

急性缺血性脑卒中出血转化预测模型的系统评价

崔梦娇¹,陈璐²,王芳³,何满兰³,何茜茜³

(1.南京鼓楼医院 急诊科,江苏 南京 210000;

2.南京鼓楼医院 护理部;3.南京鼓楼医院 神经外科)

【摘要】 目的 系统评价急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke,AIS)出血转化风险预测模型,为临床决策工具的选择及护理风险评估工具的开发提供参考和借鉴。**方法** 检索中国知网、万方、PubMed、Embase 等数据库中 AIS 出血转化预测模型的相关研究,检索时间为建库至 2022 年 12 月。对纳入文献进行质量评价,并依据数据提取清单提取资料。**结果** 共纳入 27 篇文献,包括 30 项出血转化风险预测模型,C 统计量 0.682~0.956,25 项进行了内部验证,18 项进行了外部验证。美国国立卫生院卒中量表(NIH Stroke Scale,NIHSS)、发病到开始治疗时间、年龄、血糖、收缩压是多变量风险预测模型中占比较高的独立预测因子。**结论** 已开发的风险预测模型具有良好的区分度,但模型偏倚风险较高。NIHSS 评分、发病到治疗时间、血糖、年龄、血压是 AIS 出血转化的独立危险因素,有助于高危患者识别。

【关键词】 急性缺血性脑卒中;出血转化;预测;模型;护理

doi:10.3969/j.issn.2097-1826.2023.10.024

【中图分类号】 R47;R473.54 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 2097-1826(2023)10-0101-06

Prediction Models of Hemorrhagic Transformation in Acute Ischemic Stroke: A Systematic Review

CUI Mengjiao¹,CHEN Lu²,WANG Fang³,HE Manlan³,HE Qianqian³(1.Department of Emergency,Nanjing Drum Tower Hospital,Nanjing 210000,Jiangsu Province,China;2.Department of Nursing,Nanjing Drum Tower Hospital;3.Department of Neurosurgery,Nanjing Drum Tower Hospital)

Corresponding author: CHEN Lu,Tel: 025-83106666

【Abstract】 Objective To systematically evaluate the risk prediction models for hemorrhagic transformation(HT) in acute ischemic stroke(AIS),and to provide reference for the selection of clinical decision-making tools and the development of nursing risk assessment tools.**Methods** Databases including CNKI,Wanfang,PubMed,Embase and other databases were searched for studies on the prediction model of AIS HT from the inception to December 2022.The quality of the included literature was evaluated,and the data were extracted according to the data extraction checklist.**Results** A total of 27 articles were included,including 30 risk prediction models of HT.The C statistics were 0.682-0.956.25 models were internally validated,and 18 models were externally validated.The National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS),time from onset to treatment,age,blood glucose and systolic blood pressure were the independent predictors with high proportion in the multivariate risk prediction model.**Conclusion** The developed risk prediction models have good discrimination,but the risk of model bias is high.NIHSS score,time from onset to treatment,blood glucose,age and blood pressure are independent risk factors for HT of AIS,which are helpful to identify high-risk patients.

【Key words】 acute ischemic stroke;hemorrhagic transformation;prediction;model;nursing

[Mil Nurs,2023,40(10):101-106]

2022 年世界卒中组织(World Stroke Organization,WSO)在报告^[1]中指出,脑卒中是世界第二大

死因,高达 87%的脑卒中为缺血性脑卒中。早期诊断的急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke,AIS)可通过阿替普酶静脉溶栓(intravenous thrombolysis,IVT)和机械取栓术(mechanical thrombectomy,MT)实现血管再通恢复脑血流,从而改善神经功能^[2-4]。然而,出血转化(hemorrhagic transformation,HT)是 AIS 行血管再通治疗后最常见且最

【收稿日期】 2023-02-14 **【修回日期】** 2023-09-25

【基金项目】 江苏省科技计划(资金)项目(BE2022668);中华护理学会科研课题专项资助(ZHKYQ202108)

【作者简介】 崔梦娇,硕士在读,电话:025-83106666

【通信作者】 陈璐,电话:025-83106666

严重的并发症^[5],在 IVT 治疗中 HT 发生率为 10%~48%,血管内治疗中 HT 发生率高达 46%~49.5%^[6]。脑梗死后出血转化会加重神经功能损害,增加患者死亡率、残疾率,造成沉重的家庭及社会负担^[1]。因此,对此类患者早期精准识别出血转化风险,用于辅助制订个性化护理方案,有助于改善患者结局。近年来,国内外学者开发了多个 AIS 出血转化风险预测模型,但是,尚没有研究对出血转化风险预测模型的质量和适用性进行评价。本研究旨在系统评价国内外 AIS 出血转化的相关模型,为临床决策工具的选择及进一步护理风险评估工具开发提供参考和借鉴。

1 资料与方法

1.1 文献检索策略 检索中国知网、万方、SinoMed、PubMed、Embase、Cochrane Library、Web of Science 数据库中 AIS 出血转化风险预测模型相关文献,检索时间为建库至 2022 年 12 月。以“急性缺血性脑卒中”“急性脑梗死”“出血”“出血转化”“预测”“模型”“预测模型”“风险预测”“风险评分”“风险评估”为中文检索词。以“acute ischemic stroke”“acute stroke”“hemorrhagic transformation”“hemorrhage”“predict *”“risk prediction”“risk score”“risk assessment”“model”为英文检索词。

1.2 文献纳入和排除标准

1.2.1 文献纳入标准 研究对象为根据卒中诊治指南确诊的 AIS 患者;研究内容为 AIS 出血转化多因子风险预测模型的开发(预测因子 ≥ 2 个);预测结局为 HT(包括各个系统);随访时间为治疗后 14 d 内;研究类型包括随机对照试验、队列研究、病例对照研究;语言为中文或英文的文献。

1.2.2 文献排除标准 基于虚拟算法建立的预测模型;综述、会议报告、摘要;无法获取原文;重复发表的文献。

1.3 文献筛选与数据提取 由 2 名经过培训的研究者独立进行文献筛选和数据提取,有分歧的由独立的第 3 名研究者评判。将文献导入 NoteExpress 软件筛出重复文献后根据纳、排标准进行文献筛选。建立 Excel 表,依据模型研究数据提取技术清单^[7]提取文献资料。

1.4 纳入文献的质量评价 根据预测模型偏倚风险评估工具 PROBAST 对预测模型研究进行质量评价。PROBAST 是荷兰研究者 Wolff 及其团队^[8]在 2019 年开发的针对模型研究的评价工具,包括 4 个领域(20 个问题),分别为研究对象(2 个问题)、预测因子(3 个问题)、患者结局(6 个问题)、数据与分析(9 个问题)。

1.4.1 偏倚风险评价 偏倚风险评价基于 4 个领域,所有问题的回答“是”或“可能是”则表示偏倚低风险,1 个或多个问题的回答为“否”或“可能否”,则表明偏倚高风险。一个或多个问题回答是“无信息”,其余回答为“是”,则判断为不清楚。

1.4.2 适用性评价 适用性用于评价纳入研究与综述问题的相符合程度。根据 PROBAST 中参与者,预测因子,患者结局三个领域中信号问题的回答进行判断,所有领域均回答“是”或“可能是”,则判断为适用性高,1 个或多个领域回答为“否”或“可能否”,则判断为适用性低,一个或多个领域回答为“不清楚”并且其他领域回答为“是”则判断为适用性不清楚。

1.5 统计学处理 使用 R4.0.5 中的森林图软件包绘制量性指标 C 统计量森林图来总结模型预测性能,Q 检验用于确定各研究间是否存在异质性,描述性分析用于数据不能合并的研究。

2 结果

2.1 文献筛选流程和结果 初步检索获得文献 21548 篇,去除重复及阅读标题和摘要初筛后剩余 165 篇,经阅读全文最终纳入研究 27 篇^[9-35]。

2.2 纳入文献的基本特征 纳入文献中有 20 篇(74%)为 3 年内发表。根据研究对象所在区域划分,中国 17 篇、美国 3 篇、意大利 2 篇,德国、芬兰、澳大利亚、泰国、欧洲区域各 1 篇;治疗手段方面,20 项(74%)用于预测 IVT 出血风险,3 项(11%)用于预测 MT 出血风险,4 项(15%)用于预测 IVT 与 MT 联合治疗的出血风险;研究对象数据来源方面,9 项(33%)来源于多中心,25 项(93%)来源于回顾性数据,1 项(3.7%)来源于前瞻性队列研究,1 项(3.7%)来源于随机对照试验;患者结局方面,有 23 项研究(85%)预测颅内出血的风险,其余为全身系统出血风险预测;随访时间方面,5 项研究(18.5%)预测急性卒中治疗后 7d 内的出血风险,其余为预测治疗后 36 h 内的出血风险;颅内出血结局的界定方法为头颅计算机断层扫描、美国国立卫生院卒中量表(NIH Stroke Scale,NIHSS)评分增加 ≥ 4 分、神经功能恶化等症状体征、颅外出血通过观察(如牙龈出血)、实验室检查(如粪便隐血)等方法界定。

2.3 预测模型的基本特征 纳入研究中共包括 30 项模型,模型包含 2~12 个预测因子,阳性事件数 16~588 例,EPV(发生阳性事件例数与预测因子数目的比值)界于 0.9~430,其中 EVP 比值小于 20 的模型占比 57%。NIHSS 评分、发病到治疗时间、血糖、年龄、血压是占比较高的风险因素,详见表 1。

表 1 纳入预测模型的基本特征(n=30)

纳入文献	模型性能			模型验证			样本量(n)		最终模型包含预测因子
	模型建立方法	区分度 (a)	模型 校准	内部 验证	外部 验证	区分度 (b)	参与数	事件数	
Ren 等 ^[9]	Logistic	0.82	是	是	是	0.88	716	68	吸烟,年龄,NIHSS 评分,DNT 时间,ASPECT 评分,中性粒细胞百分比
Soni 等 ^[10]	k 均值聚类	0.75	—	是	否	—	890	56	年龄,BP,卒中严重程度,治疗前抗凝,高脂血症
Menon 等 ^[11]	Logistic	0.71	是	是	是	0.68	10242	496	年龄,NIHSS 评分,收缩压升高,BG,亚裔和男性
Lokeskrawee 等 ^[12]	Logistic	0.75	是	是	是	0.75	1146	249	心脏瓣膜疾病,阿司匹林,溶栓前的收缩压达 18.67 kPa,NIHSS 评分>10 分,PLT 计数,溶栓期间静脉注射降压药
Lou 等 ^[13]	累计 OR 值排序	0.72	—	是	否	—	312	45	NIHSS 评分,CT 扫描低密度程度、血糖、DM
Strbian 等 ^[14]	Logistic	0.77	是	—	是	0.77	1104	68	BG,早期梗死体征,年龄,入院时 NIHSS 评分
Mazya 等 ^[15]	Logistic	0.70	是	是	否	—	13908	588	NIHSS 评分,BG,BP,年龄,体重,DNT 时间,抗凝药物使用,HBP 病史
Xie 等 ^[16]	Logistic	0.88	是	是	否	—	462	20	NIHSS 评分,DNT 时间,NLR,心源性栓塞
杨洁等 ^[17]	Logistic	0.79	是	是	是	0.74	462	264	年龄,NIHSS 评分,DNT 时间,BP,脑白质疏松
包建英等 ^[18]	Logistic	0.88	—	否	否	—	146	48	NIHSS 评分,ASPECT 评分
吴月 ^[19]	Logistic	0.89	是	是	否	—	186	30	脑梗死面积,NIHSS 评分,BP
李鑫等 ^[20]	Logistic	0.86	—	—	否	—	118	17	AF,冠心病,HBP,大脑动脉高密度征,年龄,PLT 计数,ASPECTS 评分,NIHSS 评分
杨瑞等 ^[21]	Logistic	0.72	—	是	是	0.72	262	115	性别,NIHSS 评分,D-二聚体
张冬等 ^[22]	Logistic	0.83	是	—	否	—	162	34	DM,脑梗死面积,DNT 时间,NIHSS 评分,PLT 计数,D-二聚体
荆莉等 ^[23]	Logistic	0.97	—	是	否	—	251	53	年龄,梗死至血管再通时间,NIHSS 评分,颅内低密度病灶
梅丽等 ^[24]	Logistic	0.87	是	是	是	0.87	176	47	年龄,HBP,高脂血症,DM,AF,栓源性脑梗死,NIHSS 评分,DNT 时间,联合机械取栓,平均动脉压,脑白质疏松,阿司匹林治疗史
赵茂 ^[25]	Logistic	0.81	是	是	是	0.88	267	58	AF,NIHSS 评分,脑梗死面积
常红等 ^[26]	Logistic	0.68	—	是	是	0.68	924	358	年龄,BP,抗凝药物,NIHSS 评分
Zhang 等 ^[27]	Logistic	0.89	是	是	是	0.83	392	48	DM,AF,总胆固醇,纤维蛋白,脑梗死面积,NIHSS 评分,DNT 时间
Cucchiara 等 ^[28]	Logistic	0.69	—	—	是	0.68	1205	72	年龄,NIHSS 评分,BG,PLT 计数
Bonkhoff 等 ^[29]	Logistic、L1 逻辑回归、k 最近邻、梯度提升分类器	0.79、0.80、0.78、0.80	是	是	是	0.79	152710	2580	溶栓,微血管病,动脉粥样硬化,护理水平,NIHSS 评分,语言受损
Qian 等 ^[30]	Logistic	0.82	—	是	否	—	127	21	NIHSS 评分,BG,性别,梗死区域
Wu 等 ^[31]	Logistic	0.96	是	是	是	0.98	131	16	慢性病量表,全脑小血管疾病,NIHSS 评分,DNT 时间
Cappellari 等 ^[32]	Logistic	0.71	是	是	是	0.71	988	110	NIHSS 评分,不成功再通,年龄,DNT 时间,ASPECTS 评分
Cappellari 等 ^[33]	Logistic	0.74	是	是	是	0.74	12030	445	收缩压,年龄,DNT 时间,NIHSS 评分,BG,单独使用阿司匹林,阿司匹林加氯吡格雷,INR 抗凝剂≤1.7,当前梗死征,高密度动脉征
Weng 等 ^[34]	Logistic	0.89	是	是	否	—	387	31	吸烟,NIHSS 评分,血尿素氮肌酐比值,NLR
Yang 等 ^[35]	Logistic	0.86	是	是	否	—	257	45	早期梗死征象,NIHSS 评分,尿酸和白蛋白/球蛋白比值

注:ASPECT 为 Alberta 卒中操作早期急性卒中分级 CT 评分(Alberta stroke program early CT score);DNT 为发病至治疗时间(door-to-needle time);DM 为糖尿病(diabetes mellitus);BP 为血压(blood pressure);HBP 为高血压(high blood pressure);BG 为血糖(bloodglucose);AF 为房颤(atrial fibrillation);NLR 为中性粒细胞与淋巴细胞比值(Neutrophil to Lymphocyte ratio);PLT 为血小板(blood platelet)

2.4 模型预测性能 30 项模型中,C 统计量范围为 0.682~0.956,提示纳入的模型有较大的差异。16 项研究对模型进行校准,均显示较好的拟合优度($P>0.05$)。

有 18 项模型进行了外部验证,因三项模型研究^[11,24,28]未报告区分度的可信区间,一项研究^[29]的四项模型由同一衍生队列建立,因此排除三类由机器算法建立的模型,最终对 11 项模型中的量性数据进行分析,包括颅内出血(intracranial hemorrhage,ICH)预测(5 项),症状性颅内出血(symptomatic intracranial

hemorrhage,sICH)预测(3 项),HT 预测(3 项)。

ICH 预测模型研究的外部验证 C 统计量不符合正态分布,经对数转化后使用 R 语言绘制森林图,对区分度进行合并。对于 ICH 与 HT 的模型研究间有较高的异质性($I^2=97\%$, $P<0.001$ 和 $I^2=63\%$, $P<0.001$),采用随机效应模型,合并值为 0.83、0.76,95%CI 为 0.67~0.98、0.65~0.88。

对于 sICH 预测模型,各研究间的异质性较低($I^2=0\%$, $P<0.001$),使用固定效应模型,合并值为 0.74,95%CI 为 0.70~0.79。

2.5 预测模型的整体质量评价

2.6.1 偏倚风险评估报告 27 篇模型研究均为高风险。

2.5.2 适用性评估报告 27 篇研究中有 2 篇^[22,32]有适用性问题,4 篇^[20,23,28,30]不清楚,其余适用性均好。

3 讨论

3.1 现有 AIS 出血转化预测模型偏倚风险整体偏高 高质量的 HT 预测模型有助于早期准确识别患者的出血风险,是临床中迫切需要的工具,但本研究纳入 30 项预测模型整体评价均为偏倚高风险,这会导致高估预测模型的性能。分析其原因,一方面由于阳性事件数不足($EVP < 20$)并且研究数据来源于回顾性数据,可能因为研究对象多来自单中心而不能获得足够的样本量有关。另一方面因为数据分析方法缺陷,如对于缺失数据的研究对象没有进行缺失值处理而是直接排除、预先使用单因素分析挑选出危险因素,可能与模型构建指南开发较晚有关。另外 PROBAST 评价方法相对严格,一个信号问题回答“否”,则会被判定为高风险。因此,建议研究者在以后的模型开发研究中进行多中心的前瞻性队列研究同时应用 TRIPOD 指导模型开发^[36],以提高模型研究质量。

3.2 NIHSS 评分、发病到治疗时间、血糖、血压、年龄对 AIS 出血转化风险有预测价值

3.2.1 高 NIHSS 评分为 AIS 患者出血转化的危险因素 NIHSS 评分高,提示患者神经功能受损严重,表明患者可能存在大面积梗死或重要区域梗死,模型研究中^[27,30]也显示梗死面积及梗死区域本身就是出血转化的预测因子。因此建议临床中对该评分高的患者应加以重视,警惕出血。但是目前该评分在 AIS 患者治疗前的应用率、使用准确度及护士对于评分结果的反应能力还有待探究。

3.2.2 较长的发病到治疗时间是 AIS 患者出血转化的危险因素 AIS 治疗具有较强的时间依赖性,可能与较长时间的脑缺血导致脑微血管循环超出自我代偿能力引起的血管破裂出血有关,Man 团队^[37]的研究中也证明患者较长的发病到治疗的时间会增加患者死亡率和再入院率。因此临床中应准确评估患者发病时间,畅通救治绿色通道,优化急救方案,提高 AIS 患者的救治效率。

3.2.3 高血糖是 AIS 出血转化的独立危险因素 高血糖会启动炎症反应,损伤细胞内皮,诱导出血转化^[38]。引起高血糖的原因除了患者自身糖尿病病史之外,心脑血管意外的发生也会导致患者出现应激性的高血糖。因此在临床中,建议加强对此类患者

血糖值的关注度。

3.2.4 高血压是 AIS 出血转化的危险因素 纳入研究中有 44% 的模型报告了高血压是 AIS 出血转化的危险因素,但是在 Darger 等^[39]在一项长达七年的回顾性研究中显示缺血性卒中患者的血压控制与不良结局之间没有显著关联。可能与此项研究较早、研究对象选取时间跨度长有关。未来还需要通过大样本量,前瞻性研究结合患者个体化的差异进一步研究血压控制的意义。

3.2.5 高龄与 AIS 出血转化有关 可能与老年患者血管硬化,脆性增加有关。但是 Pundik 等^[40]研究显示年龄对于 AIS 发生出血转化没有统计学差异,可能与该研究年限较早和人群空间差异有关。本综述纳入的模型研究中仅有一项研究^[21]是关于老年患者出血转化的预测,不同年龄段及年龄与其他预测因子的交互效应对于 AIS 患者预后的影响可以是未来研究的方向。

3.3 对未来模型研究的启示 开发精准预测工具有助于临床决策及指导护理实践。目前对于 AIS 出血转化的预测模型质量偏倚风险较高,未来可以开展前瞻性、大样本量、多中心的研究,提高统计分析能力,以利于开发出高质量的 AIS 出血转化风险预测模型。在建模方法方面,人工智能(AI)在医疗领域的应用为设计更有效的诊断和预测工具提供了手段。决策树、神经网络、机器算法、智能算法可以提高模型性能,是未来模型研究的趋势。在研究对象获取方面,由于在中国人群中利用大样本量的数据开展的出血转化预测模型研究较少,全国或区域性卒中中心高质量运行与管理可为进一步研究提供足够的样本量及真实数据信息。此外,急性卒中后有 7%~29% 的患者会出现自发性出血转化^[41],这一现象会导致卒中急性期临床干预措施的并发症风险被高估,因此有必要利用预测模型准确厘清这一竞争风险。对于可控因素如血压、血糖动态变化与患者结局之间的复杂关系暂未发现相关解释,相对缺乏预测因子发展轨迹与患者结局之间的关系研究。因此,在未来的研究中建议对于出血风险管理的可控因素进行纵向追踪,以期为临床慢病管理提供理论依据。

3.4 本研究的局限性 研究者在进行文献检索与筛选时,尽可能保证文献的查全率,但考虑到语言限制,本研究仅检索了中英文相关文献且纳入中国的相关文献较多,可能与中国在该领域的研究较活跃有关。我们在评估和分析研究结果时,综合考虑了全部文献,未考虑到地域上的偏向,所以可能存在潜在的发表偏倚。此外,本次研究的目标是综合总结

已有的研究并提供关于预测模型的相关信息。我们将重点放在了模型的开发、验证和方法的描述上,而没有对这些模型的实际应用效果进行评价。这是因为应用效果受多种因素的影响,如数据质量、实际环境等。为了保证评价的客观性和可靠性,故将研究重点放在模型本身的特征和性能上。未来的研究可以进一步评估这些模型在实际应用中的有效性和准确性。

【参考文献】

- [1] FEIGIN V, BRAININ M, NORRVING B, et al. World stroke organization(WSO): global stroke fact sheet 2022[J]. Int J Stroke, 2022, 17(1): 18-29.
- [2] WALTER K. What is acute ischemic stroke? [J/OL]. [2023-02-14]. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2789540>. DOI: 10.1001/jama.2022.1420.
- [3] CAMPBELL B C V, KHATRI P. Stroke[J]. Lancet, 2020, 396(10244): 129-142.
- [4] 马秀丽, 黄叶莉, 常红. 急性缺血性脑卒中静脉溶栓患者护理质量评价指标体系的构建[J]. 解放军护理杂志, 2020, 37(8): 24-27.
- [5] LIU C, XIE J, SUN S, et al. Hemorrhagic transformation after tissue plasminogen activator treatment in acute ischemic stroke[J]. Cell Mol Neurobiol, 2022, 42(3): 621-646.
- [6] 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. 中国急性脑梗死后出血转化诊治共识 2019[J]. 中华神经科杂志, 2019, 52(4): 252-265.
- [7] MOONS K G, DE GROOT J A H, BOUWMEESTER W, et al. Critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling studies: the CHARMS checklist [J/OL]. [2023-02-14]. <https://journals.plos.org/plosmedicine/article?id=10.1371/journal.pmed.1001744>. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001744.
- [8] WOLFF R F, MOONS K G M, RILEY R D, et al. PROBAST: a tool to assess the risk of bias and applicability of prediction model studies[J]. Ann Intern Med, 2019, 170(1): 51-58.
- [9] REN Y, HE Z X, DU X Y, et al. The SON2A2 score: a novel grading scale for predicting hemorrhage and outcomes after thrombolysis [J/OL]. [2023-02-14]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2022.952843/full>. DOI: 10.3389/fneur.2022.952843.
- [10] SONI M, WIJERATNE T, ACKLAND D. A risk score for prediction of symptomatic intracerebral haemorrhage following thrombolysis [J/OL]. [2023-02-14]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1386505621002124?via%3Dihub>. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2021.104586.
- [11] MENON B K, SAVER J L, PRABHAKARAN S, et al. Risk score for intracranial hemorrhage in patients with acute ischemic stroke treated with intravenous tissue-type plasminogen activator[J]. Stroke, 2012, 43(9): 2293-2299.
- [12] LOKESKRAWEE T, MUENGTAWEEPONGSA S, PATUMANOND J, et al. Prediction of symptomatic intracranial hemorrhage after intravenous thrombolysis in acute ischemic stroke: the symptomatic intracranial hemorrhage score[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2017, 26(11): 2622-2629.
- [13] LOU M, SAFDAR A, MEHDIRATTA M, et al. The HAT Score: a simple grading scale for predicting hemorrhage after thrombolysis[J]. Neurology, 2008, 71(18): 1417-1423.
- [14] STRBIAN D, ENGELTER S, MICHEL P, et al. Symptomatic intracranial hemorrhage after stroke thrombolysis: the SEDAN score[J]. Ann Neurol, 2012, 71(5): 634-641.
- [15] MAZYA M, EGIDO J A, FORD G A, et al. Predicting the risk of symptomatic intracerebral hemorrhage in ischemic stroke treated with intravenous alteplase: safe implementation of treatments in stroke (sits) symptomatic intracerebral hemorrhage risk score [J]. Stroke, 2012, 43(6): 1524-1531.
- [16] XIE X, YANG J, REN L, et al. Nomogram to predict symptomatic intracranial hemorrhage after in-travenous thrombolysis in acute ischemic stroke in asian population[J]. Curr Neurovasc Res, 2021, 18(5): 543-551.
- [17] 杨洁, 谢小华, 连万成, 等. 急性缺血性脑卒中静脉溶栓后出血预测模型的构建与验证[J]. 护理学报, 2022, 29(5): 10-14.
- [18] 包建英, 王雪梅, 曹月洲, 等. 超时间窗急性缺血性脑卒中患者动脉取栓后颅内出血预警模型构建[J]. 南京医科大学学报: 自然科学版, 2021, 41(12): 1796-1800.
- [19] 吴月. AISrt-PA 静脉溶栓后出血转化临床分析及预测模型的建立[D]. 昆明: 昆明医科大学, 2021.
- [20] 李鑫, 李琼莉, 王军伟, 等. 急性缺血性脑卒中静脉溶栓后出血转化的多因素联合预测模型研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2021, 23(4): 430-432.
- [21] 杨瑞, 鲁雪珍. 老年急性缺血性脑卒中患者静脉溶栓后出血危险因素分析及预警模型构建[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2021, 24(23): 2054-2063.
- [22] 张冬, 解战兵. 高原地区急性脑梗死患者静脉溶栓后出血转化的因素分析及列线图预测模型构建[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2021, 48(5): 461-465.
- [23] 荆莉, 沈延艳. 急性脑梗死患者机械取栓后颅内出血的风险列线图预测模型[J]. 中国医师杂志, 2021, 23(3): 366-369.
- [24] 梅丽, 高勇, 吕士英, 等. 急性脑梗死患者溶栓治疗后脑微出血风险预测列线图模型研究[J]. 实用心脑血管病杂志, 2021, 29(3): 33-38.
- [25] 赵茂. 急性脑梗死静脉 rt-PA 溶栓后出血转化风险预测模型建立的初步研究[D]. 遵义: 遵义医科大学, 2020.
- [26] 常红, 赵洁, 王晓娟, 等. 急性缺血性脑卒中患者静脉溶栓后出血预警模型的构建[J]. 中华护理杂志, 2019, 54(11): 1648-1652.
- [27] ZHANG K M, LUAN J F, LI C Q, et al. Nomogram to predict hemorrhagic transformation for acute ischemic stroke in Western China: a retrospective analysis [J/OL]. [2023-02-10]. <https://bmcnneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12883-022-02678-2>. DOI: 10.1186/s12883-022-02678-2.
- [28] CUCCHIARA B, TANNE D, LEVINE S R, et al. A risk score to predict intracranial hemorrhage after re-combinant tissue plasminogen activator for acute ischemic stroke[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2008, 17(6): 331-333.
- [29] BONKHOF A K, RÜBSAMEN N, GREFKES C, et al. Development and validation of prediction models for severe complications after acute ischemic stroke: a study based on the stroke registry of Northwestern Germany [J/OL]. [2023-02-10]. https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.121.023175?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori:rid:crossref.org&rfr_dat=cr_pub%20%20

200pubmed.DOI:10.1161/JAHA.121.023175.

- [30] QIAN Y, QIAN Z T, HUANG C H, et al. Predictive factors and nomogram to evaluate the risk of symptomatic intracerebral hemorrhage for stroke patients receiving thrombectomy [J]. *World Neurosurg*, 2020, 144: e466-e474.
- [31] WU Y, CHEN H, LIU X, et al. A new nomogram for individualized prediction of the probability of hemorrhagic transformation after intravenous thrombolysis for ischemic stroke patients [J/OL]. [2023-02-10]. <https://bmcnneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12883-020-02002-w>. DOI: 10.1186/s12883-020-02002-w.
- [32] CAPPELLARI M, MANGIAFICO S, SAIA V, et al. IER-SICH nomogram to predict symptomatic intracerebral hemorrhage after thrombectomy for stroke [J]. *Stroke*, 2019, 50(4): 909-916.
- [33] CAPPELLARI M, TURCATO G, FORLIVESI S, et al. START-ING-SICH nomogram to predict symptomatic intracerebral hemorrhage after intravenous thrombolysis for stroke [J]. *Stroke*, 2018, 49(2): 397-404.
- [34] WENG Z A, HUANG X X, DENG D, et al. A new nomogram for predicting the risk of intracranial hemorrhage in acute ischemic stroke patients after intravenous thrombolysis [J/OL]. [2023-02-10]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2022.774654/full>. DOI: 10.3389/fneur.2022.774654.
- [35] YANG M, ZHONG W, ZOU W, et al. A novel nomogram to predict hemorrhagic transformation in ischemic stroke patients after intravenous thrombolysis [J/OL]. [2023-02-10]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2022.913442/full>. DOI: 10.3389/fneur.2022.913442.
- [36] COLLINS G S, REITSMA J B, ALTMAN D G, et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement [J]. *BMJ*, 2015, 162(1): 55-63.
- [37] MAN S, XIAN Y, HOLMES D N, et al. Association between thrombolytic door-to-needle time and 1-year mortality and readmission in patients with acute ischemic stroke [J]. *JAMA*, 2020, 323(21): 2170-2184.
- [38] DESILLES J P, SYVANNARATH V, OLLIVIER V, et al. Exacerbation of thromboinflammation by hyperglycemia precipitates cerebral infarct growth and hemorrhagic transformation [J]. *Stroke*, 2017, 48(7): 1932-1940.
- [39] DARGER B, GONZALES N, BANUELOS R C, et al. Outcomes of patients requiring blood pressure control before thrombolysis with tpa for acute ischemic stroke [J]. *West J Emerg Med*, 2015, 16(7): 1002-1006.
- [40] PUNDIK S, WILLIAMS L, BLACKHAM K L, et al. Older age does not increase risk of hemorrhagic complications after intravenous and/or intraarterial thrombolysis for acute stroke [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2008, 17(5): 266-272.
- [41] WEI C, LIU J, GUO W, et al. Development and validation of a predictive model for spontaneous hemorrhagic transformation after ischemic stroke [J/OL]. [2023-01-20]. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fneur.2021.747026/full>. DOI: 10.3389/fneur.2021.747026.

(本文编辑:郁晓路)

(上接第 100 页)

- [29] 陶立元, 刘珏, 曾琳, 等. 针对个体的预后或诊断多因素预测模型报告规范 (TRIPOD) 解读 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98(44): 3556-3560.
- [30] 郑黎强, 张蕊. 疾病发病风险预测模型拟合度评价方法的研究进展 [J]. *中国卫生统计*, 2015, 32(3): 544-546.
- [31] 陈香萍, 张奕, 庄一渝, 等. PROAST: 诊断或预后多因素预测模型研究偏倚风险的评估工具 [J]. *中国循证医学杂志*, 2020, 20(6): 737-744.
- [32] DANIELS S K, PATHAK S, MUKHI S V, et al. The relationship between lesion localization and dysphagia in acute stroke [J]. *Dysphagia*, 2017, 32(6): 777-784.
- [33] 李超, 曾妍, 戴萌, 等. 不同病灶部位脑卒中患者吞咽障碍特点分析 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(1): 20-23.
- [34] 中国吞咽障碍膳食营养管理专家共识组. 吞咽障碍膳食营养管理中国专家共识 (2019 版) [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41(12): 881-888.
- [35] AL-KHALED M, MATTHIS C, BINDER A, et al. Dysphagia in patients with acute ischemic stroke: Early dysphagia screening may reduce stroke-related pneumonia and improve stroke outcomes [J]. *Cerebrovasc Dis*, 2016, 42(1-2): 81-89.
- [36] BAHIA M M, MOURAO L F, CHUN R Y. Dysarthria as a predictor of dysphagia following stroke [J]. *NeuroRehabilitation*, 2016, 38(2): 155-162.
- [37] 魏媛, 李红. 吞咽功能训练对老年脑卒中吞咽障碍患者的影响 [J]. *解放军护理杂志*, 2018, 35(24): 34-38.
- [38] CIPOLLA M J, LIEBESKIND D S, CHAN S L. The importance of comorbidities in ischemic stroke: impact of hypertension on the cerebral circulation [J]. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2018, 38(12): 2129-2149.
- [39] LAU L H, LEW J, BORSCHMANN K, et al. Prevalence of diabetes and its effects on stroke outcomes: a meta-analysis and literature review [J]. *J Diabetes Investing*, 2019, 10(3): 780-792.
- [40] OBERMEYER Z, EMANUEL E J. Predicting the future-big data, machine learning, and clinical medicine [J]. *N Engl J Med*, 2016, 375(13): 1216-1219.
- [41] AKAZAWA M, HASHIMOTO K, KATSUHIKO N, et al. Machine approach for the prediction of postpartum hemorrhage in vaginal birth [J/OL]. [2023-02-15]. <https://www.nature.com/articles/s41598-021-02198-y>. DOI: 10.1038/s41598-021-02198-y.
- [42] VENKATESH K K, STRAUSS R A, GROTEGUT C A, et al. Machine learning and statistical models to predict postpartum hemorrhage [J]. *Obstet Gynecol*, 2020, 135(4): 935-944.

(本文编辑:郁晓路)