

• 论著—临床研究 •

多指标联合预测院外心脏骤停患者自主循环恢复的临床应用价值

程松¹ 李海山¹

[摘要] 目的:探索多指标联合预测模型对院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)患者自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)的临床应用价值。方法:选择 2019 年 1 月—2021 年 12 月在合肥市第二人民医院急诊科救治的 843 例 OHCA 患者为研究对象,根据复苏结果分为 ROSC 组 210 例(24.9%),非 ROSC 组 633 例(75.1%)。采用单因素分析和二元 logistic 回归分析筛选独立影响因素,构建列线图,采用校准图、临床决策曲线评估模型,并对模型进行内部验证。结果:无血流时间越短、初始心律为室颤和无脉电活动、有旁观者心肺复苏、除颤次数 ≤ 1 次、肾上腺素总使用剂量越小、强心药物的使用、CPR 时间 < 30 min 的 OHCA 患者更易获得自主循环恢复,由此构建的联合预测模型曲线下面积(area under curve, AUC)为 0.876,内部验证校准 AUC 值为 0.876,校准曲线接近预测曲线,决策曲线分析阈概率为 8%~100%,表明有良好临床获益。结论:本研究构建的联合预测模型,对 OHCA 自主循环恢复的预测有一定的临床价值,有助于对 OHCA 患者进行早期评估及治疗过程中诊疗计划的制定。

[关键词] 院外心脏骤停;预测模型;自主循环恢复;心肺复苏

DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2023.12.02

[中图分类号] R541.78 **[文献标志码]** A

The clinical application value of combined prediction model for ROSC in patients with OHCA

CHENG Song LI Haishan

(Department of Emergency, Hefei Second People's Hospital Affiliated to Bengbu Medical College, Hefei, 230011, China)

Corresponding author: LI Haishan, E-mail: Lee_haishan@126.com

Abstract Objective: To explore the clinical application value of multi-index combined prediction model for return of spontaneous circulation(ROSC) in patients with out-of-hospital cardiac arrest(OHCA). **Methods:** Eight hundred and forty-three patients with OHCA who were treated in the Emergency Department of the Second People's Hospital of Hefei from January 2019 to December 2021 were selected as the research objects. According to the resuscitation results, there were 210 cases (24.9%) in the ROSC group and 633 cases (75.1%) in the non ROSC group. Univariate analysis and binary logistic regression analysis were used to screen the independent influencing factors, and a nomogram was constructed. The calibration chart and clinical decision curve were used to evaluate the model, and the model was internally validated. **Results:** OHCA patients with shorter no-flow time, ventricular fibrillation and pulseless electrical activity as initial rhythm, bystander cardiopulmonary resuscitation, defibrillation frequency ≤ 1 time, lower total dose of epinephrine, use of inotropic drugs and cardiopulmonary resuscitation time < 30 min are more likely to obtain return of spontaneous circulation. The area under curve(AUC) area of the combined prediction model was 0.876, and the internal validation calibration AUC value was 0.876. The calibration curve was close to the prediction curve, and the DCA analysis threshold probability was 8%—100%, indicating good clinical benefit. **Conclusion:** The combined prediction model constructed in this study has certain clinical value in predicting the return of spontaneous circulation in OHCA, which is helpful for the early evaluation of patients with OHCA and the formulation of diagnosis and treatment plans during the treatment process.

Key words out-of-hospital cardiac arrest; prediction model; return of spontaneous circulation; cardiopulmonary resuscitation

¹蚌埠医学院附属合肥市第二人民医院急诊科(合肥,230011)

通信作者:李海山,E-mail:Lee_haishan@126.com

心脏骤停(cardiac arrest,CA)根据发生地点不同,分为院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest,OHCA)和院内心脏骤停(in-hospital cardiac arrest,IHCA)。据统计,全世界急诊医疗(emergency medical services,EMS)每年治疗的 OHCA 患者为(30.0~97.1)/10.0 万^[1],美国 OHCA 发病率约为 140.7/10.0 万^[2],欧洲为(67~170)/10 万^[3],中国约为 70.2/10.0 万^[4]。虽然随着心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation,CPR)技术普及和指南的更新,作为衡量 CPR 成功标准的重要指标自主循环恢复(return of spontaneous circulation,ROSC)率有所提高,但在中国部分地区仅有 5.98%^[4]。因此,基于影响 OHCA 患者 ROSC 的多个变量建立的预测模型可以早期评估患者预后,既能帮助医生和患者家属在有限的医疗资源以及高昂的费用等影响下避免无效的过渡救治,对有机会获得良好预后的患者避免过早地撤除治疗^[5]。同时,预测模型可以进行内外部验证,经过验证的风险调整模型可以作为急救复苏中心质量评价的一种工具,调查不同的治疗策略和医疗制度,有助于了解区域、技术、时间等差异对治疗效果的影响,是改进医疗保健质量的一种重要方式^[6]。本研究目的是开发一种简单且普遍适用的工具,第一步是通过在推导队列中,确认 OHCA 患者的临床资料和早期治疗措施与 ROSC 之间的关联;第二步是构建一个早期预测模型,用于预测 ROSC,并进行内部验证,评估临床获益性。

1 资料与方法

1.1 临床资料

回顾性收集 2019 年 1 月—2021 年 12 月在合肥市第二人民医院急诊科诊治的 OHCA 患者。根据纳入排除标准,研究共纳入 843 例 OHCA 患者,根据复苏结果分为 ROSC 组 210 例(24.9%),其中男 128 例(61.0%),女 82 例(39.0%);非 ROSC 组 633 例(75.1%),其中男 451 例(71.2%),女 182 例(28.8%)。OHCA 患者入组流程图见图 1。本研究经合肥市第二人民医院临床伦理委员会审批通过(No:2021-科研-015)。

纳入标准:年龄 ≥ 18 周岁。排除标准:①放弃抢救的患者;②入院时患者已恢复自主循环;③心脏骤停后已在外院抢救治疗后的患者;④病史不全的患者。

1.2 数据收集与分组

收集患者年龄、性别、有无旁观者、有无旁观者 CPR、发病病因、既往基础疾病病史、发病地点、初始心律、电除颤次数、肾上腺素使用剂量、有无胺碘酮使用、有无强心药物使用、有无纠酸药物使用、入院时血压、CPR 持续时间等资料。按照是否 ROSC 分为 ROSC 组和非 ROSC 组。ROSC 定义为

ROSC 持续时间 >20 min。

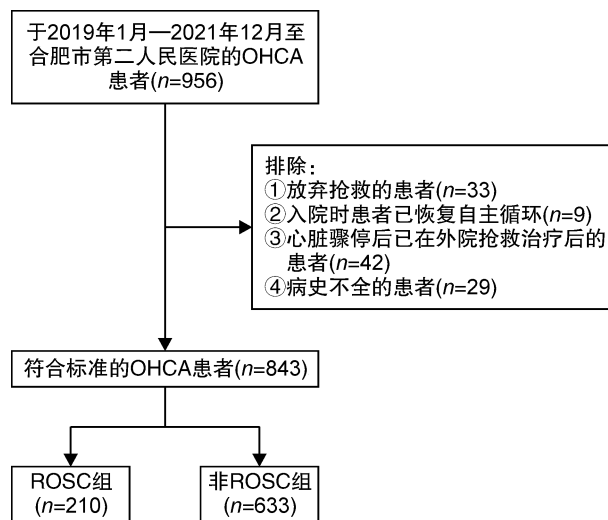


图 1 OHCA 患者入组流程图

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件对数据进行统计分析。若计量资料为正态分布,用 $\bar{X} \pm S$ 表示,组间采用成组 t 检验。计数资料以例(%)表示,比较采用 χ^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,绘制 ROC 曲线,运用 Stata MP 17 软件绘制预测 OHCA 患者 ROSC 率的 logistic 回归模型列线图。采用校准图评估模型的准确性;运用 R4.0.2 软件绘制决策曲线分析(decision curve analysis,DCA)图评估模型的临床实用性。应用 Booststrap 法重复抽样 1 000 次,对模型进行内部验证,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 单因素分析

单因素分析结果显示两组患者在性别、无血流时间、初始心律、有无旁观者、有无旁观者 CPR、发病地点、电除颤次数、肾上腺素使用剂量、强心药物的使用、入院时血压、CPR 持续时间差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 logistic 回归分析结果

根据单因素分析结果将 $P < 0.1$ 的变量纳入二元 logistic 回归分析,无血流时间为连续变量,而其他因素均设为分类变量。对于每一个分类变量,设置其中一个变量为对照组(如初始心律中心脏停搏被设置为对照组,它在模型中无特定系数,但被定义为分组中其他变量的参考),本次 logistic 回归分析中以下变量被设置为对照组:心脏停搏为初始心律、无旁观者心肺复苏、除颤次数为 0、肾上腺素使用剂量 >8 mg、未使用强心药物、CPR 时间 >30 min。

表 1 ROSC 组和非 ROSC 组一般资料对比

例(%), $\bar{X} \pm S$

资料	ROSC 组(210 例)	非 ROSC 组(633 例)	t/χ^2	P
性别			7.771	0.005
男	128(61.0)	451(71.2)		
女	82(39.0)	182(28.8)		
年龄/岁			1.925	0.750
<60	75(35.7)	233(36.8)		
60~70	32(15.2)	105(16.6)		
>70~80	48(22.9)	118(18.6)		
>80~90	45(21.4)	148(23.4)		
>90	10(0.5)	29(4.6)		
无血流时间	10.52±1.62	11.21±1.97	-5.041	<0.001
初始心律			127.618	<0.001
室颤/室速	67(31.9)	32(5.1)		
无脉性电活动	36(17.1)	63(10.0)		
心脏停搏	107(60.0)	538(85.0)		
旁观者			15.323	<0.001
有	177(84.3)	447(70.6)		
无	33(15.7)	186(29.4)		
旁观者心肺复苏			43.681	<0.001
有	55(26.2)	54(8.5)		
无	155(73.8)	579(91.5)		
病因			7.182	0.066
心源性	176(83.8)	504(79.6)		
创伤性	14(6.7)	83(13.1)		
低氧	10(4.8)	25(3.9)		
其他	10(4.8)	21(3.3)		
既往基础疾病				
心脏病	34(16.2)	71(11.2)	3.578	0.059
高血压	29(13.8)	60(9.5)	3.132	0.077
肿瘤晚期	7(3.3)	34(5.4)	1.415	0.234
脑卒中	10(4.8)	21(3.3)	0.929	0.335
肺部疾病	9(4.3)	23(3.6)	0.184	0.668
糖尿病	13(6.2)	28(4.4)	1.064	0.302
其他	6(2.9)	18(2.8)	<0.001	0.992
地点			38.449	<0.001
疗养院	10(4.8)	16(2.5)		
工作地点	7(8.1)	15(2.4)		
医生办公室	50(23.8)	60(9.5)		
公共场所	47(22.4)	186(29.4)		
家	85(40.5)	279(44.1)		
其他	11(5.2)	77(12.2)		
电除颤次数/次			136.943	<0.001
0	117(55.7)	518(81.8)		
1	76(36.2)	32(5.1)		
>1	17(8.1)	83(13.1)		
肾上腺素使用剂量/mg			237.105	<0.001
0~2	63(30.0)	23(3.6)		
>2~4	60(28.6)	41(6.5)		
>4~6	38(18.1)	109(17.2)		
>6~8	23(11.0)	152(24.0)		
>8	26(12.4)	308(48.7)		
胺碘酮使用			1.606	0.205
有	7(3.3)	35(5.5)		
无	203(96.7)	598(94.5)		
强心药物使用 ^{a)}			53.240	<0.001
有	59(28.1)	53(8.4)		
无	151(71.9)	580(91.6)		
纠酸药物使用			0.909	0.340
有	68(32.4)	183(28.9)		
无	142(67.6)	450(71.1)		
入院时血压/mmHg ^{b)}			17.126	<0.001
<90	40(19.0)	89(14.1)		
正在心肺复苏	145(69.0)	513(81.0)		
>90	25(11.9)	31(4.9)		
CPR 时间分层/min			259.827	<0.001
<30	171(81.4)	127(20.1)		
≥30	39(18.6)	506(79.9)		

注：^{a)}强心药物包括多巴胺、多巴酚丁胺；^{b)}1 mmHg=0.133 kPa。

本研究结果显示无血流时间、初始心律、旁观者心肺复苏、除颤次数、肾上腺素使用剂量、强心药物的使用、CPR 时间分层是患者 ROSC 的独立预

测因素($P < 0.05$)。在表中负的回归系数与更低的 ROSC 率相关,而正的回归系数与更高的 ROSC 率相关。见表 2。

表 2 二元 logistic 回归分析结果

因素	β	SE	P	OR	95%CI
无血流时间	-0.135	0.062	0.030	0.874	0.774~0.987
初始心律					
心脏停搏			0.034		
室颤/室速	0.607	0.664	0.361	1.834	0.499~6.745
无脉电活动	1.130	0.451	0.012	3.094	1.278~7.494
有旁观者心肺复苏	1.057	0.467	0.023	2.878	1.153~7.182
除颤次数/次					
0			0.005		
1	1.567	0.512	0.002	4.791	1.758~13.056
>1	-0.199	0.445	0.654	0.820	0.343~1.959
肾上腺素剂量/mg					
0~2	2.439	0.426	<0.001	11.457	4.968~26.421
>2~4	2.174	0.386	<0.001	8.792	4.124~18.741
>4~6	1.439	0.346	<0.001	4.215	2.140~8.302
>6~8	1.367	0.340	<0.001	3.922	2.140~7.643
>8			<0.001		
使用强心药物	1.652	0.360	<0.001	5.220	2.013~10.562
CPR 时间<30min	2.166	0.249	<0.001	8.726	5.361~14.203
常量	-2.564	0.716	<0.001	0.077	

2.3 建立 OHCA 患者 ROSC 的预测列线图、回归方程及 ROC 曲线

7 个独立预测因素模型以列线图方式呈现,见图 2。

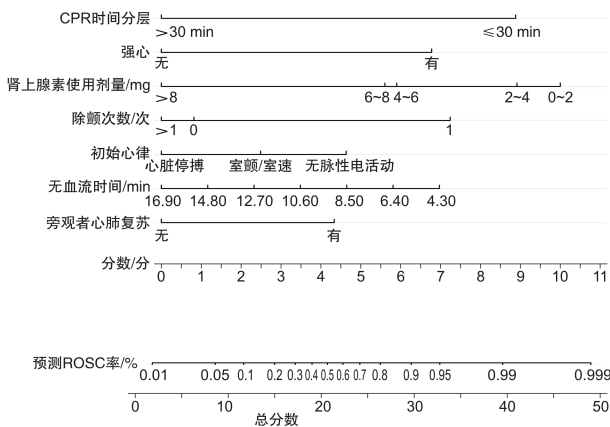


图 2 OHCA 患者 ROSC 多指标预测模型的列线图

根据二元 logistic 回归分析中各项因素回归系数,可通过计算总分 X,见表 3。使用公式: $P =$

$\frac{1}{1+e^{-X}}$ 计算出 ROSC 概率,并通过建立联合预测模型,绘制 ROC 曲线(图 3),该模型的曲线下面积 (area under curve, AUC)为 0.876,高于各独立预测因素模型(表 4)。

表 3 分数 X 的计算

因素	分数 X	分类
	-2.5	常数
无血流时间	-0.1	每分钟
初始心律	+0.6	室颤/室速
	+1.1	无脉性电活动
旁观者心肺复苏	+1.1	有
除颤次数	+1.6	1 次
	-0.2	>1 次
肾上腺素使用剂量	+2.4	0~2 mg
	+2.1	>2~4 mg
	+1.4	>4~6 mg
	+1.4	>6~8 mg
强心药物应用	-1.7	是
CPR 时间	+2.2	<30 min

2.4 ROSC 预测模型的内部验证

经 Bootstrap 法 1 000 次内部验证校准后,模型仍具有较高的预测能力(AUC 值为 0.876),其预测的 ROSC 曲线与临床实际的 ROSC 发生率曲线仍有良好的一致性(图 4)。

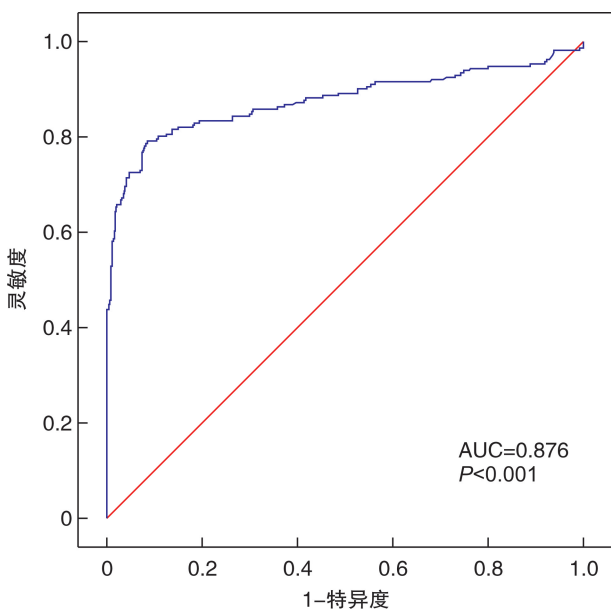


图 3 OHCA 患者 ROSC 多指标预测模型的 ROC 曲线

表 4 OHCA 患者 ROSC 的各独立预测指标及联合预测模型的预测效果比较

指标	曲线下面积	截断值	灵敏度	特异度	阳性预测值/%	阴性预测值/%
无血流时间	0.611	12.05 min	0.379	0.867	31.7	89.6
初始心律	0.682		0.490	0.850	52.0	83.4
旁观者心肺复苏	0.588		0.355	0.915	50.5	78.9
除颤次数	0.609		0.443	0.818	44.7	81.6
肾上腺素	0.804		0.767	0.727	48.2	90.4
强心药物的使用	0.599		0.281	0.916	52.7	79.3
CPR 时间分层	0.807		0.814	0.800	57.4	92.8
联合预测模型	0.876		0.791	0.916	75.8	92.9

2.5 评估模型的临床实用性

当模型预测 ROSC 发生的概率(以下简称阈概率)为 8%~100%时,模型的决策曲线均高于 2 条极端线(图 5),说明当阈概率为 8%~100%时使用此模型预测 OHCA 发展为 ROSC 能使患者在临床中获益,具有一定临床实用价值。

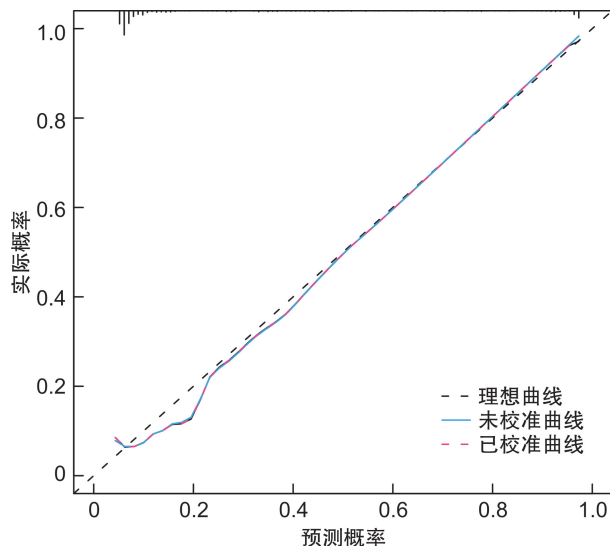
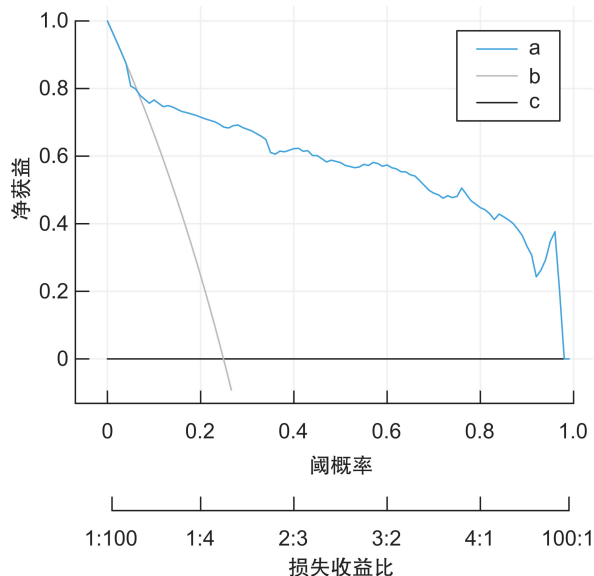


图 4 Bootstrap 重抽样法内部验证联合预测模型的校准曲线图



a:该联合预测模型的决策曲线;b:假设所有 OHCA 患者均未采取本研究预测模型的决策曲线;c:假设所有 CA 患者为非 OHCA 患者,均不采取本研究预测模型的决策曲线。

图 5 预测 ROSC 的决策曲线分析图

3 讨论

OHCA 作为全世界公共卫生问题,因其高致残率、高死亡率受到广泛关注。在心肺复苏过程中,基于可获得的临床数据进行评估及客观的预测,对于医生和家属做出正确的决策至关重要。此外,ROSC 预测模型可作为医疗质量评估工具,对于在临床中不同治疗策略或新技术、新项目等的应用效果进行评价,包括急救中心水平、气道管理方式等方面^[6-7]。

既往相关报道指出通过多指标建立预测模型评估 OHCA 患者的 ROSC 率是存在合理性的。目

前国际上已发表的关于 OHCA 患者 ROSC 的预测模型包括心脏骤停后 ROSC (ROSC after cardiac arrest, RACA) 评分^[7]、WATCH-CPR 评分^[8]、PRAD-CCPR 评分^[9]等,这些模型的研究对象均为 OHCA 患者,目标结局主要是 ROSC,各有优势和不足。在前瞻性纳入 5 471 例 OHCA 患者的研究中开发的 RACA 评分,纳入了包括性别、初始心律等 8 个变量的预测模型,总体分数计算分析复杂,不适合在院前管理的紧急情况下应用,而且数据集缺失率高达 17%,影响结果^[7]。而 WATCH-CPR 评分采用有无旁观者、无血流时间和胸部按压时间来对 ROSC 预测,尽管有着不错的预测概率,但该评分过于简洁^[8]。

影响 OHCA 患者的预后因素很多,其中无血流时间是指发现 CA 到开始 CPR 时间,CPR 时间为开始 CPR 到复苏停止时间即低血流时间,两者时间越长均提示 ROSC 的概率越低,死亡率越高,良好神经功能的预后更差^[10-13]。同时无血流时间与初始心律有着重要联系,随着无血流时间的增加,出现可除颤心律的可能性降低^[14]。除颤与 OHCA 患者的早期 ROSC 和生存至关重要,在动态心电监测中当室颤心律出现后可在 10 min 转换为心搏停止,这种进行性的心脏节律变化提示心搏停止患者有一部分为室颤患者转化而来,因此在捕捉到的初始心律与 ROSC 关系上,室颤患者有更高的自主循环恢复的可能性,体现了早期除颤的重要性^[15]。随着除颤次数的增加,患者达到 ROSC 时间也在增加,低血流时间延长,患者 ROSC 率降低,生存患者的神经功能预后也较差^[16-18]。虽然除颤次数的增加提示出院 1 个月患者生存率下降,这种下降在前 3 次除颤中更明显,而在超过 10 次除颤的情况下则不那么明显,但约 12.6% OHCA 患者在尝试 6 次以上的除颤后,出院 1 个月时神经系统生存良好,因此我们在复苏时不限制除颤尝试次数^[19]。在本研究中,总体的旁观者心肺复苏率为 12.9%,这与泰国报道的 14.1% 相似,但仍低于欧洲 (13% ~ 83%)、亚洲地区 (10.0% ~ 40.9%)^[3,8,20]。我们的研究显示有旁观者心肺复苏相较于无旁观者心肺复苏显示出了明显的益处 (OR = 2.878);近期几项大型研究都认为旁观者心肺复苏与良好的临床结果密切相关^[21-23]。及时有效的 CPR 可以显示提高 ROSC 的成功率,因此 CPR 的普及和实践对于 OHCA 的救治具有重要积极意义。肾上腺素作为 CPR 一线用药,目前指南推荐剂量为每 3~5 分钟静脉注射 1 mg,我院 CPR 使用剂量为每 5 分钟静脉注射 1 mg,通过 α -肾上腺素能受体收缩动脉从而迅速提高冠状动脉灌注压,显著地提高 ROSC^[24-26]。CPR 时使用强心药物(包括多巴胺等)可改善心脏泵血功能,提高组

织灌注,对于复苏中血流动力学不稳定的患者有临床获益^[27]。

通过研究我们发现无血流时间、初始心律、除颤次数、有无旁观者心肺复苏、肾上腺素的使用剂量、是否使用强心药物、CPR 时间是否 > 30 min 是影响 OHCA 患者 ROSC 的独立预测因素,这与目前类似研究比较,数据较全面。其中无血流时间、初始心律、旁观者心肺复苏可通过院前数据获取,除颤次数、肾上腺素使用剂量、强心药物的使用、CPR 时间分层为抢救过程中的实时数据,这使得该预测模型为动态预测模型,同时 DCA 曲线显示预测模型有良好临床获益,因此有助于对 OHCA 患者进行早期评估及治疗过程中诊疗计划的制定。当然本研究也有一定的局限性:首先,我们未对 CPR 的类型进行分类,如徒手心肺复苏、机械心肺复苏等;其次,因疫情原因未对 2022 年的数据进行收集;最后,本研究为单中心研究,因时间原因未进行外部验证,后期我们将在多中心前瞻性研究中进行外部验证。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] Kiguchi T, Okubo M, Nishiyama C, et al. Out-of-hospital cardiac arrest across the World; First report from the International Liaison Committee on Resuscitation (ILCOR)[J]. Resuscitation, 2020, 152: 39-49.
- [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.
- [3] Grasner JT, Herlitz J, Tjelmeland IBM, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021; Epidemiology of cardiac arrest in Europe [J]. Resuscitation, 2021, 161: 61-79.
- [4] Xie X, Zheng J, Zheng W, et al. Efforts to Improve Survival Outcomes of Out-of-Hospital Cardiac Arrest in China: BASIC-OHCA [J]. Circ Cardiovasc Qual Outcomes, 2023, 16(2): e008856.
- [5] Gamberini L, Mazzoli C A, Allegri D, et al. Factors influencing prehospital physicians' decisions to initiate advanced resuscitation for asystolic out-of-hospital cardiac arrest patients [J]. Resuscitation, 2022, 177: 19-27.
- [6] Seewald S, Wnent J, Lefering R, et al. Cardiac Arrest Survival Score (CRASS)-A tool to predict good neurological outcome after out-of-hospital cardiac arrest [J]. Resuscitation, 2020, 146: 66-73.
- [7] Grasner 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.
- [8] Amnuaypattanapon K, Thanachartwet V, Desakorn V, et al. Predictive model of return of spontaneous cir-

- ulation among patients with out-of-hospital cardiac arrest in Thailand; The WATCH-CPR Score[J]. *Int J Clin Pract*, 2020, 74(7): e13502.
- [9] Huabangyang T, Silakoon A, Papukdee P, et al. Sustained Return of Spontaneous Circulation Following Out-of-Hospital Cardiac Arrest; Developing a Predictive Model Based on Multivariate Analysis[J]. *Arch Acad Emerg Med*, 2023, 11(1): e33.
- [10] Adnet F, Triba M N, Borron SW, et al. Cardiopulmonary resuscitation duration and survival in out-of-hospital cardiac arrest patients[J]. *Resuscitation*, 2017, 111: 74-81.
- [11] 张华忠, 梅勇, 吕金如, 等. 40 例体外膜肺氧合辅助心肺复苏治疗成人院外心脏骤停的回顾性分析[J]. *中华急诊医学杂志*, 2022, 31(12): 1618-1622.
- [12] 朱瑞秋, 叶志钢, 刘长智, 等. 区域性复苏中心体外心肺复苏治疗难治性心脏骤停的回顾性分析[J]. *中国急救医学*, 2023, 43(8): 643-646.
- [13] 武小娟, 孟舰, 刘红新, 等. 心脏骤停心肺复苏术中“生存链”实施现状及患者预后因素分析[J]. *临床急诊杂志*, 2022, 23(3): 198-203.
- [14] Tanguay-Rioux X, Grunau B, Neumar R, et al. Is initial rhythm in OHCA a predictor of preceding no flow time? Implications for bystander response and ECPR candidacy evaluation [J]. *Resuscitation*, 2018, 128: 88-92.
- [15] Callans DJ. Out-of-hospital cardiac arrest—the solution is shocking[J]. *N Engl J Med*, 2004, 351(7): 632-634.
- [16] Hagihara A, Onozuka D, Ono J, et al. Interaction of defibrillation waveform with the time to defibrillation or the number of defibrillation attempts on survival from out-of-hospital cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2018, 122: 54-60.
- [17] Tateishi K, Saito Y, Kitahara H, et al. Impact of number of defibrillation attempts on neurologically favourable survival rate in patients with Out-of-Hospital cardiac arrest[J]. *Resuscitation*, 2023, 186: 109779.
- [18] 李博, 王旭垠, 房磊, 等. 心脏骤停后综合征患者 72 h 死亡危险因素分析[J]. *宁夏医学杂志*, 2021, 43(7): 632-633.
- [19] Holmen J, Hollenberg J, Claesson A, et al. Survival in ventricular fibrillation with emphasis on the number of defibrillations in relation to other factors at resuscitation[J]. *Resuscitation*, 2017, 113: 33-38.
- [20] Ong ME, Shin SD, De Souza NN, et al. Outcomes for out-of-hospital cardiac arrests across 7 countries in Asia; The Pan Asian Resuscitation Outcomes Study (PAROS)[J]. *Resuscitation*, 2015, 96: 100-108.
- [21] Cournoyer A, Grunau B, Cheskes S, et al. Clinical outcomes following out-of-hospital cardiac arrest: The minute-by-minute impact of bystander cardiopulmonary resuscitation [J]. *Resuscitation*, 2023, 185: 109693.
- [22] Song J, Guo W, Lu X, et al. The effect of bystander cardiopulmonary resuscitation on the survival of out-of-hospital cardiac arrests: a systematic review and meta-analysis [J]. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 2018, 26(1): 86.
- [23] Zhou G, Wang Y, Sun Z, et al. Survival outcome among patients with out-of-hospital cardiac arrest who received cardiopulmonary resuscitation in China: a systematic review and meta-analysis[J]. *Eur J Med Res*, 2023, 28(1): 8.
- [24] Perkins GD, Ji C, Deakin CD, et al. A Randomized Trial of Epinephrine in Out-of-Hospital Cardiac Arrest[J]. *N Engl J Med*, 2018, 379(8): 711-721.
- [25] Lin S, Callaway CW, Shah PS, et al. Adrenaline for out-of-hospital cardiac arrest resuscitation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Resuscitation*, 2014, 85(6): 732-740.
- [26] 王立祥, 孟庆义, 余涛. 2016 中国心肺复苏专家共识[J]. *中华危重病急救医学*, 2016, 28(12): 1059-1079.
- [27] 兰超, 王超, 吕震宇, 等. 多巴胺对兔心肺复苏早期血流动力学及脑氧代谢的影响[J]. *中华急诊医学杂志*, 2018, 27(1): 51-56.

(收稿日期: 2023-08-14)