

院外心搏骤停心肺复苏后患者院前转运过程中应激性血糖升高及呼气末二氧化碳分压对预后的影响

卢栋¹ 孙玉莲²

¹无锡市急救中心急救科,江苏无锡 214000; ²无锡市惠山区人民医院检验科,江苏无锡 214000

通信作者:卢栋, Email: 18921193107@163.com

【摘要】目的 探讨院外心搏骤停(OHCA)心肺复苏(CPR)后患者院前转运过程中应激性血糖升高及呼气末二氧化碳分压($P_{ET}CO_2$)对预后的预测价值。**方法** 选取2021年1月至2023年11月无锡市急救中心收治的221例CPR成功后OHCA患者作为研究对象,按患者入院28d内预后情况,将死亡、呼吸心跳恢复但意识未恢复的患者纳入预后不良组,其余纳入预后良好组。收集患者临床资料,包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病)、吸烟史、饮酒史、脑血管病史、CPR持续时间、OHCA原因(心源性、非心源性)、入住重症监护病房(ICU)第1天急性生理学与慢性健康状况评分Ⅱ(APACHEⅡ)、序贯器官衰竭评分(SOFA)、格拉斯哥昏迷评分(GCS)、呼吸频率(RR)、心率、平均动脉压(MAP)、体温、白细胞计数(WBC)、红细胞计数(RBC)、血小板计数(PLT)、血乳酸(Lac)、降钙素原(PCT)、C-反应蛋白(CRP)、血清丙氨酸转氨酶(ALT)、天冬氨酸转氨酶(AST)、尿素氮(BUN)、血肌酐(SCr)、纤维蛋白原(Fib)、D-二聚体、肾上腺素用量、有无亚低温治疗、机械通气时间、ICU停留时间、应激性血糖升高比值(SHR)、 $P_{ET}CO_2$ 等,比较不同预后两组临床资料的差异。采用Logistic回归模型分析影响CPR成功后OHCA患者近期预后的因素;采用受试者工作特征曲线(ROC曲线)评估各影响因素对患者预后的预测效能。**结果** 最终纳入221例CPR成功后OHCA患者,40例预后良好,181例预后不良。预后不良组SHR、APACHEⅡ评分、SOFA评分、Lac、肾上腺素用量 >5 mg比例、ICU停留时间均明显高于预后良好组[SHR: 1.19 ± 0.14 比 1.02 ± 0.09 , APACHEⅡ评分(分): 23.01 ± 3.15 比 17.01 ± 2.41 , SOFA评分(分): 8.62 ± 1.09 比 6.32 ± 0.98 , Lac (mmol/L): 10.32 ± 1.69 比 7.01 ± 1.02 , 肾上腺素用量 >5 mg比例: 67.96% (123/181) 比 45.00% (18/40), ICU停留时间(d): 8.59 ± 1.42 比 8.01 ± 1.53 , 均 $P < 0.05$], $P_{ET}CO_2$ 和GCS评分均明显低于预后良好组 [$P_{ET}CO_2$ (mmHg, 1 mmHg \approx 0.133 kPa): 20.04 ± 2.83 比 34.92 ± 3.01 , GCS评分(分): 3.82 ± 0.43 比 5.04 ± 0.82 , 均 $P < 0.05$]。Logistic回归分析显示, APACHEⅡ评分、GCS评分、SHR、 $P_{ET}CO_2$ 均是影响CPR成功后OHCA患者近期预后的因素[优势比(OR)分别为6.385、0.421、4.133、0.659, 95%可信区间(95%CI)分别为2.627~15.518、0.173~1.023、1.701~10.045、0.271~1.602, P 值均为0.000]。ROC曲线分析显示, SHR、 $P_{ET}CO_2$ 及二者联合检测对CPR成功后OHCA患者近期预后均有预测价值[ROC曲线下面积(AUC)和95%CI分别为0.705(0.591~0.819)、0.723(0.612~0.834)、0.886(0.817~0.954), 敏感度分别为65.19%、70.17%、85.08%, 特异度分别为70.00%、77.50%、87.50%, P 值分别为0.012、0.005、0.000]。**结论** CPR成功后OHCA患者院前转运过程中应激性血糖升高和 $P_{ET}CO_2$ 与其预后有关, SHR联合 $P_{ET}CO_2$ 预测CPR成功后OHCA患者预后效能良好。

【关键词】 院外心搏骤停; 心肺复苏; 应激性血糖升高; 呼气末二氧化碳分压; 预后

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2024.05.004

Influence of stress blood glucose and partial pressure of end-expiratory carbon dioxide on prognosis in patients with cardiopulmonary resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest

Lu Dong¹, Sun Yulian²

¹Department of Emergency, Wuxi Emergency Center, Wuxi 214000, Jiangsu, China; ²Department of Clinical Laboratory, Huishan District People's Hospital, Wuxi 214000, Jiangsu, China

Corresponding author: Lu Dong, Email: 18921193107@163.com

【Abstract】Objective To investigate the predictive value of stress glucose elevation and partial pressure of end-expiratory carbon dioxide ($P_{ET}CO_2$) on the prognosis of patients after out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) and cardiopulmonary resuscitation (CPR). **Methods** A total of 221 patients with OHCA after successful CPR admitted to Wuxi Emergency Center from January 2021 to November 2023 were selected as the study subjects. Based on their 28-day prognosis, patients who died or achieved respiratory and heartbeat recovery without regaining consciousness were classified into the poor prognosis group, while the remaining patients were categorized into the good prognosis group. Clinical data were collected, including gender, age, body mass index (BMI), underlying diseases (hypertension, diabetes, hyperlipidemia, coronary heart disease), smoking history, alcohol history, cerebrovascular history, CPR duration, OHCA causes (cardiogenic, non-cardiogenic), acute physiology and chronic health evaluation Ⅱ (APACHE Ⅱ), sequential organ failure assessment (SOFA), Glasgow coma scale (GCS), respiratory rate (RR), heart rate, mean arterial pressure (MAP), body temperature, white blood cell count (WBC), red blood cell count (RBC), platelet count (PLT), blood lactate (Lac), procalcitonin (PCT), C-reactive protein (CRP), serum alanine aminotransferase (ALT), aspartate

aminotransferase (AST), urea nitrogen (BUN), serum creatinine (SCr), fibrinogen (Fib), D-dimer and epinephrine dose, presence or absence of hypothermia therapy, duration of mechanical ventilation, ICU stay time and stress glucose elevation ratio (SHR), $P_{ET}CO_2$, etc., and the differences in clinical data between the two groups were compared. The Logistic regression model was used to analyze the factors affecting the short-term prognosis of OHCA patients after successful CPR, and the receiver operator characteristic curve (ROC curve) was used to evaluate the predictive performance of each influencing factor on the prognosis of patients. **Results** Finally, 221 patients with OHCA after successful CPR were included, 40 had a good prognosis and 181 had a poor prognosis. The SHR, APACHE II score, SOFA score, Lac, epinephrine dosage > 5 mg ratio, and ICU stay in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group [SHR: 1.19 ± 0.14 vs. 1.02 ± 0.09 , APACHE II score: 23.01 ± 3.15 vs. 17.01 ± 2.41 , SOFA score: 8.62 ± 1.09 vs. 6.32 ± 0.98 , Lac (mmol/L): 10.32 ± 1.69 vs. 7.01 ± 1.02 , epinephrine dosage > 5 mg ratio: 67.96% (123/181) vs. 45.00% (18/40), ICU stay time (days): 8.59 ± 1.42 vs. 8.01 ± 1.53 , all $P < 0.05$], $P_{ET}CO_2$ and GCS scores were lower than those in the good prognosis group [$P_{ET}CO_2$ (mmHg, 1 mmHg \approx 0.133 kPa): 20.04 ± 2.83 vs. 34.92 ± 3.01 , GCS score: 3.82 ± 0.43 vs. 5.04 ± 0.82 , both $P < 0.05$]. Logistic regression analysis showed that APACHE II score, GCS score, SHR, and $P_{ET}CO_2$ were all factors affecting the short-term prognosis of OHCA patients after successful CPR [odds ratios (OR) were 6.385, 0.421, 4.133, and 0.659, respectively, and 95% confidence interval (95%CI) were 2.627–15.518, 0.173–1.023, 1.701–10.045, and 0.271–1.602, respectively, P values were all 0.000]. ROC curve analysis showed that SHR, $P_{ET}CO_2$ and their combined tests had predictive value for the short-term prognosis of OHCA patients after successful CPR [area under the curve (AUC) and 95%CI were 0.705 (0.591–0.819), 0.723 (0.612–0.834), 0.886 (0.817–0.954), and the sensitivities were 65.19%, 70.17%, and 85.08%, respectively, the specificities were 70.00%, 77.50% and 87.50%, and the P values were 0.012, 0.005 and 0.000, respectively]. **Conclusion** Stress blood glucose elevation and $P_{ET}CO_2$ were associated with the prognosis of OHCA patients during prehospital transport after successful CPR, and SHR combined with $P_{ET}CO_2$ had good prognostic efficacy in predicting OHCA patients after successful CPR.

【Key words】 Out-of-hospital cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Stress hyperglycemia; Partial pressure of end-expiratory carbon dioxide; Prognosis

DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2024.05.004

院外心搏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)是院外发生的心搏骤停导致的患者意识丧失、呼吸停止及无脉搏状态,是全球范围内死亡的主要原因之一^[1-2]。心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)作为OHCA的关键治疗手段,旨在维持氧供和血液循环,保护脑功能,为专业营救争取时间^[3]。尽管CPR疗效显著,但成功后患者预后不良风险仍较高。研究显示,全球OHCA发生率及存活率差异较大,亚洲国家发生率约60%,出院存活率仅约3%^[4-6]。我国OHCA的发生率亦较高,存活率低^[7]。

早期有效预测CPR成功后OHCA患者的预后,对制定医疗计划、提供适宜医疗支持至关重要。尽管已有相关预后因素报告^[8-9],但敏感度和特异度有限,仍需探索更多高效指标。

呼气末二氧化碳分压(partial pressure of end-expiratory carbon dioxide, $P_{ET}CO_2$)与心排血量密切相关,是CPR的重要监测指标^[10]。2020年美国心脏协会指南^[11]指出,CPR过程中监测 $P_{ET}CO_2$ 可提高质量,但不建议单独用其评估结果。应激性血糖升高是患者死亡的独立危险因素,与OHCA CPR后患者预后有关^[12]。然而,目前尚缺乏关于应激性血糖升高、 $P_{ET}CO_2$ 与OHCA CPR成功后患者预后关系的验证及联合评估报告。本研究旨在探讨此问题,以

期为临床评估提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象:选择2021年1月至2023年11月无锡市急救中心收治的221例CPR成功后OHCA患者作为研究对象,其中男性128例,女性93例;年龄40~71岁,平均(53.02 ± 6.14)岁。

1.1.1 纳入标准:①CPR成功后的OHCA者^[13];②转入重症监护病房(intensive care unit, ICU)者;③OHCA前脑功能正常者;④年龄>18岁者;⑤ICU住院时间>24 h者;⑥患者家属对研究知情同意者。

1.1.2 排除标准:①依从性差、家属放弃治疗者;②无法配合完成本研究、预后不明者;③入院治疗前伴颅脑外伤、中枢神经系统疾病者;④各种创伤致OHCA者;⑤伴血液系统疾病、免疫缺陷、恶性肿瘤者;⑥CPR成功但时间>6 h者;⑦近期有输血治疗者;⑧各种疾病末期或处于不可复苏的临终状态者。

1.1.3 伦理学:本研究符合医学伦理学标准,并通过无锡市急救中心伦理委员会批准(审批号:2024-1),对患者采取的治疗和检测均获得患者或家属知情同意。

1.2 研究分组:按入院28 d内预后情况,将死亡、呼吸心跳恢复但意识未恢复者纳入预后不良组,其余纳入预后良好组。

1.3 治疗方案:入院后根据个体情况给予患者呼吸

支持、液体复苏、抗感染、血管活性药物维持循环等对症治疗。

1.4 收集资料:收集患者基本资料,包括性别、年龄、体质指数(body mass index, BMI)、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病)、吸烟史、饮酒史、脑血管病史、CPR 持续时间、OHCA 原因(心源性、非心源性),入住 ICU 第 1 天急性生理学与慢性健康状况评分 II (acute physiology and chronic health evaluation II, APACHE II)^[14]、序贯器官衰竭评分(sequential organ failure assessment, SOFA)^[15]、格拉斯哥昏迷评分(Glasgow coma scale, GCS)^[16]、呼吸频率(respiratory rate, RR)、心率、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、体温、白细胞计数(white blood cell count, WBC)、红细胞计数(red blood cell count, RBC)、血小板计数(platelet count, PLT)、血乳酸(lactic acid, Lac)、降钙素原(procalcitonin, PCT)、C-反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、血清丙氨酸转氨酶(alanine transaminase, ALT)、天冬氨酸转氨酶(aspartate transaminase, AST)、尿素氮(blood urea nitrogen, BUN)、血肌酐(serum creatinine, SCr)、纤维蛋白原(fibrinogen, Fib)、D-二聚体和肾上腺素用量、有无亚低温治疗、机械通气时间、ICU 停留时间等。

1.5 患者院前转运过程中应激性血糖升高及

P_{ET}CO₂ 测定:CPR 成功后的 OHCA 患者院前转运过程中,采用 BeneViewT5 型监护仪(深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司)监测其 P_{ET}CO₂,计算院前转运过程中 P_{ET}CO₂ 平均值。

院前转运过程中每 5 min 测定 1 次血糖、糖化血红蛋白(glycosylated hemoglobin, HbA1c),计算应激性血糖升高比值(stress hyperglycemia ratio, SHR)=血糖 / [(1.59 × HbA1c) - 2.59],取患者院前转运过程中 SHR 平均值。

1.6 统计学处理:使用 SPSS 18.0 统计软件分析数据,符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用 *t* 检验;计数资料以例(构成比或率)表示,采用 χ^2 检验。影响患者预后因素的分析采用 Logistic 回归模型;采用受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)评估各因素对患者预后的预测效能。*P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 CPR 成功后的 OHCA 患者近期预后情况:共收集 221 例 CPR 成功后 OHCA 患者,40 例(18.10%)预后良好,181 例(81.90%)预后不良。

2.2 不同预后两组 CPR 成功后 OHCA 患者临床资料的比较(表 1):不同预后两组患者性别、年

表 1 不同预后两组 CPR 成功后的 OHCA 患者临床资料比较

因素	预后不良组 (n=181)	预后良好组 (n=40)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值	因素	预后不良组 (n=181)	预后良好组 (n=40)	<i>t</i> / χ^2 值	<i>P</i> 值
性别[例(%)]			1.256	0.262	RR(次/min, $\bar{x} \pm s$)	23.52 ± 2.05	24.05 ± 2.14	1.468	0.144
男性	108(59.67)	20(50.00)			心率(次/min, $\bar{x} \pm s$)	102.95 ± 4.25	101.83 ± 3.92	1.529	0.128
女性	73(40.33)	20(50.00)			MAP(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	86.24 ± 8.36	85.02 ± 7.85	0.844	0.399
年龄 ≥ 60 岁[例(%)]	107(59.12)	17(42.50)	3.673	0.055	体温(°C, $\bar{x} \pm s$)	36.51 ± 0.23	36.56 ± 0.21	1.263	0.208
BMI ≥ 25 kg/m ² [例(%)]	32(17.68)	6(15.00)	0.165	0.684	WBC(× 10 ⁹ /L, $\bar{x} \pm s$)	19.41 ± 3.01	19.58 ± 2.47	0.333	0.739
基础疾病[例(%)]					RBC(× 10 ⁹ /L, $\bar{x} \pm s$)	4.09 ± 0.53	4.23 ± 0.58	1.486	0.139
高血压	95(52.49)	16(40.00)	2.043	0.153	PLT(× 10 ⁹ /L, $\bar{x} \pm s$)	180.21 ± 20.54	182.04 ± 19.47	0.515	0.607
糖尿病	90(49.72)	14(35.00)	2.851	0.091	Lac(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	10.32 ± 1.69	7.01 ± 1.02	11.904	0.000
高脂血症	78(43.09)	11(27.50)	3.312	0.069	PCT(μg/L, $\bar{x} \pm s$)	40.31 ± 6.23	38.62 ± 5.99	1.563	0.119
冠心病	59(32.60)	8(20.00)	2.461	0.117	CRP(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	208.56 ± 30.47	199.57 ± 29.04	1.703	0.090
吸烟史[例(%)]	78(43.09)	13(32.50)	1.518	0.218	ALT(U/L, $\bar{x} \pm s$)	34.26 ± 4.15	33.15 ± 4.03	1.539	0.125
饮酒史[例(%)]	41(22.65)	7(17.50)	0.511	0.475	AST(U/L, $\bar{x} \pm s$)	37.25 ± 4.09	36.08 ± 3.95	1.647	0.101
脑血管病史[例(%)]	48(26.52)	8(20.00)	0.736	0.391	BUN(μmol/L, $\bar{x} \pm s$)	9.74 ± 1.63	9.59 ± 1.54	0.532	0.595
CPR 持续时间[例(%)]			2.864	0.091	SCr(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	136.04 ± 21.18	131.87 ± 20.32	1.135	0.258
> 15 min	61(33.70)	8(20.00)			Fib(g/L, $\bar{x} \pm s$)	6.03 ± 1.07	5.89 ± 0.98	0.760	0.448
≤ 15 min	120(66.30)	32(80.00)			D-二聚体(mg/L, $\bar{x} \pm s$)	17.95 ± 2.91	16.98 ± 2.69	1.933	0.055
OHCA 原因[例(%)]			0.793	0.373	肾上腺素用量[例(%)]			7.475	0.006
心源性	91(50.28)	17(42.50)			≤ 5 mg	58(32.04)	22(55.00)		
非心源性	90(49.72)	23(57.50)			> 5 mg	123(67.96)	18(45.00)		
APACHE II 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	23.01 ± 3.15	17.01 ± 2.41	11.328	0.000	亚低温治疗[例(%)]	50(27.62)	6(15.00)	2.760	0.097
SOFA 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	8.62 ± 1.09	6.32 ± 0.98	12.289	0.000	机械通气时间(d, $\bar{x} \pm s$)	5.03 ± 0.81	4.78 ± 0.75	1.789	0.075
GCS 评分(分, $\bar{x} \pm s$)	3.82 ± 0.43	5.04 ± 0.82	13.396	0.000	ICU 停留时间(d, $\bar{x} \pm s$)	8.59 ± 1.42	8.01 ± 1.53	2.305	0.022

注: 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

龄≥60 岁患者比例、BMI、基础疾病、吸烟史、饮酒史、脑血管病史、CPR 持续时间、OHCA 原因、RR、心率、MAP、体温、WBC、RBC、PLT、PCT、CRP、血清 ALT、AST、BUN、SCr、Fib、D-二聚体、亚低温治疗比例、机械通气时间比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 预后不良组 APACHE II 评分、SOFA 评分、Lac、肾上腺素用量 >5 mg 比例、ICU 停留时间均高于预后良好组(均 $P<0.05$), GCS 评分明显低于预后良好组(均 $P<0.05$)。

2.3 两组 CPR 成功后 OHCA 患者 SHR 及 $P_{ET}CO_2$ 水平的比较(表 2): 预后不良组 SHR 明显高于预后良好组, $P_{ET}CO_2$ 明显低于预后良好组(均 $P<0.05$)。

组别	例数(例)	SHR	$P_{ET}CO_2$ (mmHg)
预后不良组	181	1.19 ± 0.14	20.04 ± 2.83
预后良好组	40	1.02 ± 0.09 ^a	34.92 ± 3.01 ^a

注: 与预后不良组比较, ^a $P<0.05$; 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

2.4 影响 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的因素分析(表 3): 以 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后为因变量(预后良好=0, 预后不良=1), 将单因素分析差异有统计学意义的指标纳入 Logistic 回归分析(引入水准 0.05, 排除水准 0.10), 结果显示, APACHE II 评分、GCS 评分、SHR、 $P_{ET}CO_2$ 是影响 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的独立危险因素(均 $P<0.05$)。

因素	β 值	s_e	χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
APACHE II 评分	1.854	0.529	12.283	0.000	6.385	2.627 ~ 15.518
GCS 评分	-0.865	0.239	13.099	0.000	0.421	0.173 ~ 1.023
SHR	1.419	0.214	43.968	0.000	4.133	1.701 ~ 10.045
$P_{ET}CO_2$	-0.417	0.158	6.966	0.000	0.659	0.271 ~ 1.602
SOFA 评分	1.019	0.537	3.601	0.197	2.770	0.947 ~ 8.105
Lac	0.963	0.472	4.163	0.254	2.620	0.895 ~ 7.664
ICU 停留时间	0.844	0.583	2.096	0.297	2.326	0.795 ~ 6.804
肾上腺素用量	0.767	0.421	3.319	0.346	2.153	0.736 ~ 6.300

注: OR 为优势比, 95%CI 为 95% 可信区间

2.5 SHR、 $P_{ET}CO_2$ 及二者联合检测预测 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的价值(表 4; 图 1): ROC 曲线分析显示, SHR、 $P_{ET}CO_2$ 及二者联合检测对 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后均有一定预测价值(均 $P<0.05$), 且以二者联合检测的预测价值较高。

3 讨论

部分 CPR 后自主循环恢复的 OHCA 患者可在早期阶段死亡, 也可能会出现缺氧缺血性脑损伤、

表 4 SHR、 $P_{ET}CO_2$ 及二者联合检测预测 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的价值分析

指标	最佳截断值	敏感度 (%)	特异度 (%)	AUC	95%CI	P 值
SHR	1.11	65.19	70.00	0.705	0.591 ~ 0.819	0.012
$P_{ET}CO_2$	26.14	70.17	77.50	0.723	0.612 ~ 0.834	0.005
二者联合检测		85.08	87.50	0.886	0.817 ~ 0.954	0.000

注: AUC 为 ROC 曲线下面积; 空白代表无此项

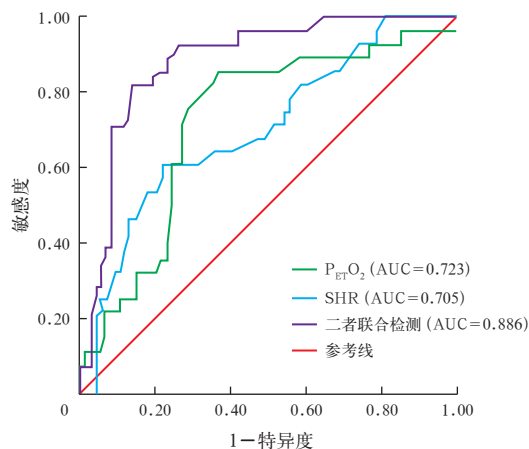


图 1 SHR、 $P_{ET}CO_2$ 及二者联合检测预测 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的 ROC 曲线

心搏骤停心肌功能障碍、心肌缺血/再灌注损伤等一系列病理过程, 缺血/再灌注可诱导免疫和凝血通路激活, 从而增加多器官功能衰竭及感染风险, 影响其预后^[17]。早期准确预测 CPR 成功后 OHCA 患者预后, 有助于临床尽早开展防治措施, 避免延误治疗时机, 但目前临床尚缺乏早期预测 CPR 成功后 OHCA 患者预后的高效指标。

本研究结果显示, 221 例 CPR 成功后 OHCA 患者, 40 例预后良好, 181 例预后不良, 提示 CPR 成功后 OHCA 患者预后不良风险较高。王宏等^[18]研究显示, 122 例 OHCA CPR 后患者, 院内病死率为 72.13% (88/122); 杨风梅等^[19] 研究显示, 108 例 OHCA CPR 成功患者, 院内病死率为 62.04% (67/108)。本研究预后不良发生率高于王宏等^[18]、杨风梅等^[19] 的研究结果, 推测可能与纳入研究对象病情、治疗方案等不同有关。本研究 Logistic 回归分析显示, APACHE II 评分、GCS 评分、SHR、 $P_{ET}CO_2$ 均是影响 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的因素, 提示 CPR 成功后 OHCA 患者院前转运过程中应激性血糖升高和 $P_{ET}CO_2$ 与其预后关系密切。SHR 是衡量应激状态下血糖水平升高程度的指标, 心搏骤停和 CPR 过程中会引发炎症反应, 促使炎症介质的释放, 这些炎症介质可导致胰岛素抵抗, 从而使血糖升高, 并

进一步促进炎症反应,形成恶性循环,最终导致多器官功能衰竭,从而增加死亡风险,高 SHR 可加剧炎症反应,增加 CPR 成功后 OHCA 患者组织损伤和炎症介质释放及其预后不良风险。高 SHR 也可增加 CPR 成功后 OHCA 患者血液黏稠度、血管通透性,促进血小板聚集、微循环障碍、血栓形成,并导致心肌细胞损伤和纤维化,造成多器官功能衰竭,从而增加死亡风险。此外高 SHR 也会抑制 CPR 成功后 OHCA 患者免疫功能,增加患者感染发生风险,感染是 CPR 患者死亡的常见并发症之一^[20]。汪雨欣等^[21]研究显示,应激性血糖升高与 ICU 患者 28 d 全因死亡风险密切相关,随着应激性血糖水平的升高,ICU 患者死亡风险也逐渐增加。Lee 等^[12]研究显示,高 SHR 是 ICU 患者院内死亡的独立影响因素。OHCA CPR 后患者院前转运过程中低 $P_{ET}CO_2$ 提示心排血量降低、组织血流不足、心肌收缩力减弱等,患者出现血流动力学受限、心脏功能恢复不良、代谢紊乱,心、脑等重要器官灌注不足、心律失常和氧运输障碍等一系列病理变化,进而增加死亡风险。孙峰等^[22]研究显示,成年非创伤院内复苏患者 $P_{ET}CO_2 \leq 10$ mmHg 持续 10 min 可作为复苏失败的指标。卢安阳等^[23]研究显示,低 $P_{ET}CO_2$ 与 CPR 患者昏迷程度加重以及神经预后不良有关,可作为预测神经预后的指标。本研究 ROC 曲线分析显示,SHR 联合 $P_{ET}CO_2$ 预测 CPR 成功后 OHCA 患者近期预后的敏感度、特异度、AUC 均最高,提示 SHR 联合 $P_{ET}CO_2$ 预测 CPR 成功后 OHCA 患者预后效能较高,具有一定临床价值。

本研究为单中心研究,样本量有限,统计的病例可能缺乏代表性,后期仍需加强关于模型建立与验证工作,并进一步开展多中心、大样本量的内外部验证以优化模型的预测性能及应用价值,实现 CPR 成功后 OHCA 患者预后的精准预测。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- [1] 丁福来. 体外心肺复苏在急诊心搏骤停患者中的应用研究[J]. 中国中西医结合急救杂志, 2023, 30 (4): 436-438. DOI: 10.3969/j.issn.1008-9691.2023.04.010.
- [2] ICU-RESUS and Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health, Human Development Collaborative Pediatric Critical Care Research Network Investigator Groups. Effect of physiologic point-of-care cardiopulmonary resuscitation training on survival with favorable neurologic outcome in cardiac arrest in pediatric ICUs: a randomized clinical trial [J]. JAMA, 2022, 327 (10): 934-945. DOI: 10.1001/jama.2022.1738.
- [3] 李学技. 心肺脑复苏研究及护理进展[J/CD]. 实用器官移植电子杂志, 2013, 1 (6): 373-375. DOI: 10.3969/j.issn.2095-5332.2013.06.012.
- [4] Berdowski J, Berg RA, Tijssen JG, et al. Global incidences of out-of-hospital cardiac arrest and survival rates: systematic review of 67 prospective studies [J]. Resuscitation, 2010, 81 (11): 1479-1487. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2010.08.006.
- [5] Boulton AJ, Del Rios M, Perkins GD. Health inequities in out-of-hospital cardiac arrest [J]. Curr Opin Crit Care, 2022, 28 (3): 229-236. DOI: 10.1097/MCC.0000000000000947.
- [6] Horning J, Griffith D, Slovis C, et al. Pre-arrival care of the out-of-hospital cardiac arrest victim [J]. Emerg Med Clin North Am, 2023, 41 (3): 413-432. DOI: 10.1016/j.emc.2023.03.001.
- [7] 陈春兰, 林锦乐, 卫剑, 等. 院外心搏骤停登记数据库的研究进展[J]. 中华危重病急救医学, 2022, 34 (2): 216-220. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20211117-01738.
- [8] 董桂娟, 郭树彬. 心肺复苏后影响因素分析[J]. 中国病案, 2022, 23 (9): 97-101. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2566.2022.09.035.
- [9] Kikuta S, Inoue A, Ishihara S, et al. Long-term outcomes and prognostic factors of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in patients older than 75 years: a single-centre retrospective study [J]. Emerg Med J, 2023, 40 (4): 264-270. DOI: 10.1136/emered-2021-212138.
- [10] Suverein MM, Maessen JG, van de Poll MCG. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in out-of-hospital cardiac arrest-current status [J]. Curr Opin Crit Care, 2023, 29 (6): 633-639. DOI: 10.1097/MCC.0000000000001102.
- [11] Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, et al. Part 3: adult basic and advanced life support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. Circulation, 2020, 142 (16_suppl_2): S366-S468. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000916.
- [12] Lee TF, Drake SM, Roberts GW, et al. Relative hyperglycemia is an independent determinant of in-hospital mortality in patients with critical illness [J]. Crit Care Med, 2020, 48 (2): e115-e122. DOI: 10.1097/CCM.00000000000004133.
- [13] Merchant RM, Topjian AA, Panchal AR, et al. Part 1: executive summary: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care [J]. Circulation, 2020, 142 (16_suppl_2): S337-S357. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000918.
- [14] Tang W, Zha ML, Zhang WQ, et al. APACHE scoring system and pressure injury risk for intensive care patients: a systematic review and meta-analysis [J]. Wound Repair Regen, 2022, 30 (4): 498-508. DOI: 10.1111/wrr.13021.
- [15] Moreno R, Rhodes A, Piquilloud L, et al. The sequential organ failure assessment (SOFA) score: has the time come for an update? [J]. Crit Care, 2023, 27 (1): 15. DOI: 10.1186/s13054-022-04290-9.
- [16] Bodien YG, Barra A, Temkin NR, et al. Diagnosing level of consciousness: the limits of the Glasgow coma scale total score [J]. J Neurotrauma, 2021, 38 (23): 3295-3305. DOI: 10.1089/neu.2021.0199.
- [17] 方可, 孙瑞祥, 张鹏, 等. 体外心肺复苏成功救治顽固性室室电风暴——附 1 例报告 [J]. 实用检验医师杂志, 2023, 15 (1): 107-109. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2023.01.026.
- [18] 王宏, 兰超, 罗垚, 等. 血红蛋白与红细胞分布宽度比值对院外心搏骤停心肺复苏后患者预后的预测价值 [J]. 中华危重病急救医学, 2023, 35 (9): 958-962. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20230207-00066.
- [19] 杨风梅, 冯顺易, 王文杰, 等. 院外心脏骤停患者出院存活的风险因素与列线图预测模型构建 [J]. 中国急救医学, 2022, 42 (12): 1034-1038. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1949.2022.12.003.
- [20] Huang YW, An YH, Yin XS, et al. Association of the stress hyperglycemia ratio and clinical outcomes in patients with cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis [J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2022, 26 (24): 9258-9269. DOI: 10.26355/eurrev_202212_30679.
- [21] 汪雨欣, 邓宇含, 谭银亮, 等. 应激性血糖升高对重症监护病房患者 28 d 全因死亡风险的预测价值 [J]. 北京大学学报(医学版), 2023, 55 (3): 442-449. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2023.03.009.
- [22] 孙峰, 李晨, 付阳阳, 等. 连续监测呼气末二氧化碳分压对院内复苏结果的预测价值: 针对一项多中心观察研究数据的二次分析 [J]. 中华危重病急救医学, 2018, 30 (1): 29-33. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4352.2018.01.006.
- [23] 卢安阳, 吕汝琦. 呼气末二氧化碳动态变化与亚低温治疗的心肺复苏患者神经预后的关系研究 [J]. 临床急诊杂志, 2022, 23 (8): 548-552. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2022.08.002.

(收稿日期: 2024-02-02)

(责任编辑: 邸美仙)