

· 学术交流 ·

急性脑梗死血管内治疗患者预后不良风险预测模型的构建与验证

刘闫 亚·娜仁 陈乐 苏永兴 张雷 马争飞

234000 安徽医科大学附属宿州医院神经介入科(刘闫、陈乐、苏永兴、张雷、马争飞);

832000 石河子市人民医院神经内科(亚·娜仁)

通信作者: 马争飞, Email: zhengfeima@126.com

DOI: 10.3969/j.issn.1009-6574.2025.09.005

【摘要】 **目的** 建立急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的风险预测模型并进行验证。**方法** 选取2020年1月1日—2022年12月31日在安徽医科大学附属宿州医院神经内科行早期血管内治疗的180例急性脑梗死患者为研究对象。通过医院管理信息系统,收集患者的一般资料及治疗过程。采用美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评估患者神经功能缺损程度,采用Alberta卒中项目早期CT评分(ASPECTS)评价患者早期缺血性改变造成的脑组织损伤程度,采用改良Rankin量表(mRS)评价卒中患者神经功能恢复情况。根据患者3个月时的mRS评分结果将患者分为预后良好组(mRS评分 ≤ 2)及预后不良组(mRS评分 > 2)。采用多因素Logistic回归分析影响患者预后的危险因素,并建立模型,列线图形式呈现。采用循环1 000次自抽样的Bootstrap方法绘制校准曲线评估模型的一致性,并进行决策曲线分析(DCA)评估其临床适用性。**结果** 预后良好组患者98例,预后不良组患者82例。多因素Logistic回归分析显示,发病前mRS评分[OR(95%CI)=2.383(1.372~4.105)]、ASPECTS[OR(95%CI)=0.481(0.272~0.874)]、出血转化[OR(95%CI)=16.370(1.941~138.220)]是患者预后的独立影响因素(均 $P < 0.05$)。预测模型曲线下面积(AUC)为0.88(95%CI=0.82~0.94),敏感度为0.887,特异度为0.792,最佳截断值为0.482。Hosmer-Lemeshow检验的 P 值为1.000,模型预测效能良好。**结论** 以发病前mRS评分、ASPECTS、出血转化等影响患者治疗预后的危险因素建立的风险评估模型可辅助预测急性脑梗死血管内治疗患者的预后。

【关键词】 脑梗死; 血管内治疗; 预后不良; 风险预测模型; 验证

基金项目: 2020年度宿州市科技计划项目

Construction and validation of a risk prediction model for poor prognosis in patients with acute cerebral infarction undergoing endovascular therapy Liu Yan, Ya·Naren, Chen Le, Su Yongxing, Zhang Lei, Ma Zhengfei

Department of Neurological Intervention, Suzhou Hospital of Anhui Medical University, Suzhou 234000, China (Liu Y, Chen L, Su YX, Zhang L, Ma ZF); Department of Neurology, Shihezi People's Hospital, Shihezi 832000, China (Ya N)

Corresponding author: Ma Zhengfei, Email: zhengfeima@126.com

【Abstract】 Objective To develop and validate a risk prediction model for poor prognosis in patients treated with acute cerebral infarction undergoing endovascular therapy. **Methods** From January 1, 2020 to December 31, 2022, 180 patients with acute cerebral infarction who underwent early endovascular therapy in the Department of Neurology, Suzhou Hospital of Anhui Medical University were selected for the study. Patient general information and treatment process were collected through the Hospital Management Information System (HMIS). The National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) was used to assess the degree of neurological deficit, the Alberta Stroke Program Early CT Score (ASPECTS) was used to evaluate the degree of cerebral tissue damage caused by early ischemic changes, and the Modified Rankin Scale (mRS) was used to evaluate the neurological recovery of stroke patients. Patients were categorized into a good prognosis group (mRS score ≤ 2) and a poor prognosis group (mRS score > 2) based on the mRS score at 3 months. Risk factors of prognosis were

analyzed using multifactorial Logistic regression, and the model was constructed and presented in the form of a nomogram. Consistency of the model was assessed by plotting the calibration curve using the Bootstrap method with 1 000 self-sampling iterations, and decision curve analysis (DCA) was performed to assess its clinical applicability. **Results** There were 98 patients in good prognosis group and 82 patients in poor prognosis group. Multifactorial Logistic regression analysis showed that pre-onset mRS score [*OR* (95%*CI*)=2.383 (1.372, 4.105)], ASPECTS [*OR* (95%*CI*)=0.481 (0.272, 0.874)], and hemorrhagic transformation [*OR* (95%*CI*)=16.370 (1.941, 138.220)] were independent risk factors of patients' prognosis, and the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The area under the curve (*AUC*) of the prediction model was 0.88 [95%*CI* (0.82, 0.94)]. The sensitivity was 0.887, the specificity was 0.792, and the optimal cutoff value was 0.482. The *P*-value of the Hosmer-Lemeshow test was 1.000, indicating good predictive performance of the model. **Conclusions** The risk prediction model based on pre-onset mRS score, ASPECTS score, hemorrhagic transformation, and other risk factors of the prognosis of patients after treatment can assist in predicting the prognosis of patients treated with endovascular therapy for acute cerebral infarction.

【 Key words 】 Cerebral infarction; Endovascular therapy; Poor prognosis; Risk prediction model; Validation

Fund program: 2020 Science and Technology Planning Project of Suzhou City

脑梗死已成为仅次于缺血性心脏病的第二大死亡原因和第三大致残原因,是导致50岁以上人群丧失伤残调整生命年(disability-adjusted life year, DALY)的重要因素^[1]。我国脑梗死患病率超过了缺血性心脏病,每年新增患者超过200万,脑梗死成为所有疾病中损失DALY最多的疾病^[2]。血管内机械血栓切除术(mechanical thrombectomy, MT)是治疗急性脑梗死的重要方法,联合球囊扩张、抽吸取栓等方法提高了闭塞血管的再通率,降低脑血管病的病死率,但也增加了患者的社会残疾负担^[3]。脑梗死治疗后3~6个月功能恢复趋于稳定,但不同患者的恢复情况存在个体差异,部分患者随时间推移残疾程度加速进展^[4]。脑梗死治疗后3个月的预后情况直接影响患者的终身预后,影响患者的生活质量^[5]。因此,研究急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的风险因素具有重要意义。研究表明,高龄、合并感染和较高的NIHSS评分与脑梗死后长期预后相关,可能导致脑梗死预后不良^[6]。目前,急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的风险预测模型较少研究。基于此,本研究通过构建急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的风险预测模型并验证,以期急性脑梗死患者的诊治提供依据。

一、对象与方法

1. 样本量计算:参考BMJ指南建议^[7],对于二分类结局预测模型,总体结果比例的误差范围为 ≤ 0.05 。当事件发生在50%的个体中,需至少385例样本,以确保置信区间(*CI*)为0.45~0.55,误差最多为0.05。若结果比例为0.1或0.2,分别需要至少139、246例受试者,以达到相同的误差范围。

2. 研究对象:选取2020年1月1日—2022年12月31日在安徽医科大学附属宿州医院神经内科行早期血管内治疗的180例急性脑梗死患者为研究对象。纳入标准:(1)符合脑梗死的诊断标准,预后的判断符合诊疗指南^[8];(2)急诊入院后行头颅CT平扫排除脑出血,发病6 h内完成CT血管成像,明确有大动脉闭塞;(3)发病到动脉穿刺时间 ≤ 8 h;(4)术前NIHSS评分 ≥ 6 分^[6];(5)术前Alberta卒中项目早期CT评分(Alberta Stroke Program Early CT Score, ASPECTS) ≥ 6 分^[9];(6)发病前改良Rankin量表(Modified Rankin Scale, mRS)评分 ≤ 2 分^[10];(7)首次诊断性造影证实前循环大血管闭塞存在。排除标准:(1)有活动性出血、出血倾向或凝血功能异常者;(2)严重心、肝、肾功能不全;(3)术前血糖 < 2.7 mmol/L或 > 22.2 mmol/L;(4)药物无法控制的严重高血压病等;(5)有介入治疗禁忌证或对造影剂过敏者;(6)既往存在脑损伤;(7)近期有脑外伤;(8)合并脑肿瘤;(9)合并免疫缺陷疾病或者服用免疫抑制剂等药物影响患者的预后。本研究获得安徽医科大学附属宿州医院医学伦理委员会审核批准(审批号:B2024009)。

3. 一般及临床资料收集:通过医院管理信息系统,收集患者的一般及临床资料,包括年龄、性别、发病时间、血压、糖尿病史、吸烟史、饮酒史、麻醉方式、出血转化等。

4. 研究工具:(1)NIHSS^[6]。用于评估患者神经功能缺损程度,包括11个条目,总分0~42分,分值越高,损伤越严重。本研究中该量表的Cronbach's α 系数为0.826,各维度信度系数为0.785~0.912。(2)ASPECTS。由Barber等^[11]于2000年制订,主要

用于评估脑梗死患者大脑中动脉供血区的早期缺血情况。该评分采用半定量方法,初始分值为10分,最终得分 ≤ 7 分表示与不良预后相关。在前循环ASPECTS中,评估大脑中动脉供血区的10个区域,每个受累区域减少1分;而后循环ASPECTS则将后循环分为左右丘脑、小脑和大脑后动脉,评分时每个区域减1分,中脑或桥脑区域减2分。本研究中该量表的Cronbach's α 系数为0.845,各维度信度系数为0.797~0.924。(3)mRS。用于评价脑卒中患者神经功能恢复情况,采用7级评分法,0~6级为“完全没有症状”至“死亡”。分数越高,神经功能恢复越差^[8]。本研究中该量表的Cronbach's α 系数为0.95,各维度信度系数为0.891~0.954。根据患者治疗后3个月的mRS评分结果,以mRS评分 > 2 分及死亡病例为预后不良,mRS评分 ≤ 2 分为预后良好。

5. 统计学方法:采用SPSS 23.0统计软件进行数据处理。采用K-S检验进行正态分布检验,符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用单因素方差分析。计数资料用频数、百分数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。非正态分布的计量资料用中位数和四分位数 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验。采用多因素Logistic回归分析患者预后的影响因素并构建风险预测模型,R语言进行列线图形式呈现。采用循环1 000次自抽样的Bootstrap法绘制校准曲线评估模型的一致性,并进行决策曲线分析(decision curve analysis, DCA)评估其临床适用性。采用方差膨胀因子(variance inflation factor, VIF)进行多重共线性分析,曲线下面积(area under the curve, AUC)评价预测模型区分能力。采用Hosmer-Lemeshow检验预测模型的校准曲线。双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

二、结果

1. 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的单因素分析:180例患者中,行单纯球囊扩张23例(12.8%),急诊支架植入35例(19.4%),单纯抽吸35例(19.4%),抽拉结合92例(51.1%),术前使用rt-PA 52例(28.8%)。预后良好组患者98例,预后不良组患者82例。两组患者在年龄、入院NIHSS评分、术前NIHSS评分、穿刺到再通时间、术后1 d NIHSS评分、术后7 d NIHSS评分、发病前mRS评分、ASPECTS、心房颤动、高血压、糖尿病、血脂异常、吸烟、饮酒、冠心病、脑

卒中、其他病史(手术史,肺部疾病、消化系统疾病等)、是否静脉溶栓、是否为串联病变、脑梗死溶栓(thrombolysis in cerebral infarction, TICI)分级、出血转化方面比较,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$),见表1。

2. 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的多因素Logistic回归分析:以患者预后为自变量,以单因素分析中 $P < 0.05$ 的变量(年龄、入院NIHSS评分、术前NIHSS评分、穿刺到再通时间、术后1 d NIHSS评分、术后7 d NIHSS评分、发病前mRS评分、ASPECTS、心房颤动、高血压、糖尿病、血脂异常、吸烟、饮酒、冠心病、脑卒中、其他疾病史、是否静脉溶栓、是否为串联病变、TICI分级、出血转化)纳入多因素分析,结果显示,发病前mRS评分、ASPECTS、出血转化是急性脑梗死血管内治疗患者预后的独立影响因素(均 $P < 0.05$),见表2。

3. 多重共线性分析:多因素分析结果显示患者发病前mRS评分、ASPECTS、出血转化各影响因子,均 $VIF < 10$,且接近1,说明变量之间具有独立性。

4. 列线图:以发病前mRS评分、出血转化、ASPECTS共3个因素建立列线图,见图1。

5. 预测模型区分能力评价:预测模型区分AUC为0.88(95%CI: 0.82~0.94),敏感度为0.887,特异度为0.792,最佳截断值为0.482。

6. 预测模型的校准曲线:模型的Hosmer-Lemeshow检验结果显示, $P=1.000$,见图3。该模型在建模组和验证组中均展现出显著的临床净效益,见图4。

讨论 脑梗死具有高患病率、高致残率和高病死率的特点,疾病预后一直受到关注。近年来介入治疗运用广泛,为急性脑梗死患者的治疗提供了新的方法,但是介入治疗是一种有创治疗方式,会给患者带来新的创伤。准确预测急性脑梗死介入治疗患者的预后,利于选择正确的治疗策略并设定切合实际的治疗目标和制订出院计划^[12]。本研究通过采用多因素Logistic回归分析患者预后的影响因素并构建风险预测模型,结果显示患者发病前mRS评分、ASPECTS、出血转化3个影响因子,均 $VIF < 10$,且接近1,说明变量之间具有独立性。模型的Hosmer-Lemeshow检验结果显示, $P=1.000$,说明两组校准曲线中的预测概率与观察概率之间存在很好的匹配性,表明该模型具有优良的校准能力。模型曲线明显高于全部干预线和全部不干预线,这表明模

表1 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的单因素分析

项目	预后良好组(n=98)	预后不良组(n=82)	t/Z/χ ² 值	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	71.32 ± 9.64	66.91 ± 12.07	2.67	0.008
性别[例(%)]				
男	54(55.10)	56(68.29)	3.27	0.071
女	44(44.90)	26(31.71)		
发病时间(min, $\bar{x} \pm s$)	217.04 ± 98.69	228.33 ± 86.91	-0.81	0.421
收缩压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	143.29 ± 18.58	149.23 ± 22.37	-1.95	0.053
舒张压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	81.57 ± 13.29	84.85 ± 10.86	-1.79	0.075
有症状到穿刺时间(min, $\bar{x} \pm s$)	263.54 ± 88.74	269.24 ± 82.41	-0.44	0.658
穿刺到再通时间(min, $\bar{x} \pm s$)	106.37 ± 39.36	123.16 ± 47.83	-2.58	0.011
入院NIHSS评分(分, $\bar{x} \pm s$)	15.23 ± 5.64	19.59 ± 6.01	-5.00	<0.001
术前NIHSS评分(分, $\bar{x} \pm s$)	15.70 ± 5.28	19.84 ± 5.64	-5.08	<0.001
术后1 d NIHSS评分[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	7.50(4.75, 12.00)	18.00(12.00, 22.00)	-8.71	<0.001
术后7 d NIHSS评分[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	3.00(2.00, 5.00)	12.50(8.00, 18.50)	-10.15	<0.001
发病前mRS评分[分, $M(P_{25}, P_{75})$]	1.00(0, 1.00)	1.00(0, 2.00)	-4.67	<0.001
ASPECTS(分, $\bar{x} \pm s$)	8.30 ± 0.63	7.76 ± 0.79	5.09	<0.001
心房颤动[例(%)]	55(56.12)	47(57.32)	0.03	0.872
高血压[例(%)]	39(39.80)	53(64.63)	11.02	<0.001
糖尿病[例(%)]	18(18.37)	32(39.02)	9.50	0.002
血脂异常[例(%)]	33(33.67)	46(56.10)	9.12	0.003
吸烟[例(%)]	26(26.53)	46(56.10)	16.26	<0.001
饮酒[例(%)]	25(25.51)	40(48.78)	10.48	0.001
冠心病[例(%)]	26(26.53)	44(53.66)	13.82	<0.001
脑卒中史[例(%)]	25(25.51)	37(45.12)	7.60	0.006
其他疾病史[例(%)]	21(21.43)	40(48.78)	14.91	<0.001
是否静脉溶栓[例(%)]	34(34.69)	16(19.75)	4.92	0.027
是否为串联病变[例(%)]	22(22.45)	38(46.34)	11.47	<0.001
颈动脉支架植入[例(%)]	9(9.18)	8(9.76)	0.02	0.896
TICI分级[例(%)]	91(92.86)	56(68.29)	17.99	<0.001
麻醉方式(局部麻醉)[例(%)]	10(10.20)	3(3.66)	2.85	0.091
出血转化[例(%)]	1(1.02)	17(20.73)	19.27	<0.001

注: NIHSS 美国国立卫生研究院卒中量表; mRS 改良 Rankin 量表; ASPECTS Alberta 卒中项目早期 CT 评分; TICI 脑梗死溶栓; 1 mmHg=0.133 kPa

表2 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的多因素

Logistic 回归分析

变量	β值	SE	Z值	P值	OR值	95%CI
常量	4.62	2.41	1.91	0.056	101.890	0.900 ~ 11 578.370
发病前mRS评分	0.87	0.28	3.07	0.002	2.383	1.372 ~ 4.105
ASPECTS	-0.73	0.30	-2.44	0.015	0.481	0.272 ~ 0.874
出血转化(以无 为对照)						
有	2.80	1.09	2.57	0.010	16.370	1.941 ~ 138.220

注: mRS 改良 Rankin 量表; ASPECTS Alberta 卒中项目早期 CT 评分

型在临床上具有实用性。该模型在建模组和验证组中均展现出显著的临床净效益,进一步证明发病前 mRS 评分、ASPECTS、出血转化是患者预后的独立影响因素。

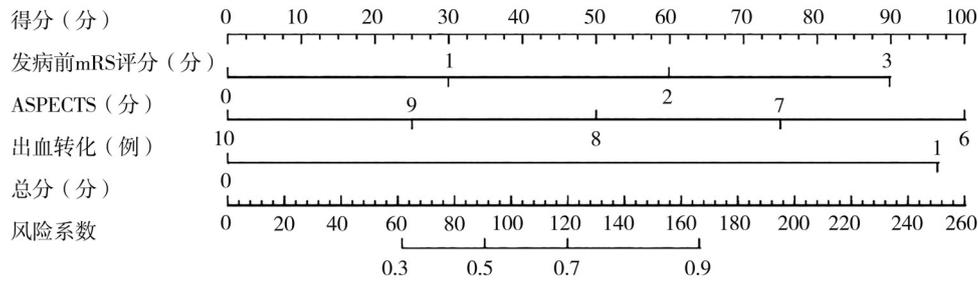
表3 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良的多重共线性

分析

变量	VIF
发病前mRS评分	1.461
出血转化	1.542
ASPECTS	1.258

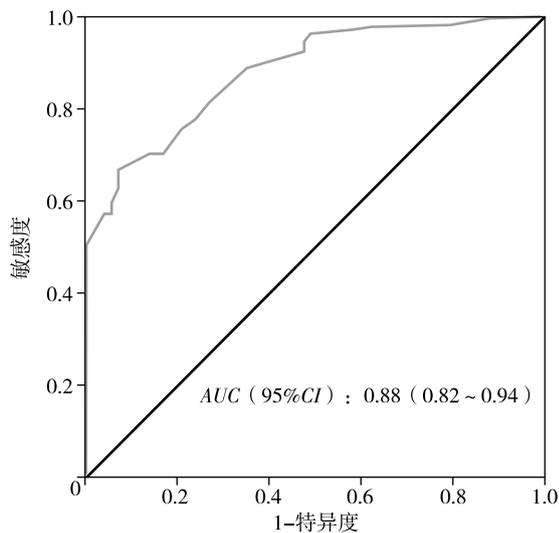
注: mRS 改良 Rankin 量表; ASPECTS Alberta 卒中项目早期 CT 评分; VIF 方差膨胀因子

发病前 mRS 评分可以评估初始缺血性脑卒中患者的病情严重程度,已被证明可以预测患者的功能预后。较多模型分析了发病前 mRS 评分对预后的影响^[13]。Goda 等^[14]选取 140 例急性缺血性卒中患者,经机械取栓治疗后最终有 134 例患者在卒中发病后 90 d 采用 mRS 评分进行评估,分为预后良好组及预后不良组,脑卒中前 mRS 评分 ≥ 2 分的患者



注:mRS改良Rankin量表;ASPECTS Alberta卒中项目早期CT评分

图1 影响急性脑梗死血管内治疗患者预后的列线图



注:ROC受试者工作特征;AUC曲线下面积

图2 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良预测模型的ROC曲线

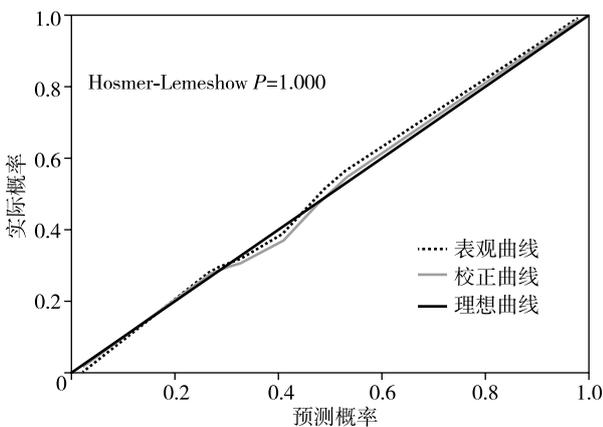
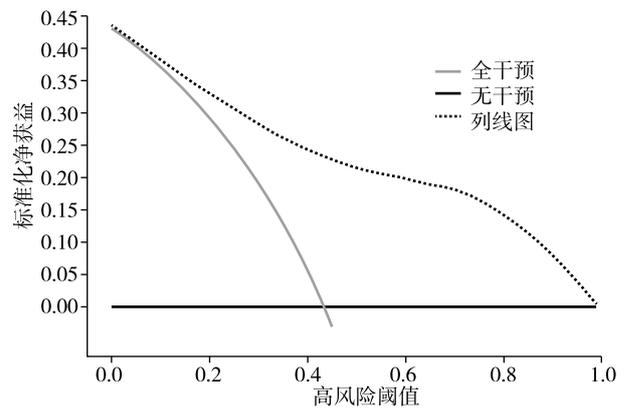


图3 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良预测模型的校准曲线

中,共有54.9%(28/51)的预后非常差,90 d mRS评分为5~6分,高于脑卒中前mRS评分为0~1分的患者[21.7%(18/83), $P < 0.001$],结果显示卒中前mRS评分($OR=0.39$, $95\%CI=0.22 \sim 0.67$, $P < 0.001$)作为患者背景因素与良好的预后独立相关。因此,临床医生在诊治过程中,卒中前mRS评分 ≥ 2 分的



注:DCA决策曲线分析

图4 急性脑梗死血管内治疗患者预后不良预测模型的DCA曲线

患者应积极评估患者的基本情况,判断患者的预后,选择是否能够血管内治疗及合适的治疗方案。

出血性转化是急性缺血性脑卒中患者常见的一种并发症。在缺血性脑卒中发生后,外周血液通过受损的血脑屏障渗透至大脑,导致出血性转化,这种情况会恶化脑卒中的预后并增加死亡风险。出血性转化能够反映初期缺血性脑卒中患者的病情严重性,作为缺血性脑卒中的一种严重并发症,它对患者的预后产生显著影响。缺血性脑卒中的面积越大,血流动力学障碍的发生率越高,进一步导致血脑屏障的损伤和血液渗漏的增加^[15]。因此,无论有无症状的出血转化对患者缺血性脑卒中血管内治疗后的预后均有影响。无症状的出血转化与预后之间的关系既往也已被证实^[16],无症状出血转化患者的渗漏与血管完整性的改变有关。经历血管治疗后发生出血转化的患者,往往会面临更大的功能丧失,神经功能缺损程度更为严重,缺血影响的范围也更广,伴随的共病情况较多,且发生严重临床并发症的风险更高,这些因素都会对患者的预后产生负面影响。

ASPECTS可以评估初始缺血性脑卒中患者的严重程度。Yoshimura等^[17]在分析多发性急性脑梗死患者基线常规CT扫描时发现, ASPECTS ≤ 7 分可能与恶性脑梗死发生有关, 应密切监测该评分并考虑尽早行去骨瓣减压术, ASPECTS通常作为评价脑组织缺血严重程度的指标。ASPECTS通过术前CT评估得到, 具有无创性, 评分流程简洁, 因此, 这一指标对患者选择治疗方案具有重大意义。

本研究的局限性: (1)本研究纳入病例较少, 且出血转化有症状患者及无症状患者未做进一步分析。(2)本研究为一项单中心、回顾性、相对较小的队列研究, 缺乏一定程度的可靠性。(3)最终结果平均AUC较高, 但缺乏与其他相关模型的对比, 同时缺乏其他人中的外部验证, 因此需要在较大的数据集上进一步研究分析和验证。

综上所述, 以发病前mRS评分、ASPECTS、出血转化为急性脑梗死患者治疗预后的影响因素建立的风险评估模型, 具有一定的评估价值, 可以用于急性脑梗死患者血管内治疗后预后的风险评估。

利益冲突 所有作者共同认可文章无相关利益冲突

作者贡献声明 构思与设计为马争飞, 数据分析为刘闰, 数据解释为亚·娜仁, 论文撰写及修订为陈乐, 数据收集为苏永兴, 数据整理为张雷

参 考 文 献

- [1] Zhou M, Wang H, Zeng X, et al. Mortality, morbidity, and risk factors in China and its provinces, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *The Lancet*, 2019, 394(10204): 1145-1158. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30427-1.
- [2] 孙海欣, 王文志. 中国60万人群脑血管病流行病学抽样调查报告[J]. *中国现代神经疾病杂志*, 2018, 18(2): 83-88. DOI: 10.3969/j.issn.1672-6731.2018.02.002.
Sun HX, Wang WZ. Epidemiological sampling survey report on cerebrovascular diseases among 600000 population in China [J]. *Chin J Contemp Modern Neurol Neurosurg*, 2018, 18(2): 83-88.
- [3] Oliveira A, Viana S, Santos AS. Mechanical thrombectomy for acute ischemic stroke: systematic review and meta-analysis [J]. *Einstein (Sao Paulo)*, 2022, 20: eRW6642. DOI: 10.31744/einstein_journal/2022RW6642.
- [4] Grefkes C, Fink GR. Recovery from stroke: current concepts and future perspectives [J]. *Neurol Res Pract*, 2020, 2: 17. DOI: 10.1186/s42466-020-00060-6.
- [5] 钟雨婷. 急性缺血性卒中患者静脉溶栓预后的影响因素及预测模型研究 [D]. 大连: 大连医科大学, 2023.
- [6] Sennfält S, Pihlgård M, Petersson J, et al. Long-term outcome after ischemic stroke in relation to comorbidity-An observational study from the Swedish Stroke Register(Riksstroke) [J]. *Eur Stroke J*, 2020, 5(1): 36-46. DOI: 10.1177/2396987319883154.
- [7] Riley RD, Ensor J, Snell K, et al. Calculating the sample size required for developing a clinical prediction model [J]. *BMJ*, 2020, 368: m441. DOI: 10.1136/bmj.m441.
- [8] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20210729-01687.
- [9] 解霖霖, 张萌, 王琨, 等. 发病后24 h NIHSS评分预测急性缺血性卒中患者血管内机械血栓清除术后转归 [J]. *国际脑血管病杂志*, 2022, 30(10): 732-737. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4165.2022.10.003.
Xie LL, Zhang M, Wang K, et al. Prediction of outcomes after endovascular mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke by NIHSS score at 24 h after onset [J]. *Int J Cerebrovasc Dis*, 2022, 30(10): 732-737.
- [10] Li F, Liu KF, Silva MD, et al. Transient and permanent resolution of ischemic lesions on diffusion-weighted imaging after brief periods of focal ischemia in rats: correlation with histopathology [J]. *Stroke*, 2000, 31(4): 946-954. DOI: 10.1161/01.STR.31.4.946.
- [11] Barber PA, Darby JE, Desmond PM, et al. ASPECTS: a new imaging tool for assessing cerebral infarction [J]. *Stroke*, 2000, 31(2): 537-541. DOI: 10.1161/01.STR.31.2.537.
- [12] 赵媛, 刘尚红, 张延芳, 等. 脑卒中住院患者性别、年龄及时空分布特征: 基于宁夏地区19万例患者数据 [J]. *中国全科医学*, 2024, 27(8): 915-920. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0695.
Zhao Y, Liu SH, Zhang YF, et al. Characteristics of gender, age, spatial and temporal distribution of stroke hospitalization cases based on the data of 190 000 patients in ningxia region [J]. *Chinese General Practice*, 2024, 27(8): 915-920.
- [13] Kremers F, Venema E, Duvetkot M, et al. Outcome prediction models for endovascular treatment of ischemic stroke: systematic review and external validation [J]. *Stroke*, 2022, 53(3): 825-836. DOI: 10.1161/STROKEAHA.120.033445.
- [14] Goda T, Oyama N, Kitano T, et al. Prestroke conditions of acute ischemic stroke patients are associated with functional outcome after mechanical thrombectomy [J]. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 2020, 29(2): 104540. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.
- [15] 杨逸昊, 陆靖, 童婧怡, 等. 急性缺血性脑卒中后自发性出血转化风险预测研究的进展 [J]. *中华神经医学杂志*, 2023, 22(4): 414-417. DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20230220-00084.
Yang YH, Lu J, Tong JY, et al. Recent advance in prediction of spontaneous hemorrhagic transformation after acute ischemic stroke [J]. *Chin J Neuromed*, 2023, 22(4): 414-417.
- [16] Honig A, Percy J, Sepehry AA, et al. Hemorrhagic transformation in acute ischemic stroke: a quantitative systematic review [J]. *J Clin Med*, 2022, 11(5): 1162. DOI: 10.3390/jcm11051162.
- [17] Yoshimura S, Sakai N, Yamagami H, et al. Endovascular therapy for acute stroke with a large ischemic region [J]. *New England Journal of Medicine*, 2022, 386(14): 1303-1313. DOI: 10.1056/NEJMoa2118191.

(收稿日期: 2024-05-28)

(本文编辑: 王影)