



(扫描二维码查看原文)

· 论著 ·

基于脑功能监测指标构建预测心搏骤停行心肺复苏后自主循环恢复患者神经功能预后不良的多因素 Logistic 回归模型

曾景, 林月雄, 金廷荣, 李雪松

【摘要】 背景 心肺复苏 (CPR) 是抢救心搏骤停 (CA) 患者的重要方法, 但多数患者抢救后可能出现神经功能预后不良, 加强此类患者脑功能监测并寻找合适的神经功能预后判断方法对患者的康复具有重要意义。目的 基于脑功能监测指标构建预测 CA 行 CPR 后自主循环恢复 (ROSC) 患者神经功能预后不良的多因素 Logistic 回归模型。方法 选取惠州市第三人民医院 2017 年 11 月至 2020 年 3 月收治的 CA 行 CPR 后 ROSC 患者 93 例为研究对象。收集患者基线资料、脑血流参数、颈内静脉球血氧饱和度 (SjvO₂) 及脑动脉-静脉血氧含量差 (a-vDO₂)、脑氧代谢率 (CMRO₂)。根据患者转出 ICU 时格拉斯哥-匹兹堡脑功能表现计分系统评分, 将其分为预后良好组 (1~2 分, n=36) 和预后不良组 (3~4 分, n=57)。采用多因素 Logistic 回归分析探讨 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素, 并构建多因素 Logistic 回归模型; 绘制 CBF、a-vDO₂、CMRO₂ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的受试者工作特征 (ROC) 曲线。结果 预后不良组 ROSC 时间长于预后良好组, 急性生理学及慢性健康状况评分系统 II (APACHE II) 评分高于预后良好组, ICU 入住时间短于预后良好组, 出 ICU 时格拉斯哥昏迷量表 (GCS) 评分低于预后良好组 ($P < 0.05$)。预后不良组左、右侧收缩期血流速度 (Vs)、舒张期血流速度 (Vd)、平均血流速度 (Vm)、脑血流量 (CBF) 低于预后良好组, 搏动指数 (PI)、阻力指数 (RI) 高于预后良好组 ($P < 0.05$)。预后不良组 SjvO₂ 高于预后良好组, a-vDO₂、CMRO₂ 低于预后良好组 ($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, 左侧 CBF、a-vDO₂、CMRO₂ 是 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素 ($P < 0.05$)。将左侧 CBF、a-vDO₂、CMRO₂ 分别作为协变量 X₁、X₂、X₃, 构建多因素 Logistic 回归模型, 其表达式为: $P=1/(1+Exp[-(-8.735+0.553X_1+0.062X_2+0.117X_3)])$ 。CBF、a-vDO₂、CMRO₂ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的曲线下面积分别为 0.664 [95%CI (0.448, 0.887), $P=0.035$]、0.603 [95%CI (0.395, 0.818), $P=0.047$]、0.712 [95%CI (0.513, 0.918), $P=0.013$]、0.856 [95%CI (0.713, 0.985), $P=0.002$]。最佳临界值分别为 5.5 ml/min、28.1 ml/L、155.8 $\mu\text{mol}\cdot 100\text{g}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ 、0.267, 灵敏度分别为 73.68%、64.91%、78.95%、85.96%, 特异度分别为 72.22%、63.89%、83.33%、91.67%, 正确率分别为 73.12%、64.52%、80.65%、88.17%。结论 本研究基于脑功能监测指标构建的多因素 Logistic 回归模型对 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良具有较高的预测价值, 值得临床推广使用。

【关键词】 猝死, 心脏; 心搏骤停; 心肺复苏术; 自主循环恢复; 神经功能; 预后; 预测模型

【中图分类号】 R 541 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2021.00.257

曾景, 林月雄, 金廷荣, 等. 基于脑功能监测指标构建预测心搏骤停行心肺复苏后自主循环恢复患者神经功能预后不良的多因素 Logistic 回归模型 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2021, 29 (12): 28-34, 46. [www.syxnf.net]

ZENG J, LIN Y X, JIN T R, et al. Construction of prediction model of multivariate Logistic regression for poor prognosis of neurological function in patients with return of spontaneous circulation after cardiopulmonary resuscitation in cardiac arrest based on brain function monitoring indicators [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2021, 29(12): 28-34, 46.

Construction of Prediction Model of Multivariate Logistic Regression for Poor Prognosis of Neurological Function in Patients with Return of Spontaneous Circulation after Cardiopulmonary Resuscitation in Cardiac Arrest Based on Brain Function Monitoring Indicators ZENG Jing, LIN Yuexiong, JIN Tingrong, LI Xuesong

Guangdong Medical University, Zhanjiang 516001, China

Corresponding author: LI Xuesong, E-mail: lxs75cedar@163.com

【Abstract】 **Background** Cardiopulmonary resuscitation (CPR) is an important method to rescue patients with cardiac

arrest (CA), but most patients may have poor neurological prognosis after rescue. Strengthening the monitoring of brain function of such patients and finding suitable methods for judging the prognosis of neurological function are of great significance to the rehabilitation of patients. **Objective** To construct a prediction model of multivariate Logistic regression for poor prognosis of neurological function in patients with return of spontaneous circulation (ROSC) after CPR in CA. **Methods** A total of 93 patients with ROSC after CPR in CA treated in Huizhou Third People's Hospital from November 2017 to March 2020 were selected as the research objects. The baseline data, cerebral blood flow parameters, jugular venous bulb oxygen saturation (SjvO₂), arterio-venous oxygen content difference (a-vDO₂) and cerebral oxygen metabolism rate (CMRO₂) were collected. According to the score of Glasgow Pittsburgh brain function performance scoring system when patients were transferred out of ICU, they were divided into good prognosis group (1-2 points, n=36) and poor prognosis group (3-4 points, n=57). Multivariate Logistic regression analysis was used to explore the influencing factors of poor prognosis of neurological function in ROSC patients after CPR in CA, and a prediction model of multivariate Logistic regression was constructed. The receiver operating characteristic (ROC) curve of CBF, a-vDO₂, CMRO₂ and prediction model of multivariate Logistic regression predicting the poor prognosis of neurological function in ROSC patients after CPR in CA was drawn. **Results** The ROSC time in the poor prognosis group was longer than that in the good prognosis group, the score of acute physiology and chronic health evaluation scoring system II (APACHE II) was higher than that in the good prognosis group, the ICU stay time was shorter than that in the good prognosis group, and the Glasgow Coma Scale (GCS) score when leaving ICU was lower than that in the good prognosis group ($P < 0.05$). The left and right systolic velocity (Vs), diastolic velocity (Vd), mean velocity (Vm) and cerebral blood flow (CBF) in the poor prognosis group were lower than those in the good prognosis group, and the pulsatility index (PI) and resistance index (RI) were higher than those in the good prognosis group ($P < 0.05$). SjvO₂ in poor prognosis group was higher than that in good prognosis group, and a-vDO₂ and CMRO₂ were lower than those in good prognosis group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that left CBF, a-vDO₂ and CMRO₂ were the influencing factors of poor prognosis of neurological function in ROSC patients after CPR in CA ($P < 0.05$). Left CBF, a-vDO₂ and CMRO₂ were taken as covariates X₁, X₂ and X₃, respectively, and constructed the prediction model of multivariate Logistic regression. It's expression was $P = 1 / \{ 1 + \text{Exp} [- (-18.735 + 0.553X_1 + 0.062X_2 + 0.117X_3)] \}$. The areas under the curve of CBF, a-vDO₂, CMRO₂ and prediction model of multivariate Logistic regression for predicting the poor prognosis of neurological function in patients with ROSC after CPR in CA were 0.664 [95%CI (0.448, 0.887), $P=0.035$], 0.603 [95%CI (0.395, 0.818), $P=0.047$], 0.712 [95%CI (0.513, 0.918), $P=0.013$] and 0.856 [95%CI (0.713, 0.985), $P=0.002$], respectively. The optimum critical values were 5.5 ml/min, 28.1 ml/L and 155.8 $\mu\text{mol} \cdot 100 \text{g}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ and 0.267, respectively. The sensitivity was 73.68%, 64.91%, 78.95% and 85.96%, the specificity was 72.22%, 63.89%, 83.33% and 91.67%, and the accuracy was 73.12%, 64.52%, 80.65% and 88.17%, respectively. **Conclusion** In this study, the prediction model of multivariate Logistic regression constructed based on brain function monitoring indicators has a high predictive value for the poor prognosis of neurological function in ROSC patients after CPR in CA, which is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Death, sudden, cardiac; Sudden cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Return of spontaneous circulation; Neurological function; Prognosis; Prediction model

心搏骤停(cardiac arrest, CA)是临床常见的危重症,国内发生率约为41.8/10万^[1]。心肺复苏(cardiopulmonary resuscitation, CPR)是CA的抢救方法,可挽救许多患者生命,但CPR后患者脑复苏成功率仍较低,多数患者出现神经功能预后不良^[2-3]。相关研究表明,脑功能监测对CPR患者临床治疗策略的选择具有重要指导意义^[4]。脑血流量(cerebral blood flow, CBF)和颈内静脉球氧饱和度(jugular venous bulb oxygen saturation, SjvO₂)是临床常用的急性脑损伤患者床旁监测指标,通过二者可计算得到脑氧代谢率(cerebral oxygen metabolism rate, CMRO₂)、脑动脉-静脉血氧含量差(arterio-venous oxygen content difference, a-vDO₂)等指标,其可反映患者脑组织整体氧代谢情况^[5],但临床尚未明确上述指标对CPR患者神经功能预后的判

断价值。本研究在既往研究^[6-7]的基础上,借鉴国外肿瘤、代谢性疾病多因素预测方程的构建方法,基于脑功能监测指标构建预测CA行CPR后自主循环恢复(return of spontaneous circulation, ROSC)患者神经功能预后不良的多因素Logistic回归模型,并分析该模型对患者发生神经功能预后不良的预测价值,以期临床对该病患者神经功能预后进行早期判断及治疗策略的选择提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选取惠州市第三人民医院2017年11月至2020年3月收治的CA行CPR后ROSC患者93例为研究对象。其中男54例,女39例;年龄52~71岁,平均年龄(57.6±5.3)岁;CA发生地:病房47例,急诊室29例,院外13例,急救车4例;初始心律:心

电静止 51 例, 无脉性电活动 28 例, 心室颤动 14 例。纳入标准: (1) 格拉斯哥昏迷量表 (Glasgow Coma Scale, GCS) 评分 < 8 分; (2) 符合 CA 行 CPR 后 ROSC 的诊断标准^[8]; (3) 接受 CA 后综合征患者早期集束化治疗策略, 且 ROSC 后仍昏迷; (4) 发生 CA 至进入惠州市第三人民医院 ICU 的时间 ≤ 24 h。排除标准: (1) 伴有恶性肿瘤、严重脑创伤、严重肝肾功能损伤者; (2) 伴有脑血管意外者; (3) 住院 5 d 内死亡者。本研究通过惠州市第三人民医院伦理委员会批准, 所有患者家属对本研究知情同意。

1.2 方法

1.2.1 基线资料收集

从惠州市第三人民医院自制的数据库收集表中收集患者的基线资料, 包括年龄、性别、心血管疾病史、入院时体温、血 pH 值、血乳酸、CA-CPR 时间 (CA-CPR 时间指发生 CA 到开始 CPR 的时间)、ROSC 时间、急性生理学与慢性健康状况评分系统 II (acute physiology and chronic health evaluation scoring system II, APACHE II) 评分、ICU 入住时间、入 ICU 时及出 ICU 时 GCS 评分、CA 发生地 (包括院外、急救车、急诊室、病房)、CA 原因 (包括低血压、心脏缺血、严重心律失常、呼吸衰竭、电解质紊乱、不明确)、原发病 (包括呼吸系统疾病、心血管系统疾病、内分泌系统疾病、神经系统疾病、泌尿系统疾病、创伤、急性中毒、其他)、初始心律 (包括心电静止、无脉性电活动、心室颤动)。

1.2.2 脑功能监测

(1) 脑血流参数监测: 入院时所有患者取平卧位, 采用经颅多普勒超声测定患者大脑中动脉左、右侧收缩期血流速度 (systolic velocity, V_s)、舒张期血流速度 (diastolic velocity, V_d)、平均血流速度 (mean velocity, V_m)、搏动指数 (pulsatility index, PI) 及阻力指数 (resistance index, RI), 并储存血流频谱图像, 其中探头频率设置为 1~5 MHz, 取景深度为 5.5 cm, 计算脑血流量 (cerebral blood flow, CBF), $CBF=10[1.47 \times (V_s - V_d) / V_m]$ 。(2) $SjvO_2$ 监测及 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 计算方法: 入院时患者取平卧位, 头偏向左侧, 超声引导下穿刺右侧颈内静脉, 置入双腔深静脉导管后采血, 采血速度控制在 2 ml/min 以下, 同时采用血气分析仪测定患者颈内动脉或颈内静脉的平均动脉氧分压 (arterial partial pressure of oxygen, PaO_2)、动脉血氧饱和度 (arterial oxygen saturation, SaO_2)、颈内静脉球血氧分压 (internal jugular venous oxygen partial pressure, $PjvO_2$)、 $SjvO_2$ 。计算 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$, $a-vDO_2=0.003 \times (PaO_2 - PjvO_2) + 1.39$ 血红蛋白 (hemoglobin, Hb) $\times (SaO_2 - SjvO_2)$, $CMRO_2=CBF \times a-vDO_2$ ^[9-10]。

1.2.3 分组方法

根据患者转出 ICU 时格拉斯哥-匹兹堡脑功能表现计分系统评分, 将其分为预后良好组 (1~2

分, $n=36$) 和预后不良组 (3~4 分, $n=57$)。格拉斯哥-匹兹堡脑功能表现计分系统评分为 1~4 分, 1 分为脑功能完好, 2 分为中度脑功能残障, 3 分为严重脑功能残障, 4 分为昏迷与植物状态。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 21.0 统计学软件进行数据分析。计量资料以 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 组间比较采用两独立样本 t 检验; 计数资料以相对数表示, 组间比较采用 χ^2 检验; CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良影响因素分析采用多因素 Logistic 回归分析, 并构建多因素 Logistic 回归模型; 绘制 CBF、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线, 计算曲线下面积, 确定最佳临界值, 计算灵敏度、特异度、正确率。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

两组年龄、性别、心血管疾病史、入院时体温、血 pH 值、血乳酸、CA-CPR 时间、入 ICU 时 GCS 评分、CA 发生地、CA 原因、原发病、初始心律比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 预后不良组 ROSC 时间长于预后良好组, APACHE II 评分高于预后良好组, ICU 入住时间短于预后良好组, 出 ICU 时 GCS 评分低于预后良好组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 1。

2.2 两组脑血流参数比较

预后不良组左、右侧 V_s 、 V_d 、 V_m 、CBF 低于预后良好组, PI、RI 高于预后良好组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 2。

2.3 两组 $SjvO_2$ 、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 比较

预后不良组 $SjvO_2$ 高于预后良好组, $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 低于预后良好组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.4 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良影响因素的多因素 Logistic 回归分析及模型构建

以 ROSC 时间、APACHE II 评分、ICU 入住时间、出 ICU 时 GCS 评分和左、右侧 V_s 、 V_d 、 V_m 、PI、RI、CBF 及 $SjvO_2$ 、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 为自变量 (赋值: 实测值), CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后情况为因变量 (赋值: 预后良好 = 0, 预后不良 = 1), 进行多因素 Logistic 回归分析, 结果显示, 左侧 CBF、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 是 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素 ($P < 0.05$), 见表 4。将左侧 CBF、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 分别作为协变量 X_1 、 X_2 、 X_3 , 构建多因素 Logistic 回归模型, 其表达式为: $P=1/[1+Exp\{-(-8.735+0.553X_1+0.062X_2+0.117X_3)\}]$ 。

2.5 左侧 CBF、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的价值

左侧 CBF、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC

表 1 两组基线资料比较
Table 1 Comparison of baseline data between the two groups

项目	预后良好组 (n=36)	预后不良组 (n=57)	t (χ ²) 值	P 值
年龄 (x̄ ± s, 岁)	57.8 ± 5.7	57.6 ± 5.8	0.196	0.845
性别 (男/女)	21/15	33/24	0.002 ^a	0.967
心血管疾病史 [n (%)]	8 (22.2)	15 (26.3)	0.199 ^a	0.656
入院时体温 (x̄ ± s, °C)	36.9 ± 1.0	37.0 ± 1.1	0.650	0.517
血 pH 值 (x̄ ± s)	7.35 ± 0.08	7.32 ± 0.08	1.761	0.082
血乳酸 (x̄ ± s, mmol/L)	5.2 ± 2.1	5.2 ± 2.1	0.090	0.929
CA-CPR 时间 (x̄ ± s, min)	5.2 ± 1.5	5.8 ± 1.5	1.793	0.076
ROSC 时间 (x̄ ± s, min)	9.6 ± 3.1	15.4 ± 5.9	5.495	< 0.001
APACHE II 评分 (x̄ ± s, 分)	23.1 ± 3.4	28.8 ± 4.7	6.291	< 0.001
ICU 入住时间 (x̄ ± s, d)	15.7 ± 5.5	9.0 ± 3.2	7.472	< 0.001
GCS 评分 (x̄ ± s, 分)				
入 ICU 时	4.2 ± 1.2	4.0 ± 1.3	0.547	0.585
出 ICU 时	13.5 ± 1.6	4.5 ± 1.6	26.700	< 0.001
CA 发生地 [n (%)]			0.808 ^a	0.848
院外	4 (11.1)	9 (15.8)		
急救车	1 (2.8)	3 (5.3)		
急诊室	12 (33.3)	17 (29.8)		
病房	19 (52.8)	28 (49.1)		
CA 原因 [n (%)]			0.436 ^a	0.994
低血压	5 (13.9)	7 (12.3)		
心脏缺血	11 (30.5)	16 (28.1)		
严重心律失常	2 (5.6)	5 (8.8)		
呼吸衰竭	14 (38.9)	22 (38.6)		
电解质紊乱	3 (8.3)	5 (8.7)		
不明确	1 (2.8)	2 (3.5)		
原发病 [n (%)]			1.084 ^a	0.298
呼吸系统疾病	6 (16.7)	11 (19.3)		
心血管系统疾病	7 (19.5)	14 (24.6)		
内分泌系统疾病	4 (11.1)	6 (10.5)		
神经系统疾病	2 (5.6)	2 (3.5)		
泌尿系统疾病	3 (8.3)	4 (7.0)		
创伤	3 (8.3)	5 (8.8)		
急性中毒	4 (11.1)	7 (12.3)		
其他	7 (19.4)	8 (14.0)		
初始心律 [n (%)]			0.062 ^a	0.969
心电静止	20 (55.6)	31 (54.4)		
无脉性电活动	11 (30.5)	17 (29.8)		
心室颤动	5 (13.9)	9 (15.8)		

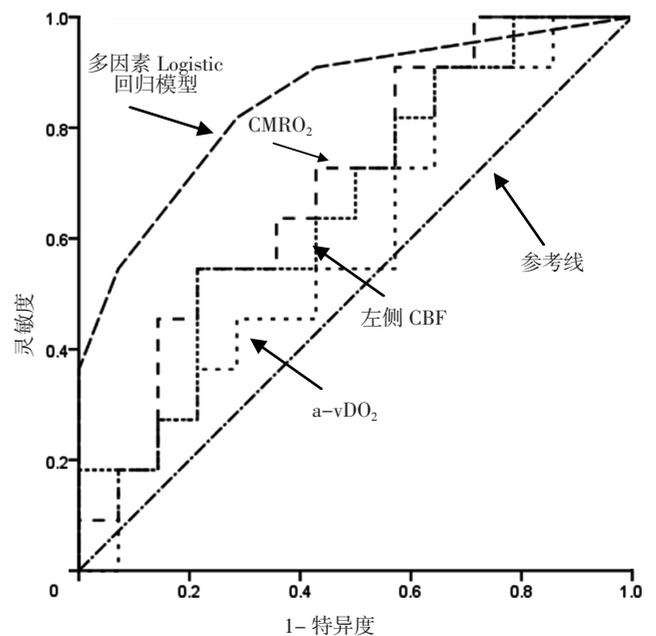
注: CA= 心搏骤停, CPR= 心肺复苏, ROSC= 自主循环恢复, APACHE II = 急性生理学及慢性健康状况评分系统 II, GCS= 格拉斯哥昏迷量表; ^a 表示 χ² 值

患者神经功能预后不良的曲线下面积分别为 0.664 [95%CI (0.448, 0.887), P=0.035]、0.603 [95%CI (0.395, 0.818), P=0.047]、0.712 [95%CI (0.513,

0.918), P=0.013]、0.856 [95%CI (0.713, 0.985), P=0.002], 最佳临界值分别为 5.5 ml/min、28.1 ml/L、155.8 μmol•100 g⁻¹•min⁻¹、0.267, 灵敏度分别为 73.68%、64.91%、78.95%、85.96%, 特异度分别为 72.22%、63.89%、83.33%、91.67%, 正确率分别为 73.12%、64.52%、80.65%、88.17%, 见图 1。

3 讨论

CPR 是治疗 CA 的主要方法, 多数患者可恢复 ROSC, 但仍有 45%~75% 患者出现严重神经功能受损^[11-12]。本研究 93 例 CA 行 CPR 后 ROSC 患者中有 57 例神经功能预后不良, 发生率达 61.3% (57/93), 与王溢楠等^[13] 研究结果类似, 提示临床要关注 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能变化, 及早实施针对性治疗, 减少不良因素对患者神经功能的影响, 进而提高治疗效果。近年来, 血清学指标^[14-16]、量表^[17] 等相继应用于 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后的预测, 均具有较好的预测效能, 但单一指标或随意组合指标难以兼顾灵敏度和特异度, 且得出的结果并不一致。目前, 国内评价 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后的指标仍处于探索阶段。相关研究表明, CA 行 CPR 后 ROSC 患者缺血-再灌注损伤导致脑氧摄取与利用障碍, 使患者出现脑代谢异常^[18]。因此, 床旁脑功能监测对 CA 行 CPR 后 ROSC 患者临床治疗策略的选择具有重要意义,



注: CBF= 脑血流量, a-vDO₂= 脑动脉-静脉血氧含量差, CMRO₂= 脑氧代谢率
图 1 左侧 CBF、a-vDO₂、CMRO₂ 以及多因素 Logistic 回归模型预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的 ROC 曲线
Figure 1 ROC curve of left CBF, a-vDO₂, CMRO₂ and prediction model of multivariate Logistic regression predicting the poor prognosis of neurological function in ROSC patients after CPR in CA

表 2 两组脑血流参数比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of cerebral blood flow parameters between the two groups

组别	例数	Vs (cm/s)		Vd (cm/s)		Vm (cm/s)	
		左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
预后良好组	36	102.8 ± 11.7	105.8 ± 12.1	41.5 ± 10.8	42.1 ± 10.8	62.5 ± 15.8	63.1 ± 13.0
预后不良组	57	82.5 ± 15.8	87.1 ± 19.8	17.0 ± 5.8	20.2 ± 7.8	33.1 ± 5.7	35.2 ± 7.1
t 值		6.648	5.106	14.264	11.330	12.832	13.393
P 值		< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

组别	PI		RI		CBF (ml/min)	
	左侧	右侧	左侧	右侧	左侧	右侧
预后良好组	1.10 ± 0.25	1.15 ± 0.22	0.61 ± 0.10	0.61 ± 0.08	6.7 ± 0.5	6.6 ± 0.6
预后不良组	1.98 ± 0.72	2.02 ± 0.75	0.75 ± 0.13	0.78 ± 0.14	5.6 ± 1.1	5.6 ± 1.2
t 值	6.817	6.766	5.510	6.626	5.428	4.645
P 值	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: Vs=收缩期血流速度, Vd=舒张期血流速度, Vm=平均血流速度, PI=搏动指数, RI=阻力指数, CBF=脑血流量

表 3 两组 S_{ijv}O₂、a-vDO₂、CMRO₂ 比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of S_{ijv}O₂, a-vDO₂ and CMRO₂ between the two groups

组别	例数	S _{ijv} O ₂ (%)	a-vDO ₂ (ml/L)	CMRO ₂ (μmol • 100 g ⁻¹ • min ⁻¹)
预后良好组	36	67.6 ± 5.8	44.8 ± 11.0	237.8 ± 53.9
预后不良组	57	77.0 ± 8.7	27.8 ± 5.8	157.1 ± 67.1
t 值		5.736	9.725	6.086
P 值		< 0.001	< 0.001	< 0.001

注: S_{ijv}O₂=颈内静脉球血氧饱和度, a-vDO₂=脑动脉-静脉血氧含量差, CMRO₂=脑氧代谢率

但监测指标对此类患者神经功能预后不良的早期发现及影响尚无定论。基于此, 本研究借鉴国外对肿瘤患者预后的评价方法, 构建 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的多因素 Logistic 回归模型, 量化各脑功能监测指标的贡献度, 旨在客观反映患者病情变化情况, 对不良预后的早期发现、早期治疗具有一定意义。

本研究结果显示, 预后不良组 ROSC 时间长于预后良好组, 与 ROSSETTI 等^[19] 研究结果类似, 提示 ROSC 时间对患者神经功能可能有一定影响, ROSC 时间越长, 患者神经功能损伤越严重, 但本研究多因素 Logistic 回归分析并未发现 ROSC 时间是 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素, 可能与本研究样本量较小有关, 需进一步探讨。GCS 及 APACHE II 是临床广泛应用于脑血管急危重症患者的评价量表。赵颖超等^[20] 研究发现, GCS 评分 > 6 分是 CA 后综合征患者神经功能预后的保护因素, 而 APACHE II 评分 ≥ 10 分是该疾病患者神经功能预后的危险因素, 同时 GCS 评分受患者生理及基础疾病的影响较小, 更适用于该类患者神经功能预后的评价。本研究结果显示, 预后不良组出 ICU 时 GCS 评分低于预后良好组, 而 APACHE II 评分高于预后良好组, 提示 GCS 评分及

表 4 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良影响因素的多因素 Logistic 回归分析

Table 4 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of poor prognosis of neurological function in patients with ROSC after CPR in CA

因素	β	SE	Wald χ ² 值	P 值	OR 值	95%CI
常数项	-8.735	2.543	11.799	< 0.001	-	-
ROSC 时间	1.175	0.672	3.057	0.080	3.238	(0.868, 12.087)
APACHE II 评分	0.972	0.547	3.158	0.076	2.643	(0.905, 7.722)
ICU 入住时间	2.173	1.261	2.970	0.085	8.785	(0.742, 104.018)
出 ICU 时 GCS 评分	0.652	0.402	2.631	0.105	1.919	(0.873, 4.220)
左侧 Vs	0.771	0.438	3.099	0.078	2.162	(0.916, 5.101)
右侧 Vs	0.752	0.425	3.131	0.077	2.121	(0.922, 4.879)
左侧 Vd	0.935	0.547	2.922	0.087	2.547	(0.872, 7.442)
右侧 Vd	0.942	0.551	2.923	0.087	2.565	(0.871, 7.553)
左侧 Vm	0.457	0.275	2.762	0.097	1.579	(0.921, 2.707)
右侧 Vm	0.483	0.256	3.560	0.059	1.621	(0.981, 2.677)
左侧 PI	0.733	0.419	3.060	0.080	2.081	(0.916, 4.731)
右侧 PI	0.761	0.427	3.176	0.075	2.140	(0.927, 4.943)
左侧 RI	0.711	0.503	1.998	0.157	2.036	(0.760, 5.457)
右侧 RI	0.734	0.516	2.023	0.155	2.083	(0.758, 5.728)
左侧 CBF	0.553	0.271	4.164	0.041	1.738	(1.022, 2.957)
右侧 CBF	0.593	0.356	2.775	0.096	1.809	(0.901, 3.636)
S _{ijv} O ₂	1.865	1.135	2.700	0.100	6.456	(0.698, 59.716)
a-vDO ₂	0.117	0.052	5.063	0.024	1.124	(1.015, 1.245)
CMRO ₂	0.062	0.025	6.150	0.013	1.064	(1.013, 1.117)

注: - 表示无相关数据

APACHE II 评分在一定程度上反映 CA 行 CPR 后 ROSC 患者的神经功能预后情况, 但该类评分在脑卒中、高血压脑出血等脑血管危重症患者中应用较多, 在 CA 行 CPR 后 ROSC 患者中的应用仍需多中心、大样本量研究进一步验证。

脑血流监测和 S_{ijv}O₂ 监测是临床常用于急性脑损伤

患者的床旁监测方法。本研究结果显示,预后不良组左、右侧 V_s 、 V_d 、 V_m 、 CBF 低于预后良好组,而 PI 、 RI 高于预后良好组,提示神经功能预后不良的 CA 行 CPR 后 ROSC 患者的大脑中动脉血流速度较慢,脑血管阻力增加,使该类患者低灌注情况更为严重,脑血管自身调节功能及脑组织细胞氧提取功能发生障碍,实施 CPR 后缺血-再灌注损伤可能进一步损伤患者的神经功能。相关研究认为, $SjvO_2 \leq 55\%$ 与疾病预后不良密切相关^[21]。而本研究结果显示,预后不良组 $SjvO_2$ 高于预后良好组,与上述研究结果^[19, 21]不同,考虑是神经功能预后不良的 CA 行 CPR 后 ROSC 患者发生 CA 后脑组织因缺血缺氧损伤严重,脑代谢-血流耦合受损,大脑对氧的利用率下降,进而导致 $SjvO_2$ 异常升高,与 NANJAYYA 等^[22] 研究中 $SjvO_2$ 与院外昏迷 CA 患者死亡的关系类似。但本研究多因素 Logistic 回归分析并未发现 $SjvO_2$ 是 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素,可能与本研究样本量较小、观察时间较短等有关,需进一步验证。本研究结果还显示,预后不良组 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 低于预后良好组,提示神经功能预后不良的 CA 行 CPR 后 ROSC 患者脑组织对氧的需求减少,脑组织氧代谢功能较差,氧提取功能发生障碍,脑组织出现兴奋性脑氨基酸毒作用,并释放大量的白介素、胱抑素 C 等炎性因子,最终加剧神经元损伤,导致神经功能预后不良,甚至死亡。本研究多因素 Logistic 回归分析结果显示,左侧 CBF 、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$ 是 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的影响因素。为此,笔者建议临床医师对 CA 行 CPR 后 ROSC 患者实施床旁监测并关注脑血管监测指标的变化情况,同时及时采取针对性治疗措施以改善患者预后。

本研究根据多因素 Logistic 回归分析结果构建了多因素 Logistic 回归模型,并进一步分析其预测 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良的价值发现,其曲线下面积、灵敏度、特异度、正确率均高于 CBF 、 $a-vDO_2$ 、 $CMRO_2$,提示该预测模型的预测效能较高。本研究通过多因素逐步回归分析校正了混杂因素,同时对影响因素的贡献度进行统计学量化,拟合多种因素,进而获得更加符合实际的预测方程,避免了混杂因素的影响,减少了漏诊、误诊的发生^[23-24]。该模型更符合循证医学思维,利于补充临床对 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后的评价方法,使该类患者能早期获得诊断、治疗,改善患者的预后。

本研究尚存在一定局限性,如研究样本量较小、纳入研究的基线指标不够完善,下一步笔者将进行多中心、大样本量的研究,纳入更多脑功能监测指标,继续修订多因素 Logistic 回归模型,以提升其预测效能,使其更贴近临床实际,降低模型应用难度,进而便于其在基层

医院推广使用。

综上所述,本研究基于脑功能监测指标构建的多因素 Logistic 回归模型对 CA 行 CPR 后 ROSC 患者神经功能预后不良具有较高的预测价值,值得临床推广使用。

志谢:感谢惠州市第三人民医院急诊医学中心心肺复苏课题组成员对数据进行收集以及整理。

作者贡献:曾景进行文章的构思与设计,文章的可行性分析,文献/资料收集、整理,撰写论文,对文章整体负责、监督管理;林月雄、金廷荣进行统计学处理和结果的分析与解释;李雪松负责文章的质量控制及审校。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 孙慧,杜贤进.创伤性心搏骤停患者心肺复苏的研究进展[J].临床急诊杂志,2020,21(9):752-757.DOI:10.13201/j.issn.1009-5918.2020.09.015.
SUN H, DU X J. Research progress of cardiopulmonary resuscitation in patients with traumatic cardiac arrest [J]. Journal of Clinical Emergency, 2020, 21(9): 752-757. DOI: 10.13201/j.issn.1009-5918.2020.09.015.
- [2] 商娜,周荣斌.2018年心肺复苏和心血管急救科学与治疗建议的国际共识关于心搏骤停期间或之后使用抗心律失常药物的更新解读[J].中国全科医学,2019,22(20):2393-2397. DOI:10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.296.
SHANG N, ZHOU R B. Interpretation of the updates in the use of antiarrhythmic drugs during resuscitation of patients with VF/pVT cardiac arrest or immediately after rosc in 2018 international consensus on cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care science with treatment recommendations [J]. Chinese General Practice, 2019, 22(20): 2393-2397. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.296.
- [3] 许佳俊,陈文桐,姚建立.脑组织程序性坏死和细胞因子表达谱对心搏骤停大鼠脑损伤的影响研究[J].中华危重病急救医学,2020,32(4):483-487. DOI:10.3760/cma.j.cn121430-20200325-00228.
XU J J, CHEN W T, YAO J L. Effects of brain necroptosis and cytokines expression array on brain injury in rats with cardiac arrest [J]. Chinese Critical Care Medicine, 2020, 32(4): 483-487. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20200325-00228.
- [4] 汤旭惠,谢姝,陈文龙,等.亚低温治疗对心肺复苏患者心脑功能和血乳酸水平及电解质代谢的影响[J].疑难病杂志,2019,18(9):895-899. DOI:10.3969/j.issn.1671-6450.2019.09.008.
TANG X H, XIE M, CHEN W L, et al. Effects of mild hypothermia on cardio-cerebral function, blood lactic acid level and electrolyte metabolism in patients with cardiopulmonary resuscitation [J]. Chinese Journal of Difficult and Complicated Cases, 2019, 18(9): 895-899. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2019.09.008.
- [5] ZHANG Y, YIN Y, LI H, et al. Measurement of $CMRO_2$ and its

- relationship with CBF in hypoxia with an extended calibrated BOLD method [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2020, 40 (10): 2066–2080. DOI: 10.1177/0271678x19885124.
- [6] CHAMBERS K A, PARK A Y, BANUELOS R C, et al. Outcomes of severe sepsis and septic shock patients after stratification by initial lactate value [J]. *World J Emerg Med*, 2018, 9 (2): 113–117. DOI: 10.5847/wjem.j.1920–8642.2018.02.005.
- [7] GIROTRA S, VAN DIEPEN S, NALLAMOTHU B K, et al. Regional variation in out-of-hospital cardiac arrest survival in the United States [J]. *Circulation*, 2016, 133 (22): 2159–2168. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018175.
- [8] 李颖庆, 柳娜, 胡春林, 等. 介入与溶栓疗法救治院外心脏骤停的比较 [J]. *中华急诊医学杂志*, 2013, 11 (6): 606–611. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671–0282.2013.06.013.
- LI Y Q, LIU N, HU C L, et al. Comparing percutaneous coronary intervention and thrombolysis in patients with return of spontaneous circulation after out-of-hospital cardiac arrest [J]. *Chinese Journal of Emergency Medicine*, 2013, 11 (6): 606–611. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671–0282.2013.06.013.
- [9] 周志刚, 黄斐, 杨金良, 等. 围手术期应用小剂量氨茶碱改善连枷胸合并呼吸衰竭患者脑氧代谢和呼吸力学的应用研究 [J]. *中国急救医学*, 2019, 39 (11): 1031–1035. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2019.11.004.
- ZHOU Z G, HUANG F, YANG J L, et al. Application of low dose aminophylline to improve oxygen metabolism and respiratory mechanics in flail chest patients with respiratory failure during operation [J]. *Chinese Journal of Critical Care Medicine*, 2019, 39 (11): 1031–1035. DOI: 10.3969/j.issn.1002–1949.2019.11.004.
- [10] 狄丽宏, 焦洋洋, 陈深, 等. sTBI 患者治疗前后脑氧代谢指标变化与颅内压及预后的关系 [J]. *创伤外科杂志*, 2020, 22 (10): 742–745. DOI: 10.3969/j.issn.1009–4237.2020.10.005.
- DI L H, JIAO Y Y, CHEN S, et al. Relationship between cerebral oxygen metabolism and intracranial pressure changes and prognosis in patients with sTBI before and after treatment [J]. *Journal of Traumatic Surgery*, 2020, 22 (10): 742–745. DOI: 10.3969/j.issn.1009–4237.2020.10.005.
- [11] 张瑜涵, 孙鹏, 韩继媛. 心搏骤停后脑复苏的研究进展 [J]. *临床急诊杂志*, 2018, 19 (8): 557–561. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2018.08.016.
- ZHANG Y H, SUN P, HAN J Y. Research progress of cerebral resuscitation after cardiac arrest [J]. *Journal of Clinical Emergency*, 2018, 19 (8): 557–561. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2018.08.016.
- [12] 王艳. 心肺复苏自主循环恢复患者预后预测的多因素分析 [J]. *疑难病杂志*, 2010, 9 (8): 581–583. DOI: 10.3969/j.issn.1671–6450.2010.08.012.
- WANG Y. Multivariate analysis of prognosis in cardiopulmonary resuscitation after return of spontaneous circulation recovery [J]. *Chinese Journal of Difficult and Complicated Cases*, 2010, 9 (8): 581–583. DOI: 10.3969/j.issn.1671–6450.2010.08.012.
- [13] 王淦楠, 陈科, 陈旭锋, 等. 头颅 CT 视神经鞘直径测定对成人心搏骤停后昏迷患者预后的判断价值 [J]. *临床急诊杂志*, 2019, 20 (1): 25–29. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2019.01.004.
- WANG G N, CHEN K, CHEN X F, et al. The prognostic value of optic nerve sheath diameter on computed tomography of brain in adult comatose cardiac arrest survivors [J]. *Journal of Clinical Emergency*, 2019, 20 (1): 25–29. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2019.01.004.
- [14] 罗成准, 王世伟, 贾天元, 等. 心肺复苏后患者中性粒细胞与淋巴细胞比值与死亡的相关性研究 [J]. *临床急诊杂志*, 2020, 21 (2): 143–146. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2020.02.009.
- LUO C Z, WANG S W, JIA T Y, et al. Correlation between neutrophil-lymphocyte ratio and death in patients after cardiopulmonary resuscitation [J]. *Journal of Clinical Emergency*, 2020, 21 (2): 143–146. DOI: 10.13201/j.issn.1009–5918.2020.02.009.
- [15] 李伟, 陈旭锋, 梅勇, 等. eTnT 对心源性休克患者接受 V-A ECMO 治疗的预后预测价值分析: 一项连续 5 年的回顾性研究 [J]. *中华危重病急救医学*, 2020, 32 (9): 1091–1095. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430–20200630–00494.
- LI W, CHEN X F, MEI Y, et al. Value of cardiac troponin T in predicting the prognosis of patients with cardiogenic shock receiving veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation treatment: a consecutive 5-year retrospective study [J]. *Chinese Critical Care Medicine*, 2020, 32 (9): 1091–1095. DOI: 10.3760/cma.j.cn121430–20200630–00494.
- [16] 高崇莹, 陈涛. 重症心肺复苏患者预后相关因素分析 [J]. *临床军医杂志*, 2018, 46 (3): 339–342, 345. DOI: 10.16680/j.1671–3826.2018.03.31.
- [17] 岑颖欣, 张思森, 舒延章, 等. 郑州市院外心搏骤停普查及 CPR 预后相关因素: 2016 至 2018 年病例分析 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019, 31 (4): 439–443. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2019.04.013.
- CEN Y X, ZHANG S S, SHU Y Z, et al. Investigation of out-of-hospital cardiac arrest in Zhengzhou City and the risk factors of prognosis of cardiopulmonary resuscitation: case analysis for 2016—2018 [J]. *Chinese Critical Care Medicine*, 2019, 31 (4): 439–443. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2019.04.013.
- [18] 金魁, 付阳阳, 尹路, 等. 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 [J]. *中华危重病急救医学*, 2019 (3): 303–308. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2019.03.009.
- JIN K, FU Y Y, YIN L, et al. Influence factors analysis of mechanical compression and hands-only compression on restoration of spontaneous circulation and prognosis in patients with cardiac arrest [J]. *Chinese Critical Care Medicine*, 2019 (3): 303–308. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095–4352.2019.03.009.

- with intraoperative acquired pressure injury [J]. Chinese Nursing Management, 2019, 19 (1): 43-48. DOI: 10.3969/j.issn.1672-1756.2019.01.011.
- [16] HUANG W J, ZHU Y J, QU H. Use of an alternating inflatable head pad in patients undergoing open heart surgery [J]. Med Sci Monit, 2018, 24 (2): 970-976. DOI: 10.12659/msm.906018.
- [17] 王亚婷, 陈桂花, 董正. Norton 量表对 ICU 低温体外循环心脏外科术后患者压力性损伤的预测价值及护理策略 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2019, 27 (3): 99-103. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.03.020.
- WANG Y T, CHEN G H, DONG Z H, et al. Predictive value of norton scale on pressure injury in postoperative patients treated by cardiac surgery under cryogenic cardiopulmonary bypass in ICU and the nursing strategy [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2019, 27 (3): 99-103. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2019.03.020.
- [18] 王亚婷, 彭晓红, 董正惠. ICU 心脏外科术后成人患者压力性损伤影响因素分析 [J]. 护理学报, 2019, 26 (3): 1-4. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2019.03.001.
- WANG Y T, PENG X H, DONG Z H. Influence factors of stress injury of adult patients after cardiac surgery in ICU [J]. Journal of Nursing, 2019, 26 (3): 1-4. DOI: 10.16460/j.issn1008-9969.2019.03.001.
- [19] ALDERDEN J, RONDINELLI J, PEPPER G, et al. Risk factors for pressure injuries among critical care patients: a systematic review [J]. Int J Nurs Stud, 2017, 71: 97-114. DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2017.03.012.
- [20] GARCÍA-FERNÁNDEZ F P, PANCORBO-HIDALGO P L, AGREDA J J. Predictive capacity of risk assessment scales and clinical judgment for pressure ulcers: a meta-analysis [J]. J Wound Ostomy Continence Nurs, 2014, 41 (1): 24-34. DOI: 10.1097/01.WON.0000438014.90734.a2.
- [21] 罗彩凤, 贾静, 柏素萍, 等. 围手术期患者压疮评估及评估工具使用现状的调查研究 [J]. 中华护理杂志, 2017, 52 (4): 409-413. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2017.04.005.
- LUO C F, JIA J, BAI S P, et al. Investigation and analysis of pressure ulcer assessment and tool utilization for perioperative patients [J]. Chinese Journal of Nursing, 2017, 52 (4): 409-413. DOI: 10.3761/j.issn.0254-1769.2017.04.005.
- [22] 邓小红, 王乔凤, 李明珂, 等. 决策树在 ICU 患者院内获得性压疮风险预测中的应用 [J]. 中国实用护理杂志, 2016, 32 (7): 485-489. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2016.07.002.
- DENG X H, WANG Q F, LI M K, et al. Predicting the risk of hospital-acquired pressure ulcers in intensive care unit patients based on decision tree [J]. Chinese Journal of Practical Nursing, 2016, 32 (7): 485-489. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1672-7088.2016.07.002.
- (收稿日期: 2021-08-20; 修回日期: 2021-11-04)
(本文编辑: 谢武英)
-
- (上接第 34 页)
- [19] ROSSETTI A O, RABINSTEIN A A, ODDO M. Neurological prognostication of outcome in patients in Coma after cardiac arrest [J]. Lancet Neurol, 2016, 15 (6): 597-609. DOI: 10.1016/S1474-4422(16)00015-6.
- [20] 赵颖超, 邓珍华, 戴军有, 等. 格拉斯哥昏迷量表与 APACHE II 两种评分方法对心搏骤停后综合征患者神经功能预后预测的对比研究 [J]. 中国医药, 2020, 15 (4): 485-489. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2020.04.002.
- ZHAO Y C, DENG Z H, DAI J Y, et al. Glasgow Coma Scale and Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II predicting neurological outcome in patients with post-cardiac arrest syndrome [J]. China Medicine, 2020, 15 (4): 485-489. DOI: 10.3760/j.issn.1673-4777.2020.04.002.
- [21] BROOKS G A, MARTIN N A. Cerebral metabolism following traumatic brain injury: new discoveries with implications for treatment [J]. Front Neurosci, 2014, 8: 408. DOI: 10.3389/fnins.2014.00408.
- [22] NANJAYYA V B, NAYYAR V. Immediate coronary angiogram in comatose survivors of out-of-hospital cardiac arrest—An Australian study [J]. Resuscitation, 2012, 83 (6): 699-704. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2011.12.004.
- [23] 陈卫中, 潘晓平, 倪宗瓚. Logistic 回归模型在 ROC 分析中的应用 [J]. 中国卫生统计, 2007, 24 (1): 22-24. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2007.01.007.
- CHEN W Z, PAN X P, NI Z Z. Application of logistic model in ROC curve analysis [J]. Chinese Journal of Health Statistics, 2007, 24 (1): 22-24. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2007.01.007.
- [24] TRIPEPI G, JAGER K J, STEL V S, et al. How to deal with continuous and dichotomic outcomes in epidemiological research: linear and logistic regression analyses [J]. Nephron Clin Pract, 2011, 118 (4): e399-406. DOI: 10.1159/000324049.
- (收稿日期: 2021-07-16; 修回日期: 2021-09-15)
(本文编辑: 崔丽红)