



电子、语音版

·论著·

急性缺血性脑卒中机械取栓联合药物溶栓后病死风险的 影响因素分析及预测模型构建

胡鹏飞, 周子巍, 唐灵涛, 路延朋, 王璐璐, 李英毅

邢台医学院附属医院(邢台市中心医院)神经内科, 河北 邢台 054000

摘要:目的 探讨急性缺血性脑卒中(AIS)患者接受机械取栓联合药物溶栓治疗后病死的影响因素,并构建风险预测模型。
方法 回顾性分析2022年12月至2025年2月邢台市中心医院收治的120例AIS患者临床资料,根据治疗后90 d生存情况分为生存组($n=106$)和病死组($n=14$)。收集患者的基本资料、病史、围手术期指标、术后并发症及神经功能评分等数据。采用多因素Logistic回归分析探讨病死的相关影响因素,并建立预测模型。采用受试者操作特征(ROC)曲线、曲线下面积(AUC)及Bootstrap法评价模型效能。**结果** 高血压、糖尿病、心房颤动、高脂血症的病史比例,以及术前及术后美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、阿尔伯特卒中项目早期CT评分(ASPECTS)得分、手术时长、症状性颅内出血(sICH)发生率及肺部感染发生率在两组间比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。多因素Logistic回归分析显示,术后24 h NIHSS评分升高、sICH、肺部感染及高血压是治疗后病死的危险因素($P<0.05$),ASPECTS得分升高是保护因素($P<0.05$)。基于上述因素构建的病死预测模型的AUC为0.932,灵敏度为92.86%,特异度为90.57%,模型拟合良好。**结论** 术后24 h NIHSS评分升高、sICH、肺部感染及高血压可增加AIS患者机械取栓联合药物溶栓治疗后病死风险,ASPECTS得分升高与较好预后相关。基于这些因素构建的病死预测模型具有较高的预测效能,可辅助临床早期识别高危患者。

关键词:急性缺血性脑卒中;机械取栓;药物溶栓;多模式介入;预测模型

中图分类号:R743.3

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2026.04.005

Influencing factors for mortality risk after mechanical thrombectomy combined with pharmacological thrombolysis in acute ischemic stroke and construction of a predictive model

HU Pengfei, ZHOU Ziwei, TANG Lingtao, LU Yanpeng, WANG Lulu, LI Yingyi

Department of Neurology, The Affiliated Hospital of Xingtai Medical College (Xingtai Central Hospital), Xingtai, Hebei 054000, China

Corresponding author: LI Yingyi, Email: yingyilixt@163.com

Abstract: **Objective** To investigate the influencing factors for mortality after mechanical thrombectomy combined with pharmacological thrombolysis in patients with acute ischemic stroke (AIS), and to construct a risk prediction model. **Methods** A retrospective analysis was performed for the clinical data of 120 patients with AIS who were admitted to Xingtai Central Hospital from December 2022 to February 2025, and according to their survival status on day 90 after treatment, they were divided into a survival group with 106 patients and a death group with 14 patients. Related data were collected, including general information, medical history, perioperative parameters, postoperative complications, and neurological function scores. A multivariate logistic regression analysis was used to identify the influencing factors for mortality, and a predictive model was constructed. The receiver operating characteristic (ROC) curve, the area under the

基金项目:邢台市市级科技计划自筹经费项目(2025ZC359)。

收稿日期:2026-02-06;修回日期:2026-07-15

作者简介:胡鹏飞(1978—),女,硕士,副主任医师,研究方向为颅内动脉狭窄。

通信作者:李英毅(1965—),男,本科,主任医师,研究方向为神经介入。Email:yingyilixt@163.com。

ROC curve (AUC), and the Bootstrap method were used to assess the predictive performance of the model. **Results** There were significant differences between the two groups in the proportion of patients with history of hypertension, diabetes mellitus, atrial fibrillation, and hyperlipidemia, as well as the National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score before and after surgery, Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score (ASPECTS), time of operation, incidence of symptomatic intracranial hemorrhage (sICH), and incidence of pulmonary infection ($P<0.05$). The multivariate logistic regression analysis showed that an increase in NIHSS score at 24 hours after surgery, sICH, pulmonary infection, and hypertension were independent risk factors for mortality after treatment ($P<0.05$), whereas an increase in ASPECTS score was a protective factor ($P<0.05$). The predictive model for mortality established based on these factors had an AUC of 0.932, with a sensitivity of 92.86% and a specificity of 90.57%, and the model had a good degree of fitting.

Conclusions Increase in NIHSS score at 24 hours after surgery, sICH, pulmonary infection, and hypertension can increase the risk of mortality in AIS patients after mechanical thrombectomy combined with pharmacological thrombolysis, while an increase in the ASPECTS score is associated with a relatively good prognosis. The predictive model for mortality constructed based on these factors has high predictive performance and can assist in the early identification of high-risk patients in clinical practice.

Keywords: acute ischemic stroke; mechanical thrombectomy; pharmacological thrombolysis; multimodal intervention; prediction model

急性缺血性脑卒中(acute ischemic stroke, AIS)是一种发病率高、致残率高和病死率高的严重脑血管疾病,严重威胁人类健康。目前,机械取栓联合药物溶栓的多模式介入治疗已成为治疗 AIS 患者的重要手段,能够有效恢复脑血流,改善神经功能^[1]。尽管该治疗方法在临床中取得了显著成效,但患者仍面临一定的病死风险,尤其是在术后 90 d 内。研究表明,多种因素可能影响患者的预后,包括基础疾病、神经功能状态、手术相关指标及术后并发症等^[2-3]。在临床实践中,早期识别高危患者,并采取针对性干预措施是降低 AIS 患者病死风险的关键。然而,现有的评估工具和预测模型多基于单一指标或小样本数据,其预测效能和临床应用价值有限。部分模型仅依赖单一指标,无法全面涵盖基础疾病、手术操作、术后并发症等多维度影响因素,导致对患者预后的判断存在片面性;另有部分研究基于小样本数据构建预测模型,受限于数据规模和代表性,模型的外部验证效能不足,难以在不同临床中心推广。因此,开展多因素综合分析,明确影响患者病死风险的关键因素,并构建高精度的预测模型,对于指导临床决策、优化治疗方案和改善患者预后具有重要的现实意义。本研究采用回顾性队列设计,纳入 120 例接受上述多模式介入治疗的 AIS 患者,综合分析基础疾病、神经功能评分、术后并发症等多类影响因素,旨在构建术后病死风险预测模型,为早期识别高危患者,优化治疗策略及医疗资源分配提供参考,最终助力改善患者预后。

1 资料与方法

1.1 研究对象

回顾性分析 2022 年 12 月至 2025 年 2 月来邢台市中心医院接受机械取栓联合药物溶栓多模式介入治疗的

120 例 AIS 患者的临床资料,所有临床资料均来源于本院的电子病历系统及住院患者纸质档案,经双人核对确认数据完整性与准确性,确保数据溯源可靠。根据患者在治疗后 90 d 的生存情况,将存活患者纳入生存组,病死患者纳入病死组。

纳入标准:①年龄>18 岁;②符合《中国急性缺血性卒中诊治指南 2023》^[4]的 AIS 诊断标准,并经计算机体层成像(computed tomography, CT) / 磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)检查证实;③发病时间在 6 h 以内,且经影像学评估符合血管内治疗的适应证,适合接受机械取栓联合药物溶栓的多模式介入治疗;④患者或其家属知情同意,并签署知情同意书。

排除标准:①发病前改良 Rankin 量表^[5]评分 ≥ 2 分。②合并免疫介导性疾病(如系统性红斑狼疮、类风湿关节炎等)、恶性肿瘤(含既往病史且 5 年内未达到临床治愈标准者)或严重肝肾疾病[肝功能:Child-Pugh 分级 C 级;肾功能:估算肾小球滤过率 $<30 \text{ mL}/(\text{min} \cdot 1.73 \text{ m}^2)$];③存在可能导致病情恶化的其他原因,如严重感染(体温 $>38.5^\circ\text{C}$,且外周血白细胞计数 $>12 \times 10^9/\text{L}$ 或 $<4 \times 10^9/\text{L}$,伴 C 反应蛋白 $>100 \text{ mg/L}$,且病原学检查或影像学检查证实存在感染灶)、代谢紊乱(血糖 $>16.7 \text{ mmol/L}$ 或 $<2.8 \text{ mmol/L}$;水电解质紊乱伴明显临床症状,低钾血症 $<2.5 \text{ mmol/L}$ 、高钾血症 $>6.0 \text{ mmol/L}$)、呼吸衰竭[(静息状态下动脉血氧分压 $<60 \text{ mmHg}$,需机械通气支持)或心力衰竭(美国纽约心脏病协会心功能分级 IV 级)];④有溶栓或机械取栓的禁忌证(如既往颅内出血史、近 3 个月内有重大手术史、凝血功能障碍等);⑤临床资料不完整或 90 d 内失访。

1.2 研究方法

1.2.1 治疗方法

所有患者均接受机械取栓联合药物溶栓多模式介入治疗。

机械取栓:在药物溶栓的同时或之后,根据病情严重程度[以美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分为评估指标:NIHSS评分 ≥ 16 分判定为病情严重,NIHSS评分 < 16 分判定为病情相对较轻]及患者配合情况决定麻醉方式^[6]:病情严重或患者无法配合者采用全身麻醉,病情相对较轻且患者配合良好者采用局部麻醉联合镇静。确保血压维持在180/105 mmHg以下;患者平卧后,对双侧腹股沟区域进行消毒,利用Seldinger技术从右股动脉穿刺,插入8 F的导管鞘,执行脑动脉造影,以评估侧支血流的闭塞情况及其代偿机制。识别出责任血管,然后将8 F的导管与6 F的Navien中间导管一起引入到责任血管中。借助微导丝,将微导管推进至责任血管的阻塞部分,随后取出微导丝,完成微导管的定位。如果末梢血管畅通,将Solitaire AB支架推送到血栓位置并展开。支架定位后,维持大约5 min,随后完全释放支架。移除支架之后,停止经导管血流。同时,持续利用中间导管和引导导管进行负压吸引以管理血液流动。如有需要,可重复进行血栓移除操作。

药物溶栓:符合溶栓适应证且无禁忌证的患者,在发病4.5 h内给予阿替普酶静脉溶栓治疗,剂量为0.9 mg/kg(最大剂量90 mg),其中10%在1 min内进行静脉推注,其余90%在60 min内进行静脉滴注;发病4.5~6 h者,需结合影像学评估结果(头颅CT灌注成像/MRI提示存在缺血半暗带,且无明显梗死核心扩大)及患者个体差异(如无严重基础疾病、凝血功能正常)综合判断,符合条件者考虑使用尿激酶溶栓,剂量为100万~150万IU,加入0.9%氯化钠注射液100 mL中,30 min内静脉滴注完毕。

围手术期标准化治疗:术后24 h内,若患者无出血倾向,给予阿司匹林100 mg/d联合氯吡格雷75 mg/d口服,双联抗血小板治疗持续21 d后,改为阿司匹林100 mg/d长期维持;术后24 h内将收缩压控制在140~160 mmHg,舒张压控制在80~100 mmHg,避免血压骤降;空腹血糖控制在4.4~7.0 mmol/L,餐后2 h血糖控制在 < 10.0 mmol/L;根据患者情况给予脱水降颅压(如甘露醇)、预防感染、营养支持等对症治疗,定期监测血常规、凝血功能、肝功能等指标。

1.2.2 临床资料收集

包括年龄、性别、高血压史、糖尿病史、心房颤动史、高脂血症史、吸烟史、饮酒史、入院时及治疗后24 h、7 d和14 d的NIHSS评分^[7]、发病到入院时间(onset-to-door time, ODT)、实验室检查、影像学检查、治疗相关资料和随访记录等。其中实验室检查指标包括血常规(白细胞计数、中性粒细胞比例)、凝血功能(凝血酶原时间、活化

部分凝血活酶时间、D-二聚体)、肝肾功能(谷丙转氨酶、血肌酐、估算肾小球滤过率)、血糖、血脂(总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、甘油三酯);影像学检查包括术前头颅CT/MRI、头颅CT血管造影/MRI血管造影、脑灌注成像;治疗相关资料包括麻醉方式、取栓次数、溶栓药物种类与剂量、术后并发症(如出血、感染);随访记录采用门诊随访(术后1个月、3个月)结合电话随访(每月1次)的方式,记录患者治疗后90 d的生存状态,对于失访患者(连续2次电话未接通,且门诊未复诊),通过联系家属或社区卫生服务中心补充信息,若仍无法获取随访数据,则将其纳入失访病例并在统计分析中注明。

1.2.3 评分标准

神经功能检测:分别于术前及术后24 h、7 d和14 d采用NIHSS从患者意识水平、指令配合度等方面评估患者的神经功能,评分总分为0~42分,评分越低表明患者神经功能越好。

脑组织缺血情况检测:于术前采用阿尔伯特卒中项目早期CT评分(Alberta Stroke Program Early Computed Tomography Score, ASPECTS)^[8]评估患者脑组织缺血情况,分值0~10分,评分越高表明脑缺血累及范围越小、脑组织损伤越轻。临床实践中常以ASPECTS得分 ≥ 8 分作为提示患者预后良好的参考指标。

症状性颅内出血(symptomatic intracranial hemorrhage, sICH)^[9]:定义为再灌注治疗后24 h内,经CT/MRI检查新发现颅内出血,且满足以下任一条件,NIHSS评分较术前基线增加 ≥ 4 分;患者因颅内出血导致病死。

取栓后成功再通定义为术后血管造影显示责任血管血流达到脑梗死溶栓(治疗)分级2b级或3级。2b级:即 $\geq 2/3$ 受累血管分布区实现了血流再通;3级:梗死区域供血动脉完全再通,血流恢复正常。本研究中因32例患者未完整记录血管再通具体时间,故发病至再通时间暂未纳入统计;侧支循环状况因术前影像评估标准未统一,未参与组间比较;术后抗血小板/抗凝方案因18例患者存在用药调整使记录不完整,未纳入指标比较,上述缺失数据可能对后续模型分析产生一定偏倚。

1.3 样本量估算

预计接受多模式介入治疗的AIS患者90 d病死率约为15%。基于多因素Logistic回归分析对样本量的要求(事件数与变量数之比 ≥ 10),本研究计划纳入120例患者,预计发生病死事件约18例,最终实际纳入120例,病死14例,均具有完整的基线资料、围手术期资料及90 d随访结局,无病例因主要变量缺失而被排除,因此全部病例均用于后续多因素Logistic回归分析及预测模型构建。研究中拟纳入的自变量共12个,事件数与变量数之比为14:12 ≈ 1.17 ,虽未达到理想比例(≥ 10),但考虑到本研究

为单中心回顾性分析,已尽可能扩大样本量,且通过Bootstrap重抽样法进行内部验证以提高模型稳定性,结果解读时将充分考虑这一局限性。

1.4 统计学分析

采用SPSS 27.0软件进行数据的统计分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分率[例(%)]表示,两组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素Logistic回归分析筛选患者接受多模式介入治疗后病死风险的影响因素。预测模型采用Bootstrap法重抽样1 000次进行内部验证,模型预测的准确性采用校准曲线评估,通过Hosmer-Lemeshow检验($P>0.05$ 提示模型校准度良好)及校准斜率(接近1表明校准效果佳)量化评估模型预测概率与实际观测概率的一致性。采用受试者操作特征

(receiver operator characteristic, ROC)曲线评价模型的预测效能,计算曲线下面积(area under the curve, AUC)评价模型的区分效能(AUC>0.7提示模型具有中等及以上预测效能)。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者基线资料的比较

共纳入120例患者,其中生存组106例,病死组14例。两组患者的性别、年龄、吸烟史、饮酒史及脑梗死部位比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。病死组的高血压史($P=0.013$)、糖尿病史($P=0.008$)、心房颤动史($P=0.004$)及高脂血症史($P=0.008$)发生率高于生存组。病死组的术前NIHSS评分及术后各时间点的NIHSS评分均高于生存组($P<0.001$)。病死组的ASPECTS得分低于生存组($P<0.001$)。见表1。

表1 两组患者基线资料的比较

项目	生存组($n=106$)	病死组($n=14$)	χ^2/t 值	P 值
性别[例(%)]			0.456	0.499
男	62(58.49)	9(64.29)		
女	44(41.51)	5(35.71)		
年龄/岁; $(\bar{x} \pm s)$	61.32±11.45	63.78±10.87	0.789	0.432
高血压史[例(%)]	45(42.45)	11(78.57)	6.234	0.013
糖尿病史[例(%)]	38(35.85)	10(71.43)	6.987	0.008
心房颤动史[例(%)]	22(20.75)	8(57.14)	8.456	0.004
高脂血症史[例(%)]	30(28.30)	9(64.29)	7.123	0.008
吸烟史[例(%)]	40(37.74)	6(42.86)	0.145	0.703
饮酒史[例(%)]	35(33.02)	5(35.71)	0.045	0.832
脑梗死部位[例(%)]			0.017	0.897
前循环	70(66.04)	9(64.29)		
后循环	36(33.96)	5(35.71)		
术前NIHSS评分/分; $(\bar{x} \pm s)$	14.56±3.78	18.92±4.12	4.123	<0.001
术后24 h NIHSS评分/分; $(\bar{x} \pm s)$	11.23±3.45	16.78±3.89	5.678	<0.001
术后7 d NIHSS评分/分; $(\bar{x} \pm s)$	8.45±2.98	14.23±3.45	6.789	<0.001
术后14 d NIHSS评分/分; $(\bar{x} \pm s)$	6.12±2.34	12.45±3.12	7.234	<0.001
ASPECTS得分/分; $(\bar{x} \pm s)$	7.89±1.45	4.23±1.56	8.123	<0.001

注:NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表;ASPECTS=阿尔伯特卒中项目早期CT评分。

2.2 两组患者围手术期指标及术后并发症比较

生存组的ODT与病死组比较,差异无统计学意义。生存组的手术时长($P=0.001$)、sICH发生率($P<0.001$)、肺

部感染发生率($P<0.001$)与病死组比较,差异有统计学意义。见表2。

表2 两组患者围手术期相关指标及术后并发症比较

项目	生存组($n=106$)	病死组($n=14$)	t/χ^2 值	P 值
ODT/h; $(\bar{x} \pm s)$	6.45±0.89	6.78±0.92	1.234	0.221
手术时长/h; $(\bar{x} \pm s)$	5.78±0.67	6.45±0.72	3.456	0.001
取栓次数/次; $(\bar{x} \pm s)$	2.45±0.56	2.67±0.62	1.345	0.182
血栓逃逸[例(%)]	8(7.55)	2(14.29)	0.789	0.374
取栓后成功再通[例(%)]	100(94.34)	12(85.71)	1.234	0.267
术后并发症[例(%)]				
sICH	10(9.43)	7(50.00)	16.234	<0.001
肺部感染	15(14.15)	8(57.14)	14.567	<0.001

注:ODT=发病到入院时间;sICH=症状性颅内出血。

2.3 影响AIS患者治疗后病死风险的多因素 Logistic 回归分析

以患者多模式介入治疗后 90 d 病死为因变量(病死=1,生存=0),多因素 Logistic 回归分析结果显示,高血压

史、术后 24 h NIHSS 评分、sICH 及肺部感染是 AIS 患者治疗后病死的危险因素($P<0.05$),而 ASPECTS 得分是保护因素($P<0.05$)。见表 3。

表 3 影响患者预后的多因素 Logistic 回归分析

因素	B 值	SE 值	Wald χ^2 值	P 值	OR 值	95%CI
高血压史	0.689	0.301	5.234	0.022	1.987	1.102~3.567
糖尿病史	0.456	0.312	2.123	0.145	1.578	0.856~2.908
术后 24 h NIHSS 评分	0.581	0.256	5.123	0.024	1.789	1.083~2.956
ASPECTS 得分	-0.789	0.301	6.876	0.009	0.456	0.253~0.821
sICH	0.852	0.312	7.456	0.006	2.345	1.275~4.312
肺部感染	0.753	0.321	5.501	0.019	2.123	1.132~3.981

注:NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表;ASPECTS=阿尔伯特卒中项目早期 CT 评分;sICH=症状性颅内出血。

2.4 多模式介入治疗后患者病死风险的预测模型构建

基于多因素 Logistic 回归分析结果,构建预测 AIS 患者多模式介入治疗后病死风险的模型,各变量赋值方式如下:①高血压:有高血压病史或入院时收缩压 ≥ 140 mmHg 和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg 赋值为 1,无高血压病史且入院血压正常赋值为 0;②术后 24 h NIHSS 评分:为连续变量,按实际评估得分(0~42 分)直接代入;③ASPECTS 得分:连续变量,按术前实际评估得分(0~10 分)直接代入;④sICH:术后 24 h 内 CT/MRI 新发现颅内出血且 NIHSS 评分较术前基线增加 ≥ 4 分或因出血病死赋值为 1,无上述情况赋值为 0;⑤肺部感染:术后出现发热(体温 $\geq 38.5^{\circ}\text{C}$)、咳嗽咳痰等症状,结合血常规(白细胞计数 $>12\times 10^9/\text{L}$ 或 $<4\times 10^9/\text{L}$)及胸部影像学(CT 提示肺部炎症浸润影)确诊为肺部感染者赋值为 1,无肺部感染赋值为 0。

模型公式: $\text{logit}(P)=\beta_0+0.689\times\text{高血压}+0.581\times\text{术后 24 h NIHSS 评分}-0.789\times\text{ASPECTS 得分}+0.852\times\text{sICH}+0.753\times\text{肺部感染}$ 。

Bootstrap 法内部验证 1 000 次后的校准曲线显示模型预测结果与实际结果具有良好的一致性。验证后模型的 AUC 为 0.932,与原始模型的 AUC 值(0.932)相比差异较小,表明模型具有较好的稳定性,在不同样本的子集间预测效能波动较小。

Hosmer-Lemeshow 检验显示, $\chi^2=1.321,P=0.589$,表明模型拟合良好。见图 1。

按照诊断概率绘制预测 AIS 患者多模式介入治疗后病死风险的 ROC 曲线,计算得出最佳诊断阈值为 0.73,模型曲线下面积 AUC 值为 0.932,灵敏度为 92.86%,特异度为 90.57%,表明该模型具有较高的预测价值,见图 1、表 4。

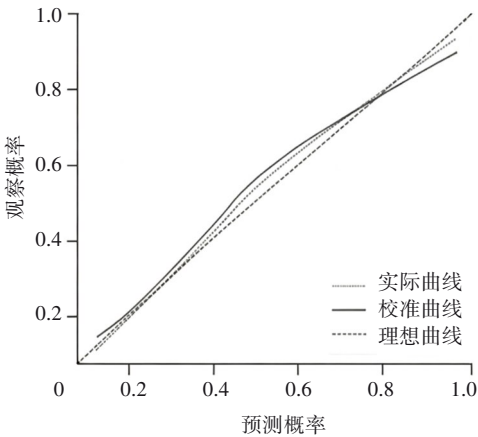


图 1 模型校准曲线

表 4 预测多模式介入治疗后患者病死风险的 ROC 曲线分析

项目	AUC	截断值	灵敏度/%	特异度/%	P 值
术后 24 h NIHSS 评分	0.712	14.56/分	85.71	68.87	<0.001
ASPECTS 得分	0.901	6.45/分	78.57	92.45	<0.001
高血压	0.689		71.43	66.04	0.012
肺部感染	0.701		57.14	74.53	0.015
sICH	0.723		64.29	79.25	0.008
联合检测	0.932	0.73	92.86	90.57	<0.001

注:NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表;ASPECTS=阿尔伯特卒中项目早期 CT 评分;sICH=症状性颅内出血。

3 讨论

AIS 作为一种严重威胁人类健康的脑血管疾病,每年有大量患者因 AIS 而陷入生命危机^[10]。患者一旦发病,脑组织会因缺血而迅速发生损伤,若不能及时得到有效治疗,神经功能损害会不断加重,进而引发一系列严重的

并发症,如肺部感染、深静脉血栓形成等。药物溶栓治疗主要是通过使用溶栓药物(如重组组织型纤溶酶原激活剂)来溶解堵塞脑血管的血栓,使闭塞的血管再通,恢复脑组织的血液灌注^[11-12]。而机械取栓则是利用特殊的取栓装置(如支架取栓器等)直接将血栓从血管内取出,能够快速、有效地实现血管再通。机械取栓联合药物溶栓的多模式介入治疗在降低AIS患者病死率方面具有显著的效果,通过及时、有效的血管再通,能够挽救濒临死亡的脑组织,减轻神经功能缺损程度,降低并发症的发生风险^[13]。尽管多模式介入治疗具有诸多优势,但仍有部分患者在治疗后病死,因此,深入研究影响患者病死风险的因素,并构建有效的预测模型,对于进一步优化治疗方案、降低AIS患者的病死率具有重要的临床意义。

高血压是AIS患者多模式介入治疗后病死的重要危险因素。在本研究中,高血压病史在病死组中的比例显著高于生存组,且多因素Logistic回归分析显示,高血压与患者病死风险显著相关。长期的高血压状态会导致血管内皮损伤、动脉粥样硬化及血管壁弹性下降,增加脑血管事件的发生风险^[14]。在多模式介入治疗后,高血压患者可能因血管脆性增加和血流动力学不稳定,更容易发生再灌注损伤或sICH,从而增加病死风险。

本研究单因素分析显示,糖尿病与病死风险相关,但在多因素分析中未成为危险因素,可能与样本量或共线性有关。糖尿病通过多种机制增加AIS患者的病死风险,包括加速动脉粥样硬化进程、增加血管炎症反应以及导致微血管病变。在多模式介入治疗中,糖尿病患者因血管条件较差,可能影响机械取栓和药物溶栓的效果,增加手术难度和并发症风险^[15]。糖尿病患者常伴有血糖波动和代谢紊乱,这些因素可能加重脑组织缺血再灌注损伤,导致神经功能进一步恶化。另外,糖尿病患者术后感染风险较高,尤其是肺部感染。

心房颤动是AIS患者多模式介入治疗后病死的重要危险因素。本研究中病死组心房颤动患者的比例高于生存组。心房颤动通过形成心源性血栓增加AIS的发生风险,尤其是大血管闭塞性卒中,心房颤动患者的血栓负荷通常较大,可能影响机械取栓的效果^[16-18]。心房颤动患者常伴有心功能不全和血流动力学不稳定,这些因素可能增加手术风险和术后并发症的发生率。因此,对于合并心房颤动的AIS患者,围手术期应优化抗凝治疗方案,密切监测血流动力学和神经功能变化,以降低病死风险。

NIHSS评分是评估AIS患者神经功能缺损程度的重要工具,也是预测患者预后的关键指标。在本研究中,术后24 h NIHSS评分被确定为患者多模式介入治疗后病死的危险因素。NIHSS评分越高,表明患者的神经功能缺损越严重,脑组织缺血损伤范围越大^[19]。术后24 h

NIHSS评分显著升高,往往提示其脑组织未能有效恢复灌注或存在再灌注损伤,这可能导致神经功能进一步恶化,增加病死风险。

ASPECTS是评估AIS患者脑组织缺血范围的重要工具,也是预测患者预后的关键指标。ASPECTS得分越高,表明脑缺血累及范围越小,患者的预后越好。ASPECTS得分较低往往提示其脑组织缺血范围较大,神经元损伤更严重,可能导致神经功能恢复困难,增加病死风险。研究证实,ASPECTS得分不仅反映缺血病灶范围,还与侧支循环状态、可挽救脑组织量密切相关,得分 ≥ 6 分时,通常提示患者侧支循环代偿良好,缺血半暗带占比高,即使存在大血管闭塞,仍有更多脑组织可通过及时再灌注恢复功能;而ASPECTS得分较低时,常伴随侧支循环衰竭,缺血半暗带已大量转化为不可逆梗死核心,此时即使实现血管再通,也难以改善神经功能预后,反而可能因再灌注损伤加重脑组织损伤^[20]。本研究表明,病死组患者的ASPECTS得分低于生存组,表明ASPECTS得分较低的患者病死风险显著增加。

本研究中两组患者取栓后成功再通率均较高,生存组与病死组比较差异无统计学意义,提示血管成功再通并不完全等同于良好的临床预后。血管再通仅是恢复脑组织灌注的前提,患者最终预后还受缺血持续时间、脑组织可挽救程度、侧支循环代偿能力及再灌注损伤等多种因素影响。因此,即使实现血管再通,部分患者仍可能因脑组织已发生不可逆损伤而预后不良。

围手术期指标和术后并发症是影响AIS患者多模式介入治疗后预后的重要因素。本研究比较了生存组和病死组患者的围手术期指标及术后并发症情况,发现生存组手术时间短于病死组,且术后sICH和肺部感染的发生率也低于病死组。手术时间的延长反映了手术过程中遇到了困难,例如血管解剖结构异常、血栓难以完全取出或术中发生并发症。这些因素可能导致脑组织缺血时间延长,进而加重神经元损伤,增加病死风险^[21]。手术时间的延长还可能增加患者暴露于麻醉和手术相关并发症的风险,例如血流动力学不稳定或感染等,这些都会进一步影响患者的预后。sICH不仅直接导致脑组织损伤,还可能引发颅内压升高、脑疝等严重后果,从而显著增加患者病死风险。sICH的发生与多种因素相关,包括患者基础疾病、治疗方式以及术后管理等。在本研究中,病死组患者sICH的发生率高于生存组。肺部感染的发生可能与患者术后卧床、吞咽功能障碍、气管插管等因素有关,其不仅增加了患者的呼吸系统负担,还可能导致全身炎症反应综合征、多器官功能衰竭等严重并发症。本研究中,病死组患者肺部感染的发生率高于生存组,提示肺部感染对患者预后的显著不良影响。当患者发生肺部感染时,病原体感染引发的全身炎症反应会诱发细胞因子风暴,加

重血脑屏障损伤,同时可能导致感染性休克、呼吸衰竭等并发症,与术后神经功能损伤形成恶性循环,尤其对于已存在脑组织缺血损伤的AIS患者,全身炎症反应会进一步抑制神经修复过程,最终显著增加病死风险。

预测模型的验证结果表明,该模型具有良好的一致性和拟合度。Bootstrap法内部验证1 000次后的校准曲线显示,模型预测结果与实际结果具有良好的一致性。Hosmer-Lemeshow检验表明模型拟合良好。ROC曲线显示,AUC为0.932,灵敏度为92.86%,特异度为90.57%,表明该模型具有较高的预测价值。

本研究通过回顾性分析120例接受机械取栓联合药物溶栓治疗AIS患者的临床资料,明确术后24 h NIHSS评分、sICH、肺部感染和高血压是患者治疗后90 d病死的主要危险因素,ASPECTS得分为保护性因素。基于上述指标构建的预测模型具有较高临床实用价值,其最佳使用时间点为术后24 h,可为临床实践提供针对性指导。该模型的适用人群为发病6 h内、符合血管内治疗适应证,并接受机械取栓联合药物溶栓治疗的AIS患者。临床应用中,可通过模型快速评估患者病死风险:对高风险患者加强术后监测,重点预防sICH和肺部感染;对合并高血压的患者优化血压控制方案,从而实现高危人群精准干预,进一步改善患者预后。本模型不仅能够为临床医生早期识别高危患者、制定个体化治疗方案提供精准参考,还可通过明确高风险人群特征,优化医疗资源分配,将有限的重症监护资源、康复干预资源优先集中于高风险患者,提升医疗服务效率。同时,对降低AIS患者术后病死风险、改善整体预后也具有直接推动作用。

本模型相较于GRACE评分和血管事件总体健康风险评估等现有模型具有一定的优势:一是指标更贴合多模式介入治疗场景,纳入了术后24 h NIHSS评分、sICH等治疗后动态指标,弥补现有模型未覆盖联合治疗特异性指标的不足;二是预测效能更高,针对多模式介入治疗后病死风险的AUC达0.932,显著优于现有模型的0.75~0.85;三是应用更便捷,5项指标均为临床常规监测项,无需复杂检测,基层医院也可使用。其适用于发病6 h内接受多模式介入治疗的AIS患者,可助力精准干预。本研究为优化治疗方案、降低病死风险提供了理论支持,同时也为后续相关研究提供了重要的数据基础和参考框架。

本研究也存在局限性:①本研究为单中心回顾性研究,受回顾性设计固有属性影响,存在选择偏倚;②部分临床数据依赖电子病历与纸质档案回顾,可能存在数据记录不完整或缺失的情况,对分析结果的准确性产生一定影响;③发病至血管再通时间是影响AIS患者预后的重要因素,但由于部分患者相关时间节点记录不完整,未将其纳入本研究分析,可能对结果产生一定影响;④尽管本研究采用Bootstrap法进行了内部验证,但仍不能完全解

决小样本条件下模型不稳定及预测效能可能被高估的问题,因此结果需谨慎解释;⑤本研究仅基于一个医院的患者数据构建并验证模型,未在其他中心或不同人群中开展外部验证,无法充分评估模型的泛化能力,应视为探索性风险评估工具,其临床应用价值仍需通过更大样本量、多中心外部队列进行验证和校准。

综上所述,本研究基于术后24 h NIHSS评分、sICH、肺部感染、高血压及ASPECTS得分构建的预测模型对AIS患者接受机械取栓联合药物溶栓治疗后病死风险具有较高预测效能,可辅助临床早期识别高危患者。

参 考 文 献

- [1] 柳平,赵星鹏,余鸽鸽,等. vWF、ADAMTS13预测急性缺血性脑卒中介入手术后脑出血转化的价值[J]. 疾病监测与控制, 2025, 19(3): 197-200, 208.
- [2] 骆艳伟,邹双骏,马亚新,等. 三酰甘油/载脂蛋白A1比值与急性缺血性脑卒中患者病情、预后的关系[J]. 中华神经外科疾病研究杂志, 2025, 19(5): 86-90.
- [3] 陈英道,李国辉,张岐平,等. 前循环大血管闭塞型急性缺血性脑卒中患者机械取栓术后预后不良的影响因素分析及其风险预测列线图模型构建[J]. 实用心脑血管病杂志, 2025, 33(5): 52-58.
- [4] 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. 中国急性缺血性卒中诊治指南2023[J]. 中华神经科杂志, 2024, 57(6): 523-559.
- [5] VAN SWIETEN J C, KOUDESTAAL P J, VISSER M C, et al. Interobserver agreement for the assessment of handicap in stroke patients[J]. Stroke, 1988, 19(5): 604-607.
- [6] 周静,孙军,汪宁,等. 血清LncRNA HCG11及miR-26b-5p与急性缺血性脑卒中患者脑梗死面积及功能预后的相关性[J]. 西南医科大学学报, 2025, 48(1): 81-86.
- [7] BROTT T, ADAMS H P Jr, OLINGER C P, et al. Measurements of acute cerebral infarction: a clinical examination scale[J]. Stroke, 1989, 20(7): 864-870.
- [8] BARBER P A, DEMCHUK A M, ZHANG J, et al. Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. ASPECTS Study Group. Alberta Stroke Programme Early CT Score[J]. Lancet, 2000, 355(9216): 1670-1674.
- [9] VON KUMMER R, BRODERICK J P, CAMPBELL B C V, et al. The Heidelberg bleeding classification: classification of bleeding events after ischemic stroke and reperfusion therapy[J]. Stroke, 2015, 46(10): 2981-2986.
- [10] ZAHARIA A L, OPREA V D, COADĂ C A, et al. Serum caspase-3 levels as a predictive molecular biomarker for acute ischemic stroke[J]. Int J Mol Sci, 2024, 25(12): 6772.
- [11] 敖平,柯红,高超,等. 正五聚蛋白3、基质金属蛋白酶-9及网膜素-1在急性缺血性脑卒中介入前后水平变化及联合预测预后价值[J]. 心脑血管病防治, 2024, 24(3): 59-63.
- [12] 吾尔娜,裴斐,史名杨,等. 阿替普酶静脉溶栓治疗AIS患

- 者短期不良反应观察[J]. 中南医学科学杂志, 2023, 51(6): 901-903.
- [13] 徐禄玉,丁业玲,黄燕,等. 急性缺血性脑卒中病人介入取栓术后6个月死亡风险列线图模型的构建与验证[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2023, 21(20): 3818-3823.
- [14] 王友芳,李兴超,朱晓松,等. 脉压差值对不同年龄急性缺血性脑卒中患者血管内介入治疗短期预后的预测作用研究[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2023, 25(6): 617-620.
- [15] CAI S K, LI Y, SUN B, et al. Red blood cell distribution width combined with age as a predictor of acute ischemic stroke in stable COPD patients[J]. *Front Neurol*, 2023, 14: 1165181.
- [16] 乔娜,耿德勤. 早期降压治疗对不同TOAST分型AIS合并血压升高患者疗效及预后的影响[J]. 中南医学科学杂志, 2022, 50(5): 687-690.
- [17] BEYAN C, BEYAN E. Mean platelet volume may not be a predictive marker for adverse prognosis in patients with acute ischemic stroke[J]. *J Clin Neurosci*, 2022, 106: 226-227.
- [18] SCHMIDT R F, SWEID A, MOUCHTOURIS N, et al. Predictors of first-pass reperfusion for mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke[J]. *Clin Neurol Neurosurg*, 2022, 219: 107314.
- [19] ARMAIGNAC D, RAMAMOORTHY V, RUBENS M B. 764: Association between ICU risk prediction scores and ICU needs among acute ischemic stroke patients[J]. *Crit Care Med*, 2022, 50(1): 376.
- [20] VILIONSKIS A, GAIGALAITIS V, SALASEVICIUS L, et al. Association between systolic blood pressure parameters and unexplained early neurological deterioration (UnND) in acute ischemic stroke patients treated with mechanical thrombectomy[J]. *Ther Adv Neurol Disord*, 2022, 15: 17562864221093524.
- [21] 简晓莉,刘超,尹思源,等. 蛭龙活血通瘀胶囊对风痰瘀阻型急性缺血性脑卒中患者外周血TNF- α 、IL-1 β 、IL-6及神经功能的影响[J]. 西南医科大学学报, 2021, 44(1): 36-40.

责任编辑:龚学民