

· 论著 ·

缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素及其风险预测列线图模型构建

扫描二维码
查看原文夏旺旭¹, 张明², 何永芳¹, 陈肖波¹, 黄传芬¹

【摘要】 目的 分析缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素, 并构建其风险预测列线图模型。方法 选择2019年1月至2021年6月重庆市长寿区人民医院接诊的165例缺血性脑卒中患者作为研究对象, 根据随访6个月后格拉斯哥预后量表(GOS)分级将其分为预后良好组(4~5级, $n=124$)和预后不良组(1~3级, $n=41$)。比较两组CT灌注成像指标和临床资料。采用LASSO回归分析筛选协变量, 采用多因素Logistic回归分析探讨缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素。采用R 4.1.3语言“rms”包构建缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型, 绘制ROC曲线以评价该列线图模型的区分度, 采用Bootstrap法重复抽样1 000次进行内部验证, 计算一致性指数(CI), 采用H-L拟合优度检验、校准曲线评价该列线图模型的校准度, 绘制决策曲线以评价该列线图模型的临床有效性。结果 两组相对平均通过时间(rMTT)、相对峰值时间(rTTP)、年龄、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、血管闭塞位置、吸烟史、侧支循环情况及改良脑梗死溶栓分级比较, 差异有统计学意义($P<0.05$)。采用LASSO回归模型筛选出5个潜在的影响因素, 分别为rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况。多因素Logistic回归分析结果显示, rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素($P<0.05$)。基于上述5个影响因素构建缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型, ROC曲线分析结果显示, 该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的AUC为0.946 [95%CI (0.904, 0.988)]; 采用Bootstrap法重复抽样1 000次, 结果显示, CI为0.913; H-L拟合优度检验结果显示, 该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的发生率与患者实际发生率比较, 差异无统计学意义($\chi^2=2.177, P=0.140$); 校准曲线分析结果显示, 该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的校准曲线接近于理想曲线; 决策曲线分析结果显示, 当该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的概率阈值为0.15~0.95时, 患者的净获益率大于0。结论 rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素, 而基于上述影响因素构建的列线图模型对缺血性脑卒中患者不良预后具有较高的区分度及校准度, 有助于临床医生早期识别预后不良的缺血性脑卒中患者。

【关键词】 缺血性卒中; CT灌注成像; 预后; 列线图

【中图分类号】 R 743.3 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1008-5971.2022.00.239

夏旺旭, 张明, 何永芳, 等. 缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素及其风险预测列线图模型构建 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(10): 51-56. [www.syxnf.net]

XIA W X, ZHANG M, HE Y F, et al. Influencing factors and construction of nomograph model for risk prediction of poor prognosis in patients with ischemic stroke [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2022, 30(10): 51-56.

Influencing Factors and Construction of Nomograph Model for Risk Prediction of Poor Prognosis in Patients with Ischemic Stroke

XIA Wangxu¹, ZHANG Ming², HE Yongfang¹, CHEN Xiaobo¹, HUANG Chuanfen¹

1. Department of Radiology, Chongqing Changshou District People's Hospital, Chongqing 401220, China

2. Department of Neurology, Yilong County People's Hospital, Nanchong 637600, China

Corresponding author: ZHANG Ming, E-mail: zhangming20222022@163.com

【Abstract】 **Objective** To analyze the influencing factors of poor prognosis in patients with ischemic stroke, and construct the nomograph model for its risk prediction. **Methods** A total of 165 ischemic stroke patients admitted to the Chongqing Changshou District People's Hospital from January 2019 to June 2021 were selected as the research subjects. The patients were divided into good prognosis group (grade 4-5, $n=124$) and poor prognosis group (grade 1-3, $n=41$) according to the Glasgow Outcome Scale (GOS) grading after 6-month follow-up. The CT perfusion imaging indexes and clinical data were

基金项目: 川北医学院2021年度四川省基层卫生事业发展研究中心资助项目(SWFZ 21-Y-35)

1.401220重庆市长寿区人民医院放射科 2.637600四川省南充市仪陇县人民医院神经内科

通信作者: 张明, E-mail: zhangming20222022@163.com

compared between the two groups. LASSO regression analysis was used to screen covariates, and multivariate Logistic regression model was used to analyze the influencing factors of poor prognosis in patients with ischemic stroke. The nomogram model for predicting the risk of poor prognosis of ischemic stroke patients was constructed by the "rms" package of R 4.1.3 language, and the ROC curve was drawn to evaluate the discrimination of the nomogram model. Bootstrap method was used to repeatedly sample 1 000 times for internal verification, and the consistency index (CI) was calculated. H-L goodness of fit test and calibration curve were used to evaluate the calibration of the nomogram model, the decision curve was drawn to evaluate the clinical effectiveness of the nomogram model. **Results** There were significant differences in relative mean transit time (rMTT), relative peak time (rTTP), age, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) score on admission, vascular occlusion location, smoking history, collateral circulation and modified cerebral infarction thrombolysis grade between the two groups ($P < 0.05$). LASSO regression model was used to screen out five potential influencing factors, namely rMTT, rTTP, age, NIHSS score on admission, and collateral circulation. The results of multivariate Logistic regression analysis showed that rMTT, rTTP, age, NIHSS score on admission, and collateral circulation were independent influencing factors of poor prognosis in patients with ischemic stroke ($P < 0.05$). Based on the above five influencing factors, a nomogram model for predicting the risk of poor prognosis in ischemic stroke patients was constructed, the ROC curve analysis showed that the AUC of the nomogram model for predicting poor prognosis in patients with ischemic stroke was 0.946 [95%CI (0.904, 0.988)]. The Bootstrap method was used to sample 1 000 times, and the results showed that the CI was 0.913; the H-L goodness of fit test showed that, there was no significant difference between the incidence of poor prognosis predicted by the nomogram model and the actual incidence of patients with ischemic stroke ($\chi^2=2.177, P=0.140$); the calibration curve results showed that the calibration curve of the nomogram model for predicting poor prognosis in patients with ischemic stroke was close to the ideal curve; the results of decision curve analysis showed that when the high risk threshold of the nomogram model for predicting the poor prognosis of patients with ischemic stroke was 0.15–0.95, the standardized net benefit of patients was greater than 0. **Conclusion** rMTT, rTTP, age, NIHSS score on admission, and collateral circulation are independent influencing factors of poor prognosis in patients with ischemic stroke. The nomogram model constructed based on the above influencing factors has a high degree of discrimination and calibration for the poor prognosis of ischemic stroke patients, which is helpful for clinicians to identify ischemic stroke patients with poor prognosis early.

【 Key words 】 Ischemic stroke; CT perfusion imaging; Prognosis; Nomogram

脑卒中是脑供血动脉狭窄、闭塞或破裂导致血液无法流入大脑引起脑组织损伤的一组疾病, 在新发脑卒中患者中约70%为缺血性脑卒中^[1-2]。近年随着CT、MRI等影像学技术发展, 脑缺血区域变化被不断发现^[3]。目前, CT灌注成像主要用于缺血性脑卒中患者的早期诊断及缺血区域血流动力学监测, 而CT灌注成像指标与脑卒中患者预后的关系研究报道较少^[4]。基于此, 本研究纳入CT灌注成像指标, 旨在分析缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素, 并构建其风险预测列线图模型, 以期对缺血性脑卒中患者预后预测提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 选择2019年1月至2021年1月重庆市长寿区人民医院接诊的165例缺血性脑卒中患者。纳入标准: (1)符合《中国急性缺血性脑卒中诊治指南2018》^[5]中的缺血性脑卒中诊断标准, 并经影像学检查确诊; (2)首次发病, 且发病后24 h内入院; (3)行CT灌注成像检查; (4)24 h内接受动脉溶栓、机械取栓或桥接取栓等血管内治疗; (5)临床资料完整。排除标准: (1)对碘造影剂过敏者; (2)脑出血、蛛网膜下腔出血者; (3)恶性肿瘤者; (4)失访者。本研究经重庆市长寿区人民医院伦理委员会批准(20200621)。

1.2 方法

1.2.1 CT灌注成像检查 使用荷兰飞利浦公司生产的128层双源CT机进行颅脑CT平扫, 根据平扫结果确定缺血灶区及CT灌注成像感兴趣区, 使用高压注射器以5 ml/s的速度在肘静脉注入50 ml碘海醇注射液〔通用电气药业(上海)有限公司生产, 国药准字H20000595〕, 之后以相同速度注射0.9%氯化钠溶液35 ml, 注射对比剂后延迟5 s对CT灌注成像感兴趣区进行同步扫描, 参数如下: JOG模式, 管电压为80 kV, 管电流为125 mA, 层厚为5 mm, 旋转时间为1 r/s, 时间间隔为0.4 s, 扫描长度为120 mm, 矩阵为512 × 512。获得图像后在EBW软件异常灌注缺血区以镜像法分别检测病灶区与对侧健康区脑血容量、脑血流量、平均通过时间和峰值时间, 并计算相对脑血容量(relative cerebral blood volume, rCBV)、相对脑血流量(relative cerebral blood flow, rCBF)、相对平均通过时间(relative mean transit time, rMTT)和相对峰值时间(relative time to peak, rTTP)。

1.2.2 临床资料收集 查阅患者的临床资料, 记录其性别、年龄、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(National Institute of Health Stroke Scale, NIHSS)^[6]评

分、血管闭塞位置、吸烟史、既往病史(高血压史、糖尿病史、高脂血症史、冠心病史)、发病至接受治疗时间、侧支循环情况、改良脑梗死溶栓分级。根据脑血管造影结果将侧支循环分为5级,其中0级:无侧支血流至缺血区域;1级:有缓慢侧支血流至缺血外围区域并伴有持续的灌注缺陷;2级:有快速侧支血流至缺血外围区域且有缺血区域缩小表现;3级:静脉期可见缓慢但完全血流至缺血区域;4级:通过逆向血流快速并完全充盈整个缺血区^[7]。其中0~2级为侧支循环不良,3~4级为侧支循环良好。改良脑梗死溶栓分级主要用于评估血管内治疗后血流恢复情况,其中0~2a级提示再灌注不良、2b~3级提示再灌注良好^[8]。

1.2.3 预后评估 所有患者随访6个月,采用格拉斯哥预后量表(Glasgow Outcome Scale, GOS)^[9]评估患者预后,1级:死亡;2级:植物生存,仅有睁眼等最小植物生存;3级:重度残疾,日常生活需特殊照料;4级:轻度残疾,可独立生活并在保护下工作;5级:虽有轻度缺陷但可恢复正常生活。根据GOS分级将所有患者分为预后良好组(4~5级, $n=124$)和预后不良组(1~3级, $n=41$)。

1.3 统计学方法 采用SPSS 22.0统计学软件进行数据处理。计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,两组间比较采用成组 t 检验。采用R 4.1.3语言“glmnet”包进行LASSO回归分析以筛选协变量,在此基础上采用多因素Logistic回归模型分析缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素。采用R 4.1.3语言“rms”包构建缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型,绘制ROC曲线以评价该列线图模型的区分度,采用Bootstrap法重复抽样1 000次进行内部验证,计算一致性指数(consistency index, CI),采用H-L拟合优度检验、校准曲线评价该列线图模型的校准度,绘制决策曲线以评价该列线图模型的临床有效性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组CT灌注成像指标和临床资料比较 两组rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、血管闭塞位置、吸烟史、侧支循环情况及改良脑梗死溶栓分级比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);两组rCBV、rCBF、性别、高血压史、糖尿病史、高脂血症史、冠心病史及发病至接受治疗时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表1。

2.2 缺血性脑卒中患者预后不良影响因素的筛选 将缺血性脑卒中患者预后不良作为因变量,将CT灌注成像指标和临床资料作为自变量,通过LASSO回归模型的三折交叉验证确定最佳惩罚项系数 λ ,最终筛选出5个潜在的影响因素,分别为rMTT、rTTP、年龄、入院时

表1 两组CT灌注成像指标和临床资料比较

Table 1 Comparison of CT perfusion imaging indexes and clinical data between the two groups

项目	预后良好组 ($n=124$)	预后不良组 ($n=41$)	χ^2 (t) 值	P 值
rCBV ($\bar{x} \pm s$)	2.02 ± 0.49	2.07 ± 0.58	-0.693 ^a	0.489
rCBF ($\bar{x} \pm s$)	1.23 ± 0.28	1.27 ± 0.33	-0.947 ^a	0.345
rMTT ($\bar{x} \pm s$)	1.21 ± 0.38	1.55 ± 0.38	-4.953 ^a	<0.001
rTTP ($\bar{x} \pm s$)	1.32 ± 0.15	1.51 ± 0.20	-5.661 ^a	<0.001
性别 [$n(\%)$]			0.017	0.896
男	71 (57.3)	23 (56.1)		
女	53 (42.7)	18 (43.9)		
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	62.5 ± 4.8	66.7 ± 5.5	-4.691	<0.001
入院时NIHSS评分 ($\bar{x} \pm s$, 分)	12.1 ± 3.5	16.5 ± 2.4	-8.950 ^a	<0.001
血管闭塞位置 [$n(\%)$]			5.203	0.023
颈内动脉	39 (31.4)	21 (51.2)		
大脑中动脉	85 (68.6)	20 (48.8)		
吸烟史 [$n(\%)$]	41 (33.1)	19 (46.3)	5.536	0.019
既往病史 [$n(\%)$]				
高血压史	98 (79.0)	33 (80.5)	0.040	0.842
糖尿病史	53 (42.7)	16 (39.0)	0.175	0.676
高脂血症史	57 (46.0)	19 (46.3)	0.002	0.967
冠心病史	41 (33.1)	14 (34.2)	0.016	0.898
发病至接受治疗时间 ($\bar{x} \pm s$, h)	6.8 ± 1.5	6.8 ± 1.4	-0.025 ^a	0.980
侧支循环情况 [$n(\%)$]			26.687	<0.001
不良	32 (25.8)	29 (70.7)		
良好	92 (74.2)	12 (29.3)		
改良脑梗死溶栓分级 [$n(\%)$]			3.978	0.046
0~2a级	45 (36.3)	8 (19.5)		
2b~3级	79 (63.7)	33 (80.5)		

注: rCBV=相对脑血容量, rCBF=相对脑血流量, rMTT=相对平均通过时间, rTTP=相对峰值时间, NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表; ^a表示 t 值

NIHSS评分、侧支循环情况,见图1~2。

2.3 缺血性脑卒中患者预后不良的影响因素 将缺血性脑卒中患者预后不良(赋值:否=0,是=1)作为因变量,将LASSO回归筛选出的影响因素作为自变量,进行多因素Logistic回归分析,结果显示, rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素($P < 0.05$),见表2。

2.4 列线图模型构建及验证 基于上述影响因素构建缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型,见图3。ROC曲线分析结果显示,该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的AUC为0.946 [95%CI (0.923, 1.000)],见图4;采用Bootstrap法重复抽样1 000次,结果显示,CI为0.913;H-L拟合优度检验结果显示,该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的发生率与患者预后不良实际发生率比较,差异无统计学意义($\chi^2=2.177$, $P=0.140$);校准曲线分析结

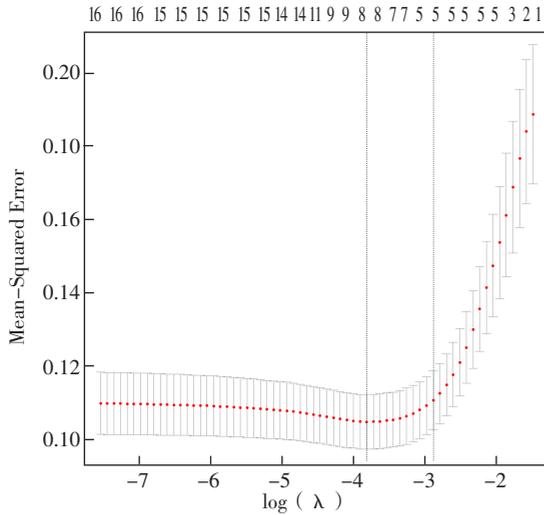


图1 LASSO回归验证结果

Figure 1 LASSO regression cross validation results

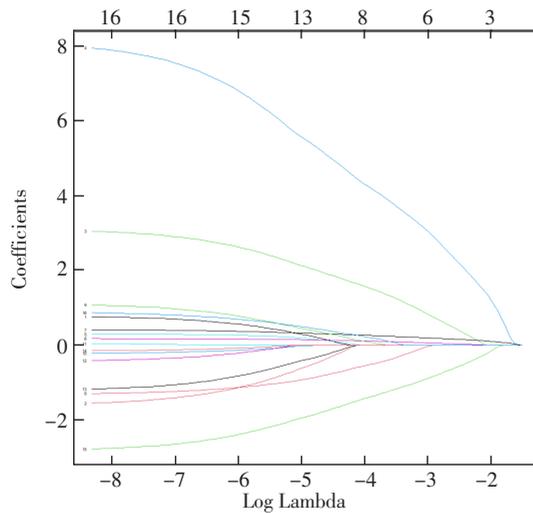


图2 LASSO回归的系数路径

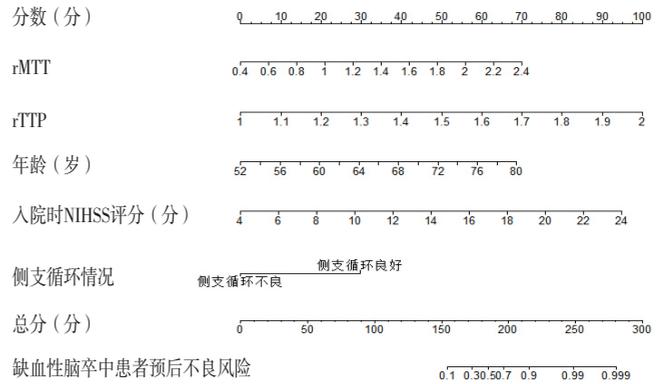
Figure 2 Coefficient path of LASSO regression

表2 缺血性脑卒中患者预后不良影响因素的多因素Logistic回归分析

Table 2 Multivariate Logistic regression analysis of influencing factors of poor prognosis in patients with ischemic stroke

变量	赋值	β	SE	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
rMTT	实测值	2.519	0.824	9.352	0.002	12.415	(2.471, 62.382)
rTTP	实测值	7.195	1.962	13.450	<0.001	1332.175	(28.492, 62288.050)
年龄	实测值	0.176	0.065	7.438	0.006	1.193	(1.051, 1.354)
入院时NIHSS评分	实测值	0.341	0.091	14.094	<0.001	1.407	(1.177, 1.681)
侧支循环情况	不良=0, 良好=1	-2.143	0.630	11.572	0.001	0.117	(0.034, 0.403)

果显示, 该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的校准曲线接近于理想曲线, 见图5。决策曲线分析结果显示, 当该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的概率阈值为0.15~0.95时, 患者的净获益率大于0, 见图6。



注: rMTT=相对平均通过时间, rTTP=相对峰值时间, NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表

图3 缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型

Figure 3 Nomogram model for risk prediction of poor prognosis in patients with ischemic stroke

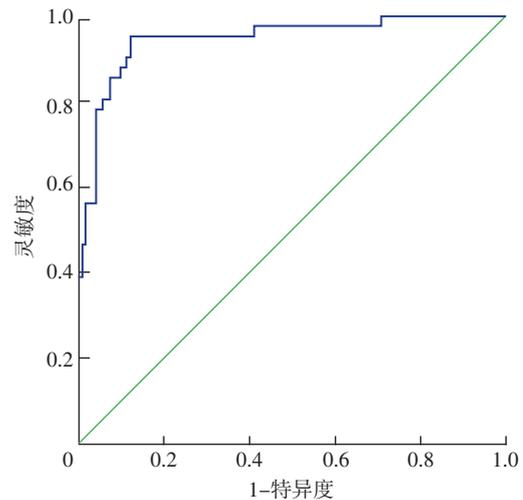


图4 列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的ROC曲线

Figure 4 ROC curve of nomogram model for predicting poor prognosis in patients with ischemic stroke

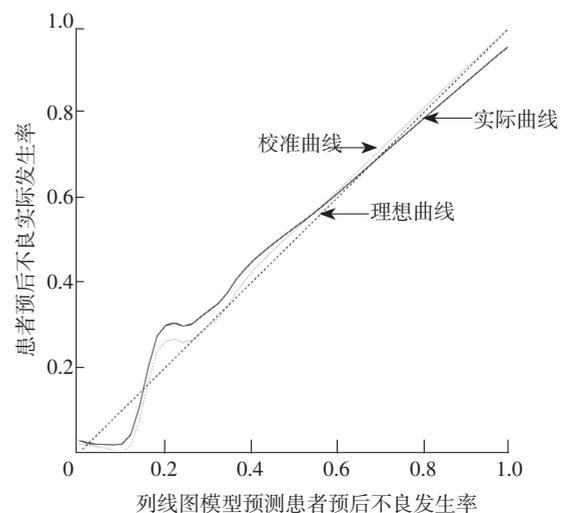


图5 列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的校准曲线

Figure 5 Calibration curve of nomogram model for predicting poor prognosis in patients with ischemic stroke

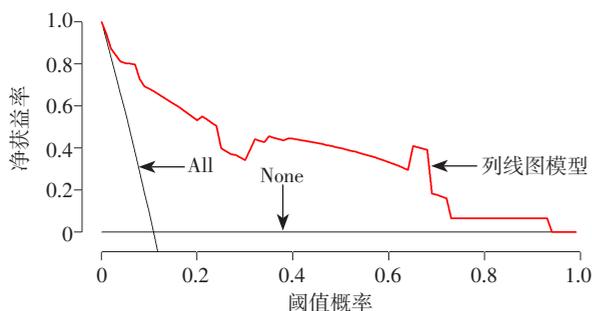


图6 列线图模型的决策曲线
Figure 6 Decision curve of nomograph model

3 讨论

缺血性脑卒中是临床常见病,其发生不仅导致患者日常生活能力下降,还具有高致残率、高致死率等特点,进而给患者家庭及社会带来沉重的负担^[10-11]。因此,早期识别预后不良的缺血性脑卒中患者,有助于指导临床医生制订有针对性的干预方案。目前,缺血性脑卒中患者预后不良的风险预测模型研究虽有报道,但多未纳入CT灌注成像指标^[12]。CT灌注成像是近年来评估缺血病变血流状况的影像学方法。研究发现,部分缺血性脑卒中患者即使存在血管代偿及侧支循环形成,但当血液流经细小侧支循环到达病灶时速度仍较慢,难以满足缺血病灶部位脑组织的需求^[13],而CT灌注成像可观察病灶部位血流动力学变化,故将CT灌注成像指标纳入列线图模型有助于提高其预测效能。

LASSO回归是一种基于惩罚函数的模型,可有效压缩回归系数,保留子集收缩的优点,与单因素Logistic回归分析相比,其能有效解决复共线性数据的有偏估计问题^[14]。本研究采用LASSO回归筛选出缺血性脑卒中患者预后不良的5个影响因素,并进一步进行多因素Logistic回归分析,结果显示,rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素。

MTT是血液流经动脉、毛细血管、静脉窦的平均时间,TTP指对比剂首次到达扫描层面内的大动脉至对比剂在脑组织中达到团注峰值的时间间隔^[15]。既往研究报道,TTP诊断血流低灌注的灵敏度较高,MTT次之^[16]。本研究结果显示,预后良好组rMTT、rTTP低于预后不良组,这可能与预后不良的缺血性脑卒中患者病灶内血流灌注路径更长且血流更缓慢有关^[17]。目前,年龄对缺血性脑卒中患者预后的影响尚存在争议。过去静脉溶栓有明确的年龄限制(要求年龄为18~80岁)^[18],目前对于静脉溶栓的年龄要求有所放宽,年龄>80岁的患者若身体素质较好仍可以考虑进行溶栓治疗^[5]。本研究结果显示,年龄是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素,分析其原因可能为:缺血性脑

卒中患者因动脉闭塞而易出现脑水肿,进而对周围血管压迫形成缺血性损伤,年龄越大的患者对该缺血性损伤的耐受程度越差,患者的预后可能更差^[19]。NIHSS是临床评估神经功能缺损程度的常用工具,评分越高提示患者神经功能缺损程度越严重,故预后可能越差。侧支循环指脑供血动脉严重狭窄或闭塞时血液流经其他血管到达缺血病灶而使缺血组织得到灌注代偿的循环,其是缺血半暗带形成的重要原因^[20]。生理状态下,大脑约有20%的微循环每30~60 s开放1次,而脑缺血发生时机体首先出现微循环障碍,再启动缺血瀑布机制,进而引起神经元损伤,故微循环结构和功能完整对于脑组织血供具有重要作用^[21]。良好的侧支循环有助于改善微循环灌注,从而提高微循环结构的缺血耐受程度,减轻微循环障碍,并加速药物到达缺血区,进而改善患者的治疗效果。

对于缺血性脑卒中患者,CT灌注成像指标较实验室检查指标更有针对性,其可有效反映脑组织血流灌注情况。本研究将CT灌注成像指标作为变量,构建了缺血性脑卒中患者预后不良风险预测的列线图模型,ROC曲线分析结果显示,该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的AUC为0.946〔95%CI(0.904, 0.988)〕;采用Bootstrap法重复抽样1 000次,结果显示,CI为0.913;H-L拟合优度检验结果显示,该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的发生率与实际发生率比较,差异无统计学意义;校准曲线分析结果显示,该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的校准曲线接近理想曲线,提示该列线图模型对缺血性脑卒中患者预后不良具有较高的区分度及校准度,有助于临床医生早期识别预后不良的缺血性脑卒中患者。本研究决策曲线分析结果显示,当该列线图模型预测缺血性脑卒中患者预后不良的概率阈值为0.15~0.95时,患者的净获益率大于0,提示在概率阈值为0.15~0.95的范围内,采取有针对性的干预可以降低缺血性脑卒中患者预后不良发生风险。

综上所述,rMTT、rTTP、年龄、入院时NIHSS评分、侧支循环情况是缺血性脑卒中患者预后不良的独立影响因素,而基于上述影响因素构建的列线图模型对缺血性脑卒中患者预后不良具有较高的区分度及校准度,有助于临床医生早期识别预后不良的缺血性脑卒中患者。但本研究为单中心研究,样本量较小,且未进行外部验证,故该列线图模型对缺血性脑卒中患者预后不良的预测效能仍有待进一步研究证实。

作者贡献:夏旺旭进行文章的构思与设计,负责文章的撰写;张明进行研究的实施与可行性分析,对文章整体负责、监督管理;何永芳进行数据收集、整理、分析;陈肖波进行结果分析与解释;张明、黄传芬负责质

量控制及审校。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 张哲宇, 徐良额, 江秉泽, 等.基于CT灌注成像评估侧支循环在急性缺血性脑卒中取栓前后脑梗死进展及预后评估中的应用[J].中华神经医学杂志, 2021, 20(1): 8-15.DOI: 10.3760/cma.j.cn115354-20200802-00621.
- [2] WANG H, SUN Y, GE Y Q, et al.A clinical-radiomics nomogram for functional outcome predictions in ischemic stroke [J].Neurol Ther, 2021, 10(2): 819-832.DOI: 10.1007/s40120-021-00263-2.
- [3] 卢予婕, 李文美, 梁志坚.缺血性脑卒中的神经影像学进展[J].磁共振成像, 2021, 12(2): 91-93, 97.DOI: 10.12015/issn.1674-8034.2021.02.022.
- [4] ZHANG X G, WANG J H, YANG W H, et al.Nomogram to predict 3-month unfavorable outcome after thrombectomy for stroke [J].BMC Neurol, 2022, 22(1): 111.DOI: 10.1186/s12883-022-02633-1.
- [5] 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.DOI: 10.3760/ema.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [6] MEYER B C, HEMMEN T M, JACKSON C M, et al.Modified National Institutes of Health Stroke Scale for use in stroke clinical trials: prospective reliability and validity [J].Stroke, 2002, 33(5): 1261-1266.DOI: 10.1161/01.STR.0000015625.87603.
- [7] ZAIDAT O O, YOO A J, KHATRI P, et al.Recommendations on angiographic revascularization grading standards for acute ischemic stroke: a consensus statement [J].Stroke, 2013, 44(9): 2650-2663.DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.001972Stroke.
- [8] ZAIDAT O O, LAZZARO M A, LIEBESKIND D S, et al.Revascularization grading in endovascular acute ischemic stroke therapy [J].Neurology, 2012, 79(13 Supplement 1): 110-116.DOI: 10.1212/WNL.0b013e3182695916.
- [9] MCMILLAN T, WILSON L, PONSFORD J, et al.The Glasgow Outcome Scale—40 years of application and refinement [J].Nature Reviews Neurology, 2016, 12(8): 477-485.DOI: 10.1038/nrneuro.2016.89.
- [10] SUN C, LI X, SONG B L, et al.A NADE nomogram to predict the probability of 6-month unfavorable outcome in Chinese patients with ischemic stroke [J].BMC Neurol, 2019, 19(1): 274.DOI: 10.1186/s12883-019-1464-6.
- [11] SUN H L, ZHOU F, ZHANG G X, et al.A novel nomogram for predicting prognosis after mechanical thrombectomy in patients with acute ischemic stroke [J].Curr Neurovasc Res, 2021, 18(5): 479-488.DOI: 10.2174/1567202618666211210154739.
- [12] 张娜, 刘仲仲, 逯青丽, 等.列线图预测模型评估急性缺血性脑卒中患者1年预后不良的风险 [J].神经损伤与功能重建, 2022, 17(5): 254-258.DOI: 10.16780/j.cnki.sjssgnj.20210581.
- [13] 廖雪燕, 许凯华, 谢鉴津, 等.CT灌注成像、Lp-PLA2、Hey与老年缺血性脑卒中动脉粥样硬化及预后的关系 [J].中国老年学杂志, 2022, 42(6): 1308-1312.DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2022.06.009.
- [14] 张沥今, 魏夏琰, 陆嘉琦, 等.Lasso回归: 从解释到预测 [J].心理科学进展, 2020, 28(10): 1777-1791.
- [15] 曾庆, 曾宪强, 李义, 等.颅内动脉狭窄患者术前脑CT灌注成像特点及其对支架成形术后发生CHS的预测价值 [J].中国CT和MRI杂志, 2022, 20(5): 46-48.DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2022.05.016.
- [16] KATYAL A, CALIC Z, KILLINGSWORTH M, et al.Diagnostic and prognostic utility of computed tomography perfusion imaging in posterior circulation acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis [J].Eur Jo Neurol, 2021, 28(8): 2657-2668. DOI: 10.1111/ene.14934.
- [17] 方玉荣, 崔冰, 周顺厚.多时相CTA联合CTP对急性缺血性脑卒中患者脑血流灌注状态与预后评估的价值 [J].北华大学学报(自然科学版), 2022, 23(1): 84-88.DOI: 10.11713/j.issn.1009-4822.2022.01.016.
- [18] 中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中.中国急性缺血性脑卒中诊治指南2010 [J].中国全科医学, 2011, 14(35): 4013-4017.DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2011.35.004.
- [19] 杜秋明, 曹书华, 苏玫, 等.不同年龄和性别脑卒中患者危险因素及预后 [J].中国老年学杂志, 2021, 41(7): 1374-1377. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2021.07.009.
- [20] DESAI S M, JHA R M, LINFANTE I.Collateral circulation augmentation and neuroprotection as adjuvant to mechanical thrombectomy in acute ischemic stroke [J].Neurol, 2021, 97(20): 178-184.DOI: 10.1212/WNL.0000000000012809.
- [21] SINHA A, STANWELL P, BERAN R G, et al.Stroke aetiology and collateral status in acute ischemic stroke patients receiving reperfusion therapy—a meta-analysis [J].Neurol Int, 2021, 13(4): 608-621.DOI: 10.3390/neurolint13040060.

(收稿日期: 2022-06-12; 修回日期: 2022-07-28)

(本文编辑: 谢武英)