

·论著·

基于竞争风险模型的急性脑梗死后癫痫发作危险因素分析及预测模型构建

蔡云雷 赵世亮

河南省濮阳市安阳地区医院神经内三科,安阳市 455000

【摘要】 目的 探讨急性脑梗死(ACI)后并发癫痫的危险因素,构建并验证基于Fine-Gray竞争风险模型的临床预测模型。方法 采用回顾性队列研究设计,纳入2021年1月至2024年3月收治的580例ACI患者,随访1个月。以癫痫发作为目标事件,应用Fine-Gray竞争风险模型进行多因素分析。基于筛选出的独立危险因素构建列线图预测模型,采用C-index和校准曲线评估模型性能。结果 580例患者中,61例(10.52%)并发癫痫。Fine-Gray竞争风险模型多因素分析显示,皮质梗死($sHR=1.34, 95\%CI: 1.07 \sim 1.68$)、出血性转化($sHR=1.38, 95\%CI: 1.11 \sim 1.72$)、溶栓前美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分高($sHR=1.37, 95\%CI: 1.14 \sim 1.66$)、心源性栓塞型($sHR=1.37, 95\%CI: 1.06 \sim 1.78$)及颈动脉循环受累($sHR=1.35, 95\%CI: 1.09 \sim 1.66$)是独立危险因素(均 $P<0.05$)。预测模型的C-index为0.82($95\%CI: 0.79 \sim 0.86$),校准曲线显示预测概率与实际风险高度一致。结论 基于竞争风险模型分析,皮质梗死、出血性转化、溶栓前NIHSS评分较高、TOAST分型为心源性栓塞型、颈动脉循环受累为ACI后并发癫痫的独立危险因素。以此为依据构建的列线图,可量化预测ACI后癫痫发生风险,且预测效能良好。

【关键词】 竞争风险模型;急性脑梗死;癫痫;预测**【中图分类号】** R 743.3 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1673-7768(2025)04-0386-08

Analysis of risk factors and development of a prediction model for post-acute cerebral infarction seizures based on a competing risk model

CAI Yunlei, ZHAO Shiliang

The Third Department of Neurology, Anyang District Hospital of Puyang City, Anyang 455000, Henan Province, China

【Abstract】 Objective To explore the risk factors for post-acute cerebral infarction (ACI) seizures and to develop and validate a clinical prediction model based on the Fine-Gray competing risk model. **Methods** A retrospective cohort study was conducted including 580 ACI patients admitted between January 2021 and March 2024, with a follow-up period of 1 month. Multivariate analysis was performed using the Fine-Gray competing risk model, with seizure as the event of interest. A nomogram prediction model was developed based on the identified independent risk factors, and model performance was evaluated using the C-index and calibration curve. **Results** Among the 580 patients, 61 (10.52%) developed seizures. Results of the multivariate analysis using the Fine-Gray competing risk model showed that cortical infarction ($sHR=1.34, 95\% CI: 1.07-1.68$), hemorrhagic transformation ($sHR=1.38, 95\% CI: 1.11-1.72$), high pre-thrombolysis National Institutes of Health stroke scale (NIHSS) score ($sHR=1.37, 95\% CI: 1.14-1.66$), cardioembolic type ($sHR=1.37, 95\% CI: 1.06-1.78$), and carotid circulation involvement ($sHR=1.35, 95\% CI: 1.09-1.66$) were independent risk factors (all $P<0.05$). The C-index of the prediction model was 0.82 ($95\% CI: 0.79-0.86$), and the calibration curve showed high consistency between predicted probabilities and actual risks. **Conclusions** Based on the competing risk model analysis, cortical infarction, hemorrhagic transformation, high pre-thrombolysis NIHSS score, TOAST classification of cardioembolic type, and carotid circulation involvement are independent risk factors for post-ACI seizures. The nomogram developed on the above factors can quantitatively predict the risk of post-ACI seizures with good predictive performance.

【Key words】 Competing risk model; Acute cerebral infarction; Seizures; Prediction

急性脑梗死(acute cerebral infarction, ACI)又称急性缺血性脑卒中,是全球范围内致残、致死的主要原因之一,占脑卒中总数的82%~92%,且发病率持续升高^[1-2]。癫痫为ACI常见并发症,以中枢神经功能失常为特征,可加重ACI患者的残障程度,严重影响其预后与生存质量,甚至存在致死风险。因此,明确ACI并发癫痫的危险因素、早期识别高风险人群并开展针对性预防,对降低癫痫发生率至关重要。目前,国内外学者虽从不同方向分析了ACI后并发癫痫的危险因素^[3-4],为临床预防工作的开展提供了一定参考,但尚未构建ACI后并发癫痫的风险预测模型。传统生存分析方法(如Cox比例风险回归模型、logistic回归模型)仅关注单一终点事件,当存在多个竞争事件时,易导致对目标终点事件发生概率的预估产生偏差。与上述方法相比,竞争风险模型的特色在于处理竞争事件,其作为一种可处理潜在多重结局的生存分析技术,能有效校正竞争风险带来的干扰、减少预估偏差^[5];Wu等^[6]、刘龙等^[7]均证明其具备良好的预测性能,可以帮助临床医生作出临床决策和制定后续管理策略。因此,本研究采用竞争风险模型分析ACI后并发癫痫的危险因素,并构建风险量化预测方案,旨在为早期识别高危患者、实施个体化预防策略提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析安阳地区医院2021年1月至2024年3月收治的580例ACI患者的临床资料,其中男320例,女260例;年龄50~85(63.68±11.06)岁;身体质量指数(body mass index, BMI)17~30(23.88±5.23)kg/m²;有吸烟史282例,饮酒史356例;梗死部位:皮质282例,皮质下298例;颈动脉循环受累411例,基底动脉循环受累169例。纳入标准:(1)经临床表现、既往病史和颅脑影像学等检查确诊为首发ACI,符合ACI临床诊断标准^[8];(2)ACI前无癫痫发作史;(3)临床资料和随访资料完整。排除标准:(1)存在非ACI相关的癫痫病因(如脑肿瘤、脑出血、脑炎、神经退行性疾病、先天性脑畸形);(2)存在非梗死相关的脑结构异常(如动脉瘤、海绵状血管瘤、皮质发育不良);(3)入院前1个月服用过喹诺酮类抗生素或存在成瘾性物质滥用等情况;(4)合并重度感染、肝肾功能障碍等重大疾病,或入院后生命体征不稳定;(5)因血液系统疾病等原因影响入院指标检查结果。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 调取患者病历资料并记录其临床资料,包括年龄、性别、BMI、民族、婚姻状态、吸烟

史、饮酒史、有无高血压/糖尿病/高脂血症、癫痫家族史、溶栓前美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health stroke scale, NIHSS)评分、溶栓后2 h NIHSS评分、溶栓后24 h NIHSS评分^[9]、梗死部位(皮质、皮质下)、梗死面积(使用美国飞利浦医疗系统公司PQ5000型电子计算机断层扫描仪器检测和计算)、受累动脉系统(颈动脉循环、基底动脉循环)、类肝素药物治疗急性缺血性脑卒中试验(Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment, TOAST)分型(大动脉粥样硬化型、心源性栓塞型、小动脉闭塞型、其他明确病因型、不明原因型)^[10]、有无出血性转化、有无明显焦虑/抑郁情绪、实验室指标(同型半胱氨酸、尿酸、尿素氮、肌酐、白细胞计数、凝血酶原时间、活化部分凝血活酶时间、总胆红素、超敏C-反应蛋白)、治疗方法(静脉溶栓、机械取栓、静脉溶栓桥接机械取栓)和用药情况(他汀类、抗凝类、抗血小板类)。其中,NIHSS评分≤3分、4~15分、≥16分依次对应轻度、中度、重度ACI,总分(0~42分)越高表示ACI病情越重;焦虑情绪的评估参考汉密尔顿焦虑量表14项评分标准^[11],≥14分为存在明显焦虑情绪;抑郁情绪的评估参考汉密尔顿抑郁量表17项评分标准^[12],≥17分为存在明显抑郁情绪;ACI治疗参考《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》进行。

1.2.2 随访、相关事件定义、癫痫诊断标准与分组

随访1个月,统计ACI患者癫痫的发生率。目标事件定义为随访期内首次出现癫痫发作;竞争事件定义为在癫痫发作前,因任何其他原因(如外伤、非癫痫性疾病等)导致死亡。癫痫诊断标准^[13]:出现肢体抽搐(需排除低血糖、低钙血症等可逆性诱因)、幻视、幻听、幻嗅、肢体麻木或疼痛等癫痫发作表现;脑电图记录到癫痫样异常放电。符合上述癫痫诊断标准者归入发生组,其余患者归入未发生组。

1.3 统计学处理 采用SPSS 22.0软件对数据进行统计分析。所有计量资料均经Kolmogorov-Smirnov检验,符合正态分布,以 $\bar{x} \pm s$ 描述,两组间均数的比较采用两独立样本 t 检验。计数资料以例数和百分数描述,组间的比较采用 χ^2 检验。

使用R软件(版本4.1.2)构建Fine-Gray竞争风险模型,该模型的表达式为 $\lambda_k(t|X) = \lambda_{k,0}(t) \exp(\beta_k^T X)$ 。其中, $\lambda_k(t|X)$ 表示在协变量向量 X 的条件下,事件类型 k 在时间 t 发生的风险函数; $\lambda_{k,0}(t)$ 是事件类型 k 的基准风险函数; X 是协变量向量; β_k 是与事件类型 k 对应的协变量系数向量。为评估ACI患者发生癫痫的绝对风险,本研究参考了随访至1个月时的基准风险值。目标事件为ACI后并发癫痫,竞争事件为死亡。

采用多因素 Fine-Gray 竞争风险模型进行影响因素分析,变量筛选使用双向逐步回归法。在建模前,利用方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)排除存在共线性(设定 VIF>10 为阈值)的协变量。基于多因素分析中筛选出的、与癫痫发生相关的独立影响因素,构建预测癫痫发生风险的列线图模型。模型性能通过以下指标进行综合评价:(1)一致性指数(concordance index, C-index);(2)校准曲线。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 随访结局与基线特征

经 1 个月随访,580 例急性脑梗死患者中,61 例(10.52%)发生癫痫(目标事件)。为初步探索癫痫发生的相关因素,根据是否发生癫痫将患者分为发生组($n=61$)与未发生组($n=519$),并比较其基线临床特征。单因素分析结果显示(表 1),癫痫发生组患者在溶栓前 NIHSS 评分、梗死面积上显著高于未发生组,且在梗死部位(皮质)、TOAST 分型(心源性栓塞型)、受累动脉系统(颈动脉循环)及出血性转化方面的构成比显著更高,差异均具有统计学意义(均 $P<0.05$)。两组其余基线资料比较,差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

表 1 按随访结局分组的患者基线特征的比较

资料	发生组($n=61$)	未发生组($n=519$)	t/χ^2	P
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	63.34±10.52	63.89±10.78	0.378	0.706
性别[$n(\%)$]			0.032	0.858
男	33(54.10)	287(55.30)		
女	28(45.90)	232(44.70)		
民族[$n(\%)$]			1.668	0.197
汉族	60(98.36)	517(99.61)		
少数民族	1(1.64)	2(0.39)		
BMI($\bar{x}\pm s$, kg/m ²)	23.81±5.28	23.97±5.45	0.218	0.828
婚姻状态[$n(\%)$]			0.097	0.756
在婚	53(86.89)	458(88.25)		
未婚/离婚/丧偶	8(13.11)	61(11.75)		
吸烟史[$n(\%)$]			0.132	0.716
有	31(50.82)	251(48.36)		
无	30(49.18)	268(51.64)		
饮酒史[$n(\%)$]			0.024	0.877
有	38(62.30)	318(61.27)		
无	23(37.70)	201(38.73)		
高血压[$n(\%)$]			0.015	0.903
有	21(34.43)	178(34.30)		
无	40(65.57)	341(65.70)		
糖尿病[$n(\%)$]			0.019	0.890
有	23(37.70)	191(36.80)		
无	38(62.30)	328(63.20)		
高脂血症[$n(\%)$]			0.590	0.442
有	26(42.62)	195(37.57)		
无	35(57.38)	324(62.43)		
癫痫家族史[$n(\%)$]			0.086	0.506
有	3(4.92)	17(3.28)		
无	58(95.08)	502(96.72)		

续表

资料	发生组(n=61)	未发生组(n=519)	t/χ^2	P
溶栓前NIHSS评分($\bar{x}\pm s$,分)	20.38±4.16	18.97±3.11	3.220	0.001
溶栓后2h NIHSS评分($\bar{x}\pm s$,分)	12.34±1.51	12.06±1.59	1.308	0.191
溶栓后24h NIHSS评分($\bar{x}\pm s$,分)	7.12±1.35	7.01±1.42	0.575	0.565
梗死部位[n(%)]			3.953	0.047
皮质	37(60.66)	245(47.21)		
皮质下	24(39.34)	274(52.79)		
梗死面积($\bar{x}\pm s$,cm ²)	4.29±0.64	4.11±0.52	2.492	0.013
受累动脉系统[n(%)]			4.072	0.044
颈动脉循环	50(81.97)	361(69.56)		
基底动脉循环	11(18.03)	158(30.44)		
TOAST分型[n(%)]			10.670	0.031
大动脉粥样硬化型	22(36.07)	243(46.82)		
心源性栓塞型	19(31.15)*	101(19.46)		
小动脉闭塞型	7(11.48)	109(21.00)		
其他明确病因型	10(16.39)	54(10.40)		
不明原因型	3(4.92)	12(2.31)		
出血性转化[n(%)]			4.094	0.043
有	21(34.43)	118(22.74)		
无	40(65.57)	401(77.26)		
明显焦虑情绪[n(%)]			0.299	0.584
有	17(27.87)	128(24.66)		
无	44(72.13)	391(75.34)		
明显抑郁情绪[n(%)]			1.074	0.300
有	18(29.51)	122(23.51)		
无	43(70.49)	397(76.49)		
同型半胱氨酸($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	21.64±5.44	21.72±5.91	0.101	0.920
尿酸($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	375.16±40.62	374.16±41.67	0.178	0.859
尿素氮($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	7.34±2.13	7.42±2.05	0.287	0.774
肌酐($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	96.26±13.28	95.64±13.09	0.552	0.581
白细胞计数($\bar{x}\pm s$, $\times 10^9$ 个/L)	8.96±1.74	8.99±1.66	0.133	0.894
凝血酶原时间($\bar{x}\pm s$,s)	12.65±3.15	12.68±3.24	0.069	0.945
活化部分凝血活酶时间($\bar{x}\pm s$,s)	33.34±5.32	33.48±5.38	0.192	0.847
总胆红素($\bar{x}\pm s$, $\mu\text{mol/L}$)	10.64±2.19	10.55±2.26	0.295	0.768
超敏C-反应蛋白($\bar{x}\pm s$,mg/L)	15.67±3.34	14.98±3.45	1.482	0.139
治疗方法[n(%)]			2.807	0.246
静脉溶栓	45(73.77)	419(80.73)		
机械取栓	10(16.39)	74(14.26)		
静脉溶栓桥接机械取栓	6(9.84)	26(5.01)		
用药情况[n(%),多选]				
他汀类	35(57.38)	316(60.89)	0.281	0.596
抗凝类	27(44.26)	215(41.43)	0.181	0.671
抗血小板类	32(52.46)	287(55.30)	0.178	0.673

注:*表示与未发生组比较,P<0.05。

2.2 ACI后并发癫痫的多因素Fine-Gray竞争风险模型分析 为分析ACI后癫痫发生的独立影响因素,首先基于表1的单因素分析结果($P<0.05$),筛选出候选自变量,包括:梗死部位、出血性转化、溶栓前NIHSS评分、梗死面积、TOAST分型、受累动脉系统。建模前,采用VIF检验上述变量的多重共线性。结果显示,溶栓前NIHSS评分与梗死面积存在严重共线性($VIF>10$)。鉴于溶栓前NIHSS评分更能综合反映ACI患者的神经功能损伤程度,故保留该指标,剔除梗死面积。其余自变量间的VIF均 <10 ,不存在严重共线性。随后,将筛选后的变量(梗死部位、出血性转化、溶栓前NIHSS评分、TOAST分型、受累动脉系统)纳入Fine-Gray竞争风险模型进行多因素分析[将ACI后癫痫发生情况作为因变量(未发生=0,发生=1),自变量赋值情况见表2]。该模型以癫痫发生为目标事件,以死亡为竞争事件。分析结果显示,皮质梗死、出血性转化、较高的溶栓前NIHSS评分、心源性栓塞型(以大动脉粥样硬化型为参考)以及颈动脉循环受

累是ACI后癫痫发生的独立预测因子(均 $P<0.05$),详见表3。

表2 自变量赋值情况

变量名	赋值说明
梗死部位	0=皮质下 1=皮质
出血性转化	0=无 1=有
溶栓前NIHSS评分	实测值
TOAST分型	(以“大动脉粥样硬化型”为参考)
大动脉粥样硬化型	是=1,否=0
心源性栓塞型	是=1,否=0
小动脉闭塞型	是=1,否=0
其他明确病因型	是=1,否=0
不明原因型	是=1,否=0
受累动脉系统	0=基底动脉循环 1=颈动脉循环

表3 ACI后并发癫痫的多因素Fine-Gray竞争风险模型分析

变量	B	SE	Wald χ^2	P	sHR(95%CI)
梗死部位					
皮质下梗死					1
皮质梗死	0.294	0.116	6.424	<0.001	1.342(1.069~1.684)
出血性转化					
无					1
有	0.321	0.113	8.070	<0.001	1.379(1.105~1.720)
溶栓前NIHSS评分	0.318	0.095	11.205	<0.001	1.374(1.141~1.656)
TOAST分型					
大动脉粥样硬化型					1
心源性栓塞型	0.315	0.133	5.609	0.018	1.370(1.056~1.778)
小动脉闭塞型	0.125	0.097	1.661	0.197	1.133(0.937~1.370)
其他明确病因型	0.116	0.096	1.460	0.027	1.123(0.930~1.355)
不明原因型	0.135	0.081	2.778	0.096	1.145(0.977~1.341)
受累动脉系统					
基底动脉循环					1
颈动脉循环	0.297	0.107	7.705	<0.001	1.346(1.091~1.660)
常数项	-14.382	4.339	10.986	<0.001	

2.3 列线图预测模型的构建与验证 基于2.3节筛选出的5个独立危险因素,构建预测ACI后癫痫发生风险的列线图模型(图1)。对模型进行内部验证,

C-index为0.824;校准曲线显示,该模型的预测概率与实际观察概率具有良好一致性,见图2。

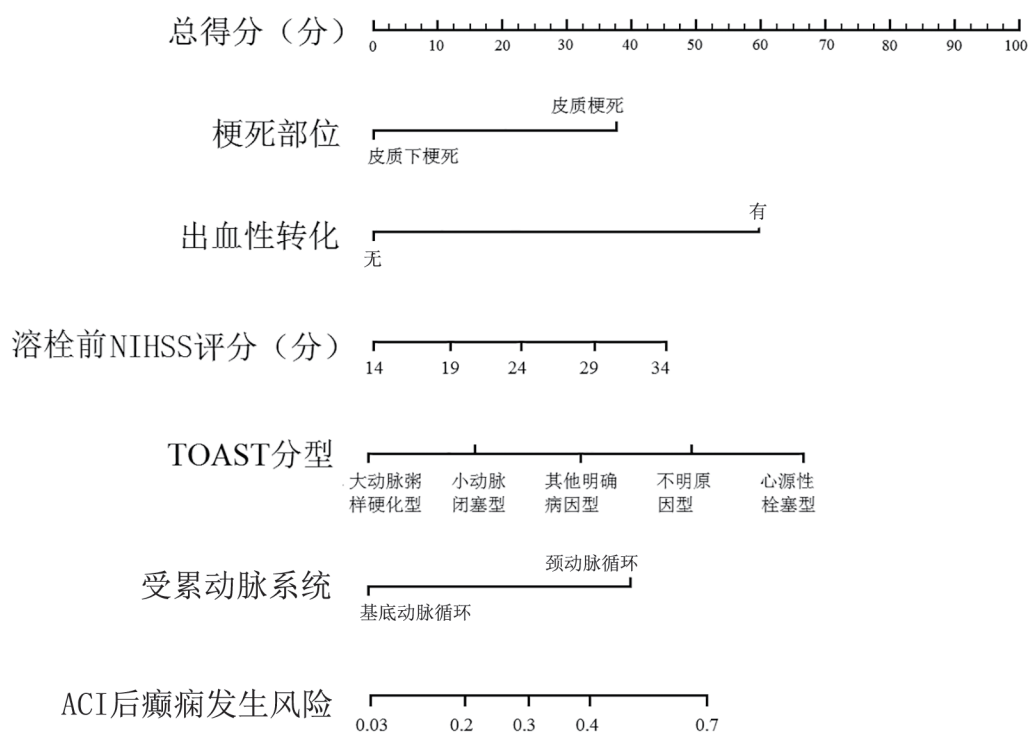


图1 ACI后癫痫发生风险的列线图

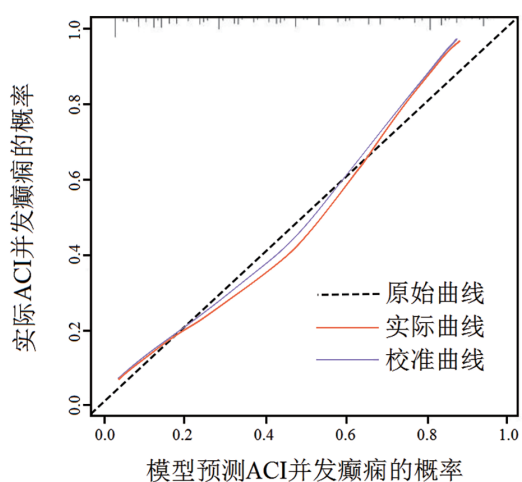


图2 列线图预测ACI后癫痫发生风险的校准曲线

3 讨论

ACI是中老年人癫痫发作的主要原因,但其并发癫痫的机制尚未阐明。癫痫由脑部神经元异常放电引发,可影响患者躯体及精神健康;作为潜在致死性疾病,一旦发作,患者死亡风险可高出普通人群3~5倍^[14]。因此,预防癫痫发生至关重要。目前,关于ACI后癫痫发生率的报道存在一定差异:刘德先等^[15]报道发生率为6.9%,边淑芳等^[16]报道为11.36%。临床上常以发病后7d为界,将ACI后癫痫分为早发性癫痫、晚发性癫痫两类。本研究对首发

ACI患者随访1个月,发现ACI后癫痫发生率为10.52%,与上述报道基本一致,提示ACI后癫痫发生率较高,需早期预测并积极预防。

既往研究^[17]显示,竞争风险模型可通过多变量分析确定肝细胞癌患者的独立预后因素;也有研究报道^[18],该模型可在分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素基础上构建预测模型。竞争风险模型在存在多重潜在结局的生存数据分析中应用价值高,并表现出较高的判别能力和校准度。本研究基于竞争风险模型分析ACI后癫痫发生的影响因素,结果显示,在竞争事件的影响下,皮质梗死、出血性转化、溶栓前NIHSS评分较高、TOAST分型为心源性栓塞型、颈动脉循环受累均为ACI后癫痫发生的独立危险因素。

国外研究^[17]显示,Fine-Gray竞争风险模型可通过多变量分析确定肝细胞癌患者的独立预后因素,其通过直接建模子分布风险函数,能够更准确地评估在存在竞争死亡事件情况下的疾病特异性风险;国内研究^[18]也报道,该模型可在分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素基础上构建具有良好预测效能的预测模型。这些研究表明,Fine-Gray竞争风险模型在分析存在多个潜在结局的生存数据时具有

显著优势,不仅能够有效区分不同结局事件的影响,还表现出高水平的判别能力(C-index 0.82~0.85)和良好的校正度(Hosmer-Lemeshow 检验 $P>0.05$)。本研究基于 Fine-Gray 竞争风险模型,以死亡作为竞争事件,系统分析了 ACI 后癫痫发生的影响因素,结果显示,在考虑竞争事件影响的情况下,皮质梗死($sHR=1.34, 95\%CI: 1.07\sim 1.68$)、出血性转化($sHR=1.38, 95\%CI: 1.11\sim 1.72$)、溶栓前 NIHSS 评分较高(每增加 1 分, $sHR=1.37, 95\%CI: 1.14\sim 1.66$)、心源性栓塞型($sHR=1.37, 95\%CI: 1.06\sim 1.78$)以及颈动脉循环受累($sHR=1.35, 95\%CI: 1.09\sim 1.66$)均为 ACI 后癫痫发生的独立危险因素(均 $P<0.05$)。这些发现为临床早期识别 ACI 后癫痫高风险患者提供了更准确的量化依据。

出血性转化是 ACI 后的严重并发症之一,可对患者神经元造成二次伤害。一方面,出血灶内红细胞溶解及铁离子沉积可触发内源性神经元爆发放电;另一方面,病灶周围胶质细胞增生会扰乱兴奋-抑制平衡,进一步增加癫痫发作风险^[19]。

NIHSS 评分为临床判断 ACI 严重程度及神经功能缺损的重要工具,评分 ≥ 16 分表示神经功能损害严重^[20]。此时,兴奋性神经递质(如谷氨酸)堆积,激活 AMPA/NMDA 受体,引发钠离子内流和大量钙离子内流,进而造成神经元水肿、死亡;存活神经元则会出现离子通道异常和突触重塑,彻底打破神经兴奋-抑制平衡,产生异常同步放电,最终形成癫痫病灶。此外,梗死面积也可反映 ACI 病情严重程度:大面积梗死会导致脑组织严重缺血缺氧,易诱发神经元异常放电;且这类梗死常累及大脑皮质,会进一步增加癫痫发作风险。

相较于其他 ACI 分型,心源性栓塞型病情进展更快,症状可在数分钟内达峰;由于侧支循环未能及时形成,脑血流快速中断导致脑组织严重缺血缺氧,引发神经元过度去极化,进而诱发癫痫。

颈动脉循环的供血区域包含神经元密集的皮质,如前所述,皮质受累易诱发癫痫;且较椎基底动脉循环,其供血区域脑结构更复杂,该部位受累还会致海马缺血,降低癫痫电位阈值,进一步增加异常放电风险。

基于上述独立危险因素,本研究构建了预测 ACI

后癫痫发生风险的列线图模型,并评估其预测效能。内部验证显示 C-index 达 0.824,校准曲线显示列线图的预测概率与实际观察概率具有良好一致性,说明模型区分癫痫发生与否的能力及预测精度均较优。

综上,基于竞争风险模型,ACI 后发生癫痫的独立危险因素为皮质梗死、出血性转化、溶栓前 NIHSS 评分较高、TOAST 分型为心源性栓塞型、颈动脉循环受累。基于上述影响因素构建的列线图,可有效地预测 ACI 后癫痫的发生风险,便于临床医生制定预防策略。但该模型的具体应用流程及外部效果验证仍需未来研究进一步深入分析。

参 考 文 献

- [1] Zheng H, Zheng B, Yang S, et al. Effect of intravenous thrombolysis combined with endovascular treatment on vascular recanalization rate and peak systolic velocity in patients with acute cerebral infarction[J]. Pak J Med Sci, 2023, 39(5): 1291-1295.
- [2] Nguyen NB, Nguyen Thi HH, Le Thi H, et al. Results of acute cerebral infarction treatment with hyperbaric oxygen therapy, 2020-2022[J]. Int Marit Health, 2023, 74(4): 265-271.
- [3] Hardtstock F, Foskett N, Gille P, et al. Poststroke epilepsy incidence, risk factors and treatment: German claims analysis[J]. Acta Neurol Scand, 2021, 143(6): 614-623.
- [4] 韩慧慧,赵伟丽,芦军.血清 Hcy、NSE、miR-146a 在脑梗死继发癫痫患者中的表达及其临床意义[J].神经损伤与功能重建,2022,17(8):482-483,495.
- [5] Li HX, Qiao C, Chen CC, et al. Prognostic differences between proximal and total gastrectomy for proximal gastric cancer based on competitive risk model and conditional survival analysis[J]. Asian J Surg, 2022, 45(10): 1929-1930.
- [6] Wu X, Wang JK, He DW. Establishment and validation of a competitive risk model for predicting cancer-specific survival in patients with osteosarcoma: a population-based study[J]. J Cancer Res Clin Oncol, 2023, 149(17): 15383-15394.
- [7] 刘龙,汤哲,李霞,等.基于竞争风险模型的北京市老年人群心血管病短期风险评估[J].首都医科大学学报, 2016,37(2):181-187.
- [8] 中华医学会神经病学分会,中华医学会神经病学分会脑血管病学组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018

- [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682.
- [9] Kwah LK, Diong J. National institutes of health stroke scale (NIHSS)[J]. *J Physiother*, 2014, 60(1): 61.
- [10] 王志宏, 韩仲岩. 急性缺血性脑卒中的TOAST分型标准[J]. *临床神经病学杂志*, 2007, 20(5): 392.
- [11] Marks RM, Bennett ME, Williams JBW, et al. SIGH, what's in a name An examination of the factor structure and criterion validity of the (Structured Interview Guide for the) Hamilton Anxiety scale (SIGH-A) in a sample of African American adults with co-occurring trauma experience and heavy alcohol use[J]. *Exp Clin Psychopharmacol*, 2022, 30(6): 841-852.
- [12] Rosenberg LI. The Ham-D is not Hamilton's depression scale[J]. *Psychopharmacol Bull*, 2022, 52(2): 117-153.
- [13] 李世焯, 洪震. 临床诊疗指南: 癫痫病分册[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 19-20.
- [14] 李岚欣, 李波, 苟伟. 急性缺血性脑卒中后癫痫发作临床特点及危险因素分析[J]. *临床和实验医学杂志*, 2023, 22(19): 2021-2025.
- [15] 刘德先, 井光花, 章金梅, 等. 急性脑血管病继发癫痫96例临床分析[J]. *医学理论与实践*, 2007, 20(6): 669-670.
- [16] 边淑芳, 郎森阳, 张旭, 等. 脑卒中患者早发性和迟发性痫性发作危险因素和预后分析[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2016, 18(8): 788-791.
- [17] Chen R, An YL, Xu MH. Prognostic difference between surgery and external radiation in patients with stage I liver cancer based on competitive risk model and conditional survival rate[J]. *PLoS One*, 2024, 19(3): e0298014.
- [18] 徐云佳, 舒碧芸, 郑永韬, 等. 基于竞争风险模型分析超高龄人群跌倒致长期卧床的危险因素及预测模型研究[J]. *中国全科医学*, 2024, 27(18): 2192-2197, 2211.
- [19] 张静, 赵建华, 刘娜, 等. 脑卒中后癫痫发作的预测因素及预后[J]. *中华行为医学与脑科学杂志*, 2022, 31(5): 414-419.
- [20] Peter-Derex L, Philippeau F, Garnier P, et al. Safety and efficacy of prophylactic levetiracetam for prevention of epileptic seizures in the acute phase of intracerebral haemorrhage (PEACH): a randomised, double-blind, placebo-controlled, phase 3 trial[J]. *Lancet Neurol*, 2022, 21(9): 781-791.
- (收稿日期: 2025-04-10 修回日期: 2025-06-21)
- 引用本文: 蔡云雷, 赵世亮. 基于竞争风险模型的急性脑梗死后癫痫发作危险因素分析及预测模型构建[J]. *内科*, 2025, 20(4): 386-393.
- DOI: 10.16121/j.cnki.cn45-1347/r.2025.04.07