

## • 论著 •

# 院内心搏骤停患者心肺复苏后 24 h 生存率影响因素分析

石一婷<sup>1</sup> 苏春元<sup>2</sup> 赵会民<sup>1</sup><sup>1</sup> 广西医科大学第二附属医院急诊科, 南宁 530000; <sup>2</sup> 广西医科大学附属肿瘤医院急诊中心, 南宁 530000

通信作者: 赵会民, Email: hmzhao2006@163.com

**【摘要】** 目的 分析院内心搏骤停(IHCA)患者心肺复苏(CPR)后 24 h 生存率的影响因素。方法 回顾分析 2022 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日广西医科大学第二附属医院 IHCA 患者的病例资料, 收集性别、年龄、原发病、基础疾病、抢救专科、CPR 持续时间、紧急气管插管时间、CPR 初始及 CPR 期间心律是否为可除颤心律、24 h 内复苏药物(肾上腺素、多巴胺等)、血管活性药物评分(VIS)、首次及再次 CPR 成功率[自主循环恢复(ROSC)  $\geq 20$  min]、24 h 心搏骤停(CA)再发率、24 h 及 28 d 生存率等指标。以 24 h 是否生存将患者分为生存组和死亡组; 另外, 按照首次 CPR 是否成功将患者分为 ROSC 组和非 ROSC 组, 并进一步按 24 h 内是否再发心搏骤停(RCA)分为 RCA 组和非 RCA 组, 分别用 Logistic 回归筛查 24 h 生存率、首次 CPR 成功率、24 h RCA 的影响因素, 并用受试者工作特征曲线(ROC)进行敏感性分析。结果 共纳入 162 例 IHCA 患者, 其中男性占 78.4%, 女性占 21.6%; 平均年龄  $(63.90 \pm 15.74)$  岁; 首次 CPR 成功率为 40.7% (66/162), 24 h 内 CA 再发率为 48.5% (32/66), 再次 CPR 成功率为 21.9% (7/32); 24 h 生存率为 25.3% (41/162), 28 d 生存率为 13.6% (22/162)。生存组与死亡组原发病、CPR 持续时间、肾上腺素用量、CPR 初始心律、24 h 内使用阿托品、24 h 内 CA 再发率比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 多因素 Logistic 回归分析显示, CPR 持续时间、24 h 内 RCA 是 IHCA 患者 24 h 生存率的独立影响因素[CPR 持续时间: 优势比( $OR$ ) = 0.840, 95% 置信区间(95%CI)为 0.763 ~ 0.924,  $P < 0.001$ ; 24 h 内 RCA:  $OR = 0.190$ , 95%CI 为 0.003 ~ 0.133,  $P < 0.001$ ]; ROC 曲线显示, CPR 持续时间  $\geq 29.5$  min 时, 预测 24 h 死亡的 AUC 为 0.940, 敏感度为 0.843, 特异度为 0.951, 约登指数为 0.794。ROSC 组与非 ROSC 组 CPR 持续时间、肾上腺素用量、CPR 初始是否为除颤心律等指标比较差异存在统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 多因素 Logistic 回归分析显示, CPR 持续时间是 ROSC 的独立影响因素( $OR = 0.772$ , 95%CI 为 0.664 ~ 0.899,  $P = 0.001$ ); ROC 曲线显示, CPR 持续时间  $\geq 32$  min 时, 预测 ROSC 失败的 AUC 为 0.988, 敏感度为 0.958, 特异度为 0.955, 约登指数为 0.913。RCA 组与非 RCA 组心功能不全史、原发病、CPR 持续时间、肾上腺素用量、24 h 内使用多巴胺、阿托品等复苏药物、VIS 比较差异存在统计学意义(均  $P < 0.05$ ); 多因素 Logistic 回归分析显示, VIS 是 24 h 后 RCA 的独立影响因素( $OR = 1.059$ , 95%CI 为 1.027 ~ 1.092,  $P < 0.001$ ); ROC 曲线显示, VIS  $\geq 49$  分时, 预测 24 h 后 RCA 的 AUC 为 0.813, 敏感度为 0.880, 特异度为 0.750, 约登指数为 0.630。结论 CPR 持续时间和 24 h 内 CA 再发率是 IHCA 患者复苏后 24 h 生存率的独立影响因素, CPR 时间过长( $\geq 29.5$  min)可作为预测 24 h 生存率的优秀指标, VIS  $\geq 49$  分可作为预测 24 h RCA 的良好指标。

**【关键词】** 心搏骤停; 院内心搏骤停; 再发心搏骤停; 心肺复苏; 自主循环恢复; 生存率; 危险因素

基金项目: 广西壮族自治区医疗卫生重点学科建设项目(2021-8)

临床试验注册: 中国临床试验注册中心, ChiCTR2400093544

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250430-00417

## Analysis of factors affecting 24-hours survival rate in patients with in-hospital cardiac arrest

Shi Yiting<sup>1</sup>, Su Chunyuan<sup>2</sup>, Zhao Huimin<sup>1</sup><sup>1</sup> Department of Emergency, the Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University, Nanning 530000, China;<sup>2</sup> Emergency Center, Guangxi Medical University Cancer Hospital, Nanning 530000, China

Corresponding author: Zhao Huimin, Email: hmzhao2006@163.com

**【Abstract】** **Objective** To study the factors affecting 24 hours survival rate in patients with in-hospital cardiac arrest (IHCA) after cardiopulmonary resuscitation (CPR). **Methods** The medical records of IHCA patients in the Second Affiliated Hospital of Guangxi Medical University from January 1, 2022, to December 31, 2023 were retrospectively analyzed. Data collected included gender, age, protopathic diseases, underlying disease, rescue specialty, CPR duration, emergency tracheal intubation time, whether the initial and subsequent rhythms during CPR were shockable, 24-hour resuscitation drugs (adrenaline, dopamine, etc.), vasoactive-inotropic score (VIS), initial and following CPR success rate [return of spontaneous circulation (ROSC)  $\geq 20$  minutes], 24-hour cardiac arrest (CA) recurrence rate, 24-hour and 28-day survival rates. Patients were divided into survival group and death group based on whether they

survived for 24 hours. In addition, patients were divided into ROSC group and non-ROSC group based on whether the first CPR was successful, and then the ROSC group was divided into repeated cardiac arrest (RCA) group and non-RCA group based on whether they experienced RCA within 24 hours. Logistic regression was used to screen for the affecting factors of the 24-hour survival rate, the success rate of the initial CPR and RCA within 24 hours, and the receiver operator characteristic curve (ROC curve) was used to analysis the sensitivity. **Results** A total of 162 patients with IHCA were included, in which 78.4% were male and 21.6% were female, with an average age of  $(63.90 \pm 15.74)$  years. The success rate of the first CPR was 40.7% (66/162), the recurrence rate of CA within 24 hours was 48.5% (32/66), the success rate of 2nd CPR was 21.9% (7/32). The survival rates of 24-hour and 28-day were 25.3% (41/162) and 13.6% (22/162), respectively. There were significantly differences in the protopathic disease being cardiogenic, the duration of CPR, epinephrine dosage, CPR initial rhythm, the use of atropine within 24 hours, recurrence rate of CA within 24 hours between survival group and death group (all  $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that the duration of CPR and RCA within 24 hours were independent affecting factor of 24-hour survival rate of IHCA patients [the duration of CPR: odds ratio ( $OR$ ) = 0.840, 95% confidence interval (95%CI) was 0.763–0.924,  $P < 0.001$ ; RCA within 24 hours:  $OR = 0.190$ , 95%CI was 0.003–0.133,  $P < 0.001$ ]. The ROC curve showed that when the duration of CPR more than 29.5 minutes, the AUC for predicting 24-hour death was 0.940, the sensitivity was 0.843, the specificity was 0.951, and the Youden index was 0.794. There were significantly differences in the duration of CPR, epinephrine dosage, and CPR initiated as defibrillation rhythm between the ROSC and non-ROSC groups (all  $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that the duration of CPR was independent affecting factor of ROSC ( $OR = 0.772$ , 95%CI was 0.664–0.899,  $P = 0.001$ ). The ROC curve showed that when the duration of CPR more than 32 minutes, the AUC for predicting ROSC failure was 0.988, the sensitivity was 0.958, the specificity was 0.955, and the Youden index was 0.913. There were significantly differences in history of heart failure, protopathic disease, the duration of CPR, adrenaline dosage, use of other resuscitation drugs (dopamine, atropine), and VIS between RCA and non-RCA groups (all  $P < 0.05$ ). Multivariate Logistic regression analysis showed that the VIS was independent risk factor for 24 hours RCA ( $OR = 1.059$ , 95%CI was 1.027–1.092,  $P < 0.001$ ). The ROC curve showed that when VIS  $\geq 49$ , the AUC for predicting RCA after 24 hours was 0.813, the sensitivity was 0.880, the specificity was 0.750, and Youden index was 0.630. **Conclusions** The duration of CPR and the recurrence rate of CA within 24 hours are independent affecting factor of 24-hour survival rate of IHCA patients after resuscitation, in which extended CPR ( $\geq 29.5$  minutes) can serve as a good warning indicator for predicting a 24-hour survival failure, while the VIS has important value in predicting the 24-hour RCA.

**【Key words】** Cardiac arrest; In-hospital cardiac arrest; Recurrent cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Return of spontaneous circulation; Survival rate; Risk factor

**Fund program:** Key Discipline Construction Project of Medical and Health Care in Guangxi Zhuang Autonomous Region of China (2021–8)

**Trial registration:** Chinese Clinical Trial Registry (ChiCTR2400093544)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20250430-00417

心搏骤停(cardiac arrest, CA)救治效果由心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)生存链多环节质量效率决定,总体水平提升相当困难,目前我国院内心搏骤停(in-hospital cardiac arrest, IHCA)患者生存出院率仅为9.4%,与美国、瑞典等先进国家26.7%~35.6%的30 d生存率相比仍有较大差距<sup>[1-3]</sup>。本课题组成员在临床实践中观察到,约半数CA患者能够恢复自主循环20 min以上,但随后24 h有大量患者再发心搏骤停(repeated cardiac arrest, RCA),并几乎全部死亡,提示24 h RCA可能是CA患者生存出院率极低的重要原因。新近研究结果显示, IHCA患者首次CPR成功后24 h CA再发率高达34.94%~47.43%<sup>[4-5]</sup>,但关于24 h RCA的原因和机制尚不很清楚。本研究旨在探讨IHCA患者24 h生存率影响因素,以期为提高CA患者总体生存率提供参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象: 采用回顾性队列研究方法, 选择

2022年1月1日至2023年12月31日在广西医科大学第二附属医院发生IHCA的患者。

**1.1.1 纳入标准:** ①年龄 $\geq 18$ 岁; ②在急诊抢救室及其他专科病房诊断为“呼吸心搏骤停”“心搏骤停”的患者。

**1.1.2 排除标准:** ①家属拒绝抢救或复苏成功后自动离院; ②重要临床信息缺失; ③随访资料缺失。

**1.2 伦理学:** 本研究符合医学科研伦理要求, 经广西医科大学第二附属医院医学伦理委员会审查(审批号: 2024-KY-0776)。

**1.3 临床资料收集:** 从病案搜集患者性别、年龄、基础病、原发病、抢救专科、CPR持续时间、紧急气管插管时间、CPR初始及CPR期间是否为除颤心律、24 h内使用复苏药物(肾上腺素、多巴胺、阿托品、利多卡因/胺碘酮等)情况、自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)后血管活性药物评分(vasoactive-inotropic score, VIS)、首次CPR成功率(ROSC $\geq 20$  min)、24 h CA再发率、24 h及

28 d 生存率等指标。

**1.4 分组:**按 CPR 后 24 h 是否生存将患者分为生存组与死亡组,以 Logistic 回归筛查 24 h 生存率影响因素。另外,按首次 CPR 是否成功将患者分为 ROSC 组与非 ROSC 组,以 Logistic 回归筛查首次 CPR 成功率影响因素;进一步按 24 h 内是否 RCA 将患者分为 RCA 组与非 RCA 组,以 Logistic 回归筛查 24 h 内 RCA 的影响因素。

**1.5 统计学方法:**使用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。计量资料呈正态分布时以均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用两独立样本 *t* 检验;计量资料呈偏态分布时用中位数(四分位数) [ $M(Q_1, Q_3)$ ] 表示,组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料用例数或构成比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 精确检验。析因设计用单因素 Logistic 回归分析,将单因素 Logistic 回归分析中差异有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归分析,筛查 24 h 生存率、首次 CPR 成功率、24 h 内 RCA 的独立影响因子,结果以优势比(odds ratio, *OR*)及其 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI)表示,随后绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线),以敏感性分析评估相关结果危险因素最佳截断值。检验水准  $\alpha$  值取双侧 0.05。

## 2 结 果

**2.1 病例筛查及入组情况:**最终纳入 162 例 IHCA 患者,CPR 后 24 h 生存 41 例,死亡 121 例;首次 CPR 后 ROSC  $\geq 20$  min 66 例,其中 24 h 内 RCA 32 例。

**2.2 患者临床特征:**162 例 IHCA 患者临床特征见表 1。

**2.2.1 一般资料:**162 例 IHCA 患者以男性为主,占 78.4%;平均年龄( $63.90 \pm 15.74$ )岁;原发病前 3 位依次为呼吸系统疾病、心肌梗死、脓毒症;基础疾病前 3 位依次为冠心病、高血压、糖尿病;抢救专科前 3 位依次为急诊科、重症监护室、专科病房。

**2.2.2 救治资料:**162 例 IHCA 患者 CPR 持续时间为 41.0(17.5, 73.2) min;气管插管时间  $\leq 5$  min 者占 72.2%, $>5$  min 者占 27.8%;CPR 初始为可除颤心律 36 例(22.2%),非可除颤心律 126 例(77.8%);CPR 期间可除颤心律 54 例(33.3%),均予除颤处理,非可除颤心律 108 例(66.7%);153 例(94.4%)应用肾上腺素,肾上腺素用量为 7(3, 10) mg;48 例(29.6%)使用阿托品,67 例(41.4%)使用多巴胺,33 例(20.4%)使用胺碘酮或利多卡因;VIS 中位数为 49(3, 100) 分。

**2.2.3 结局指标:**162 例 IHCA 患者首次 CPR 成功率为 40.7%(66/162),24 h 内 CA 再发率为 48.5%(32/66),再次 CPR 成功率为 21.9%(7/32),再次 CPR

表 1 162 例 IHCA 患者的临床特征

指标	数据	指标	数据	指标	数据
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	63.90 $\pm$ 15.74	基础疾病[例(%)]		紧急气管插管[例(%)]	
性别[例(%)]		冠心病	72(44.4)	气管插管 $\leq 5$ min	117(72.2)
男性	127(78.4)	高血压	63(38.9)	气管插管 $>5$ min	45(22.8)
女性	35(21.6)	糖尿病	41(25.3)	CPR 初始心律[例(%)]	
原发病[例(%)]		慢性肺部疾病	11(6.8)	可除颤心律	36(22.2)
心源性	51(31.5)	心功能不全	22(13.6)	非可除颤心律	126(77.8)
心肌梗死	24(14.8)	心律失常	17(10.5)	CPR 期间心律[例(%)]	
心律失常	14(8.6)	心肌梗死	8(4.9)	可除颤心律	54(33.3)
心力衰竭	10(6.2)	脑卒中	27(16.7)	非可除颤心律	108(66.7)
其他	3(1.9)	肝功能不全	6(3.7)	使用阿托品[例(%)]	48(29.6)
非心源性	111(68.5)	肾功能不全	31(19.1)	使用多巴胺[例(%)]	67(41.4)
呼吸系统疾病	28(17.3)	恶性肿瘤	22(13.6)	使用胺碘酮 / 利多卡因[例(%)]	33(20.4)
脓毒症	20(12.3)	抢救专科[例(%)]		VIS [分, $M(Q_1, Q_3)$ ]	49(3, 100)
脑源性	19(11.7)	急诊科	68(42.0)	首次 CPR 成功率[%(例 / 例)]	40.7(66/162)
恶性肿瘤	14(8.6)	专科病房	37(22.8)	24 h 内 CA 再发率[%(例 / 例)]	48.5(32/66)
创伤	16(9.9)	重症监护室	49(30.3)	再次 CPR 成功率[%(例 / 例)]	21.9(7/32)
酸碱失衡 / 电解质紊乱	13(8.0)	其他	8(4.9)	24 h 生存率[%(例)]	25.3(41)
其他	11(6.8)	CPR 持续时间[min, $M(Q_1, Q_3)$ ]	41.0(17.5, 73.2)	28 d 生存率[%(例)]	13.6(22)
		应用肾上腺素[例(%)]	153(94.4)		
		肾上腺素用量[mg, $M(Q_1, Q_3)$ ]	7(3, 10)		

注: IHCA 为院内心搏骤停,CPR 为心肺复苏,VIS 为血管活性药物评分,CA 为心搏骤停

成功率低于首次 CPR 成功率。所有患者 24 h 生存率为 25.3%, 28 d 生存率为 13.6%。

**2.3 24 h 生存率影响因素分析**: 生存组与死亡组原发病、CPR 持续时间、肾上腺素用量、CPR 初始为可除颤心律、24 h 内使用阿托品、24 h 内 RCA 等指标比较差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ ; 表 2), 将上述指标纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, CPR 持续时间、24 h 内 RCA 是影响 IHCA 患者 CPR 后 24 h 生存的独立危险因素(均  $P < 0.05$ ; 表 3)。ROC 曲线显示, CPR 持续时间  $\geq 29.5$  min 时, 预测 24 h 死亡的敏感度为 0.843, 特异度为 0.951, 约登指数为 0.794, AUC 为 0.940。

**2.4 首次 CPR 成功率影响因素分析**: ROSC 组与非 ROSC 组 CPR 持续时间、肾上腺素用量、CPR 初始为可除颤心律等指标比较差异有统计学意义(均  $P < 0.05$ ; 表 4), 将上述指标纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, CPR 持续时间是影响 ROSC 的独立危险因素( $P < 0.05$ ; 表 5)。ROC 曲线显示, CPR 持续时间  $\geq 32$  min 时, 预测非 ROSC 率的敏感度为 0.958, 特异度为 0.955, 约登指数为 0.913, AUC 为 0.988。

**2.5 24 h 内 RCA 影响因素分析**: RCA 组与非 RCA 组是否为心源性原发病、CPR 持续时间、24 h 肾上

表 3 IHCA 患者 CPR 后 24 h 死亡影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	$\beta$ 值	$s_{\beta}$	$\chi^2$ 值	OR 值	95%CI	P 值
原发病	0.009	0.848	0.001	1.009	0.191 ~ 5.321	0.992
CPR 持续时间	-0.175	0.049	12.747	0.840	0.763 ~ 0.924	<0.001
肾上腺素用量	-0.063	0.190	0.112	0.939	0.647 ~ 1.362	0.738
CPR 初始为可除颤心律	1.516	0.845	3.218	4.556	0.869 ~ 23.882	0.073
24 h 内使用阿托品	-2.120	0.827	0.066	0.809	0.160 ~ 4.095	0.798
24 h 内 RCA	-3.966	0.996	15.856	0.190	0.003 ~ 0.133	<0.001

注: IHCA 为院内心搏骤停, CPR 为心肺复苏, RCA 为再发心搏骤停, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

腺素用量、24 h 内使用多巴胺、24 h 内使用阿托品、VIS 比较差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ ; 表 6), 将上述指标纳入多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, ROSC 后 VIS 是 24 h 内 RCA 的独立危险因素( $P < 0.05$ ; 表 7)。ROC 曲线分析显示, 当 ROSC 后 VIS  $\geq 49$  分时, 预测复苏后 24 h 内 RCA 的敏感度为 0.880, 特异度为 0.750, 约登指数为 0.630, AUC 为 0.813。

### 3 讨论

临床专家普遍认可 ROSC 作为 CPR 成功的标志, 但对 ROSC 维持时间存在不同意见, 近年来国内研究采用的标准包括 30 s 以上、20 min 以上、30 min 以上等, 由此导致 IHCA 患者 CPR 成功率数据存在很大差异(25.00% ~ 58.18%)<sup>[1, 5-8]</sup>。本研究

表 2 CPR 后 24 h 是否生存两组 IHCA 患者临床资料比较

指标	生存组 (n=41)	死亡组 (n=121)	Z/ $\chi^2$ 值	P 值	指标	生存组 (n=41)	死亡组 (n=121)	Z/ $\chi^2$ 值	P 值
年龄 [岁, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	62.0(45.5, 72.5)	66.0(55.5, 76.0)	-1.632	0.103	CPR 持续时间 [min, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	9(3, 18)	54(37, 82)	-8.409	<0.001
男性 [例(%)]	33(80.5)	94(77.7)	0.142	0.706	肾上腺素用量 [mg, M(Q <sub>1</sub> , Q <sub>3</sub> )]	2(1, 3)	8(6, 12)	-7.636	<0.001
原发病 [例(%)]			3.926	0.048	紧急气管插管 [例(%)]			1.110	0.292
心源性	18(43.9)	33(27.3)			气管插管 $\leq 5$ min	27(65.9)	90(74.4)		
非心源性	23(56.1)	88(72.7)			气管插管 $> 5$ min	14(34.1)	31(25.6)		
基础疾病 [例(%)]					初始心律 [例(%)]			8.966	0.003
高血压	18(43.9)	45(37.2)	0.581	0.446	可除颤心律	16(39.0)	20(16.5)		
糖尿病	9(22.0)	31(25.6)	0.222	0.638	非可除颤心律	25(61.0)	101(83.5)		
冠心病	23(56.1)	38(40.6)	2.700	0.100	CPR 期间心律 [例(%)]			0.800	0.371
慢性肺部疾病	4(9.8)	7(5.8)	0.763	0.382	可除颤心律	16(39.0)	38(31.4)		
心功能不全	7(17.1)	16(13.2)	0.373	0.542	非可除颤心律	25(61.0)	83(68.6)		
心律失常	3(7.3)	15(12.4)	0.800	0.371	其他 CPR 药物 [例(%)]				
心肌梗死	0(0)	8(6.6)	2.852	0.091	多巴胺	14(34.1)	47(38.8)	2.545	0.111
脑卒中	7(17.1)	21(17.4)	0.002	0.967	阿托品	9(22.0)	57(47.1)	8.027	0.005
肝功能不全	2(4.9)	4(3.3)	0.212	0.645	利多卡因 / 胺碘酮	10(24.4)	26(21.5)	0.149	0.699
肾功能不全	9(22.0)	22(18.2)	0.281	0.596	24 h 内 CA 再发率 [例(%)]	17.1(7)	20.7(25)	42.759	<0.001
恶性肿瘤	4(9.8)	18(14.9)	0.684	0.408					
抢救专科 [例(%)]			1.221	0.748					
急诊科	15(36.6)	53(43.8)							
专科病房	11(26.8)	26(21.5)							
重症监护室	13(31.7)	36(29.7)							
其他	2(4.9)	6(5.0)							

注: CPR 为心肺复苏, IHCA 为院内心搏骤停, CA 为心搏骤停

表 5 IHCA 患者 ROSC 影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	$\beta$ 值	$s_{\beta}$	$\chi^2$ 值	OR 值	95%CI	P 值
CPR 持续时间	-0.189	0.077	11.164	0.772	0.664 ~ 0.899	0.001
肾上腺素用量	-0.710	0.255	0.630	0.816	0.495 ~ 1.347	0.427
CPR 初始为可除颤心律	-3.470	1.553	0.050	0.707	0.034 ~ 14.830	0.823

注: IHCA 为院内心搏骤停, ROSC 为自主循环恢复, CPR 为心肺复苏, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

按照国家卫生健康委员会颁布的《急诊医学等 6 个专业医疗质量控制指标(2024 年版)》, 规定胸外按压停止后 ROSC(或体外膜肺氧合支持下循环)维持 20 min 及以上判定为 CPR 成功<sup>[9]</sup>。

本组纳入 162 例 IHCA 患者, 男:女为 3.6:1, 平均年龄(63.90±15.74)岁, 心源性原发病约占 1/3, 基础病以冠心病、高血压、糖尿病等老年病为

表 4 首次 CPR 是否 ROSC 两组 IHCA 患者临床资料比较

指标	ROSC 组 (n=66)	非 ROSC 组 (n=96)	$t/\chi^2$ 值	P 值	指标	ROSC 组 (n=66)	非 ROSC 组 (n=96)	$Z/\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	62.03±17.38	65.18±14.46	1.253	0.212	CPR 持续时间 [min, $M(Q_1, Q_3)$ ]	11.5 (6.0, 20.5)	69.5 (43.2, 85.8)	-10.499	<0.001
男性[例(%)]	50(75.8)	77(80.2)	0.457	0.499	肾上腺素用量 [mg, $M(Q_1, Q_3)$ ]	2(1, 4)	9(7, 12)	-9.383	<0.001
原发病[例(%)]			0.006	0.939	紧急气管插管[例(%)]			0.227	0.634
心源性	21(31.8)	30(31.2)			气管插管≤5 min	49(74.2)	68(70.8)		
非心源性	45(68.2)	66(68.8)			气管插管>5 min	17(25.8)	28(29.2)		
基础疾病[例(%)]					CPR 初始心律[例(%)]			4.208	0.040
高血压	27(40.9)	36(37.5)	0.191	0.662	除颤心律	20(30.3)	16(16.7)		
糖尿病	14(21.2)	26(27.1)	0.725	0.394	非除颤心律	46(69.7)	80(83.3)		
冠心病	34(51.5)	39(40.6)	1.874	0.171	CPR 期间心律[例(%)]			1.036	0.309
慢性肺部疾病	5(7.6)	6(6.2)	0.001	0.991	除颤心律	25(37.9)	29(30.2)		
心功能不全	8(12.1)	14(15.6)	0.394	0.530	非除颤心律	41(62.1)	67(69.8)		
心律失常	4(6.1)	13(14.6)	2.876	0.090	其他 CPR 药物[例(%)]				
心肌梗死	1(1.5)	7(7.3)	2.780	0.095	阿托品	15(22.7)	33(34.4)	2.545	0.111
脑卒中	12(18.2)	15(16.7)	0.063	0.802	多巴胺	22(33.3)	45(46.9)	2.957	0.085
肝功能不全	3(4.5)	3(3.1)	0.002	0.962	利多卡因/胺碘酮	16(24.2)	17(17.7)	1.029	0.310
肾功能不全	13(19.7)	18(18.8)	0.023	0.880					
恶性肿瘤	8(12.1)	14(14.6)	0.202	0.653					
抢救专科[例(%)]			1.221	0.748					
急诊科	30(45.5)	38(39.6)							
专科病房	15(22.7)	22(22.9)							
重症监护室	19(28.8)	30(31.3)							
其他	2(3.0)	6(6.2)							

注: CPR 为心肺复苏, ROSC 为自主循环恢复, IHCA 为院内心搏骤停

表 6 首次 ROSC 后 24 h 内是否 RCA 两组 IHCA 患者临床资料比较

指标	RCA 组 (n=32)	非 RCA 组 (n=34)	$t/\chi^2$ 值	P 值	指标	RCA 组 (n=32)	非 RCA 组 (n=34)	$Z/\chi^2$ 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	64.09±17.34	60.09±17.46	-9.35	0.353	CPR 持续时间 [min, $M(Q_1, Q_3)$ ]	18.5(8.2, 30.0)	8.5(2.0, 18.0)	-2.832	0.005
男性[例(%)]	22(68.8)	28(82.4)	1.661	0.197	紧急气管插管[例(%)]			1.595	0.207
原发病[例(%)]			7.508	0.006	气管插管≤5 min	6(18.8)	11(32.4)		
心源性	5(15.6)	16(40.1)			气管插管>5 min	26(81.2)	23(67.6)		
非心源性	27(84.4)	18(52.9)			CPR 初始为可除颤心律[例(%)]	8(25.0)	12(35.3)	0.827	0.363
基础疾病[例(%)]					CPR 期间出现可除颤心律[例(%)]	13(40.6)	12(35.3)	0.199	0.655
高血压	10(31.3)	17(50.0)	2.397	0.122	肾上腺素用量 [mg, $M(Q_1, Q_3)$ ]	3.0(2.0, 5.8)	2.0(0.8, 3.0)	-2.603	0.009
糖尿病	6(18.8)	8(23.5)	0.225	0.635	其他 CPR 药物[例(%)]				
冠心病	13(38.2)	21(61.8)	3.448	0.063	多巴胺	18(56.2)	10(29.4)	4.861	0.027
慢性肺功能不全	1(3.1)	4(11.8)	1.757	0.185	阿托品	14(43.8)	7(20.6)	4.076	0.043
心功能不全	7(20.6)	1(3.1)	4.720	0.030	利多卡因/胺碘酮	12(37.5)	7(20.6)	2.300	0.129
心律失常史	1(3.1)	3(8.8)	0.940	0.332	VIS [分, $M(Q_1, Q_3)$ ]	10.0(0.0, 35.0)	99.5(59.2, 105.0)	-5.404	<0.001
心肌梗死	1(3.1)	0(0)	2.780	0.095					
脑卒中	6(18.8)	6(17.6)	0.013	0.908					
肝功能不全	1(3.1)	2(5.9)	0.289	0.591					
肾功能不全	5(15.6)	8(23.5)	0.651	0.420					
恶性肿瘤	6(18.8)	2(5.9)	2.256	0.109					

注: ROSC 为自主循环恢复, RCA 为再发心搏骤停, IHCA 为院内心搏骤停, CPR 为心肺复苏, VIS 为血管活性药物评分

表 7 IHCA 患者 ROSC 后 24 h 内 RCA 影响因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	$\beta$ 值	$s_{\beta}$	$\chi^2$ 值	OR 值	95%CI	P 值
VIS(ROSC 后)	0.057	0.016	13.253	1.059	1.027 ~ 1.092	<0.001
24 h 内使用多巴胺	-0.029	0.858	0.001	0.971	0.181 ~ 5.225	0.973
24 h 内使用阿托品	-0.225	0.876	0.066	0.799	0.143 ~ 4.448	0.797
肾上腺素用量	0.070	0.291	0.057	1.072	0.606 ~ 1.896	0.811
CPR 持续时间	-0.010	0.070	0.021	0.990	0.862 ~ 1.136	0.886
原发病	-0.003	0.976	<0.001	0.997	0.147 ~ 6.760	0.998

注: IHCA 为院内心搏骤停, ROSC 为自主循环恢复, RCA 为再发心搏骤停, VIS 为血管活性药物评分, CPR 为心肺复苏, OR 为优势比, 95%CI 为 95% 置信区间

主, 抢救实施专科为急诊科、重症监护室、专科病房等, 符合 IHCA 患者基本特征。本研究中 IHCA 患者均在 CA 发生第一时间实施了 CPR 和心律探测, 并对可除颤心律均实施了 1 次或多次电除颤, 其中 94.4% 使用了肾上腺素等复苏药物, 72.2% 在 CPR 开始 5 min 内实施了紧急气管插管, 紧急救治措施符合 IHCA 救治通用原则, 与其他研究报道基本一致<sup>[10-13]</sup>。本研究显示, 首次 CPR 成功率为 40.7%, 24 h 生存率为 25.3%, 28 d 生存率为 13.6%, 与国内学者报道结果相当, 但仍明显低于欧美等先进国家<sup>[14-15]</sup>。值得关注的是, 本组病例资料显示再次 CPR 成功率为 21.9%, 低于首次 CPR 成功率, 提示研究 24 h 内 RCA 对提升 IHCA 早期生存率有重要意义。

本研究中将 IHCA 患者按照 24 h 是否生存分为生存组与死亡组, 结果显示年龄、性别、基础疾病、紧急气管插管时间、CPR 期间心律、24 h 内使用多巴胺、利多卡因 / 胺碘酮等复苏药物差异无统计学意义, 而原发病、CPR 持续时间、肾上腺素用量、CPR 初始心律、24 h 内使用阿托品、24 h CA 再发率差异有统计学意义, 其中 CPR 持续时间过长和 24 h 内 RCA 是影响 IHCA 患者 CPR 后 24 h 死亡的独立影响因素, 表明改善 IHCA 24 h 生存率必需关注 CPR 质量效果和 24 h 内 CA 再发率两个指标。一方面, IHCA 救治效果更多由疾病性质及个体反应性决定, 而非由院前急救环境限制的序贯性急救措施的可及性决定<sup>[16-18]</sup>, 如果原发病或致死因素无法祛除和改善, 循环系统的反应性将持续降低, 即使增加 CPR 强度或质量也无法提高生存率。本组数据显示, 在 CPR 持续时间 ≥ 29.5 min 时, 预测 24 h 死亡的敏感度为 0.843, 特异度为 0.951, 约登指数为 0.794, 可以作为一项优秀的预警指标, 对临床指导 IHCA 终止 CPR 有重要参考价值。另一方面, 本组数据显示,

再次 CPR 成功率与首次 CPR 成功率有显著差异, 可能是 24 h 内 CA 再发率成为 CPR 后 24 h 死亡的独立影响因素的重要原因, 提示临幊上首次 CPR 成功后必需采取有力措施维护自主循环, 并积极去除 RCA 的各种不利因素或威胁。

本组病例按照首次 CPR 是否成功分为 ROSC 组和非 ROSC 组, 结果显示, 两组初始 CPR 是否为可除颤心律、CPR 持续时间、肾上腺素用量等指标差异存在统计学意义, 而年龄、性别、原发病、基础疾病、抢救专科、紧急气管插管时间、CPR 期间心律、其他复苏药物等指标差异无统计学意义, 与已有报道结果基本一致<sup>[19-22]</sup>, 表明初始 CPR 在按压和通气质量一致的情况下, CPR 效果与是否恢复心脏室性心律密切相关, 受到 CPR 对机体循环持续有效支持时间和心脏节律系统药物反应性直接制约。本组数据还显示, CPR 持续时间延长 (≥ 32 min) 是影响 IHCA 患者 ROSC 的独立危险因素, 预测非 ROSC 率的敏感度为 0.958, 特异度为 0.955, 约登指数为 0.913, 其对指导 IHCA 及时终止 CPR 有重要参考价值。需要说明的是, 本组病例初始 CPR 可除颤心律仅占 22.2%, CPR 期间可除颤心律占 33.3%, 与国外报道的院前急救以可除颤心律为主明显不同, 可能与人种差异、病种构成、探测时机、抽样偏倚等多种因素有关<sup>[3, 23]</sup>, 有待进一步研究。

本组 ROSC 患者 66 例, 48.5% 在随后 24 h 内 RCA, RCA 组与非 RCA 组年龄、性别、基础疾病、紧急气管插管时间、CPR 期间心律等指标比较差异无统计学意义, 而原发病、CPR 持续时间、肾上腺素用量、24 h 内使用阿托品、多巴胺、以及 VIS 差异均存在统计学意义, 其中 ROSC 后高 VIS 是 CPR 后 24 h 内 RCA 的独立危险因素, 表明 IHCA 患者 24 h 内 RCA 与首次 CPR 持续时间 (呼吸循环维持时间) 相关, 患者心血管反应性作为内因可能发挥更大作用<sup>[24-26]</sup>。当 VIS ≥ 49 分时, 预测敏感度为 0.880, 特异度为 0.750, 约登指数为 0.630, 对临床预后有重要参考价值。临床实践中 ROSC 患者低血压普遍存在, 本组病例使用血管活性药物包括肾上腺素、去甲肾上腺素、多巴胺等, 而国外报道使用去甲肾上腺素更多<sup>[27]</sup>, 这些升压药物一方面对维持器官灌注压可能是必需的, 另一方面不可避免地提高 VIS, 高强度使用也同时抑制了心血管反应性, 甚至诱发心律失常及其他毒性反应, 不利于心源性、脓毒性休克逆转, 最终导致早期死亡<sup>[28-29]</sup>。

综上,本研究通过回顾分析单中心 IHCA 队列资料,重点围绕 ROSC 后 24 h 内 RCA 影响因素进行了探讨,研究表明 ROSC 后 24 h 内 RCA 后生存率极低,CPR 超过 0.5 h 是预测 ROSC 失败及 24 h 死亡的独立影响因子,VIS 是预测 24 h 内 RCA 的独立影响因子,未来进一步提高 IHCA 生存率需重视初始 CPR 质量与降低 24 h 内 RCA,并关注和改善后续心血管药物反应敏感性。然而基于回顾性研究的局限性和样本量有限,不排除存在选择性偏倚和混杂因素对研究结论的影响,未来还需要进一步研究证实。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 石一婷:研究设计、实验操作、数据采集、整理、统计学分析、论文撰写;苏春元:数据采集、统计学分析;赵会民:论文选题、研究设计、基金获取、研究指导、论文修改

## 参考文献

- [1] 陈玉国,徐峰.中国心脏骤停与心肺复苏报告(2022 年版)[M].北京:人民卫生出版社,2023.
- [2] American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2021 update: a report from the American Heart Association [J]. Circulation, 2021, 143 (8): e254–e743. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000950..
- [3] Jerkeman M, Sultanian P, Lundgren P, et al. Trends in survival after cardiac arrest: a Swedish nationwide study over 30 years [J]. Eur Heart J, 2022, 43 (46): 4817–4829. DOI: 10.1093/euroheartj/ejac414.
- [4] Zhang YP, Rao CJ, Ran X, et al. How to predict the death risk after an in-hospital cardiac arrest (IHCA) in intensive care unit? A retrospective double-centre cohort study from a tertiary hospital in China [J]. BMJ Open, 2023, 13 (10): e074214. DOI: 10.1136/bmjopen-2023-074214.
- [5] 张杰,李波,吴海鹰,等.院内成人心脏骤停患者心肺复苏抢救成功率的影响因素及与预后关系的分析[J].临床急诊杂志,2024,25(11):574-578. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2024.11.004.
- [6] 钱欣,林世荣.初始心律对院内心搏骤停患者预后的影响[J].中华急诊医学杂志,2017,26(2):202-205. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2017.02.017.
- [7] 洪健敏.院内再次心脏骤停发生率和相关因素分析[D].广州:南方医科大学,2019.
- [8] 陈植炜,官运杰,张舒娇,等.初始复苏时不同通气方式对院内心脏骤停患者短期预后的影响[J].中华急诊医学杂志,2025,34(3):382-388. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2025.03.015.
- [9] 国家卫生健康委办公厅印发急诊医学等 6 个专业医疗质量控制指标(2024 年版)[J].中华医学信息导报,2024,39(10):6. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-8039.2024.10.107.
- [10] 胡念丹,魏捷.基于 2601 例院内心脏骤停的回顾性分析[J].中华急诊医学杂志,2023,32(11):1506-1510. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.11.014.
- [11] 段文慧,杨晶,王爱文,等.院内心脏骤停后自主循环恢复患者短期预后的危险因素与列线图预测模型构建[J].中国急救医学,2024,44(3):246-251. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2024.03.011.
- [12] 潘丽名.紧急医疗救护小组对院内心搏骤停死亡率的影响及 Meta 分析[D].苏州:苏州大学,2022.
- [13] 杨娅萍,苏健婷,王晶,等.2018 年至 2020 年北京市常住居民发生心脏骤停死亡特征分析[J].心肺血管病杂志,2023,42(11):1097-1101. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2023.11.002.
- [14] American Heart Association's Get With The Guidelines—Resuscitation Investigators. Duration of cardiopulmonary resuscitation and outcomes for adults with in-hospital cardiac arrest: retrospective cohort study [J]. BMJ, 2024, 384: e076019. DOI: 10.1136/bmj-2023-076019.
- [15] Soar J. In-hospital cardiac arrest [J]. Curr Opin Crit Care, 2023, 29 (3): 181–185. DOI: 10.1097/MCC.00000000000001035.
- [16] 赵嘉艺,曾德华,朱爱群.成人院内心搏骤停预后影响因素分析[J].中华危重病急救医学,2024,36(4):398-403. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230721-00538.
- [17] 龙怡,李晓江,梁渝,等.急诊院内心搏骤停患者的临床特征及心肺复苏成功率影响因素分析[J].中华危重病急救医学,2023,35(7):719-723. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230131-00054.
- [18] Hou L, Wang YM, Chen B, et al. Resuscitation of out-of-hospital cardiac arrest in China: a systematic review and Utstein-style data analysis based on the Chain of Survival [J]. Resuscitation, 2023, 193: 109974. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2023.109974.
- [19] 赵婷婷,赵媛媛,邢吉红.成人院内心脏骤停患者临床特征及复苏结局影响因素分析[J].协和医学杂志,2023,14(3):536-542. DOI: 10.12290/xhyxzz.2022-0623.
- [20] 梁顺达,方芳,丁智颖,等.院内心搏骤停患者自主循环恢复影响因素分析[J].中华全科医学,2023,21(8):1299-1303. DOI: 10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.003107.
- [21] 徐胜勇,朱华栋,于学忠.急诊科心肺复苏结局与肾上腺素用量关系的研究[J].中国急救医学,2019,39(6):538-541. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2019.06.003.
- [22] Fothergill RT, Emmerson AC, Iyer R, et al. Repeated adrenaline doses and survival from an out-of-hospital cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2019, 138: 316–321. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2019.01.022.
- [23] Andersson A, Arctaedius I, Cronberg T, et al. In-hospital versus out-of-hospital cardiac arrest: characteristics and outcomes in patients admitted to intensive care after return of spontaneous circulation [J]. Resuscitation, 2022, 176: 1–8. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2022.04.023.
- [24] Woo JH, Cho JS, Lee CA, et al. Survival and rearrest in out-of-hospital cardiac arrest patients with prehospital return of spontaneous circulation: a prospective multi-regional observational study [J]. Prehosp Emerg Care, 2021, 25 (1): 59–66. DOI: 10.1080/10903127.2020.1733716.
- [25] Suchko S, Smida T, Crowe RP, et al. The association of clinical, treatment, and demographic characteristics with rearrest in a national dataset [J]. Resuscitation, 2024, 196: 110135. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2024.110135.
- [26] Yamashita A, Kurosaki H, Takada K, et al. Prehospital epinephrine as a potential factor associated with prehospital rearrest [J]. Prehosp Emerg Care, 2020, 24 (6): 741–750. DOI: 10.1080/10903127.2020.1725197.
- [27] Ray L, Acuistro NM, Coralic Z, et al. A national survey of medication utilization for cardiac resuscitation in the emergency department: a survey of emergency medicine pharmacists [J]. Am J Health Syst Pharm, 2024, 81 (24): 1313–1321. DOI: 10.1093/ajhp/zxa186.
- [28] 中华医学会心血管病学分会,中国医师协会心血管内科医师分会,中国医师协会心力衰竭专业委员会,等.中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024 [J].中华心血管病杂志,2024,52(3):235-275. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20231101-00405.
- [29] Hernandez-Montfort J, Sinha SS, Thayer KL, et al. Clinical outcomes associated with acute mechanical circulatory support utilization in heart failure related cardiogenic shock [J]. Circ Heart Fail, 2021, 14 (5): e007924. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.120.007924.