

- care units are amplified by increasing age: a retrospective cohort study[J]. World J Emerg Med, 2021, 12(2): 117-123. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2021.02.006.
- [13] Suárez-Santamaría M, Santolaria F, Pérez-Ramírez A, et al. Prognostic value of inflammatory markers (notably cytokines and procalcitonin), nutritional assessment, and organ function in patients with sepsis[J]. Eur Cytokine Netw, 2010, 21(1): 19-26. DOI: 10.1684/ecn.2009.0185.
- [14] Mankowski RT, Anton SD, Ghita GL, et al. Older Sepsis survivors suffer persistent disability burden and poor long-term survival[J]. J Am Geriatr Soc, 2020, 68(9): 1962-1969. DOI: 10.1111/jgs.16435.
- [15] Huang S, Peng YJ, Wang LL, et al. Effectiveness of sodium bicarbonate infusion on mortality for elderly septic patients with acute metabolic acidosis[J]. Front Pharmacol, 2022, 13: 974271. DOI: 10.3389/fphar.2022.974271.
- [16] Yang CC, Fong Y, Lin LC, et al. The age-adjusted Charlson comorbidity index is a better predictor of survival in operated lung cancer patients than the Charlson and Elixhauser comorbidity indices[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2018, 53(1): 235-240. DOI: 10.1093/ejcts/ezx215.
- [17] Wang X, Li SK. Effect of small-dose levosimendan on mortality rates and organ functions in Chinese elderly patients with sepsis[J]. Clin Interv Aging, 2017, 12: 917-921. DOI: 10.2147/CIA.S136355.
- [18] 南富耀, 马林沁, 吴彩军, 等. 参附注射液治疗脓毒性休克与心脏骤停后综合征的基础与临床[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(8): 920-923. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2021.08.002.
- [19] Uzkuç İ, Gurmen ES, Tulay CM. The role of the perfusion index in patients with thoracic trauma[J]. World J Emerg Med, 2022, 13(5): 390-392. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2022.077.
- [20] Staman K, Schorr C, Kaur D, et al. 1571[J]. Crit Care Med, 2019, 47: 761. DOI: 10.1097/01.ccm.0000552314.49684.ae.
- [21] Wang SW, Liu GX, Chen L, et al. Effects of Shenfu injection on sublingual microcirculation in septic shock patients: a randomized controlled trial[J]. Shock, 2022, 58(3): 196-203. DOI: 10.1097/SHK.0000000000001975.

(收稿日期: 2022-11-10)

(本文编辑: 何小军)

## 非创伤性院外心脏骤停患者自主循环恢复预测模型构建

柏晓奇 沈国平 郁慧杰 姚惟 许俊

嘉兴市第一医院急诊科, 浙江省嘉兴 314000

通信作者: 许俊, Email: jiaxingxujun@qq.com

**【摘要】目的** 探讨影响非创伤性院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)患者自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)的影响因素, 构建列线图预测模型。**方法** 建立2018年1月至2022年7月在嘉兴市第一医院急诊科诊治的270例非创伤性OHCA患者的预测模型。采用多因素Logistic回归分析确定独立预测因素, 建立预测非创伤性OHCA患者ROSC的列线图。**结果** 多因素Logistic回归发现, 女性、预计心脏骤停时间 $\leq 40$  min、目击者、旁观者心肺复苏、血糖 $\geq 10$  mmol/L是非创伤性OHCA患者ROSC的独立预测因素, 由此构建的列线图曲线下面积(AUC)为0.884, 校正曲线接近于理想的对角线。DCA分析表明该模型的净获益较好。**结论** 本列线图模型能够较好地预测非创伤性OHCA患者ROSC的概率, 有助于指导急诊科医生进行临床诊疗及医患沟通。

**【关键词】** 院外心脏骤停; 自主循环恢复; 影响因素; 预测; 列线图

**基金项目:** 嘉兴市急诊医学重点支撑学科建设项目(2023-zc-04); 浙江省医药卫生科技计划(2019KY686)

DOI:10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2023.04.019

院外心脏骤停是急诊科常见的急危重症疾病, 其表现为患者突然停止呼吸, 失去意识, 或呼吸微弱, 叹息样呼吸, 并且没有脉搏。心肺复苏是治疗OHCA的一种重要手

段。两个世纪以来, 复苏领域在不断发展, 相关研究也逐年增长<sup>[1]</sup>, 但OHCA患者的出院存活率仍然仅有10%左右<sup>[2]</sup>。目前我国的OHCA救治成功率仍低于国际水平, 最近的一

项研究<sup>[1]</sup>显示,2017年,北京市 OHCA 患者的 ROSC 率为 6.26%,出院生存率为 1.6%。目前尚无直观有效的工具预测 OHCA 患者中哪些人能够出现 ROSC。列线图作为一种简单的统计可视化工具,近年来被广泛用于预测疾病的发生、发展、预后和生存<sup>[4-6]</sup>。

本研究建立了一个预测列线图。使急诊科医生能够在极短的时间内获得预测结果。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

回顾性收集 2018 年 1 月 1 日至 2022 年 7 月在嘉兴市第一医院急诊科诊治的 270 例非创伤性 OHCA 患者。纳入标准:(1)年龄 ≥ 18 周岁;(2)非创伤性 OHCA 患者。排除标准:(1)入院时患者已恢复自主循环;(2)心脏骤停后已在外院抢救治疗的患者;(3)病史不全的患者;(4)中途放弃抢救。本研究通过嘉兴市第一医院伦理委员会通过(伦理审查编号 2022-KY-513),并获批准知情同意。

### 1.2 数据收集与分组

收集患者年龄、性别、基础疾病、预计心脏骤停时间、有无目击者、有无旁观者心肺复苏、是否 120 转运、是否可除颤心律、血糖(末梢血糖)、是否心源性病因等资料。按照是否 ROSC(ROSC 定义为 ROSC 持续时间大于 20 min)分为 ROSC 组和非 ROSC 组。

### 1.3 统计学方法

对数据采用 SPSS 21.0 软件及“R”语言(4.2.1)进行统计分析。若计量资料为正态分布,用均数 ± 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间采用成组 *t* 检验,计量资料为非正态分布,用中位数(M)和四分位数范围( $P_{25}, P_{75}$ )表示,组间采用 Mann-Whitney *U* 检验。计数资料以(*n*,%)表示,比较采用  $\chi^2$  检验或双侧 Fisher 精确检验,采用多因素二元 Logistic 回归得出独立影响因素,运用 R 语言中“ROCR”、

“rms”、“rmda”等程序包对列线图进行构建及验证。 $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组情况

根据纳入排除标准,共 270 例患者被纳入本研究,见图 1。ROSC 组与非 ROSC 组在性别、预计心脏骤停时间、有无目击者、有无旁观者心肺复苏、是否可除颤心律、血糖方面差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 Logistics 回归分析结果

多因素 Logistics 回归得出,女性、预计心脏骤停时间 ≤ 40 min、目击者、旁观者心肺复苏、血糖 ≥ 10 mmol/L 是 ROSC 的独立预测因素( $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.3 建立非创伤性 OHCA 患者 ROSC 的预测列线图

根据上述 5 个独立预测因素,绘制列线图,见图 2。并绘制该模型 ROC 曲线,见图 3,得出 C-index 和 AUC 均为 0.884。

### 2.4 ROSC 预测模型的验证

运用 Bootstrap 法重复抽样 1000 次进行内部验证,显示校正 C-index 为 0.877,表明该模型具有较好的区分度。

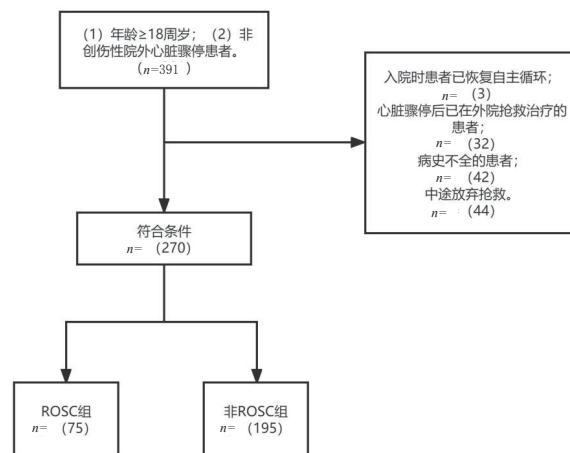


图 1 患者选择流程图

表 1 ROSC 组和非 ROSC 组一般资料对比

变量	ROSC 组 (n = 75)	非 ROSC 组 (n = 195)	P 值	$\chi^2$ /Z 值
年龄 (岁, $M(P_{25}, P_{75})$ )	66 (54,78)	66 (50,77)	0.431	-0.788
女性 (n, %)	31 (41.3)	49 (25.1)	0.009	6.822
高血压 (n, %)	35 (46.7)	66 (33.8)	0.051	3.802
糖尿病 (n, %)	18 (24)	31 (15.9)	0.122	2.394
心脏病 (n, %)	19 (25.3)	39 (20.0)	0.339	0.913
恶性肿瘤 (n, %)	8 (10.7)	14 (7.2)	0.348	0.880
预计 CA 时间 ≤ 40 min (n, %)	62 (82.7)	50 (25.6)	< 0.001	72.565
目击者 (n, %)	69 (92.0)	94 (48.2)	< 0.001	43.424
旁观者心肺复苏 (n, %)	35 (46.7)	25 (12.8)	< 0.001	35.901
120 转运 (n, %)	64 (85.3)	173 (88.7)	0.447	0.578
可除颤心律 <sup>a</sup> (n, %)	7 (9.3)	5 (2.6)	0.023	
血糖 ≥ 10 mmol/L (n, %)	55 (73.3)	106 (54.4)	0.004	8.101
心源性病因 (n, %)	27 (36.0)	86 (44.1)	0.227	1.461

注: CA: cardiac arrest; <sup>a</sup> 采用双侧 Fisher 精确检验

表 2 多因素 Logistic 分析结果

因素	$\beta$ 值	S.E.	P 值	OR 值	95%CI
女性	0.861	0.395	0.029	2.366	1.091~5.131
预计 CA 时间 $\leq 40$ min	2.412	0.399	< 0.001	11.153	5.097~24.400
目击者	1.291	0.508	0.011	3.638	1.345~9.837
旁观者心肺复苏	1.168	0.405	0.004	3.217	1.455~7.109
可除颤心律	0.959	0.760	0.207	2.610	0.588~11.577
血糖 $\geq 10$ mmol/L	0.866	0.382	0.023	2.376	1.124~5.025

注：CA：cardiac arrest

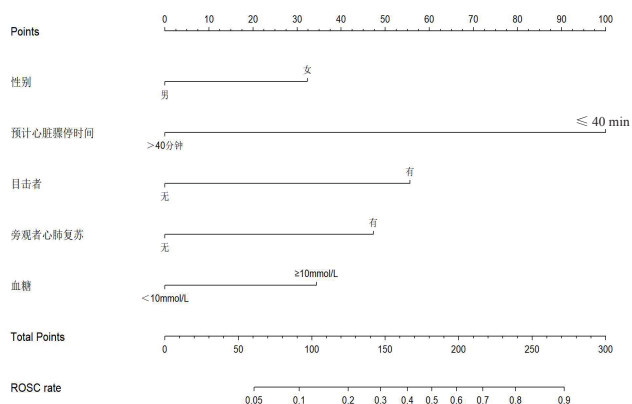


图 2 预测非创伤性 OHCA 患者 ROSC 的列线图

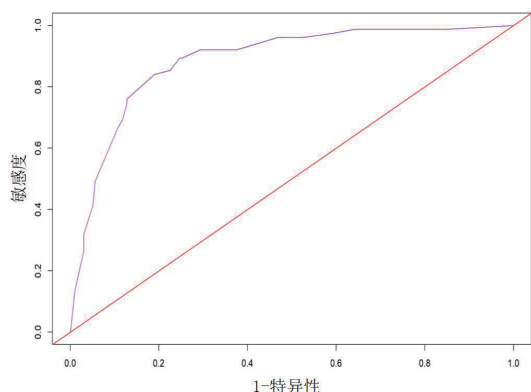


图 3 预测模型的受试者工作特征 (ROC) 曲线

### 2.5 列线图的预测精度和净收益

校正曲线接近理想的对角线, 见图 4。表明预测值和实测值一致性较好。DCA 显示模型具有较好的净获益, 见图 5。

## 3 讨论

目前, 国际上开发了 RACA 评分<sup>[7]</sup>, UB-ROSC 评分<sup>[8]</sup>, Ji 等<sup>[9]</sup>OHCA 患者 ROSC 的预测模型。虽然这些模型有良好的预测能力。但均存在计算繁琐或直观性较差等缺点。本研究通过列线图的方式构建了简单直观的预测模型。

研究<sup>[10]</sup>表明, 旁观者心肺复苏可增加 OHCA 患者 ROSC 率。也有研究提示旁观者心肺复苏能提高 30 d 存活率<sup>[11]</sup>, 神经系统预后良好的生存率亦增加<sup>[12]</sup>。本研究也得

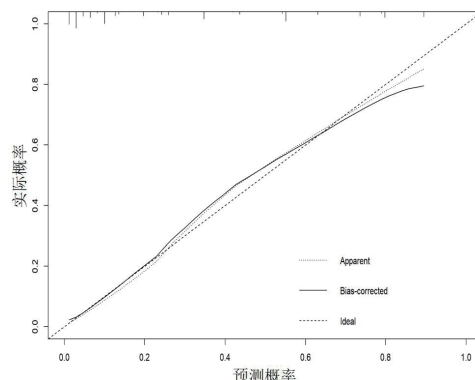


图 4 非创伤性 OHCA 患者 ROSC 预测模型校准图

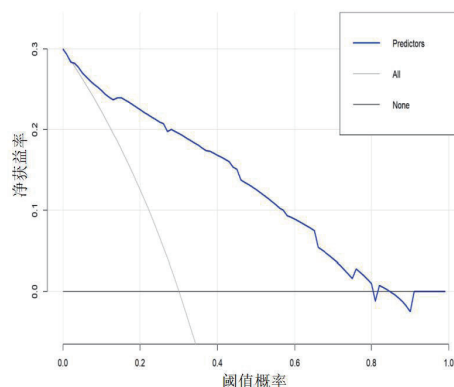


图 5 列线图模型决策曲线分析

出旁观者心肺复苏是非创伤性 OHCA 患者 ROSC 的独立预测因素。本研究显示仅有 22.2% 的非创伤性 OHCA 患者接受了旁观者心肺复苏。

预计心脏骤停时间越长, 预示着低血流时间越长。一项研究<sup>[13]</sup>显示, 低血流时间越长 (在 ROSC 之前  $> 30$  min), OHCA 患者的预后越差。本研究显示预计心脏骤停时间  $\leq 40$  min, OHCA 患者的 ROSC 率显著增加。较低的旁观者心肺复苏率和较长的心脏骤停时间, 导致了本研究中可除颤心律较低, 通过改进以上两个因素, 可增加可除颤心律占比, 进一步改善患者预后。OHCA 被目击往往能带来更好的预后。一项研究<sup>[14]</sup>显示, 旁观者目击、EMS 目击、无目击者 ROSC 率 (37.8%, 54.8%, 23.7%), 且 EMS 目击组出院存活率显著更高。本研究未区分旁观者目击和 EMS 目击, 但仍显示有目击者的非创伤性 OHCA 患者 ROSC 率更高。

RACA 评分<sup>[7]</sup>, UB-ROSC 评分<sup>[8]</sup>均提示女性与 OHCA 患者 ROSC 呈正相关。本研究也提示女性较男性患者 ROSC 率显著增加。一方面<sup>[15]</sup>, 由于胸腔较小, 女性可能会出现更高质量 CPR。另一方面, 动物实验研究<sup>[16]</sup>表明雌激素在心脏骤停中可能具有心脏保护和神经保护作用。

众所周知, OHCA 患者入院后持续高血糖会带来不良

预后<sup>[17]</sup>。但也有研究<sup>[18]</sup>显示,接受 ECPR 的 OHCA 患者中,与中度应激性高血糖相比,入院时无应激性高血糖与出院时神经系统预后不良显著相关。而本研究发现入院时血糖  $\geq 10$  mmol/L 与 ROSC 率增加有关 ( $P=0.023$ )。儿茶酚胺、皮质醇、胰高血糖素的释放能促进糖异生,引起血糖快速升高。而危重患者未出现高血糖可能是由于该反调节反应受损<sup>[19]</sup>。这可能解释了高血糖患者有更高的 ROSC 率。

本研究的不足:①本研究样本量较少;②由于缺乏数据,如院外肾上腺素使用与否、OHCA 发生的场所等,没有进行评估;③本研究为回顾性研究,数据来自单中心,在以后的研究中,笔者将在多中心前瞻性研究中进行外部验证。

本研究构建的列线图为急诊科医生提供了预测 ROSC 的一个简单和直观的工具,这可能对临床诊疗、医患沟通,甚至降低非创伤性 OHCA 患者病死率具有重要意义。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 柏晓奇、沈国平:数据收集及整理、论文撰写;郁慧杰、姚惟、许俊:研究设计、统计分析、论文修改

#### 参 考 文 献

- [1] Yan SJ, Chen M, Wen J, et al. Global research trends in cardiac arrest research: a visual analysis of the literature based on CiteSpace[J]. World J Emerg Med, 2022, 13(4): 290-296. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2022.071.
- [2] Rea T, Kudenchuk PJ, Sayre MR, et al. Out of hospital cardiac arrest: past, present, and future[J]. Resuscitation, 2021, 165: 101-109. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2021.06.010.
- [3] Shao F, Li HB, Ma SK, et al. Outcomes of out-of-hospital cardiac arrest in Beijing: a 5-year cross-sectional study[J]. BMJ Open, 2021, 11(4): e041917. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-041917.
- [4] 李心群, 陈心怡, 王欣璐, 等. 危险性上消化道出血患者病情严重程度危险因素分析及预警评估模型构建 [J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(4): 539-543. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.04.020
- [5] 赵丽娜, 朱华栋, 李毅. 基于 MIMIC-III 数据库的血小板计数相关的列线图对重症患者预后的预测价值 [J]. 中华急诊医学杂志, 2022, 31(1): 78-84. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-0282.2022.01.015.
- [6] Zhu XG, Jiang JM, Li YX, et al. Development and validation of a nomogram for predicting survival in patients with acute pancreatitis[J]. World J Emerg Med, 2023, 14(1): 44-48. DOI: 10.5847/wjem.j.1920-8642.2023.022.
- [7] Gräsner JT, Meybohm P, Lefering R, et al. ROSC after cardiac arrest: the RACA score to predict outcome after out-of-hospital cardiac arrest[J]. Eur Heart J, 2011, 32(13): 1649-1656. DOI: 10.1093/eurheartj/ehr107.
- [8] Baldi E, Caputo ML, Savastano S, et al. An Utstein-based model score to predict survival to hospital admission: the UB-ROSC score[J]. Int J Cardiol, 2020, 308: 84-89. DOI: 10.1016/j.ijcard.2020.01.032.
- [9] Ji C, Brown TP, Booth SJ, et al. Risk prediction models for out-of-hospital cardiac arrest outcomes in England[J]. Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes, 2021, 7(2): 198-207. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcaa019.
- [10] Czaplá M, Zielińska M, Kubica-Cielińska A, et al. Factors associated with return of spontaneous circulation after out-of-hospital cardiac arrest in Poland: a one-year retrospective study[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2020, 20(1): 1-7. DOI: 10.1186/s12872-020-01571-5.
- [11] 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.
- [12] Malta Hansen C, Kragholm K, Pearson DA, et al. Association of bystander and first-responder intervention with survival after out-of-hospital cardiac arrest in north Carolina, 2010-2013[J]. JAMA, 2015, 314(3): 255. DOI: 10.1001/jama.2015.7938.
- [13] Potpara TS, Mihajlovic M, Stankovic S, et al. External validation of the simple NULL-PLEASE clinical score in predicting outcome of out-of-hospital cardiac arrest[J]. Am J Med, 2017, 130(12): 1464.e13-1464.e21. DOI: 10.1016/j.amjmed.2017.05.035.
- [14] Chia MYC, Kwa TPW, Wah W, et al. Comparison of outcomes and characteristics of emergency medical services (EMS)-witnessed, bystander-witnessed, and unwitnessed out-of-hospital cardiac arrests in Singapore[J]. Prehosp Emerg Care, 2019, 23(6): 847-854. DOI: 10.1080/10903127.2019.1587124.
- [15] Tomlinson AE, Nysaether J, Kramer-Johansen J, et al. Compression force-depth relationship during out-of-hospital cardiopulmonary resuscitation[J]. Resuscitation, 2007, 72(3): 364-370. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2006.07.017.
- [16] Noppens RR, Kofler J, Hurn PD, et al. Dose-dependent neuroprotection by 17beta-estradiol after cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation[J]. Crit Care Med, 2005, 33(7): 1595-1602. DOI: 10.1097/01.ccm.0000169884.81769.f7.
- [17] Russo JJ, James TE, Hibbert B, et al. Hyperglycaemia in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest[J]. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care, 2018, 7(5): 442-449. DOI: 10.1177/2048872616684685.
- [18] Taira T, Inoue A, Nishimura T, et al. Association between stress hyperglycemia on admission and unfavorable neurological outcome in OHCA patients receiving ECPR[J]. Clin Res Cardiol, 2022. DOI: 10.1007/s00392-022-02057-4.
- [19] Dungan KM, Braithwaite SS, Preiser JC. Stress hyperglycaemia[J]. Lancet, 2009, 373(9677): 1798-1807. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60553-5.

(收稿日期: 2022-10-08)

(本文编辑: 何小军)