25] Bekgöz B, Şan İ, Ergin M. Quality comparison of the manual chest compression and the mechanical chest compression during difficult transport conditions [J]. *J Emerg Med*, 2020, 58(3):432-438.
- [26] Ong ME, Quah JL, Annathurai A, et al. Improving the quality of cardiopulmonary resuscitation by training dedicated cardiac arrest teams incorporating a mechanical load-distributing device at the emergency department [J]. *Resuscitation*, 2013, 84(4):508-514.
- [27] Jin K, Fu Y, Yin L, et al. Influence factors analysis of mechanical compression and hands-only compression on restoration of spontaneous circulation and prognosis in patients with cardiac arrest [J]. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*, 2019, 31(3):303-308.
- [28] 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.
- [29] Dadeh AA, Nuanjaroan B. Using initial serum lactate level in the emergency department to predict the sustained return of spontaneous circulation in nontraumatic out-of-hospital cardiac arrest patients [J]. *Open Access Emerg Med*, 2018, 10:105-111.
- [30] 顾建新. 呼气末二氧化碳分压连续监测在心肺复苏患者中的意义 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2019, 28(4):448-451.
- [31] Sheak KR, Wiebe DJ, Leary M, et al. Quantitative relationship between end-tidal carbon dioxide and CPR quality during both in-hospital and out-of-hospital cardiac arrest [J]. *Resuscitation*, 2015, 89:149-154.

收稿日期:2021-01-15