

基于侧支循环评分及临床特征构建急性前循环缺血性脑卒中机械取栓预后列线图预测模型

张洋^{1,2}, 陈莎², 陈彤¹, 张笑影¹, 周业文³, 王恩乐³, 张鹏^{4*}

(1. 徐州市中心医院神经内科, 江苏 徐州 221009; 2. 徐州医科大学徐州临床学院, 江苏 徐州 221009;
3. 东南大学医学院, 江苏 南京 210009; 4. 徐州市中心医院老年科)

摘要: 目的 探讨急性前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中(AIS-ACLVO)血管内机械取栓治疗患者预后的影响因素,并基于侧支循环评分及临床特征构建新的列线图模型用于预测患者的预后情况。**方法** 回顾性连续纳入2021年1月—2023年12月徐州市中心医院急诊脑卒中绿色通道或神经内科收治的AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者159例。根据90天改良Rankin量表(mRS)评分分为预后良好组(mRS评分0—2分,68例)和预后不良组(mRS评分3—6分,91例)。采用单因素分析筛选对治疗转归有影响的因素,Boruta算法筛选与结局指标相关的预测变量,多因素logistic回归确定AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者90d临床预后的独立危险因素,随后基于上述独立危险因素建立预测模型。以受试者工作特征(ROC)曲线下面积(AUC)评估该预测模型的区分度,以校准曲线反映预测模型的校准度,绘制列线图。**结果** 单因素分析及Boruta算法显示年龄、吸烟史、入院血糖水平、基线美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、淋巴细胞比值、Alberta卒中项目早期CT评分(ASPECTS评分)、Tan评分、发病至入院时间为预后的影响因素。将以上指标纳入多因素logistic回归分析,结果显示吸烟史、基线NIHSS评分、入院血糖水平、ASPECTS评分、Tan评分、发病至入院时间是AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者90d临床预后的独立危险因素。建立预测模型,AUC为0.918(95%CI:0.876~0.960, $P<0.001$),敏感度为0.901,特异度为0.794,最大约登指数为0.695。模型的校准曲线贴近理想曲线。临床决策曲线分析提示模型有临床应用价值。**结论** 吸烟史、基线NIHSS评分、入院血糖水平、ASPECTS评分、Tan评分、发病至入院时间是AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者90d临床预后的独立危险因素。基于侧支循环评分及临床特征构建的列线图预测模型对于评估AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者90d临床预后有一定的预测价值。

关键词: 缺血性脑卒中;前循环;机械取栓;预后;预测模型

中图分类号: R743.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-3882(2025)05-0339-07

DOI: 10.12467/j.issn.2096-3882.20240767

Construction of a prognostic prediction model of endovascular mechanical thrombectomy for acute anterior circulation ischemic stroke based on collateral circulation score and clinical features

ZHANG Yang^{1,2}, CHEN Sha², CHEN Tong¹, ZHANG Xiaoying¹, ZHOU Yewen³, WANG Enle³, ZHANG Peng^{4*}

(1. Department of Neurology, Xuzhou Central Hospital, Xuzhou, Jiangsu 221009, China;

2. School of Xuzhou Clinical Medicine, Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu 221009;

3. Southeast University School of Medicine, Nanjing, Jiangsu 210009; 4. Department of Geriatrics, Xuzhou Central Hospital)

Abstract: Objective To investigate the prognostic factors influencing patients who were diagnosed with acute ischemic stroke with anterior circulation large vessel occlusion (AIS-ACLVO) and underwent endovascular mechanical thrombectomy, and to construct a novel scoring model that incorporates collateral circulation score and clinical features for predicting patient prognosis. **Methods** This retrospective study included 159 patients with AIS-ACLVO who were

基金项目: 江苏省中医药科技发展计划面上项目(MS2023077);江苏省高校重点实验室开放课题面上项目(XZSYSKF2023016);徐州市科学技术局重点研发技术项目(KC22169, KC22176);徐州市中心医院硕士创新团队课题(XZS201663)

* 通信作者, E-mail: huayingliehuo@163.com

admitted to the Emergency Stroke Green Channel or Neurology Department of Xuzhou Central Hospital and underwent endovascular mechanical thrombectomy from January 2021 to December 2023. According to the 90-day modified Rankin Scale (mRS) score, the patients were divided into two groups: a good prognosis group (mRS scores 0–2, $n=68$) and a poor prognosis group (mRS scores 3–6, $n=91$). Univariate analysis was used to identify factors influencing treatment outcomes, and the Boruta algorithm was applied to screen predictive variables related to the outcome indicators. Multivariate logistic regression was used to determine the independent risk factors for 90-day clinical prognosis of AIS-ACLVO patients after endovascular mechanical thrombectomy, and a prediction model was constructed. The model's discrimination was assessed using the area under the receiver operating characteristic (ROC) curve (AUC), and its calibration was evaluated using calibration curves. A nomogram was constructed. **Results** Univariate and Boruta algorithm analysis showed that age, smoking history, blood glucose level at admission, baseline National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score, lymphocyte ratio, Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS), Tan score, and the interval from onset to admission were closely related to prognosis. The above indicators were incorporated into the multivariate logistic regression analysis, which demonstrated that smoking history, baseline NIHSS score, blood glucose level at admission, ASPECTS, Tan score, and the interval from onset to admission were independent risk factors for the 90-day clinical prognosis of patients with AIS-ACLVO after endovascular mechanical thrombectomy. The established prediction model showed an AUC of 0.918 (95%CI: 0.876~0.960, $P<0.001$), with a sensitivity of 0.901, a specificity of 0.794, and a maximum Youden index of 0.695. The calibration curve of the model approximated with the ideal curve. Decision curve analysis suggested that the model has clinical utility. **Conclusions** Smoking history, baseline NIHSS score, blood glucose level at admission, ASPECTS, Tan score, and the interval from onset to admission are independent risk factors for 90-day clinical prognosis of AIS-ACLVO patients after endovascular mechanical thrombectomy. The predictive model based on collateral circulation score and clinical features has certain predictive value for assessing the 90-day clinical prognosis of AIS-ACLVO patients after endovascular mechanical thrombectomy.

Key words: acute ischemic stroke; anterior circulation; endovascular mechanical thrombectomy; prognosis; prediction model

急性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke, AIS) 具有高发病率、高致残率、高死亡率的特点,给患者及其家庭和社会带来了沉重的负担。因此,尽早尽快完成患者的血管再通对挽救缺血半暗带、改善预后及功能恢复有着非常重要的意义。虽然静脉溶栓能够部分改善发病时间窗内 AIS 患者治疗后 3 个月的总体临床预后,但急性大血管闭塞所致的脑卒中患者血管再通率低^[1]。近年来,血管内介入治疗技术的蓬勃发展为急性前循环大血管闭塞性缺血性脑卒中 (acute ischemic stroke with anterior circulation large vessel occlusion, AIS-ACLVO) 的治疗提供了新的选择,可以有效改善患者预后和术后生活质量^[2],并获得了国内外指南的一致推荐^[3]。然而,部分 AIS-ACLVO 患者接受血管内机械取栓治疗后预后仍不佳。Goyal 等^[4]的研究结果显示血管内机械取栓患者预后不良占比为 54%。

2009 年 Tan 等^[5]在对 AIS 患者的系统比较研究中提出了针对软脑膜动脉血管侧支循环的 Tan 评分。该评分简单可行,主要通过 CT 血管成像 (CTA) 对 AIS-ACLVO 患者的侧支循环代偿进行评估。软脑膜动脉血管网具有代偿缺血脑组织血流

功能,其代偿能力可以预测 AIS 患者的预后^[6-7]。

本研究旨在探讨影响 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者预后的独立危险因素,并分析基于侧支循环评分及临床特征构建的预测模型对 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者 90 d 临床预后的预测价值,为临床治疗提供更精准的指导。

1 资料和方法

1.1 资料来源 回顾性连续纳入 2021 年 1 月—2023 年 12 月徐州市中心医院急诊脑卒中绿色通道或神经内科收治的因 AIS-ACLVO 需行血管内机械取栓治疗的患者。

1.2 研究对象 纳入标准:①患者有急性脑卒中临床症状,颅脑 CT 平扫检查排除脑出血;②经 CTA 检查证实为颈内动脉闭塞(同侧大脑中动脉无代偿)、大脑中动脉 M1/M2 段闭塞;③年龄 ≥ 18 岁;④发病前改良 Rankin 量表(mRS)评分 ≤ 2 分;⑤入院时美国国立卫生研究院卒中量表评分(NIHSS) ≥ 6 分;⑥发病时间在 24 h 以内;⑦已实施血管内机械取栓的病例。排除标准:①术前影像学检查清晰度差,影响判读;②存在严重心、肺、肝、肾等重要器官功能不

全,预期寿命不足6个月;③基线资料不全或缺失随访数据。本研究经徐州市中心医院伦理委员会批准(XZXY-LJ-20201030-053)。

1.3 预测变量 收集患者的人口统计学指标(性别、年龄)、既往病史(高脂血症、高血压病、糖尿病、心房颤动、冠状动脉粥样硬化性心脏病、脑卒中、吸烟、饮酒)、基线NIHSS评分、入院血压、入院血糖、基线实验室检查(红细胞计数、白细胞计数、血小板计数、中性粒细胞计数、淋巴细胞比值、血红蛋白)、静脉溶栓、影像学资料及评分[Alberta卒中项目早期CT评分(ASPECTS)、高密度征、Tan侧支循环评分]、类肝素药物治疗急性缺血性脑卒中试验(TOAST)分型、时间间隔(发病至入院时间、入院至股动脉穿刺时间、穿刺至血管再通时间)、改良脑梗死溶栓治疗(mTICI)血流灌注分级等。Tan侧支循环评分方法:基于CTA的一种侧支循环评估方法,通过观察闭塞血管远端血流情况来评估侧支循环状态^[5]。评分标准:0分,缺乏侧支代偿;1分,软脑膜动脉侧支充盈≤50%;2分,侧支充盈>50%;3分,侧支充盈100%。0—1分表示侧支循环不良,2—3分表示侧支循环良好。

1.4 结局变量 所有患者采用电话或门诊随访,随访截止时间为2024年3月。根据90 d mRS评分判断预后,0—2分定义为预后良好,3—6分定义为预后不良,6分为死亡。

1.5 统计学方法 应用SPSS 23.0和R4.2.2软件进行统计学分析。正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 t 检验;偏态分布的计量

资料用中位数(四分位数)[$M(Q1,Q3)$]表示,组间比较采用Mann-Whitney U 秩和检验;计数资料用例(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验或Fisher精确概率法;使用R4.2.2软件的“Boruta”包分析筛选出与结局指标密切相关的变量。多因素logistic回归分析筛选AIS-ACLVO的独立危险因素;建立AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者预后的预测模型,并绘制受试者工作特征(ROC)曲线评价模型的预测效能;使用Hosmer-Lemeshow 检验和校准曲线(Bootstrap法自抽样1 000次进行内部验证)评价该模型的校准度。采用R软件的“rmda”包绘制临床决策曲线。最后绘制列线图展示变量间相对重要性。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 取栓患者临床预后单因素分析 2021年1月—2023年12月共有241例患者接受机械取栓治疗,其中53例为椎基底动脉闭塞患者,6例术前mRS评分≥2分,10例影像学资料有伪影或其他原因致无法判读,6例基线资料不全,7例失访,最终共收集AIS-ACLVO血管内机械取栓治疗患者159例,其中预后良好组68例,预后不良组91例。预后良好组和预后不良组患者在年龄、糖尿病史、吸烟史、基线NIHSS评分、入院血糖水平、血小板计数、淋巴细胞比值、ASPECTS评分、Tan评分、发病至入院时间方面的差异有统计学意义($P<0.05$)。2组在其他指标方面的差异无统计学意义(均 $P>0.05$),见表1。

表1 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者 90 d 临床预后单因素分析

指标	预后良好组($n=68$)	预后不良组($n=91$)	检验值	P
男性[例(%)]	38(55.9)	48(52.7)	0.154	0.695
年龄(岁)	64.50(57.00,74.00)	74.00(66.00,81.00)	-4.082	<0.001
既往病史[例(%)]				
高脂血症	7(10.3)	11(12.1)	0.125	0.724
高血压病	44(64.7)	67(73.6)	1.469	0.225
糖尿病	11(16.2)	28(30.8)	4.477	0.034
心房颤动	21(30.9)	38(41.8)	1.973	0.160
冠状动脉粥样硬化性心脏病	11(16.2)	25(27.5)	2.835	0.092
脑卒中	13(19.1)	20(22.0)	0.194	0.660
吸烟	12(17.6)	33(36.3)	6.647	0.010
饮酒	8(11.8)	10(11.0)	0.023	0.879
基线NIHSS评分(分)	14.00(10.00,19.00)	21.00(15.00,30.00)	-4.906	<0.001

续表 1

指标	预后良好组(<i>n</i> =68)	预后不良组(<i>n</i> =91)	检验值	<i>P</i>
入院收缩压(mmHg)	145.50(130.00,165.00)	148.00(135.00,165.00)	-0.366	0.714
入院舒张压(mmHg)	85.00(75.00,90.00)	80.00(75.00,89.00)	1.259	0.208
入院血糖水平(mmol/L)	6.10(5.40,7.60)	7.65(6.20,9.66)	-3.415	<0.001
红细胞计数($\times 10^{12}/L$)	4.39(4.11,4.82)	4.43(4.05,4.78)	-0.007	0.994
白细胞计数($\times 10^9/L$)	8.55(6.66,10.56)	8.60(6.35,11.16)	-0.270	0.787
血小板计数($\times 10^9/L$)	209.50(175.50,269.00)	195.00(147.00,234.00)	2.225	0.026
中性粒细胞计数($\times 10^9/L$)	6.41(4.18,8.11)	6.45(4.50,8.95)	-0.761	0.447
淋巴细胞比值(%)	15.40(12.20,20.28)	12.50(9.00,16.40)	3.116	0.002
血红蛋白(g/L)	140.50(128.25,151.00)	135.00(126.00,148.00)	0.944	0.345
静脉溶栓[例(%)]	23(33.8)	30(33.0)	0.013	0.910
ASPECTS 评分(分)	8.00(7.00,8.00)	6.00(6.00,7.00)	5.182	<0.001
高密度征[例(%)]	34(50.0)	54(59.3)	1.374	0.241
Tan 评分(分)	2.00(2.00,3.00)	1.00(1.00,2.00)	5.656	<0.001
TOAST 分型[例(%)]			1.200	0.787
大动脉粥样硬化型	27(39.7)	34(37.4)		
心源性栓塞型	20(29.4)	29(31.9)		
其他原因型	1(1.5)	4(4.4)		
不明原因型	20(29.4)	24(26.4)		
左侧大脑半球[例(%)]	38(55.9)	51(56.0)	0.001	0.984
时间间隔(min)				
发病至入院时间	178.00(79.00,322.25)	283.00(132.00,480.00)	-2.654	0.008
入院至穿刺时间	146.50(114.00,190.00)	156.00(111.00,206.00)	-0.056	0.956
穿刺至再通时间	58.00(45.00,77.50)	63.00(50.00,110.00)	-1.678	0.093
mTICI 分级[例(%)]			0.851	0.356
<2b 级	0	3(3.3)		
≥2b 级	68(100)	88(96.7)		

1 mmHg=0.133 kPa

2.2 影响预后因素的提取与筛选 将单因素分析结果中有意义的指标($P<0.05$)纳入 Boruta 算法进行筛选。结果显示,确认相关的变量为 Tan 评分、ASPECTS 评分、基线 NIHSS 评分、吸烟史、发病至入院时间、淋巴细胞比值、年龄,可疑相关变量为入院血糖水平。

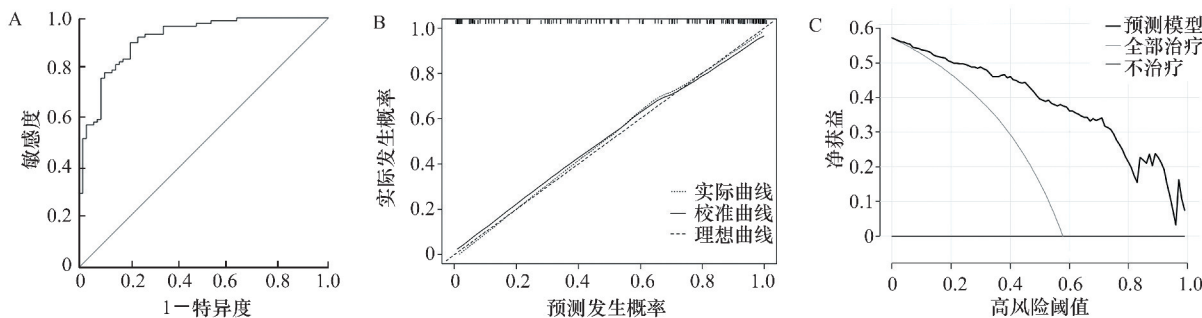
2.3 取栓患者临床预后多因素 logistic 回归 将 Boruta 算法筛选的变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示吸烟史($OR=11.435, 95\%CI:3.244\sim 40.303, P<0.001$)、基线 NIHSS 评分($OR=1.115,$

$95\%CI:1.046\sim 1.188, P<0.001$)、入院血糖水平($OR=1.227, 95\%CI:1.004\sim 1.500, P=0.045$)、ASPECTS 评分($OR=0.369, 95\%CI:0.221\sim 0.616, P<0.001$)、Tan 评分($OR=0.289, 95\%CI:0.156\sim 0.535, P<0.001$)、发病至入院时间($OR=1.003, 95\%CI:1.001\sim 1.005, P=0.008$)是 AIS-ACLV0 血管内机械取栓治疗患者 90 d 临床预后的独立危险因素。

2.4 预测模型的评价 根据上述 6 种独立危险因素,建立基于侧支循环评分及临床特征的预测模型。

预测模型的 ROC 线下面积 (AUC) 为 0.918 (95% CI: 0.876 ~ 0.960, $P < 0.001$), 最大约登指数为 0.695, 敏感度为 0.901, 特异度为 0.794, 该预测模型具有较好的预测效能, 见图 1A。Hosmer-Lemeshow 检验显示, 该模型的拟合优度较好 ($\chi^2 = 8.591$, $P = 0.378$)。使用 Bootstrap 法自抽样 1 000

次进行内部验证, 平均绝对误差为 0.022。预测模型的实际曲线与校准曲线较贴合理想曲线, 可见该预测模型预测风险与实际风险具有一致性, 见图 1B。决策曲线分析表明, 该预测模型在 0~1.0 高风险阈值取值范围内与全部治疗和不治疗两种治疗策略相比, 具有更高的临床价值, 见图 1C。

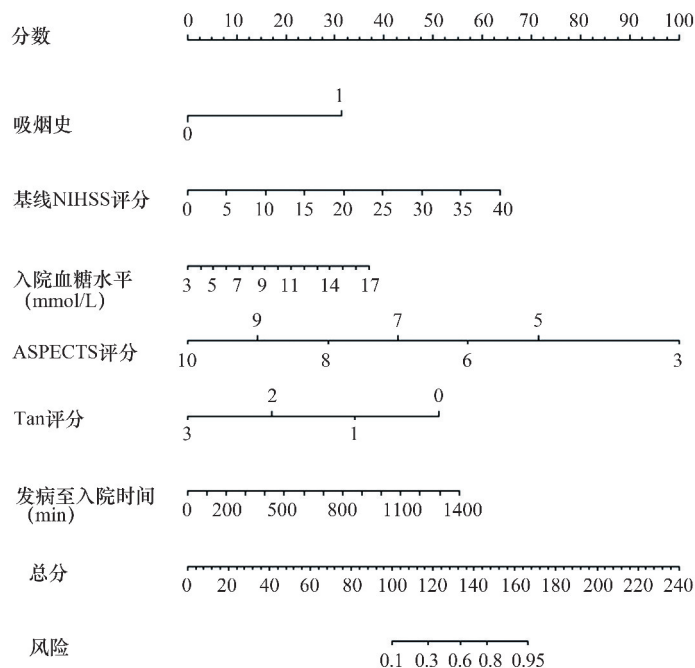


A. ROC 曲线; B. 校准曲线; C. 临床决策曲线

图 1 预测模型的评价

2.5 构建列线图 列线图中线段的长短反映了变量之间的相对重要性。使用列线图时, 将预测变量吸烟史、基线 NIHSS 评分、入院血糖水平、ASPECTS 评分、Tan 评分、发病至入院时间分别取值, 对照分

数评分标尺获得相应分数, 然后将每个变量获得的分数相加得到总分, 对应风险轴的值即为 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者 90 d 预后不良的风险, 见图 2。



吸烟史“0”代表不吸烟, “1”代表吸烟

图 2 AIS-ACLVO 机械取栓治疗患者预后预测列线图

3 讨论

AIS-ACLVO 是 AIS 预后较差的亚型之一, 即使接受机械取栓治疗, AIS-ACLVO 患者仍有 29.0% ~

67.4% 的可能性预后不良^[8-10]。因此, 研究如何快速评估患者病情及预测术后转归至关重要。

Tan 评分是一种基于 CTA 的最大密度投影图像进行侧支循环评估的方法, 获取相对简单、快速。既

往有学者对 Tan 评分进行了研究,发现 Tan 评分具有较高的信度 ($Kappa = 0.826$) 和效度 ($rs = 0.680$)^[11]。本研究发现,Tan 评分是患者 90 d 临床预后的影响因素,评分越高,患者预后越好,且重要性远高于其他临床特征。另外,本研究结果证实了 Tan 评分是 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者 90 d 预后不良的独立危险因素。Tan 评分越低,患者的侧支循环代偿能力越差,与既往的研究结果一致^[12-13]。侧支循环能保证闭塞或狭窄动脉所在区域的基本血供^[14],减少梗死核心体积^[15],延长脑组织存活时间,有利于患者的预后改善^[16],因此侧支循环差的患者更易出现不可逆和更大的局部缺血核心病变^[17]。

NIHSS 评分通常用于评估 AIS 患者神经功能受损的程度。既往多项研究表明,基线 NIHSS 评分是血管内机械取栓治疗患者 90 d 预后不良的独立危险因素^[18-20],本研究获得了相同的结论。基线 NIHSS 评分每增加 1 分,短期神经功能恶化的发生风险增加 11.5%。因此许多研究都将 NIHSS 评分作为卒中预后的预测指标^[21-23]。

ASPECTS 评分是 Barber 等^[24]于 2000 年提出的一个评估核心梗死大小的评分工具,评分越低则代表梗死核心面积越大。Desilles 等^[25]的研究发现,ASPECTS 评分 ≥ 6 分的患者具有更高的良好预后率,同时也发现 ASPECTS 评分 < 5 分的患者,无论术后是否再通,获得良好临床转归的比例均很低。多项研究结果显示,ASPECTS 评分低与接受 AIS 血管内治疗的患者 90 d 不良转归密切相关^[26-27],这与本研究结果相一致。本研究发现,ASPECTS 评分是 AIS-ACLVO 患者 90 d 预后的独立保护因素,ASPECTS 评分越高,患者 90 d 预后良好概率越大。

本研究结果表明,入院时的血糖水平对患者 90 d 临床转归存在影响。原因可能是,患者在发生 AIS 时,糖皮质激素和肾上腺素分泌增加,继而导致血糖升高。此外,高血糖会影响缺血部位脑组织的线粒体功能,导致神经细胞内酸性物质增加和细胞死亡,引起脑组织损伤和水肿,增加梗死核心体积,从而影响神经功能恢复^[28]。一项研究指出,部分患者在入院时若存在血糖升高或有糖尿病史,可导致住院时间延长和死亡率增加^[29]。本研究在进行单因素分析时发现,糖尿病患者较其他患者更易出现不良预后,但因其易受患者年龄、生活习惯、地域、服药情况等影响,不能独立影响患者的临床预后。

本研究发现,发病至入院时间同样影响 AIS-

ACLVO 取栓患者的 90 d 预后。患者神经功能的恢复与是否能够尽早接受治疗密切相关。早期且快速地进行有效的治疗,有助于最大程度地减少患者脑缺血和缺氧时间,保护神经功能,继而改善患者的临床预后。Gomez 等^[30]的研究也证实了上述观点。本研究结果还显示,吸烟是 AIS-ACLVO 患者接受血管内机械取栓治疗后 90 d 不良转归的独立危险因素。此结论与之前的研究结果一致^[31-32]。

根据上述指标建立的列线图预测模型在评估 AIS-ACLVO 血管内机械取栓治疗患者 90 d 临床预后方面具有较高的特异度和敏感度,在临床实践中也具有一定的适用性和可行性。但是,本研究也存在局限性。首先是样本量小,未来将进一步扩大样本量,避免选择偏倚;其次,本研究缺乏外部验证,有待于未来增加多中心研究,以进一步评估列线图的预测能力。

参考文献:

- [1] Seners P, Turc G, Maier B, et al. Incidence and predictors of early recanalization after intravenous thrombolysis: a systematic review and meta-analysis[J]. *Stroke*, 2016, 47(9):2409-2412.
- [2] Ko SB, Park HK, Kim BM, et al. 2019 update of the Korean clinical practice guidelines of stroke for endovascular recanalization therapy in patients with acute ischemic stroke[J]. *J Stroke*, 2019, 21(2):231-240.
- [3] 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, 中华医学会神经病学分会神经血管介入协作组. 中国急性缺血性卒中早期血管内介入诊疗指南 2022[J]. *中华神经科杂志*, 2022, 55(6):565-580.
- [4] Goyal M, Menon BK, van Zwam WH, et al. Endovascular thrombectomy after large-vessel ischaemic stroke: a meta-analysis of individual patient data from five randomised trials[J]. *Lancet*, 2016, 387(10029):1723-1731.
- [5] Tan IL, Demchuk AM, Hopyan J, et al. CT angiography clot burden score and collateral score: correlation with clinical and radiologic outcomes in acute middle cerebral artery infarct[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2009, 30(3):525-531.
- [6] Liebeskind DS, Woolf GW, Shuaib A, et al. Collaterals 2016: translating the collaterome around the globe[J]. *Int J Stroke*, 2017, 12(4):338-342.
- [7] 陈聚惠. 急性缺血性脑卒中侧支循环的影像评估[J]. *国际医学放射学杂志*, 2019, 42(3):303-307.
- [8] Campbell BCV, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11):1009-1018.
- [9] Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(11):1019-1030.
- [10] Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8

- hours after symptom onset in ischemic stroke[J]. *N Engl J Med*, 2015,372(24):2296-2306.
- [11] 王国防,李刚,孔岩,等. 基于 CT 血管造影的侧支循环评分方法比较研究[J]. *中华神经医学杂志*, 2018,17(1):19-24.
- [12] Jansen IH, Berkhemer OA, Yoo AJ, et al. Comparison of CTA- and DSA-based collateral flow assessment in patients with anterior circulation stroke[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2016,37(11):2037-2042.
- [13] Nordmeyer H, Webering N, Chapot R, et al. The association between collateral status, recanalization and long term outcome in stroke patients treated with stent retrievers - Are there indications not to perform thrombectomy based on CT angiography? [J]. *J Neuroradiol*, 2017,44(3):217-222.
- [14] Bernardo-Castro S, Sousa JA, Brús A, et al. Pathophysiology of blood-brain barrier permeability throughout the different stages of ischemic stroke and its implication on hemorrhagic transformation and recovery[J]. *Front Neurol*, 2020,11:594672.
- [15] Vagal A, Aviv R, Sucharew H, et al. Collateral clock is more important than time clock for tissue fate[J]. *Stroke*, 2018,49(9):2102-2107.
- [16] 王海波,郭志松,代荣钦,等. 急性缺血性脑卒中病人侧支循环病变程度、血红蛋白水平与预后的关系[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2022,20(22):4200-4203.
- [17] Yassi N, Churilov L, Campbell BCV, et al. The association between lesion location and functional outcome after ischemic stroke[J]. *Int J Stroke*, 2015,10(8):1270-1276.
- [18] Marnat G, Gory B, Sibon I, et al. Mechanical thrombectomy failure in anterior circulation strokes: Outcomes and predictors of favorable outcome[J]. *Eur J Neurol*, 2022,29(9):2701-2707.
- [19] Pistocchi S, Strambo D, Bartolini B, et al. MRI software for diffusion-perfusion mismatch analysis may impact on patients' selection and clinical outcome[J]. *Eur Radiol*, 2022,32(2):1144-1153.
- [20] Campbell BCV, Hill MD, Rubiera M, et al. Safety and efficacy of solitaire stent thrombectomy: individual patient data meta-analysis of randomized trials[J]. *Stroke*, 2016,47(3):798-806.
- [21] Simoni-Bazziconi L, Azri-Negadi F, Merrien FM, et al. Estimated number of eligible patients for mechanical thrombectomy based on NIHSS and population-based Brest stroke registry[J]. *Rev Neurol (Paris)*, 2022,178(6):546-557.
- [22] Kazi SA, Siddiqui M, Majid S. Stroke outcome prediction using admission nihss in anterior and posterior circulation stroke[J]. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2021,33(2):274-278.
- [23] 蒋雅,孙萍,伍国锋,等. 大血管闭塞性急性缺血性脑卒中病人血管介入机械取栓治疗预后的影响因素[J]. *中西医结合心脑血管病杂志*, 2024,22(19):3601-3607.
- [24] Barber PA, Demchuk AM, 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.
- [25] Desilles JP, Consoli A, Redjem H, et al. Successful reperfusion with mechanical thrombectomy is associated with reduced disability and mortality in patients with pretreatment diffusion-weighted imaging-Alberta stroke program early computed tomography score ≤ 6 [J]. *Stroke*, 2017,48(4):963-969.
- [26] Naito T, Takeuchi S, Arai N. Exclusion of isolated cortical swelling can increase efficacy of baseline Alberta stroke program early CT score in the prediction of prognosis in acute ischemic stroke patients treated with thrombolysis[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015,24(12):2754-2758.
- [27] 孟天岳,朱壮,顾宁,等. 急性缺血性卒中患者血管侧支代偿情况及血流再通级别与机械取栓术预后的相关性研究[J]. *徐州医科大学学报*, 2023,43(10):756-763.
- [28] Chen R, Ovbiagele B, Feng WW. Diabetes and stroke: epidemiology, pathophysiology, pharmaceuticals and outcomes [J]. *Am J Med Sci*, 2016,351(4):380-386.
- [29] Williams LS, Rotich J, Qi R, et al. Effects of admission hyperglycemia on mortality and costs in acute ischemic stroke [J]. *Neurology*, 2002,59(1):67-71.
- [30] Gomez CR. Time is brain; the stroke theory of relativity [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018,27(8):2214-2227.
- [31] Siri SRA, Eliassen BM, Jacobsen BK, et al. Changes in conventional cardiovascular risk factors and the estimated 10-year risk of acute myocardial infarction or cerebral stroke in Sami and non-Sami populations in two population-based cross-sectional surveys: the SAMINOR Study[J]. *BMJ Open*, 2019,9(7):e028939.
- [32] 刘莉,周依林,邢雪梅. 尿素氮与白蛋白比值对老年急性脑梗死患者病情、预后的评估意义[J]. *中国老年学杂志*, 2023,43(7):1560-1563.

收稿日期:2024-10-15 修回日期:2025-02-10

本文编辑:李昕