

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.20.002  
文章编号: 1005-8982 (2024) 20-0007-06

脑血管疾病专题·论著

## 大面积脑梗死急性期患者颅内压增高风险的 预测模型构建及验证\*

张汉夫<sup>1</sup>, 张立<sup>2</sup>, 罗国刚<sup>1</sup>

(1. 西安交通大学第一附属医院 神经内科, 陕西 西安 710061; 2. 西安市红会医院  
神经内科, 陕西 西安 710054)

**摘要:** **目的** 探讨大面积脑梗死急性期患者颅内压 (ICP) 增高风险的预测模型构建及验证。**方法** 选取2019年1月—2021年9月西安交通大学第一附属医院收治的102例大面积脑梗死急性期患者, 根据是否出现ICP增高将患者分为ICP增高组(63例)和非ICP增高组(39例)。通过回顾性分析两组患者的临床数据, 包括年龄、性别、病史、神经功能评分及治疗情况, 利用多因素一般Logistic回归模型分析ICP增高的危险因素, 并构建预测模型, 通过受试者工作特征(ROC)曲线、使用Bootstrap方法进行1 000次重复采样以验证模型的预测效能。**结果** ICP增高组年龄大于非ICP增高组, 体温、氧分压(PaO<sub>2</sub>)、二氧化碳分压(PaCO<sub>2</sub>)、格拉斯哥昏迷量表(GCS)评分均低于非ICP增高组( $P < 0.05$ ), 心率、合并高血压、脑梗死面积 $\geq 2$  cm<sup>2</sup>、收缩压、舒张压、ICP、美国国立卫生研究院卒中量表评分(NIHSS)评分、里士满躁动-镇静评分、呕吐占比、脑水肿占比和脑电频率变慢占比均高于非ICP增高组( $P < 0.05$ ), 入院延迟时间长于非ICP增高组( $P < 0.05$ )。两组性别、体质量指数、合并冠心病、合并糖尿病、神志清醒、瞳孔异常、颅内感染、抗凝药物、溶栓治疗比较, 差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。多因素一般Logistic回归分析结果显示: PaCO<sub>2</sub> [ $\hat{OR} = 0.792$  (95% CI: 0.673, 0.933)], ICP [ $\hat{OR} = 1.061$  (95% CI: 1.026, 1.097)], NIHSS评分 [ $\hat{OR} = 1.231$  (95% CI: 1.073, 1.413)], 呕吐 [ $\hat{OR} = 6.220$  (95% CI: 1.086, 36.639)], 脑水肿 [ $\hat{OR} = 39.888$  (95% CI: 4.865, 327.050)], 入院延迟时间 [ $\hat{OR} = 6.517$  (95% CI: 1.661, 25.574)]均是ICP增高的危险因素( $P < 0.05$ )。ROC曲线结果显示, 模型预测ICP增高的曲线下面积为0.989(95% CI: 0.976, 1.000), 约登指数为0.911, 敏感性为93.7%(95% CI: 0.845, 0.985), 特异性为97.4%(95% CI: 0.917, 1.000), 表明模型有较好的区分能力。校准曲线和Bootstrap法的自校验均显示模型具有良好的预测准确性和一致性。**结论** 构建的模型能有效预测大面积脑梗死急性期患者ICP增高的风险。这一模型有助于临床医生早期识别高风险患者, 及时采取适当的干预措施, 从而改善患者的预后。

**关键词:** 大面积脑梗死; 颅内压增高; 预测模型; 验证; 梗死体积

**中图分类号:** R743.33

**文献标识码:** A

## Construction and validation of a predictive model for the risk of increased intracranial pressure in patients with acute phase of massive cerebral infarction\*

Zhang Han-fu<sup>1</sup>, Zhang Li<sup>2</sup>, Luo Guo-gang<sup>1</sup>

(1. Department of Neurology, The First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi 710061, China; 2. Department of Neurology, Xi'an Red Cross Hospital, Xi'an, Shaanxi 710054, China)

**Abstract: Objective** To develop and validate a predictive model for assessing the risk of increased

收稿日期: 2024-05-27

\* 基金项目: 陕西省重点研发计划项目(No.: S2024-YF-YBSF-1459)

[通信作者] 张立, E-mail: 15319179509@163.com; Tel: 15319179509

intracranial pressure in patients experiencing the acute phase of massive cerebral infarction. **Methods** We retrospectively analyzed clinical data from 102 patients with massive cerebral infarction treated in the First Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University between January 2019 and September 2021. Patients were classified into an intracranial hypertension group (63 cases) and a non-intracranial hypertension group (39 cases) according to the presence of intracranial hypertension. Clinical data of the two groups of patients including age, sex, medical history, neurological function scores, and treatment, were respectively analyzed. The risk factors for increased intracranial pressure were identified using multivariable Logistic regression analysis, based on which a predictive model was established. The performance of the predictive model was evaluated via receiver operating characteristic (ROC) curve analysis and validated through 1 000 bootstrap resamples. **Results** Compared with the non-intracranial hypertension group, the age was greater, the body temperature, PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub> and GCS scores were lower, the heart rate, the proportion of patients with hypertension, the proportion of patients with infarct area  $\geq 2$  cm<sup>2</sup>, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, ICP, NIHSS scores, RASS scores, incidence of vomiting, incidence of brain edema, and the rate of electroencephalograph frequency slowing were higher, and the delay to admission was longer in the intracranial hypertension group. There were no statistically significant differences between the two groups in terms of the sex composition, body mass index, presence of coronary heart disease, presence of diabetes mellitus, the level of consciousness, pupil abnormalities, intracranial infection, anticoagulant use, and thrombolytic therapy ( $P > 0.05$ ). The results of multivariable Logistic regression analysis showed that higher PaCO<sub>2</sub> [ $\hat{OR} = 0.792$  (95% CI: 0.673, 0.933)], ICP [ $\hat{OR} = 1.061$  (95% CI: 1.026, 1.097)], and NIHSS scores [ $\hat{OR} = 1.231$  (95% CI: 1.073, 1.413)], presence of vomiting [ $\hat{OR} = 6.220$  (95% CI: 1.086, 36.639)] and cerebral edema [ $\hat{OR} = 39.888$  (95% CI: 4.865, 327.05)], and longer delays to admission [ $\hat{OR} = 6.517$  (95% CI: 1.661, 25.574)] were all risk factors for increased intracranial pressure ( $P < 0.05$ ). The ROC curve analysis revealed that the area under the curve of the predictive model was 0.989 (95% CI: 0.976, 1.000), with a Jordan index of 0.911, a sensitivity of 93.7% (95% CI: 0.845, 0.935), and a specificity of 97.4% (95% CI: 0.917, 1.000), indicative of good discriminative ability of the model. Both the calibration curve and the self-validation using the Bootstrap method demonstrated that the model had good predictive accuracy and consistency. **Conclusions** The predictive model effectively forecasts the risk of increased intracranial pressure in patients during the acute phase of massive cerebral infarction. By allowing clinicians to early identify high-risk patients, this tool facilitates timely interventions that can potentially improve patient outcomes.

**Keywords:** massive cerebral infarction; intracranial hypertension; prediction model; validation; infarct volume

大面积脑梗死是一种严重的脑血管事件,常导致脑组织广泛损伤,并迅速引发颅内压(intracranial pressure, ICP)增高,对患者的生存和恢复带来了巨大挑战<sup>[1]</sup>。ICP增高是死亡和严重残疾的主要原因之一,及时识别和处理此类并发症至关重要,故预测大面积脑梗死患者ICP增高的风险具有显著的临床意义<sup>[2-3]</sup>。通过有效风险评估,医生可以提前采取预防措施,如适时进行脑室外引流或使用药物治疗,以减轻颅内高压影响,改善患者预后<sup>[4-5]</sup>。本研究旨在利用机器学习技术和统计方法构建并验证一个可靠的预测模型,基于初诊时患者的临床和影像学特征来预测大面积脑梗死急性期患者ICP增高风险。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2019年1月—2021年9月西安交通大学第

一附属医院收治的102例大面积脑梗死的急性期患者,根据是否出现ICP增高将患者分为ICP增高组(63例)和非ICP增高组(39例)。纳入标准:①通过影像学 and 临床表现确诊为大面积脑梗死;②梗死发生在急性期内(指发病后72 h内);③同意参与研究并签署知情同意书。排除标准:①有重大的心脏、肝脏、肾脏或其他系统的慢性疾病,可能影响病情评估或预后;②有颅内手术史或颅内病变(如肿瘤、动脉瘤等);③接受过脑部外伤治疗;④患有严重的精神疾病或认知障碍,无法配合完成研究;⑤急性期内使用过可能影响ICP的药物(如大剂量激素治疗)。

### 1.2 方法

**1.2.1 大面积脑梗死判定依据** 脑梗死的总面积 $> 20$  cm<sup>2</sup>或梗死区域影响到 $\geq 2$ 个脑叶<sup>[6]</sup>。

**1.2.2 ICP增高判定标准** 根据《中国颅脑创伤

ICP 监测专家共识》<sup>[7]</sup>, 通过无创 ICP 监测仪对患者 ICP 进行测量, 若 > 200 mmH<sub>2</sub>O, 即为升高。

### 1.3 观察指标

**1.3.1 基本信息** 收集患者基本信息, 包括性别、年龄、病史等。

**1.3.2 治疗情况** 记录患者接受的所有治疗措施, 包括药物治疗、溶栓治疗等。

**1.3.3 神经功能评分** 根据格拉斯哥昏迷量表 (Glasgow Coma Scale, GCS) 评估患者的意识水平和神志状态。根据美国国立卫生研究院卒中量表评分 (National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS) 评估患者脑卒中后的神经功能缺损程度。根据里士满躁动-镇静评分 (Richmond Agitation-Sedation Scale, RASS) 评估患者的镇静程度。

**1.3.4 生理参数** 检测患者的体温、心率、收缩压和舒张压。通过医院标准程序测量体温, 以评估患者是否有发热。通过心电监测获取心率。使用电子血压计测量收缩压、舒张压。

**1.3.5 实验室指标** 通过动脉血气分析检测患者二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide, PaCO<sub>2</sub>) 和氧分压 (partial pressure of oxygen, PaO<sub>2</sub>)。

**1.3.6 其他资料** 记录患者入院延迟时间、呕吐、脑水肿和脑电频率变等资料。

### 1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 27.0 统计软件。计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 或中位数和四分位数 M (P<sub>25</sub>, P<sub>75</sub>) 表示, 比较用  $t$  检验或秩和检验。影响因素的分析用多因素一般 Logistic 回归模型。利用 R 软件的

统计和图形功能, 创建可视化的预测模型。绘制受试者工作特征 (receiver operating characteristic, ROC) 曲线。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较

两组年龄、体温、心率、高血压、脑梗死面积、收缩压、舒张压、PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、ICP、GCS 评分、NIHSS 评分、RASS 评分、呕吐、脑水肿、脑电频变慢、入院延迟时间比较, 经  $t / \chi^2$  检验, 差异均有统计学意义 (P < 0.05)。ICP 增高组年龄大于非 ICP 增高组, 体温、PaO<sub>2</sub>、PaCO<sub>2</sub>、GCS 评分均低于非 ICP 增高组, 心率、合并高血压、脑梗死面积  $\geq 2$  cm<sup>2</sup>、收缩压、舒张压、ICP、NIHSS 评分、RASS 评分、呕吐占比、脑水肿占比和脑电频率变慢占比均高于非 ICP 增高组, 入院延迟时间长于非 ICP 增高组。两组性别、体质量指数、合并冠心病、合并糖尿病、神志清醒、瞳孔异常、颅内感染、抗凝药物、溶栓治疗比较, 差异均无统计学意义 (P > 0.05)。见表 1。

### 2.2 ICP 增高的多因素一般 Logistic 回归分析

以大面积脑梗死急性期患者 ICP 是否增高为因变量 (否 = 0, 是 = 1), 将年龄 (赋值为实测值)、体温 (赋值为实测值)、心率 (赋值为实测值)、合并高血压 (无高血压 = 0, 有高血压 = 1)、脑梗死面积 (面积 < 2 cm<sup>2</sup> = 0, 面积  $\geq 2$  cm<sup>2</sup> = 1)、收缩压 (赋值为实测值)、舒张压 (赋值为实测值)、PaO<sub>2</sub> 水平 (赋值为实测值)、PaCO<sub>2</sub> 水平 (赋值为实测值)、ICP 水平 (赋值为实测值)、GCS 评分 (赋值为实测值)、NIHSS 评分 (赋值为实测值)、RASS 评分 (赋值为实测值)、呕吐 (否 = 0, 是 =

表 1 两组一般资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	体质量指数/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	体温/°C, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )	心率/次/分, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )	冠心病/例	糖尿病/例	高血压/例
ICP 增高组	63	35/28	67.44 $\pm$ 10.12	24.67 $\pm$ 2.25	36.4(36.1, 36.9)	86(71, 99)	19	13	43
非 ICP 增高组	39	20/19	62.13 $\pm$ 8.19	24.42 $\pm$ 2.27	36.8(36.6, 37.4)	81(70, 93)	8	3	11
$\chi^2 / t / Z$ 值		0.177	2.762	0.543	4.143	2.091	1.151	1.012	15.507
P 值		0.673	0.006	0.588	0.000	0.037	0.283	0.314	0.000

组别	脑梗死面积/例		收缩压/[mmHg, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	舒张压/[mmHg, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	PaO <sub>2</sub> /[mmHg, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	PaCO <sub>2</sub> /[mmHg, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	ICP/[mmH <sub>2</sub> O, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]
	$\geq 2$ cm <sup>2</sup>	< 2 cm <sup>2</sup>					
ICP 增高组	38	25	145(134, 156)	80(71, 91)	114.00(98.00, 144.50)	35.0(32.5, 39.0)	268(240, 290)
非 ICP 增高组	10	29	135(123, 143)	74(66, 79)	124.00(104.00, 141.00)	44.0(36.5, 49.5)	155(145, 166)
$\chi^2 / t / Z$ 值	11.626		4.179	3.593	0.358	4.829	8.157
P 值	0.000		0.000	0.000	0.020	0.000	0.000

续表 1

组别	GCS 评分 [M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> )]	NIHSS 评分 [M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> )]	RASS 评分 [M(P <sub>25</sub> ,P <sub>75</sub> )]	神志清醒/例	瞳孔异常/例	呕吐/例	脑水肿例
ICP 增高组	6.00(5.00,10.50)	20(9,38)	1(-4,3)	16	18	32	54
非 ICP 增高组	10.00(8.00,12.00)	16(11,29)	0(-3,1)	8	10	2	3
$\chi^2/t/Z$ 值	3.594	2.078	2.229	0.319	0.103	22.604	59.477
P 值	0.000	0.038	0.026	0.572	0.747	0.000	0.000

组别	脑电频率变慢/例	颅内感染/例	抗凝药物/例	溶栓治疗/例	入院延迟时间/(h, $\bar{x} \pm s$ )
ICP 增高组	59	4	43	7	3.24 ± 1.04
非 ICP 增高组	4	1	21	2	2.16 ± 0.76
$\chi^2/t/Z$ 值	70.937	0.740	2.139	1.071	5.618
P 值	0.000	0.389	0.143	0.300	0.000

1)、脑水肿(否=0,是=1)、脑电频变慢(否=0,是=1)、入院延迟时间(赋值为实测值)作为自变量,进行多因素一般 Logistic 回归分析。结果显示:PaCO<sub>2</sub> [OR=0.792(95% CI:0.673,0.933)]、ICP [OR=1.061(95% CI:1.026,1.097)]、NIHSS 评分 [OR=1.231(95% CI:1.073,1.413)]、呕吐[OR=6.220(95% CI:1.086,36.639)]、脑水肿[OR=39.888(95% CI:4.865,327.050)]、入院延迟时间[OR=6.517(95% CI:1.661,25.574)]均是 ICP 增高的危险因素(P<0.05)。见表 2。

表 2 影响 ICP 增高的多因素一般 Logistic 回归分析参数

自变量	b	S <sub>b</sub>	Wald $\chi^2$	P 值	OR	95% CI	
						下限	上限
PaCO <sub>2</sub>	-0.233	0.083	7.793	0.005	0.792	0.673	0.933
ICP	0.059	0.017	12.244	0.000	1.061	1.026	1.097
NIHSS 评分	0.208	0.070	8.771	0.003	1.231	1.073	1.413
呕吐	1.828	0.891	4.212	0.040	6.220	1.086	36.639
脑水肿	3.686	1.074	11.790	0.001	39.888	4.865	327.050
入院延迟时间	1.874	0.698	7.221	0.007	6.517	1.661	25.574
常量	-11.845	5.158	5.273	0.022	-	-	-

2.3 预测模型建立和 ROC 曲线分析

ROC 曲线结果显示,模型预测患者 ICP 增高的曲线下面积为 0.989(95% CI:0.976,1.000),约登指

数为 0.911,敏感性为 93.7%(95% CI:0.845,0.985),特异性为 97.4%(95% CI:0.917,1.000),表明模型有较好的区分能力。见图 1、2。

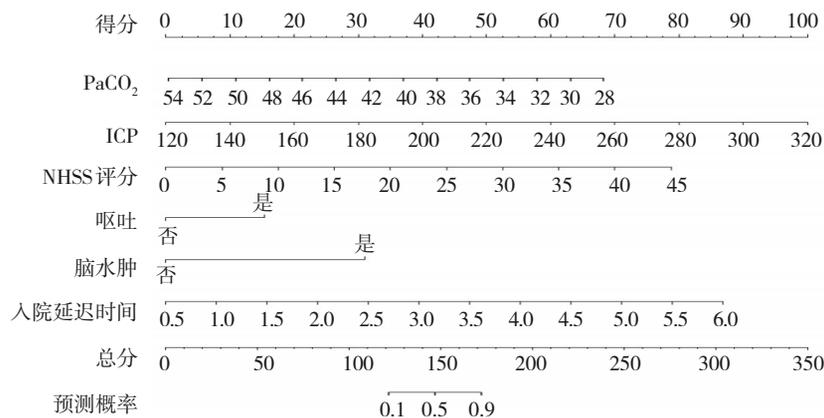


图 1 大面积脑梗死急性期患者 ICP 增高发生列线图模型

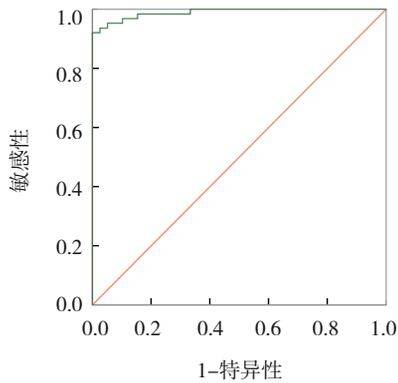


图 2 ROC 曲线图

#### 2.4 预测模型验证

Bootstrap 法用于自校验模型, 通过 1 000 次重抽样, 得到的均方误差为 0.034, 校准曲线和 Bootstrap 法的自校验均显示模型具有良好的预测准确性和一致性, 说明模型的预测风险与实际发生风险具有较好的一致性。见图 3。

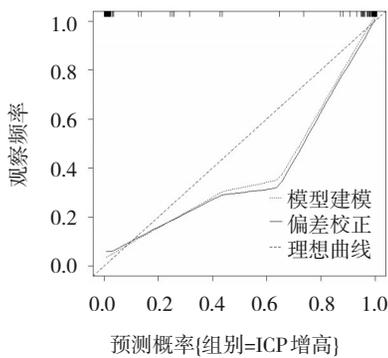


图 3 列线图

### 3 讨论

大面积脑梗死急性期通常发生在脑梗死后 1 周内, 主要涉及大脑广泛区域的缺血性损伤, 表现为脑组织因血流显著减少导致的功能丧失和结构损伤<sup>[8-11]</sup>。此阶段是评估治疗效果和预后的关键时期。大面积脑梗死主要由血管, 如颈内动脉或大脑中动脉的急性闭塞引起, 常因血栓形成或动脉粥样硬化斑块脱落; 或由心脏疾病, 如心房颤动导致血栓脱落堵塞大脑主要血管<sup>[12-14]</sup>。临床表现包括偏瘫、言语障碍、意识障碍及认知功能障碍。ICP 增高可能进一步损伤脑组织, 导致神经功能丧失, 血流动力学改变, 甚至脑疝形成, 严重影响患者预后<sup>[15-16]</sup>。因此, 构建和验证预测 ICP 增高的模型具有重要意义, 能帮助医生早期识别高风险患者, 优化治疗方案,

及时介入以减少并发症, 提高生存率, 并支持科研和临床决策, 从而显著改善患者的整体预后。

本研究成功构建了一个用于预测大面积脑梗死急性期患者 ICP 增高风险的模型。该模型包括 PaCO<sub>2</sub>、ICP、NIHSS 评分、呕吐、脑水肿和入院延迟时间在内的多因素一般 Logistic 回归分析结果, 具有高度的预测准确性和一致性, 表明其在临床应用中具有潜在的价值。赵勇等<sup>[17]</sup>提出 Willis 环的完整性与前循环大面积脑梗死患者的预后密切相关, 且入院时的 NIHSS 评分、Willis 环完整性、入院 m-TICI 分级以及血管再通都是影响这些患者预后的独立因素。陈卫等<sup>[18]</sup>提出大面积脑梗死患者中枢神经系统感染与年龄、基础疾病和 ICP 增高相关, 且感染组患者的 NF- $\kappa$ B 基因表达显著上调, 提示炎症反应在脑梗死发展中的重要作用。研究显示, ICP 增高组患者的平均年龄较大。随着年龄的增长, 脑血管的自然退化和反应性的变化可能导致颅内血流动力学的改变, 增加了 ICP 的风险<sup>[19]</sup>。研究中心率的升高、高血压的高发现象可能反映了心血管功能对 ICP 控制的影响。高心率和高血压可能导致脑血流量增加, 从而增加了 ICP。较低的 PaCO<sub>2</sub> 水平与 ICP 增高有关。PaCO<sub>2</sub> 是调节脑血管的重要因素, 低 PaCO<sub>2</sub> 水平可能导致脑血管收缩, 进而影响颅内血流动态, 增加 ICP<sup>[20]</sup>。脑水肿和大面积脑梗死直接增加了脑组织体积, 这是 ICP 增高的直接原因<sup>[21-22]</sup>。此外, 脑电活动的减缓也可能是 ICP 增高导致局部脑组织的功能受限。较低的 GCS 评分和较高的 NIHSS 评分反映了严重的神经功能损害, 这与 ICP 的增高密切相关。本研究构建的模型通过高曲线下面积证明了其良好的区分能力, 可以帮助临床医生在早期阶段识别出高风险的 ICP 增高患者。这种早期识别能帮助医生及时调整治疗策略, 如使用降低 ICP 的药物或进行手术干预, 从而可能改善患者的临床预后<sup>[23]</sup>。尽管本研究的结果令人鼓舞, 但存在一些局限性, 包括样本量相对较小和研究设计为回顾性。未来研究应扩大样本规模, 并采用前瞻性设计, 以验证和优化此预测模型。此外, 研究 ICP 控制的新疗法, 如新型药物或改良的手术技术, 也是未来研究的重要方向。

综上所述, 通过对大面积脑梗死急性期患者 ICP 增高的深入分析, 本研究不仅构建了一个有效

的预测模型,还揭示了 ICP 增高的多种影响因素和潜在机制,为未来的研究和临床实践提供了新的视角和工具。

#### 参 考 文 献 :

- [1] JU R H, SHI J. Rapid calcification after large area cerebral infarction[J]. *Panminerva Med*, 2023, 65(4): 539-540.
- [2] LIU M, ZHANG W N, WANG W, et al. Acute progressive large-area cerebral infarction caused by wasp sting: a case report[J]. *Neurocase*, 2022, 28(4): 364-368.
- [3] HUA M, CHEN W Y, WANG L H, et al. The value of serum Lp-PLA2 combined with MPO in the diagnosis of cerebral infarction caused by large artery atherosclerosis[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2023, 232: 107899.
- [4] SCHWAKE M, SCHIPMANN S, MÜTHER M, et al. Second-look strokectomy of cerebral infarction areas in patients with severe herniation[J]. *J Neurosurg*, 2019, 132(1): 1-9.
- [5] 葛颖超, 葛胜, 庞玲, 等. 首发颈动脉系统大面积脑梗死预后转归及相关因素分析[J]. *脑与神经疾病杂志*, 2023, 31(6): 331-336.
- [6] 中华医学会神经外科学分会, 国家卫健委脑卒中筛查与防治工程委员会, 海峡两岸医药卫生交流协会神经外科分会缺血性脑血管病学组. 大面积脑梗死外科治疗指南[J]. *中华医学杂志*, 2021, 101(45): 3700-3711.
- [7] 中国医师协会神经外科医师分会, 中国神经创伤专家委员会. 中国颅脑创伤 ICP 监测专家共识[J]. *中华神经外科杂志*, 2011, 27(10): 1073-1074.
- [8] 李小磊, 李华丽, 石伟纲. 大面积脑梗死患者血清 Visfatin、TNF- $\alpha$ 、IL-17 水平与神经功能缺损程度的相关性及对预后的预测价值[J]. *海南医学*, 2024, 35(5): 614-619.
- [9] FANG F Q, KANG X H, WEN X H, et al. Cerebral infarction after laparoscopic right lung wedge or segment resection: a report of four cases[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2021, 30(4): 105615.
- [10] OUYANG Y, CHENG M, HE B Q, et al. Interpretable machine learning models for predicting in-hospital death in patients in the intensive care unit with cerebral infarction[J]. *Comput Methods Programs Biomed*, 2023, 231: 107431.
- [11] 陆文丽, 汪慧娟. 脑室型传感器置入 ICP 监测对急性大面积脑梗死治疗决策和预后的影响[J]. *川北医学院学报*, 2022, 37(4): 524-527.
- [12] 崔颖, 梁立志, 潘笛笛, 等. 标准大骨瓣减压联合间接血运重建术治疗急性大面积脑梗死及其预后的影响因素分析[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2022, 25(3): 330-335.
- [13] 林璐璐, 付钟果, 李昱. t-PA、PAI-1、APCR 水平与大面积脑梗死患者下肢静脉血栓形成及预后的关系研究[J]. *国际检验医学杂志*, 2022, 43(22): 2776-2780.
- [14] 华银玲. 早期肠内营养对大面积脑梗死患者预后的影响[J]. *中国实用神经疾病杂志*, 2019, 22(20): 2264-2269.
- [15] 王强, 余丹, 梁霖, 等. 急性脑梗死患者血浆中 AIM2、IL-1 $\beta$  和 IL-18 的表达及意义[J]. *中南大学学报(医学版)*, 2021, 46(2): 149-155.
- [16] CASOLLA B, KUCHCINSKI G, KYHENG M, et al. Infarct volume before hemispherectomy in large middle cerebral artery infarcts poorly predicts catastrophic outcome[J]. *Stroke*, 2020, 51(8): 2404-2410.
- [17] 赵勇, 汤其强, 殷昊, 等. Willis 环完整性与前循环大面积脑梗死临床预后相关性研究[J]. *皖南医学院学报*, 2019, 38(5): 429-433.
- [18] 陈卫, 范蕾, 于森, 等. 大面积脑梗死患者中枢神经系统感染影响因素及 NF- $\kappa$ B 基因表达[J]. *中华医院感染学杂志*, 2023, 33(3): 359-363.
- [19] DONG J, ZHAO S J, MENG Y, et al. Magnetic resonance imaging reconstruction algorithm under complex convolutional neural network in diagnosis and prognosis of cerebral infarction[J]. *PLoS One*, 2021, 16(5): e0251529.
- [20] 彭占威, 赵恺, 郭校, 等. 大面积脑梗死病人去骨瓣减压术治疗早期预后的影响因素分析[J]. *中国临床神经外科杂志*, 2023, 28(7): 444-447.
- [21] 邓瑶, 张艳玲, 周慧, 等. 大面积脑梗死患者脑疝及预后的影响因素研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2020, 28(3): 56-61.
- [22] 洪亚军, 夏辉, 袁作文. 影响大面积脑梗死患者死亡率的有关因素分析[J]. *临床神经病学杂志*, 2013, 26(3): 216-218.
- [23] 狄海莉, 尤雪梅, 刘蔚玲, 等. 大面积脑梗死后自发性出血性转化的影响因素研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2017, 25(5): 17-20.

(李科 编辑)

**本文引用格式:** 张汉夫, 张立, 罗国刚. 大面积脑梗死急性期患者颅内压增高风险的预测模型构建及验证[J]. *中国现代医学杂志*, 2024, 34(20): 7-12.

**Cite this article as:** ZHANG H F, ZHANG L, LUO G G. Construction and validation of a predictive model for the risk of increased intracranial pressure in patients with acute phase of massive cerebral infarction[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2024, 34(20): 7-12.