

论 著

分析ACI患者CTA联合CTP参数预测急性脑梗死出血性转化发生的价值

李 飞^{1,*} 马新强²
1.南阳市中心医院CT影像诊断科
2.南阳市中心医院神经外科
(河南 南阳 473000)

【摘要】目的 分析急性脑梗死(ACI)患者发生脑梗死出血性转化(HT)的影响因素,并基于ACI患者计算机断层扫描(CT)血管成像(CTA)及CT灌注成像(CTP)参数构建ACI患者发生HT的预测模型。方法 采取回顾性研究,选择2023年11月至2024年11月医院收治的53例单纯ACI患者临床资料作为非HT组,另选取同期53例发生出血性转化的ACI患者临床资料作为HT组。比较两组急性卒中预后早期CT评分(ASPECTS)、CTP参数[相对脑血容量(rCBV)、相对脑血流量(rCBF)、相对达峰时间(rTTP)、相对平均通过时间(rMTT)]、凝血功能指标[凝血酶时间(TT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、血浆凝血酶原时间(PT)];采用双变量Kendall's tau-b分析ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT与TT、APTT、PT的关系;采用Cox回归分析检验CTA及CTP参数与ACI患者发生HT的关系;根据Cox回归分析结果,基于CTA及CTP参数构建列线图模型并进行内部验证。结果 HT组rTTP、rMTT、TT、APTT、PT高于非HT组,ASPECTS评分、rCBV、rCBF低于非HT组($P<0.05$);经Kendall's tau-b相关性检验结果显示,rTTP、rMTT与TT、APTT、PT呈正相关($r>0$, $P<0.05$),ASPECTS评分、rCBV、rCBF与TT、APTT、PT呈负相关($r<0$, $P<0.05$);经Cox回归分析,rTTP、rMTT是ACI患者发生HT的独立危险因素($HR>1$, $P<0.05$),ASPECTS评分、rCBV、rCBF是保护因素($HR<1$, $P<0.05$);基于ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT,构建ACI患者发生HT的列线图模型,使用Bootstrap内部验证法验证列线图模型,C-index值0.996,绘制ROC曲线显示,模型预测ACI患者发生HT的AUC为0.996(95%置信区间:0.989~1.000, $P<0.001$),特异度、敏感度、约登指数分别0.981、0.962、0.943。结论 ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT是影响ACI患者发生HT的因素,基于ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT构建的列线图模型,在预测ACI患者发生HT上具有一定价值。

【关键词】急性脑梗死;脑梗死出血性转化;计算机断层扫描血管成像;计算机断层扫描灌注成像;列线图
【中图分类号】R322.81
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2025.07.006

To Analyze the Value of CTA Combined with CTP Parameters in Predicting the Occurrence of Hemorrhagic Transformation of Cerebral Infarction in ACI Patients

Li Fei^{1,*}, Ma Xin-qiang².
1.Department of CT Imaging Diagnosis, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China
2.Department of Neurosurgery, Nanyang Central Hospital, Nanyang 473000, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To analyze the influencing factors of hemorrhagic transformation (HT) in patients with Acute Cerebral Infarction (ACI), and to construct a predictive model for HT based on parameters of computed tomography (CT) angiography (CTA) and CT perfusion imaging (CTP) in ACI patients. **Methods** Take a retrospective study. The clinical data of 53 patients with simple ACI admitted to the hospital from November 2023 to November 2024 were selected as the non-HT group, and the clinical data of 53 patients with hemorrhagic transformation of ACI in the same period were selected as the HT group. Not only two sets of clinical data, but also early CT scores for acute stroke prognosis (ASPECTS); CTP parameters [relative cerebral blood volume (rCBV), relative cerebral blood flow (rCBF), relative time to peak (rTTP), relative mean transit time (rMTT)], coagulation function indicators [thrombin time (TT), activated partial thromboplastin time (APTT), plasma prothrombin time (PT)]; using bivariate Kendall's tau-b analysis to investigate the relationship between ASPECTS score, rCBV, rCBF, rTTP, rMTT and TT, APTT, PT; using Cox regression analysis to examine the influencing factors of HT in ACI patients; based on the Cox regression analysis results, a column chart model was constructed using CTA and CTP parameters and internally validated. **Results** The rTTP, rMTT, TT, APTT, and PT in the HT group were higher than those in the non HT group, while the ASPECTS score, rCBV, and rCBF were lower than those in the non HT group ($P<0.05$); according to Kendall's tau-b correlation test, rTTP and rMTT were positively correlated with TT, APTT, and PT ($r>0$, $P<0.05$), while ASPECTS score, rCBV, rCBF were negatively correlated with TT, APTT, and PT ($r<0$, $P<0.05$); according to Cox regression analysis, rTTP and rMTT are independent risk factors for HT in ACI patients ($HR>1$, $P<0.05$), while ASPECTS score, rCBV, and rCBF are protective factors ($HR<1$, $P<0.05$); based on ASPECTS score, rCBV, rCBF, rTTP, and rMTT, a column chart model for predicting HT in ACI patients was constructed. The column chart model was validated using Bootstrap internal validation method, with a C-index value of 0.996. The ROC curve was plotted to show that the AUC of the model for predicting HT in ACI patients was 0.996 (95% confidence interval: 0.989-1.000, $P<0.001$), with specificity, sensitivity, and Youden index of 0.981, 0.962, and 0.943, respectively. **Conclusion** ASPECTS score, rCBV, rCBF, rTTP, and rMTT are factors that affect the occurrence of HT in ACI patients. The column chart model constructed based on ASPECTS score, rCBV, rCBF, rTTP, and rMTT has certain value in predicting the occurrence of HT in ACI patients.
Keywords: Acute Cerebral Infarction; Hemorrhagic Transformation of Cerebral Infarction; Computed Tomography Angiography; Computed Tomography Perfusion Imaging; Column Chart

急性脑梗死(ACI)是临床常见的脑血管病变,多由脑供血部位动脉粥样硬化,形成血栓而引起,具有较高致死、致残率^[1]。目前,静脉溶栓是治疗ACI的主要方式之一,可快速再通闭塞血管,恢复脑血流,使缺血脑组织获得血流再灌注,有效缓解脑组织缺氧、缺血情况,减少脑损伤,但部分患者可能会在静脉溶栓治疗后减弱凝血功能,增加红细胞渗出,进而引发出血性转化(HT),增加脑出血、脑疝等疾病的发生风险,严重影响患者预后^[2-3]。因此,探寻一种可早期预测ACI患者发生HT的方法,降低ACI患者发生HT风险,在治疗ACI患者上具有重要意义。计算机断层扫描(CT)血管成像(CTA)可清晰显示血管病变区域与周围组织的关系,并对狭窄部位及程度做出较好显示^[4-5]。CT灌注成像(CTP)可敏锐反映ACI患者脑组织微循环状态,及细微血流动力学的改变,提供患者脑组织灌注信息,可在一定程度上评估ACI患者预后^[6]。目前,临床研究多着重于CTA及CTP在诊断ACI上的应用,但在预测ACI患者发生HT上的研究较少。鉴于此,本研究着重分析ACI患者发生HT的影响因素,并基于ACI患者CTA及CTP参数构建ACI患者发生HT的预测模型。现汇报如下。

1 资料与方法

1.1 研究资料 采取回顾性研究,选择2023年11月至2024年11月医院收治的53例单纯ACI患者临床资料作为非HT组,另选取同期53例发生出血性转化的ACI患者临床资料作为HT组。
纳入标准:符合ACI及脑梗死HT相关诊断指南,并经影像学确诊^[7-8];发病时间 $<6h$;临床资料完整;均为单侧ACI;均进行溶栓治疗;首次发病;年龄 ≥ 18 岁。排除标准:合并恶性肿瘤;出血性ACI;存在肝、肾等重要脏器功能不全者;存在碘过敏史者;有溶栓禁忌症者;合并心肌梗死;严重运动伪影、金属伪影等影响图像质量者;妊

【第一作者】李 飞,男,主管技师,主要研究方向:CT影像技术。E-mail: 13262038895@163.com
【通讯作者】李 飞

娠或哺乳期女性；存在近期头颅外伤或外科手术史者；存在严重意识障碍甚至昏迷者。

1.2 CTP及CTA检查 (1)采用西门子SOMATOM Drive双源CT扫描仪，首先颅脑平扫，然后静脉推注欧乃派克(350mgI/mL)40ml+生理盐水40ml行CTP扫描。扫描电压80KV，电流280mA，层厚5mm，共扫描30次，将数据上传至syngo.via工作站进行后处理。获取脑血容量(CBV)、脑血流量(CBF)、达峰时间(TTP)、平均通过时间(MTT)。同时选取患处对侧镜像区域数值，比较患侧/健侧数值，可得出相对脑血容量(rCBV)、相对脑血流量(rCBF)、

相对达峰时间(rTTP)、相对平均通过时间(rMTT)。(2)CTA检查：在CTP扫描完后约5分钟实施CTA扫描，注射同样的对比剂，扫描电压100KV，自动管电流技术，扫描结束将数据传至工作站，获得最大密度投影及容积再现图像。急性脑卒中预后早期CT评分(ASPECTS)：基于CT平扫检查结果进行评分，采用半定量评价方法，选取大脑中动脉供血区的10个区域，每个区域1分，若区域内出现低密度灶或灰白质模糊区则为0分，总分0~10分，分数越低，缺血程度越重，预后越差。典型病例见图1-6。

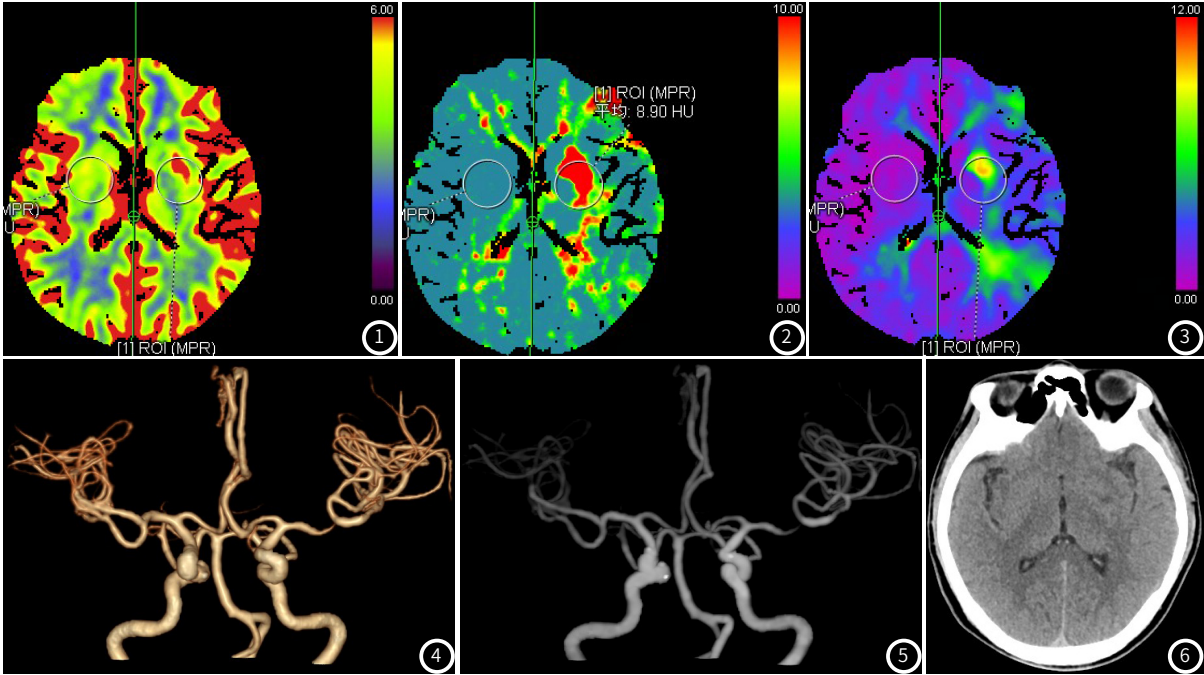


图1 CBV显示左侧基底节。图2 MTT时间显著延长。图3 TTP时间显著延长区低灌注。
图4 VR图显示左侧大脑中动脉M1段显著狭窄。图5 MIP图显示左侧大脑中动脉M1段显著狭窄。图6 左侧基底节区斑片状低密度区。

1.3 凝血功能指标检测 使用全自动血细胞分析仪F 800(迈克医疗，川械注准20202220016)检测患者凝血酶时间(TT)、活化部分凝血活酶时间(APTT)、血浆凝血酶原时间(PT)。

1.4 统计学方法 采用SPSS 25.0软件进行数据处理，计量资料以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示，两组间比较采用独立样本t检验；采用双变量Kendall's tau -b分析ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT与TT、APTT、PT的关系；采用Cox回归检验ACI患者发生HT的影响因素；采用R4.1.3语言“rms”包基于CTA及CTP参数构建ACI患者发生HT的列线图预测模型；应用caret程序包进行Bootstrap法，计算一致性指数(C-index)；绘制受试者工作曲线

(ROC)，计算曲线下面积(AUC)，检验列线图模型对ACI患者发生HT的预测价值， $AUC < 0.50$ 表示无价值， $0.50 \leq AUC < 0.70$ 表示价值较低， $0.70 \leq AUC < 0.90$ 表示价值中等， $AUC \geq 0.90$ 表示价值高；检验水平 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 CTA、CTP参数 HT组rTTP、rMTT高于非HT组，ASPECTS评分、rCBV、rCBF低于非HT组($P < 0.05$)。见表1。

2.2 凝血功能指标 HT组TT、APTT、PT高于非HT组($P < 0.05$)。见表2。

表1 两组CTA、CTP参数比较				
指标	HT组(n=53)	非HT组(n=53)	t	P
ASPECTS评分(分)	2.47±0.75	3.45±0.61	-7.408	<0.001
rCBV(mL/min/100g)	0.51±0.15	0.71±0.18	-5.940	<0.001
rCBF(mL/min/100g)	0.23±0.04	0.29±0.05	-7.918	<0.001
rTTP(s)	2.38±0.19	2.14±0.21	6.322	<0.001
rMTT(s)	1.13±0.12	0.98±0.11	6.245	<0.001

表2 两组凝血功能指标比较			
组别	TT(s)	APTT(s)	PT(s)
HT组(n=53)	20.34±1.74	53.24±2.51	16.39±1.23
非HT组(n=53)	18.39±1.86	48.71±2.48	13.24±1.25
t	5.634	9.364	13.088
P	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 CTA、CTP参数与凝血功能的关系 经Kendall's tau -b相关性检验结果显示，rTTP、rMTT与TT、APTT、PT呈正相关($r > 0$, $P < 0.05$)，ASPECTS评分、rCBV、rCBF与TT、APTT、PT呈负相关($r < 0$, $P < 0.05$)。见表3。

2.4 CTA、CTP参数与ACI患者发生HT的关系 将HT发生情况作为因变量(1=发生，0=未发生)，将ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT作为自变量(均为连续变量)，经Cox回归分

析，rTTP、rMTT是ACI患者发生HT的独立危险因素($HR > 1$, $P < 0.05$)，ASPECTS评分、rCBV、rCBF是保护因素($HR < 1$, $P < 0.05$)。见表4。

2.5 CTA、CTP参数与ACI患者发生HT的列线图预测模型构建 基于ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT，构建ACI患者发生HT的列线图模型(见图7)，使用Bootstrap内部验证法验证列线图模型，C-index值0.996；校准曲线整体趋势接近理想曲

线(见图8)。绘制ROC曲线对列线图模型内部验证(见图9)，结果显示，模型预测ACI患者发生HT的AUC为0.996(95%置信区间：

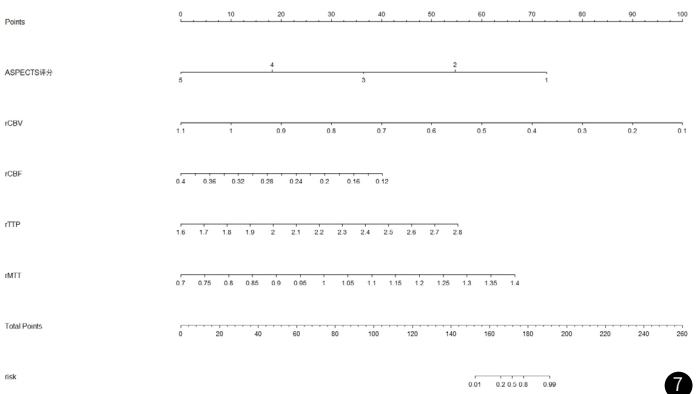
0.989~1.000, $P<0.001$)，特异度、敏感度、约登指数分别0.981、0.962、0.943。

表3 CTA、CTP参数与凝血功能的关系r(p)

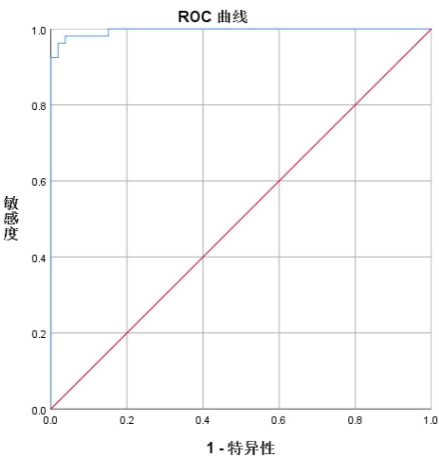
指标	TT		APTT		PT	
	r	P	r	P	r	P
ASPECTS评分	-0.297	<0.001	-0.436	<0.001	-0.453	<0.001
rCBV	-0.142	0.044	-0.257	<0.001	-0.296	<0.001
rCBF	-0.251	<0.001	-0.414	<0.001	-0.338	<0.001
rTTP	0.244	0.001	0.220	0.001	0.268	<0.001
rMTT	0.198	0.005	0.201	0.004	0.375	<0.001

表4 ACI患者发生HT的关系

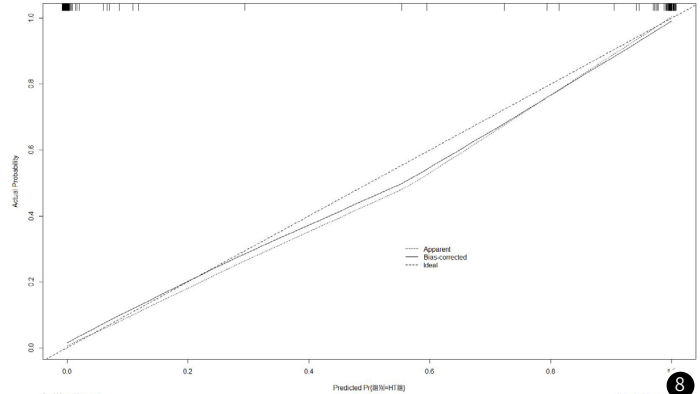
相关因素	β	标准误	Wald χ^2	P值	HR	95%置信区间
ASPECTS评分	-0.376	0.188	3.990	0.046	0.687	0.475-0.993
rCBV	-2.369	0.879	7.258	0.007	0.094	0.017-0.524
rCBF	-8.077	3.127	6.672	0.010	0.000	0.000-0.143
rTTP	1.808	0.688	6.916	0.009	6.101	1.585-23.484
rMTT	3.814	1.038	13.499	<0.001	45.331	5.927-346.736



7



9



8

图7 ACI患者发生HT的列线图预测模型。
图8 ACI患者发生HT的列线图校准曲线。
图9 列线图模型内部检验ROC曲线。

3 讨 论

ACI是指由血管闭塞、脑供血不足引发的脑部局部组织坏死，多发于中老年人，若不及时治疗，可引发脑疝、恶性心律失常、肺部感染等严重并发症，威胁患者生命健康安全，目前，治疗ACI的主要方式为静脉溶栓，虽可有效改善患者的血流状态，挽救缺血半暗带，但仍有部分患者溶栓后发生HT，可加重患者神经症状，影响患者预后。据周有婷^[9]等研究显示，120例ACI患者中，30例发生HT，发生率为25.00%，发生率较高。因此，探寻一种可早期预测ACI患者发生HT的方式，对降低ACI患者发生HT风险，改善患者预后上具有重要意义。

本研究结果显示，HT组rTTP、rMTT、TT、APTT、PT高于非HT组，ASPECTS评分、rCBV、rCBF低于非HT组，经Kendall's tau -b相关性检验结果显示，TT、APTT、PT与rTTP、rMTT呈正相关，与ASPECTS评分、rCBV、rCBF呈负相关。ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT可评估患者大脑的血

流量、血流速度、血流灌注及缺血情况，TT、APTT、PT可评估ACI患者凝血功能，其水平越高，凝血功能障碍越严重，发生出血性疾病的风险越大。同时据柴学^[10]等研究显示，ACI患者凝血功能与脑血流量具有一定相关性，与本研究结果相似。这为CTA联合CTP预测ACI患者发生HT提供了理论基础。

本研究结果显示，HT组rTTP、rMTT高于非HT组，ASPECTS评分、rCBV、rCBF低于非HT组，且经Cox回归分析显示，ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT是影响ACI患者发生HT的重要影响因素。逐个分析如下。

(1)ASPECTS评分：CTA具有运动伪影少、容积量大、成像速度快等优势，可一次性采集、多方式显示，直观反映病灶缺血、梗死程度及血管腔解剖学特征，ASPECTS评分是基于CTA原图像的评分方式，较低分数往往预示着较多的梗死面积，ACI患者病情更重，溶栓效果更差，栓子物质可能会出现破裂，从而向前移

动, 梗死部位的微小血管可能会随之破裂出血, 增加HT的发生风险^[11-12]。据Cao YZ^[13]等研究显示, ASPECTS评分是预测ACI患者发生HT的独立预测因子, 本研究结果相似。(2)rCBV: CBV可反映ACI患者脑组织灌注情况, rCBV是ACI患者患侧与健侧脑血管容量的比值, 其比值越小, 表明两侧脑血管容量的差异较大, 患侧再灌注后可激活磷脂酶, 使膜结构中的脑磷脂在分解过程中, 产生大量自由基, 引发局部脑血屏障损伤, 增加ACI患者HT发生风险^[14-15]。(3) rCBF: CBF是评估大脑功能的重要参数, 其水平可反映ACI患者大脑血流情况, rCBF是ACI患者患侧与健侧脑血流量比值, 其水平越低, 表明两侧血流灌注情况差别越大, 血液再灌注后, ACI患者脑组织内的细胞死亡和免疫炎症反应可引起过量活性氧增加, 引发氧化应激, 损伤细胞膜、蛋白质, 促进白细胞凝集反应及炎症反应, 增加血管通透性, 破坏血脑屏障, 增加ACI患者HT发生风险^[16-17]。(4) rTTP: TTP表示造影剂到达成像脑区的主要动脉时开始, 至造影剂达到最大量的时间, 可反映脑组织的血流动力变化, rTTP时间延长, 表明ACI患者血流灌注情况较差, 缺血组织损伤程度较重, 疾病对血流动力学影响较大, 溶栓后血液再灌注, 可能会导致动脉压力增高, 从而引发局部血管破裂出血, 增加ACI患者HT的发生风险^[18-19]。(5) rMTT: MTT是指造影剂通过病变组织的时间平均值, 可用于评估ACI患者的血流灌注情况, 其在区分脑组织与缺血组织方面具有较高灵敏度, rMTT时间延长, 表明ACI患者血流灌注情况较差, 病情较严重, 可导致脑组织中血管坏死, 进而引起微小血管破裂出血, 增加HT发生风险, 此外, 血流再灌注后, 血流过快也可能导致血管破裂, 增加ACI患者发生HT风险^[20-21]。

绘制ROC曲线、绘制决策曲线结果显示, ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT可有效预测ACI患者发生HT, 未来临床可根据影响因素筛选出高危患者, 通过对症治疗, 降低ACI患者发生HT风险。

本研究依旧存在样本数量有限, 为单中心实验, 未经外部验证等局限性, 可能会影响实验结果, 后续研究需进行大样本、多中心的研究, 对基于CTA及CTP参数构建ACI患者发生HT的预测模型进行进一步验证。

综上所述, ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT是影响ACI患者发生HT的因素, 基于ASPECTS评分、rCBV、rCBF、rTTP、rMTT构建的列线图模型, 在预测ACI患者发生HT上具有一定价值。

参考文献

- [1] Masson A, Boulouis G, Janot K, et al. Acute hydrocephalus and delayed cerebral infarction after aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. *Acta Neurochir (Wien)*, 2022, 164 (9): 2401-2408.
- [2] Zhai Y, Wang H, Zhan S, et al. [Efficacy of intravenous thrombolysis for acute severe cerebral infarction and risk factors of poor prognosis: a randomized controlled trial in 152 cases] [J]. *Nan Fang Yi Ke Da Xue Xue Bao*, 2021, 41 (9): 1426-1430.
- [3] Jin M, Peng Q, Wang Y. Post-thrombolysis early neurological deterioration occurs with or without hemorrhagic transformation in acute cerebral infarction: risk factors, prediction model and prognosis[J]. *Heliyon*, 2023, 9 (5): e15620.

- [4] 陈晓华, 潘延平, 高咏梅, 等. 颈部血管彩超及颈部CTA联合CTP对急性脑梗死合并脑血管狭窄的诊断价值[J]. *海南医学*, 2020, 31 (10): 1279-1282.
- [5] 王建利, 阴晓婷, 郑利娜. CTP参数与急性缺血性脑梗死侧支循环建立及介入治疗预后的相关性[J]. *中国临床医学影像杂志*, 2024, 35 (2): 81-85.
- [6] Muehlen I, Sprügel M, Hoelter P, et al. Comparison of two automated computed tomography perfusion applications to predict the final infarct volume after thrombolysis in cerebral infarction 3 recanalization[J]. *Stroke*, 2022, 53 (5): 1657-1664.
- [7] 中国医师协会神经内科医师分会脑血管病学组, 党超, 卢洁, 等. 急性脑梗死缺血半暗带临床评估和治疗中国专家共识[J]. *中国神经精神疾病杂志*, 2021, 47 (6): 324-335.
- [8] 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.
- [9] 周有婷, 李志鹏, 王嘉鹏. 急性脑梗死患者血清CTRP-3、D-二聚体, sTREM2水平及相关临床特征与溶栓后出血性转化的关系[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33 (24): 60-66.
- [10] 柴学, 黄清玲, 黄雨, 等. 急性脑梗死患者凝血功能与脑血流量的关系[J]. *临床神经病学杂志*, 2021, 34 (4): 297-299.
- [11] 孙丽娜. 头颅CTA联合CTP在急性脑梗死后出血性转化预测中的应用[J]. *内蒙古医学院学报*, 2020, 42 (2): 135-139.
- [12] Cao R, Ye G, Lu Y, et al. The predictive value of cerebral veins on hemorrhagic transformation after endovascular treatment in acute ischemic stroke patients: enhanced insights from venous collateral circulation analysis using four-dimensional CTA[J]. *Acad Radiol*, 2024, 31 (3): 1024-1035.
- [13] Cao YZ, Zhao LB, Jia ZY, et al. Cerebral blood volume Alberta stroke program early computed tomography score predicts intracranial hemorrhage after thrombectomy in patients with acute ischemic stroke in an extended time window[J]. *Acta Radiol*, 2022, 63 (3): 393-400.
- [14] 潘景江, 余翔, 刘斌. CTP联合mCTA对急性缺血性脑卒中取栓后出血性转化(PH2型)的预测[J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42 (5): 722-728.
- [15] McDonough RV, Rex NB, Ospel JM, et al. Association between CT perfusion parameters and hemorrhagic transformation after endovascular treatment in acute ischemic stroke: results from the ESCAPE-NA1 trial[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2024, 45 (7): 887-892.
- [16] 赵丽娜, 翟金玉, 雷明, 等. 多时相CTA联合CTP在急性缺血性脑卒中出血性转化中的预测效能分析[J]. *解放军医药杂志*, 2021, 33 (7): 87-91.
- [17] 张哲宇, 徐良颖, 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.
- [18] 盛良驹, 赵天, 高传美, 等. 头颅CT灌注成像对急性脑梗死后出血转化预测的价值[J]. *临床放射学杂志*, 2020, 39 (2): 256-260.
- [19] 孙凤涛, 张厚宁, 禹璐, 等. CT灌注成像参数在预测急性脑梗死溶栓后出血转化中的价值[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2021, 23 (1): 63-66.
- [20] 胡晓, 申松波, 马迎辉, 等. CT平扫"金属征"和CT灌注成像指标与急性大血管闭塞性脑卒中患者介入取栓后发生出血转化的关系研究[J]. *实用心脑血管病杂志*, 2024, 32 (1): 61-65.
- [21] Xu J, Dai F, Wang B, et al. Predictive value of CT perfusion in hemorrhagic transformation after acute ischemic stroke: a systematic review and meta-analysis[J]. *Brain Sci*, 2023, 13 (1): 156.

(收稿日期: 2024-11-29)

(校对编辑: 翁佳鸿、韩敏求)