

机械按压与人工按压对心搏骤停患者自主循环恢复和预后影响的因素分析

金魁 付阳阳 尹路 余珊珊 张丽利 王亚 朱华栋 徐军 于学忠

中国医学科学院 北京协和医学院 北京协和医院急诊科 100730

通信作者:于学忠, Email: yxz@medmail.com.cn

【摘要】目的 探讨不同按压方式对心搏骤停患者自主循环恢复(ROSC)及预后的影响因素。**方法** 基于全国急诊心搏骤停救治数据库,收集2015年7月至2017年7月来自7个省14家教学医院收治的517例心搏骤停患者的临床资料。根据患者是否接受机械按压分为机械按压组和人工按压组。收集患者人口学数据、复苏参数[按压频率、监测仪显示的通气频率、复苏时间、药物使用]及生理学参数[呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)、脉搏血氧饱和度(SpO_2)等],比较两组患者ROSC率及24 h、7 d、28 d生存率。依据复苏时程是否超过60 min,使用多因素Logistic回归模型分析患者ROSC的影响因素。**结果** 517例患者中,24例因资料不全而被排除,最终共493例患者纳入分析,其中机械按压组214例,人工按压组279例。与人工按压组比较,机械按压组患者年龄更大,合并慢性阻塞性肺疾病(COPD)的比例更高,非可除颤心律比例更低,复苏中按压频率更低,通气频率更快, $P_{ET}CO_2$ 水平和肾上腺素、碳酸氢钠用量更高,心肺复苏(CPR)时间更长。机械按压组患者ROSC率高于人工按压组[36.9%(79/214)比30.5%(85/279)],但差异无统计学意义[优势比(OR)=1.10,95%可信区间(95% CI)=0.68~1.76, $P=0.693$],使用多因素Logistic回归校正混杂因素后,两组患者ROSC率比较差异仍无统计学意义($OR=1.21$,95% $CI=0.54\sim 1.88$, $P=0.054$)。两组患者24 h、7 d和28 d存活率比较差异也无统计学意义。两组患者不同复苏时程复苏参数和生理学参数比较结果显示,CPR时间<60 min时,机械按压组按压频率较低,通气频率和肾上腺素用量较高;CPR时间 ≥ 60 min时,机械通气按压组肾上腺素用量和 $P_{ET}CO_2$ 较高。多因素Logistic回归分析显示,对于CPR时间<60 min的患者,非可除颤心律($OR=0.29$,95% $CI=0.05\sim 0.75$, $P=0.015$)、按压频率>120次/min($OR=0.39$,95% $CI=0.24\sim 0.64$, $P<0.001$)和通气频率>40次/min($OR=0.50$,95% $CI=0.31\sim 0.84$, $P=0.034$)是ROSC的独立危险因素; $P_{ET}CO_2\geq 20$ mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)是ROSC的保护因素($OR=2.79$,95% $CI=1.88\sim 4.49$, $P<0.001$)。而对于CPR时间 ≥ 60 min的患者,年龄 ≥ 65 岁($OR=0.33$,95% $CI=0.15\sim 0.67$, $P=0.018$)、夜间收住($OR=0.74$,95% $CI=0.59\sim 0.94$, $P=0.035$)、非可除颤心律($OR=0.38$,95% $CI=0.25\sim 0.65$, $P=0.001$)、非心源性心搏骤停($OR=0.35$,95% $CI=0.25\sim 0.48$, $P=0.013$)、合并糖尿病($OR=0.46$,95% $CI=0.27\sim 0.82$, $P=0.015$)是ROSC的独立危险因素;心搏骤停发生在抢救室($OR=2.02$,95% $CI=1.02\sim 2.92$, $P=0.023$)、机械按压($OR=1.41$,95% $CI=1.12\sim 1.75$, $P=0.043$)、 $P_{ET}CO_2\geq 20$ mmHg($OR=2.94$,95% $CI=1.34\sim 4.54$, $P=0.012$)以及合并急性冠脉综合征(ACS; $OR=2.47$,95% $CI=1.15\sim 3.78$, $P=0.043$)是ROSC的保护因素。**结论** 对于急诊心搏骤停患者,机械按压与人工按压在ROSC及24 h、7 d、28 d存活率方面差异无统计学意义;对于CPR时间超过60 min的患者,机械按压与患者较高的ROSC率有关。

【关键词】 心搏骤停; 心肺复苏; 机械按压; 人工按压

基金项目: 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目(2017-12M-1-009)

临床试验注册: 美国临床试验数据库, NCT01987245

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.009

Influence factors analysis of mechanical compression and hands-only compression on restoration of spontaneous circulation and prognosis in patients with cardiac arrest

Jin Kui, Fu Yangyang, Yin Lu, Yu Shanshan, Zhang Lili, Wang Ya, Zhu Huadong, Xu Jun, Yu Xuezhong

Department of Emergency, Peking Union Medical College Hospital, Beijing 100730, China

Corresponding author: Yu Xuezhong, Email: yxz@medmail.com.cn

【Abstract】Objective To evaluate the influence factors of different compression modes on restoration of spontaneous circulation (ROSC) and outcomes in patients with cardiac arrest. **Methods** Based on the national database of emergency cardiac arrest treatment, the clinical data of 517 patients with cardiac arrest admitted to 14 teaching hospitals in 7 provinces from July 2015 to July 2017 were enrolled. According to the way of compression, the patients were divided into mechanical compression group and hands-only compression group. The demographic data, resuscitation parameters [compression frequency, monitored ventilation frequency, duration of resuscitation, drug usage] and physiological parameters [end-expiratory partial pressure of carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$), pulse oxygen saturation (SpO_2)] were collected. The ROSC rates and 24-hour, 7-day, 28-day survival rates were compared between the two groups. Multivariate Logistic regression model was used to analyze the influencing factors of ROSC according to whether

the duration of resuscitation was longer than 60 minutes. **Results** Of 517 patients, 24 were excluded because of incomplete data. A total of 493 patients were enrolled in the analysis with 214 patients in the mechanical compression group, and 279 in the hands-only compression group. Compared with hands-only compression group, the patients in mechanical compression group had higher age, proportion of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and $P_{ET}CO_2$, fewer un-shockable rhythm, less compression rate, more epinephrine and sodium bicarbonate usage, and longer duration of cardiopulmonary resuscitation (CPR). Although the rate of ROSC in the mechanical compression group was higher than that in the hands-only compression group [36.9% (79/214) vs. 30.5% (85/279)], there was no significant difference in the rate of ROSC between the two groups [odds ratio (OR) = 1.10, 95% confidence interval (95%CI) = 0.68–1.76, $P = 0.693$], even after adjusted for con-variables by multivariate Logistic regression (OR = 1.21, 95%CI = 0.54–1.88, $P = 0.054$). Furthermore, 24-hour, 7-day, and 28-day survival rate also showed no significant difference in both univariate model and multivariate model. Comparisons of resuscitation parameters and physiological parameters between the two groups showed that when the duration of CPR < 60 minutes, the pressing frequency of the mechanical compression group was lower, ventilation frequency and adrenaline dosage were higher; and when the duration of CPR ≥ 60 minutes, the adrenaline dosage and $P_{ET}CO_2$ of the mechanical compression group were higher. Multivariate Logistic regression analysis showed that among patients with a duration of CPR < 60 minutes, un-shockable rhythm (OR = 0.29, 95%CI = 0.05–0.75, $P = 0.015$), compression rate > 120 times/min (OR = 0.39, 95%CI = 0.24–0.64, $P < 0.001$), ventilation frequency > 40 times/min (OR = 0.50, 95%CI = 0.31–0.84, $P = 0.034$) were independent risk factors for ROSC; while $P_{ET}CO_2 \geq 20$ mmHg (1 mmHg = 0.133 kPa) was protective factor for ROSC (OR = 2.79, 95%CI = 1.88–4.49, $P < 0.001$). However, for patients with CPR duration ≥ 60 minutes, ≥ 65 years old (OR = 0.33, 95%CI = 0.15–0.67, $P = 0.018$), admission at night (OR = 0.74, 95%CI = 0.59–0.94, $P = 0.035$), un-shockable rhythm (OR = 0.38, 95%CI = 0.25–0.65, $P = 0.001$), non-cardiogenic cardiac arrest (OR = 0.35, 95%CI = 0.25–0.48, $P = 0.013$), previous history of diabetes mellitus (OR = 0.46, 95%CI = 0.27–0.82, $P = 0.015$) were independent risk factors for ROSC, and cardiac arrest occurred in emergency room (OR = 2.02, 95%CI = 1.02–2.92, $P = 0.023$), mechanical compression (OR = 1.41, 95%CI = 1.12–1.75, $P = 0.043$), $P_{ET}CO_2 \geq 20$ mmHg (OR = 2.94, 95%CI = 1.34–4.54, $P = 0.012$), previous history of acute coronary syndrome (ACS; OR = 2.47, 95%CI = 1.15–3.78, $P = 0.043$) were protective factors for ROSC. **Conclusions** Mechanical compression CPR had no significant differences in the rate of ROSC and 24-hour, 7-day, 28-day survival rates for cardiac arrest patients in the emergency departments compared with hands-only compression CPR. For those who undergone CPR duration more than 60 minutes, mechanical compression was associated with a higher rate of ROSC.

【Key words】 Cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Mechanical compression; Hands-only compression

Fund program: Medical and Health Science and Technology Innovation Project of Chinese Academy of Medical Sciences (2017-12M-1-009)

Trial Registration: Clinical Trials, NCT01987245

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2019.03.009

近年来,我国心搏骤停患者心肺复苏(CPR)成功率逐年升高,但整体病死率仍较高^[1-2]。高质量CPR在抢救心搏骤停患者中至关重要^[3-4],而按压的地位尤其重要^[5-6]。与传统人工胸外按压相比,机械按压可持续性高,可避免医师体力耗竭,在长时程和特定情况下的按压可能更加有效及可持续^[7]。虽然我国很多急诊中心已开始使用机械按压^[8-9],且有小样本数据表明机械按压在患者自主循环恢复(ROSC)方面优于人工按压^[10],但目前仍缺少相关临床研究评价机械按压对患者ROSC及预后的影响。美国心脏协会(AHA)指南推荐使用机械按压的证据等级较低^[11],研究显示机械按压与人工按压相比并不能显著改善患者预后^[12-14],可能由于按压器设置耗时而干扰按压^[15],故仅推荐在特殊情况下使用。我国CPR时间常超过30 min,机械按压较普遍,机械按压在长时程复苏中可能较传统人工按压更有利。本研究采用回顾性队列研究方法,评价机械按压对心搏骤停患者ROSC的影响,并按照复苏时程是否超过60 min分析患者ROSC的影响因素。

1 对象与方法

1.1 研究对象:本研究基于全国急诊心搏骤停救治数据库相关数据,符合医学伦理学标准,经北京协和医院伦理审查委员会批准(审批号:S-701),并进行了临床试验注册(NCT01987245)。选择2015年7月至2017年7月全国7个省14家教学医院急诊医学科收治的517例心搏骤停患者作为研究对象,所有患者均在急诊科高年资医师指导下按照国际CPR指南进行常规CPR。

1.1.1 纳入标准:①年龄>18岁;②非外伤性原因导致的心搏骤停;③心搏骤停后10 min内接受胸外按压。

1.1.2 排除标准:①入院后家属拒绝进一步治疗;②资料不全或28 d内失访。

1.2 研究分组及方法:根据患者心搏骤停后是否接受机械按压分为机械按压组和人工按压组,其中机械按压组允许在机械按压开始前先进行人工按压,而人工按压组所有患者均未接受过机械按压,按压机器根据各生产厂商不同未强制统一要求。

1.3 观察指标:收集患者性别、年龄、身高、体重、体重指数(BMI)、基础疾病以及发生心搏骤停的原因、时间、地点等人口学数据; CPR过程中的按压频率、监测仪显示的通气频率、CPR时间、肾上腺素和碳酸氢钠用量等复苏参数; 呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)、脉搏血氧饱和度(SpO_2)等生理学参数。

1.4 研究终点:首要研究终点为复苏后ROSC率(ROSC定义为ROSC持续超过20 min); 次要研究终点为24 h、7 d和28 d存活率。同时按照复苏时程是否超过60 min分析两组患者ROSC的影响因素。

1.5 统计学方法:使用Stata IC 15.0软件分析,应用GraphPad Prism 6.0软件绘图。所有连续资料采用Kolmogorov-Smirnov检验分析其正态性,若连续变量呈正态分布,以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用t检验。分类变量以百分比或率表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher确切概率法。对于分布情况未知的数据采用Mann-Whitney U检验。建立多因素Logistic回归模型,校正单因素分析中基线资料差异存在统计学意义的相关变量后,分析两组患者ROSC率,再使用多因素Logistic回归模型分析不同复苏时程患者ROSC的影响因素。所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者基本情况(表1):517例患者中有24例因资料不全而被排除,最终493例患者资料纳入分析,所有患者均为非外伤心搏骤停患者,其中机械按压组214例,人工按压组279例。

所有参与本研究的临床医师均接受标准AHA指南推荐的CPR培训,复苏过程中及复苏后管理按

照AHA指南意见执行。人工按压组患者在CPR过程中仅接受人工按压;机械按压组患者接诊和转运时接受人工按压,后使用机械按压。

2.2 两组患者人口学数据、复苏参数、生理学参数比较(表1):两组患者性别、BMI和发生心搏骤停的原因、时间、地点以及合并急性冠脉综合征(ACS)、高血压、糖尿病的比例差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。而与人工按压组相比,机械按压组患者年龄更大,基础疾病为慢性阻塞性肺疾病(COPD)的比例更高,非可除颤心律比例更低,复苏中按压频率更低,通气频率更快, $P_{ET}CO_2$ 水平和肾上腺素、碳酸氢钠用量更高,CPR时间更长(均 $P < 0.05$)。

2.3 两组患者首要、次要研究终点指标比较(表2):机械按压组ROSC率高于人工按压组,但差异无统计学意义($P > 0.05$),且两组24 h、7 d、28 d存活率比较差异也均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。将单因素分析中差异有统计学意义的指标,如年龄、非可除颤心律、按压频率、通气频率、肾上腺素及碳酸氢钠用量、CPR时间、 $P_{ET}CO_2$ 等进行多因素Logistic回归分析,结果显示,在校正混杂因素后两组间首要和次要研究终点指标差异仍无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

2.4 不同复苏时程患者复苏参数和生理学参数比较(表3):对于CPR时间 < 60 min的患者,机械按压组按压频率显著低于人工按压组,通气频率、肾上腺素用量显著高于人工按压组(均 $P < 0.05$), $P_{ET}CO_2$ 、 SpO_2 水平虽高于人工按压组,但差异并无统计学意义(均 $P > 0.05$)。而对于CPR时间 ≥ 60 min的患者,机械按压组肾上腺素用量和 $P_{ET}CO_2$ 均显著高于人工按压组(均 $P < 0.05$)。

表1 人工按压与机械按压两组心搏骤停患者人口学数据、复苏参数和生理学参数比较

指标	人工按压组 (n=279)	机械按压组 (n=214)	χ^2/t 值	P值	指标	人工按压组 (n=279)	机械按压组 (n=214)	χ^2/t 值	P值
女性[例(%)]	114(40.9)	67(31.3)	4.756	0.630	夜间收住[22:00至08:00;例(%)]	204(73.1)	158(73.8)	0.073	0.859
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	57.59±18.18	62.10±16.92	2.808	0.005	心搏骤停地点[例(%)]			0.637	0.404
身高(cm, $\bar{x} \pm s$)	167.9±7.9	167.5±7.8	0.448	0.654	收住时	113(40.5)	79(36.9)		
体重(kg, $\bar{x} \pm s$)	65.8±12.2	65.7±14.0	0.060	0.952	抢救室	166(59.5)	135(63.1)		
BMI <25 kg/m ² [例(%)]	193(69.2)	158(73.8)	0.697	0.426	非可除颤心律[例(%)]	66(23.7)	36(16.8)	3.446	0.043
≥25 kg/m ² [例(%)]	86(30.8)	56(26.2)			通气频率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	42.9±37.0	51.9±37.1	2.227	0.026
基础疾病[例(%)]					按压频率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	126.2±50.5	110.9±44.1	3.063	0.002
ACS	65(23.3)	46(21.5)	0.432	0.635	肾上腺素用量(mg, $\bar{x} \pm s$)	10.3±7.3	17.1±10.2	4.598	<0.001
高血压	81(29.0)	68(31.8)	0.226	0.511	碳酸氢钠用量(mL, $\bar{x} \pm s$)	113.0±40.6	121.0±56.5	3.678	<0.001
COPD	7(2.5)	15(7.0)	5.753	0.016	CPR时间(min, $\bar{x} \pm s$)	55.61±40.37	61.69±50.50	0.306	0.032
糖尿病	54(19.4)	34(15.9)	0.992	0.319	$P_{ET}CO_2$ (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	17.72±14.40	21.63±18.60	2.717	0.040
其他	72(25.8)	51(23.8)	0.783	0.654	SpO_2 ($\bar{x} \pm s$)	0.669±0.233	0.690±0.212	0.964	0.340
非心源性心搏骤停[例(%)]	160(57.3)	132(61.7)	0.942	0.332					

注: BMI为体重指数, ACS为急性冠脉综合征, COPD为慢性阻塞性肺疾病, CPR为心肺复苏, $P_{ET}CO_2$ 为呼气末二氧化碳分压, SpO_2 为脉搏血氧饱和度; 1 mmHg=0.133 kPa

表2 人工按压与机械按压两组心搏骤停患者首要和次要研究终点指标比较

研究终点	人工按压组 (n=279)	机械按压组 (n=214)	单变量模型				多变量模型			
			OR 值	95%CI	Z 值	P 值	OR 值	95%CI	Z 值	P 值
ROSC 率	30.5 (85)	36.9 (79)	1.10	0.68 ~ 1.76	0.942	0.693	1.21	0.54 ~ 1.88	0.190	0.054
24 h 存活率	7.2 (20)	6.5 (14)	0.97	0.45 ~ 1.75	0.964	0.734	0.97	0.45 ~ 2.90	0.821	0.069
7 d 存活率	3.6 (10)	2.8 (6)	0.64	0.24 ~ 1.88	0.628	0.393	0.90	0.50 ~ 1.81	0.217	0.676
28 d 存活率	1.8 (5)	1.9 (4)	0.74	0.21 ~ 2.58	3.611	0.067	0.64	0.18 ~ 1.57	0.949	0.304

注: ROSC 为自主循环恢复, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间

表4 心搏骤停患者不同复苏时程 ROSC 影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	CPR 时间 < 60 min (n=340)				CPR 时间 ≥ 60 min (n=153)			
	OR 值	95%CI	Z 值	P 值	OR 值	95%CI	Z 值	P 值
年龄 ≥ 65 岁	0.70	0.32 ~ 1.40	0.64	0.291	0.33	0.15 ~ 0.67	0.83	0.018
女性	0.93	0.27 ~ 1.59	1.47	0.142	0.92	0.68 ~ 1.15	0.43	0.295
心搏骤停发生于抢救室	1.99	0.88 ~ 3.22	0.94	0.299	2.02	1.02 ~ 2.92	0.47	0.023
夜间收住	0.98	0.73 ~ 1.37	2.33	0.080	0.74	0.59 ~ 0.94	0.70	0.035
非可除颤心律	0.29	0.05 ~ 0.75	2.42	0.015	0.38	0.25 ~ 0.65	1.75	0.001
非心源性心搏骤停	0.72	0.23 ~ 2.29	0.56	0.560	0.35	0.25 ~ 0.48	2.54	0.013
BMI < 25 kg/m ²	0.42	0.42 ~ 1.11	1.41	0.159	0.81	0.41 ~ 1.45	0.40	0.553
机械按压	1.04	0.83 ~ 1.25	0.83	0.433	1.41	1.12 ~ 1.75	2.36	0.043
P _{ET} CO ₂ ≥ 20 mmHg	2.79	1.88 ~ 4.49	-0.43	<0.001	2.94	1.34 ~ 4.54	1.05	0.012
按压频率 > 120 次/min	0.39	0.24 ~ 0.64	0.47	<0.001	0.54	0.34 ~ 0.89	1.27	0.111
通气频率 > 40 次/min	0.50	0.31 ~ 0.84	0.70	0.034	0.71	0.55 ~ 1.16	2.43	0.170
ACS	1.29	0.39 ~ 4.30	1.75	0.670	2.47	1.15 ~ 3.78	1.72	0.043
糖尿病	0.75	0.22 ~ 2.52	2.54	0.638	0.46	0.27 ~ 0.82	2.59	0.015
高血压	1.49	0.49 ~ 4.48	0.40	0.483	1.23	0.77 ~ 1.74	0.59	0.845

注: ROSC 为自主循环恢复, BMI 为体重指数, P_{ET}CO₂ 为呼气末二氧化碳分压, ACS 为急性冠脉综合征, CPR 为心肺复苏, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间; 1 mmHg=0.133 kPa

表3 人工按压与机械按压两组心搏骤停患者不同复苏时程复苏参数和生理学参数比较 (x̄ ± s)

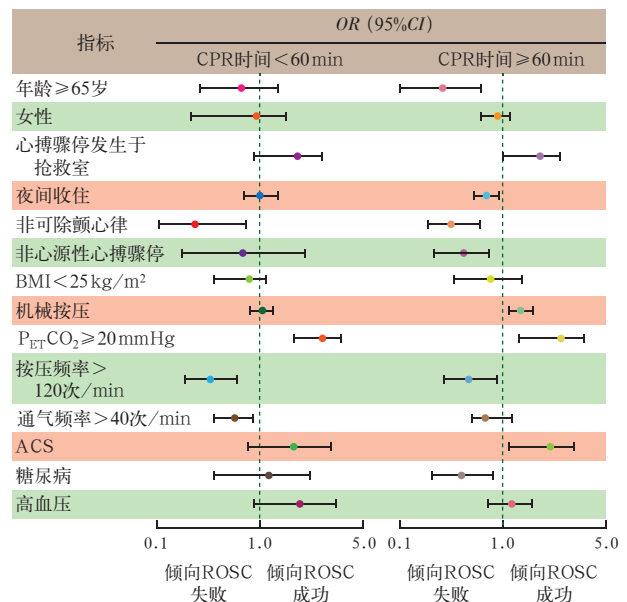
组别	CPR 时间	例数 (例)	按压频率 (次/min)	通气频率 (次/min)	肾上腺素用量 (mg)
人工按压组	< 60 min	203	132.0 ± 35.3	39.7 ± 35.1	8.2 ± 5.6
	≥ 60 min	76	115.0 ± 44.3	50.9 ± 37.4	14.1 ± 8.4
机械按压组	< 60 min	137	109.0 ± 11.9 ^a	50.8 ± 36.2 ^b	12.3 ± 8.7 ^a
	≥ 60 min	77	112.0 ± 10.8	53.0 ± 39.5	24.0 ± 6.5 ^b

组别	CPR 时间	例数 (例)	P _{ET} CO ₂ (mmHg)	SpO ₂
人工按压组	< 60 min	203	18.70 ± 15.10	0.664 ± 0.239
	≥ 60 min	76	14.77 ± 11.02	0.682 ± 0.212
机械按压组	< 60 min	137	21.57 ± 19.90	0.707 ± 0.209
	≥ 60 min	77	20.41 ± 10.93 ^b	0.660 ± 0.214

注: CPR 为心肺复苏, P_{ET}CO₂ 为呼气末二氧化碳分压, SpO₂ 为脉搏血氧饱和度; 1 mmHg=0.133 kPa; 与人工按压组同 CPR 时间比较, ^aP<0.01, ^bP<0.05

2.5 不同复苏时程患者 ROSC 影响因素的多因素 Logistic 回归分析(表 4; 图 1): 对于 CPR 时间 < 60 min 患者, P_{ET}CO₂ ≥ 20 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 是 ROSC 的保护因素 (P<0.01), 非可除颤心律、按压频率 > 120 次/min、通气频率 > 40 次/min 是 ROSC 的独立危险因素 (均 P<0.05)。对于 CPR 时间 ≥ 60 min 患者, 心搏骤停发生于抢救室、机械按压、合并 ACS、P_{ET}CO₂ ≥ 20 mmHg 是 ROSC 的保护因素

(均 P<0.05), 年龄 ≥ 65 岁、夜间收住、非可除颤心律、非心源性心搏骤停、合并糖尿病是 ROSC 的独立危险因素 (均 P<0.05)。



注: ROSC 为自主循环恢复, CPR 为心肺复苏, BMI 为体重指数, P_{ET}CO₂ 为呼气末二氧化碳分压, ACS 为急性冠脉综合征, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间; 1 mmHg=0.133 kPa

图1 不同复苏时程心搏骤停患者 ROSC 影响因素的多因素 Logistic 回归模型

3 讨论

本次多中心回顾性队列研究利用全国急诊心搏骤停救治数据库相关数据,研究心搏骤停患者 CPR 过程中机械按压与人工按压的 ROSC 率、存活率及不同复苏时程 ROSC 的影响因素。结果显示, CPR 过程中与完全使用人工按压的患者相比,使用机械按压的患者在 ROSC 方面并未显示出统计学差异;而对于 CPR 时间 ≥ 60 min 的患者,机械按压与较高的 ROSC 率有关。

目前,机械按压与患者预后关系的研究结论并不一致。有研究表明,机械按压与人工按压在患者病死率方面差异并无统计学意义^[16-17];而日本 Hayashida 等^[18]的研究显示,使用机械按压患者的出院病死率显著高于使用人工按压的患者。分析上述研究结果存在差异的原因可能与以下因素有关。

首先,纳入本研究的患者与 Hayashida 等^[18]的研究对象有较大不同。Hayashida 等^[18]的研究中超过半数的心搏骤停患者为心源性,而本研究中人工按压组和机械按压组心源性心搏骤停患者均仅占 40% 左右。而两项欧美大规模随机对照临床试验(RCT)结果显示,心源性心搏骤停患者比例超过 80%^[19-20],提示我国心搏骤停相关疾病谱可能与欧美等发达国家有显著差异。心源性与非心源性心搏骤停的病理生理学机制完全不同,其预后可能也有很大不同。使用机械按压可能为医师改善患者缺氧赢得了时间,从而提高了 ROSC 率。

其次,与欧美、日本等发达国家相比,我国急危重症患者的救治资源更为稀缺^[21],医疗资源相对不足,社区急救体系欠发达^[22-23],且大量急诊资源被非危重患者占据,急诊从业人员普遍存在职业倦怠和体力耗竭^[24],持续的胸外按压需要大量医务人员及大量的体力消耗,此时急诊人力资源不足的问题更加突出。

再次,目前我国尚缺乏大样本有关 CPR 质量的研究。本研究显示,机械按压组患者 $P_{ET}CO_2$ 水平高于人工按压组,而当 CPR 时间 ≥ 60 min 时,这种差异才有统计学意义。提示在本研究人群中,人工按压的质量尤其在长时程 CPR 中低于机械按压的质量。而随后根据 CPR 是否超过 60 min 对 ROSC 影响因素进行的多因素 Logistic 回归分析结果也支持这一观点,对于超过 60 min 的 CPR,机械按压是 ROSC 的保护因素。此外,有关 CPR 过程中施救者体力耗竭的研究得到了广大研究人员的关注,目前

AHA 推荐每 2 min 更换施救者。然而本研究结果表明,所有患者平均 CPR 时间超过 30 min,一方面这是由于我国规定的 CPR 持续时间至少应为 30 min,另一方面也由于宣告患者死亡并停止复苏在我国可能更为谨慎。然而,较长时程的 CPR 更容易导致救治人员的体力耗竭,每 2 min 更换施救者,在我国当前条件下实施可能仍有困难,从而引起 CPR 质量的下降。本研究显示,与机械按压组相比,人工按压组 $P_{ET}CO_2$ 较低,而按压频率较快,提示人工按压的质量较机械按压更低。英国一项关于 CPR 和施救者体力耗竭的研究也显示,79% 的 CPR 施救者在 167 s (2.78 min) 后产生显著的劳累感,随着施救者体力的消耗,其按压频率并未改变,但按压深度明显减小^[25]。提示人工按压 CPR 过程中,按压深度达标可能更为困难,在对复苏质量的监测中,按压深度更需要得到重视。本研究结果还表明, CPR < 60 min 时,人工按压组按压频率明显高于机械按压组,但 $P_{ET}CO_2$ 低于机械按压组;而 CPR ≥ 60 min 时,人工按压组按压频率和按压质量均显著下降,这也部分解释了在超过 60 min 的 CPR 中使用机械按压更有利于患者 ROSC。此外,在多项关于施救者按压质量和体力耗竭的研究中,参与对象大多为年龄 20 岁左右的医学生,且按压对象为 CPR 模拟人^[25-27]。本研究以真实患者和急诊临床医师为研究对象,其在日常工作中除 CPR 外还负担着其他临床医疗工作,且我国的急诊从业人员年龄较大,在 CPR 中更易疲劳;本研究中超过 60 min CPR 的患者 $P_{ET}CO_2$ 下降更为显著,这也反映了 CPR 质量进一步下降。

最后,本研究中所有心搏骤停患者的 ROSC 率(约 33%)略高于其他报道结果(30%~32%)^[13, 28],但 28 d 存活率不足 2%,远低于发达国家报道的远期存活率(7%~8%)^[29-30],提示与 CPR 早期按压和施救方面相比,循环恢复后的后期院内管理仍存在很大不足,需要进一步引起相关部门的重视,并不断改进。

本研究的不足之处:首先,本研究纳入的患者仅为我国 14 家大型教学医院的急诊患者,其救治水平和人员配备仅能部分反映我国急诊医学科的整体救治水平,该结论能否推广到其他急诊医学单位仍需进一步研究。其次,本研究虽为多中心研究,但并非 RCT 研究,受到 CPR 实施率及就医条件的限制,样本量仍较小,部分患者为进入抢救室后发生的心搏骤停,与其他研究结论相比可能有所不同。再次,本研

究中的通气频率均为心电监护设备监测的结果,可能无法代表患者实际的呼吸频率,在结果判读时需加以注意。最后,虽然本研究中尽可能校正了患者年龄、基础疾病、BMI、心搏骤停原因等混杂因素,但仍有可能存在其他未能校正的混杂因素干扰结果。

综上所述,对于急诊抢救室内发生的心搏骤停患者,人工按压与机械按压相比,患者的ROSC率及24 h、7 d、28 d存活率差异无统计学意义。对于CPR时间超过60 min的患者,机械按压在提高其ROSC率方面可能优于人工按压。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

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. DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2014.10.012.
- [2] Yu H, Shen KJ, Ao Q, et al. A single-center study of trends in emergency cardiopulmonary resuscitation over 4 years [J]. Chin Crit Care Med, 2014, 26(10): 734-736. DOI: 10.3760/ema.j.issn.2095-4352.2014.10.012.
- [3] 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. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2014.08.008.
- [4] Anon. Correction to: part 8: post-cardiac arrest care: 2015 American Heart Association guidelines update for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care [J]. Circulation, 2017, 136(10): e197. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000531.
- [5] Al-Khatib SM, Arshad A, Balk EM, et al. Risk stratification for arrhythmic events in patients with asymptomatic pre-excitation: a systematic review for the 2015 ACC/AHA/HRS guideline for the management of adult patients with supraventricular tachycardia: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on clinical practice guidelines and the heart rhythm society [J]. Heart Rhythm, 2016, 13(4): e222-237. DOI: 10.1016/j.hrthm.2015.09.017.
- [6] Beskind DL, Stolz U, Thiede R, et al. Viewing an ultra-brief chest compression only video improves some measures of bystander CPR performance and responsiveness at a mass gathering event [J]. Resuscitation, 2017, 118: 96-100. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2017.07.011.
- [7] Boulard AJ, Halliday MH, Comer AC, et al. Evaluating barriers to bystander CPR among laypersons before and after compression-only CPR training [J]. Prehosp Emerg Care, 2017, 21(5): 662-669. DOI: 10.1080/10903127.2017.1308605.
- [8] Gates S, Quinn T, Deakin CD, et al. Mechanical chest compression for out of hospital cardiac arrest: systematic review and meta-analysis [J]. Resuscitation, 2015, 94: 91-97. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2015.07.002.
- [9] 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. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1673-4203.2017.10.006.
- [10] Wang G, Liu S, Jiang B, et al. Study on the effect of mechanical compression and manual compression during cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest patients [J]. Int J Surg, 2017, 44(10): 668-672. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1673-4203.2017.10.006.
- [11] 卫常安,杨金兰,王红卫,等.萨勃心复苏器与徒手心肺复苏加强复苏461例效果比较[J].中华危重病急救医学,2011,23(6):374-375. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1003-0603.2011.06.018.
- [12] Wei CA, Yang JL, Wang HW, et al. Comparison of the effects of sub cardiopulmonary resuscitation (CPR) and freehand cardiopulmonary resuscitation (CPR) in 461 cases [J]. Chin Crit Care Med, 2011, 23(6): 374-375. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1003-0603.2011.06.018.
- [13] 刘丽丽,黄坚强,陈晓蕾,等.萨勃心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/ema.j.issn.2095-4352.2016.07.021.
- [14] 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/ema.j.issn.2095-4352.2016.07.021.
- [15] 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): S315-367. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000252.
- [16] 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. DOI: 10.1016/S0735-6757(98)90105-X.
- [17] 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.
- [18] Ward KR, Menegazzi JJ, Zelenak RR, et al. A comparison of chest compressions between mechanical and manual CPR by monitoring end-tidal PCO₂ during human cardiac arrest [J]. Ann Emerg Med, 1993, 22(4): 669-674.
- [19] Wang HC, Chiang WC, Chen SY, et al. Video-recording and time-motion analyses of manual versus mechanical cardiopulmonary resuscitation during ambulance transport [J]. Resuscitation, 2007, 74(3): 453-460. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2007.01.018.
- [20] Gates S, Lall R, Quinn T, et al. Prehospital randomised assessment of a mechanical compression device in out-of-hospital cardiac arrest (PARAMEDIC): a pragmatic, cluster randomised trial and economic evaluation [J]. Health Technol Assess, 2017, 21(11): 1-176. DOI: 10.3310/hta21110.
- [21] 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.
- [22] Hayashida K, Tagami T, Fukuda T, et al. Mechanical cardiopulmonary resuscitation and hospital survival among adult patients with nontraumatic out-of-hospital cardiac arrest attending the emergency department: a prospective, multicenter, observational study in Japan [SOS-KANTO (survey of survivors after out-of-hospital cardiac arrest in Kanto area) 2012 study] [J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(11): pii: e007420. DOI: 10.1161/JAHA.117.007420.
- [23] Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, et al. Early cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest [J]. N Engl J Med, 2015, 372(24): 2307-2315. DOI: 10.1056/NEJMoa1405796.
- [24] Svensson L, Bohm K, Castrén M, et al. Compression-only CPR or standard CPR in out-of-hospital cardiac arrest [J]. N Engl J Med, 2010, 29, 363(5): 434-442. DOI: 10.1056/NEJMoa0908991.
- [25] Wen LS, Xu J, Steptoe AP, et al. Emergency department characteristics and capabilities in Beijing, China [J]. J Emerg Med, 2013, 44(6): 1174-1179. e4. DOI: 10.1016/j.jemermed.2012.07.083.
- [26] Sun Z, Wang S, Barnes SR. Understanding congestion in China's medical market: an incentive structure perspective [J]. Health Policy Plan, 2016, 31(3): 390-403. DOI: 10.1093/heapol/czv062.
- [27] Pan J, Liu D, Ali S. Patient dissatisfaction in China: what matters [J]. Soc Sci Med, 2015, 143: 145-153. DOI: 10.1016/j.socscimed.2015.08.051.
- [28] Xiao Y, Wang J, Chen S, et al. Psychological distress, burnout level and job satisfaction in emergency medicine: a cross-sectional study of physicians in China [J]. Emerg Med Australas, 2014, 26(6): 538-542. DOI: 10.1111/1742-6723.12315.
- [29] McDonald CH, Heggie J, Jones CM, et al. Rescuer fatigue under the 2010 ERC guidelines, and its effect on cardiopulmonary resuscitation (CPR) performance [J]. Emerg Med J, 2013, 30(8): 623-627. DOI: 10.1136/emermed-2012-201610.
- [30] Kovic I, Lulic D, Lulic I. CPR PRO[®] device reduces rescuer fatigue during continuous chest compression cardiopulmonary resuscitation: a randomized crossover trial using a manikin model [J]. J Emerg Med, 2013, 45(4): 570-577. DOI: 10.1016/j.jemermed.2013.04.021.
- [31] Shin J, Hwang SY, Lee HJ, et al. Comparison of CPR quality and rescuer fatigue between standard 30:2 CPR and chest compression-only CPR: a randomized crossover manikin trial [J]. Scand J Trauma Resusc Emerg Med, 2014, 22: 59. DOI: 10.1186/s13049-014-0059-x.
- [32] Danielis M, Chittaro M, De Monte A, et al. A five-year retrospective study of out-of-hospital cardiac arrest in a north-east Italian urban area [J]. Eur J Cardiovasc Nurs, 2019, 18(1): 67-74. DOI: 10.1177/1474515118786677.
- [33] Kirkegaard H, Søreide E, de Haas I, et al. Targeted temperature management for 48 vs 24 hours and neurologic outcome after out-of-hospital cardiac arrest: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2017, 318(4): 341-350. DOI: 10.1001/jama.2017.8978.
- [34] Girotra S, Nallamothu BK, Spertus J, et al. Trends in survival after in-hospital cardiac arrest [J]. N Engl J Med, 2012, 367(20): 1912-1920. DOI: 10.1056/NEJMoa1109148.

(收稿日期:2019-01-03)