



电子、语音版

· 论 著 ·

基于磁敏感血管征与脑 CT 灌注参数对急性前循环大血管 闭塞性卒中静脉溶栓后出血转化的预测价值

李安连, 邝宇良, 陈光兴, 贡张玲, 贺统军, 朱毅, 林晓锐, 梁家浩
珠海市第五人民医院, 广东 珠海 519000

摘要:目的 探讨磁敏感血管征联合脑计算机断层成像(CT)灌注参数对急性前循环大血管闭塞性卒中(LVOS)静脉溶栓后出血转化(HT)的预测价值。方法 选取2022年2月至2025年1月在珠海市第五人民医院进行静脉溶栓治疗的急性前循环LVOS患者160例,根据溶栓后24 h是否发生HT分为HT组(46例)与非HT组(114例)。收集临床资料、磁敏感血管征及脑CT灌注参数[脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)、流量提取乘积(FED)、表面通透性(PS)、达峰时间(TTP)]。采用多因素Logistic回归分析评估静脉溶栓后HT的影响因素,构建联合预测模型,采用受试者操作特征(ROC)曲线及曲线下面积(AUC)评估预测模型的效能。结果 HT组入院美国国立卫生研究院卒中量表(NIHSS)评分、磁敏感血管征阳性率、FED、PS、TTP均高于非HT组($P<0.05$),CBF、CBV低于非HT组($P<0.05$)。多因素Logistic回归显示,磁敏感血管征阳性($OR=2.319$)、FED升高($OR=4.778$)、PS升高($OR=1.765$)、TTP延长($OR=1.982$)是静脉溶栓后HT的危险因素,CBF($OR=0.535$)、CBV($OR=0.618$)为保护因素。ROC曲线显示联合模型AUC为0.932,灵敏度为93.86%,特异度为84.78%。结论 基于磁敏感血管征和脑CT灌注参数的联合模型对LVOS患者静脉溶栓后HT具有较高预测价值,有助于早期识别高危患者,并指导个体化溶栓决策。

关键词:磁敏感血管征;脑CT灌注参数;前循环大血管闭塞性卒中;静脉溶栓;出血转化

中图分类号:R743.3

DOI:10.16636/j.cnki.jinn.1673-2642.2026.03.001

Value of susceptibility vessel sign and brain computed tomography perfusion parameters in predicting hemorrhagic transformation after intravenous thrombolysis in acute anterior circulation large vessel occlusion stroke

LI Anlian, KUANG Yuliang, CHEN Guangxing, YUN Zhangling, HE Tongjun, ZHU Yi, LIN Xiaorui, LIANG Jiahao
Zhuhai Fifth People's Hospital, Zhuhai, Guangdong 519000, China

Corresponding author: LI Anlian, Email: lianlian3141985@163.com

Abstract: **Objective** To investigate the value of susceptibility vessel sign (SVS) combined with brain computed tomography (CT) perfusion parameters in predicting hemorrhagic transformation (HT) after intravenous thrombolysis in acute anterior circulation large vessel occlusion stroke (LVOS). **Methods** A total of 160 LVOS patients who underwent intravenous thrombolysis in Zhuhai Fifth People's Hospital from February 2022 to January 2025 were enrolled, and according to the presence or absence of HT at 24 hours after thrombolysis, the patients were divided into HT group with 46 patients and non-HT group with 114 patients. Related data were collected, including clinical data, SVS, and brain CT perfusion parameters [cerebral blood flow (CBF), cerebral blood volume (CBV), flow extraction product (FED), permeability surface (PS), and time to peak (TTP)]. The multivariate logistic regression analysis was used to identify the influencing factors for HT after intravenous thrombolysis, and a combined predictive model was established. The receiver operating characteristic (ROC) curve and area under the curve (AUC) was used to assess the predictive performance of the model. **Results** Compared with the non-HT group, the HT group had significantly higher National Institutes of Health Stroke Scale score on admission, SVS-positive rate, FED, PS, and TTP and significantly lower CBF and CBV (all

基金项目:2022年珠海市社会发展领域科技计划医疗卫生项目(2220004000315)。

收稿日期:2026-01-29;修回日期:2026-06-17

通信作者:李安连(1985—),女,本科,副主任技师,研究方向为CT和MRI技术。Email:lianlian3141985@163.com。

$P<0.05$). The multivariate logistic regression analysis showed that positive SVS ($OR=2.319$), elevated FED ($OR=4.778$), elevated PS ($OR=1.765$), and prolonged TTP ($OR=1.982$) were independent risk factors for HT, while CBF ($OR=0.535$) and CBV ($OR=0.618$) were protective factors. The ROC curve analysis showed that the combined model had AUC of 0.932, a sensitivity of 93.86%, a specificity of 84.78%. **Conclusions** The combined model based on SVS and brain CT perfusion parameters has a high value in predicting HT after intravenous thrombolysis in LVOS patients, which may help to identify high-risk patients in the early stage and guide decision-making for individualized thrombolysis.

Keywords: susceptibility vessel sign; brain computed tomography perfusion parameters; anterior circulation large vessel occlusion stroke; intravenous thrombolysis; hemorrhagic transformation

急性前循环大血管闭塞性卒中(large vessel occlusion stroke, LVOS)约占脑卒中的30%,可迅速破坏脑组织,导致供血区域梗死,致残率及致死率高^[1]。早期开通闭塞血管、恢复脑灌注有助于神经功能恢复。静脉溶栓是常用治疗方法,但可能并发感染、再灌注损伤、出血转化(hemorrhagic transformation, HT),其中HT尤为严重,可增加早期神经功能恶化、重度残疾甚至病死风险^[2]。因此,早期识别急性前循环LVOS患者溶栓后HT风险至关重要。计算机体层成像(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)、数字减影血管造影(digital subtraction angiography, DSA)等影像学检查是诊断HT的重要手段,但DSA有创且辐射量较高^[3]。CT灌注成像通过分析对比剂在动脉与脑实质中的时间—密度曲线测量脑血流灌注,常用于急性缺血性脑卒中诊断及侧支循环评估,但其对血栓预测灵敏度仅50%~60%,且不宜反复操作^[4]。磁敏感血管征表现为责任大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)走行区的低信号影,可反映急性血栓形成^[5]。本研究比较HT与非HT患者的磁敏感血管征阳性率及CT灌注参数的差异,从而构建联合预测模型,以期早期预测急性前循环LVOS患者溶栓后HT的风险。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2022年2月至2025年1月在珠海市第五人民医院进行静脉溶栓治疗的LVOS患者160例。根据溶栓后24 h是否发生HT分为HT组(46例)与非HT组(114例)。

纳入标准:①符合急性缺血性卒中诊治指南^[6],头颅CT确诊为前循环大血管闭塞;②合并HT者符合《中国急性脑梗死后出血转化诊治共识2019》^[7];③接受静脉溶栓,且无药物过敏;④接受完整CT及MRI检查。

排除标准:①发病至治疗时间>6 h;②出血性或后循环卒中;③严重肝、肾或心功能障碍;④影像资料不全或不合格。

本研究为回顾性研究,所有病例资料均进行脱敏处理,研究方案已提交珠海市第五人民医院医学伦理委员会审查,获准豁免患者知情同意(伦理审查编号:2026033)。

1.2 临床资料收集

收集年龄、性别、血压、病灶数量、糖尿病、高血压、冠心病、闭塞动脉、发病至溶栓时间、入院时美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分等指标的情况。

1.3 磁敏感血管征检测

于患者静脉溶栓后24 h内,采用1.5 T MRI仪(Philips Ingenia)进行磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)及磁共振血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)检查。

MRA(3D-TOF)的参数:TR/TE 20/3.2 ms, FOV 240×240 mm,矩阵320×224,层厚1.2 mm;SWI的参数:TR/TE 28/20 ms,翻转角15°,层厚1.2 mm, FOV 190×230 mm,矩阵320×220。

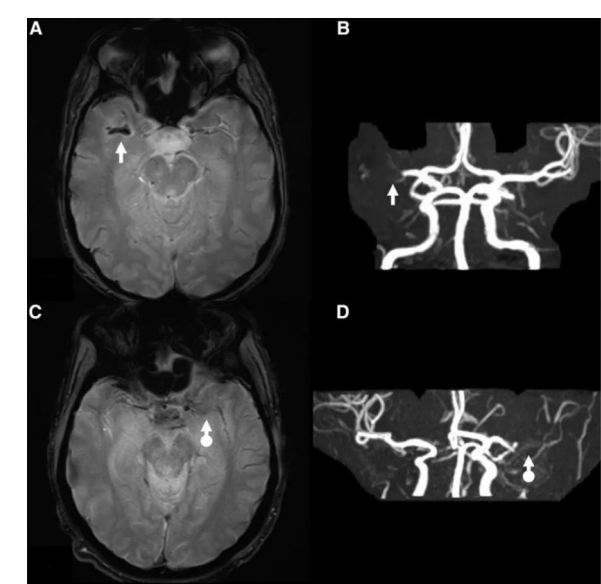
磁敏感血管征阳性的标准:SWI上责任血管(大脑中动脉、颈内动脉颅内段、大脑前动脉)管腔内出现低信号,直径较对侧增粗。因MRI检查在溶栓后24 h内完成,早于HT评价时间点(24 h后),故仍具有预测价值。以MCA区狭窄/闭塞处出现上述改变为阳性(其他血管标准相同)。典型影像见图1。

1.4 CT灌注参数检测

于患者静脉溶栓后24 h内(与MRI同步)进行脑CT灌注扫描(佳能Aquilion PRIME TSX-303A, 80排160层)。造影剂:碘普罗胺50 mL+生理盐水30 mL,注射速率5 mL/s,延迟7 s,连续扫描60 s。

采用FastStroke软件进行分析。

感兴趣区(region of interest, ROI)勾画:两名5年以上经验的影像医师独立参考艾伯塔卒中早期计算机体层成像评分模板,选取MCA供血区M1~M6、尾状核、豆状核、内囊及岛叶共10个区域,面积15~30 mm²,避开大血管及陈旧梗死灶,记录脑血流量(cerebral blood flow, CBF)、脑血容量(cerebral blood volume, CBV)、平均通过时间(mean transit time, MTT)、达峰时间(time to peak, TTP)、流量提取乘积(flow extraction product, FED)、表面通透性(permeability surface, PS)、排空时间(time to drain, TTD),取平均值。盲法评估。



A和B:MRI磁敏感血管征阳性(白色箭头);C和D:MRI磁敏感血管征阴性(白色箭头)。

图1 典型磁敏感血管征阳性及阴性影像图

1.5 统计学方法

采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。所有计量资料均符合正态分布,以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分率 [$n(\%)$]表示,两组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析中 $P<0.05$ 的变量纳入多因素 Logistic 回归分析。预测价值采用受试者操作特征(receiver operator characteristic, ROC)曲线及曲线下面积(area under the curve, AUC)进行分析。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组临床资料对比

两组患者年龄、性别、血压、病灶数量、糖尿病、冠心病、闭塞动脉、发病至溶栓时间等指标比较,差异无统计学意义($P>0.05$);与非 HT 组相比,HT 组患者入院 NIHSS 评分较高($P<0.05$)。见表 1。

表1 两组临床资料对比

指标	HT 组($n=46$)	非 HT 组($n=114$)	t/χ^2 值	P 值
年龄/岁; $(\bar{x}\pm s)$	64.67±9.27	66.25±8.64	1.025	0.307
性别[$n(\%)$]			0.300	0.584
女性	18(39.13)	50(43.86)		
男性	28(60.87)	64(56.14)		
血压/mmHg; $(\bar{x}\pm s)$				
SBP	161.40±23.52	158.85±19.84	0.697	0.487
DBP	93.51±13.68	91.24±11.23	1.085	0.280
病灶数量[$n(\%)$]			0.275	0.600
单个	38(82.61)	90(78.95)		
多个	8(17.39)	24(21.05)		
糖尿病[$n(\%)$]	18(39.13)	40(35.09)	0.232	0.630
冠心病[$n(\%)$]	8(17.39)	26(22.81)	0.574	0.449
闭塞动脉[$n(\%)$]			2.757	0.252
ACA	2(4.35)	6(5.26)		
ICA	30(65.22)	58(50.88)		
MCA	14(30.43)	50(43.86)		
发病至溶栓时间/h; $(\bar{x}\pm s)$	3.69±0.57	3.72±0.56	0.305	0.761
入院时 NIHSS 评分/分; $(\bar{x}\pm s)$	17.25±4.13	14.17±3.46	4.813	<0.001

注:HT=出血转化;SBP=收缩压;DBP=舒张压;ACA=大脑前动脉;ICA=颈内动脉;MCA=大脑中动脉;NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表。

2.2 两组磁敏感血管征与脑CT灌注参数对比

HT 组患者磁敏感血管征阳性率、FED、PS 明显高于非 HT 组($P<0.05$),CBF、CBV 低于非 HT 组($P<0.05$),TTP 明显长于非 HT 组($P<0.05$)。见表 2。

2.3 急性前循环 LVOS 患者静脉溶栓后 HT 影响因素分析

根据静脉溶栓后是否发生 HT 为因变量(0=未发生,

1=发生),以单因素分析中差异存在统计学意义的指标作为自变量。多因素 Logistic 分析结果显示,磁敏感血管征阳性、FED、PS、TTP 为急性前循环 LVOS 患者静脉溶栓治疗后 HT 发生的危险因素($P<0.05$),CBF、CBV 为急性前循环 LVOS 患者静脉溶栓治疗后 HT 发生的保护因素($P<0.05$)。见表 3。

表2 两组磁敏感血管征与CT灌注参数对比				
指标	HT组(n=46)	非HT组(n=114)	t/χ^2 值	P值
磁敏感血管征阳性率[n(%)]	30(65.22)	30(26.32)	21.163	<0.001
CBF/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹);($\bar{x}\pm s$)	51.10±3.29	57.53±4.28	9.150	<0.001
CBV/(mL/100g);($\bar{x}\pm s$)	1.68±0.65	2.50±0.74	6.561	<0.001
FED/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹);($\bar{x}\pm s$)	5.84±1.46	1.92±0.55	24.731	<0.001
MTT/s;($\bar{x}\pm s$)	6.35±1.49	6.82±1.60	1.714	0.088
PS/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹);($\bar{x}\pm s$)	2.45±0.73	0.96±0.37	17.071	<0.001
TTD/s;($\bar{x}\pm s$)	12.63±1.84	11.82±2.83	1.793	0.075
TTP/s;($\bar{x}\pm s$)	25.70±4.81	19.14±3.42	9.712	<0.001

注:CT=计算机断层成像;HT=出血转化;CBF=脑血流量;CBV=脑血容量;FED=流量提取乘积;MTT=平均通过时间;PS=表面通透性;TTD=排空时间;TTP=达峰时间。

表3 急性前循环LVOS患者静脉溶栓后HT影响因素分析							
因素	赋值	B值	SE值	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
入院时NIHSS评分	原值输入	0.086	0.057	2.269	0.132	1.090	0.974~1.219
磁敏感血管征阳性率	0=阴性,1=阳性	0.841	0.229	13.487	<0.001	2.319	1.480~3.633
CBF	原值输入	-0.625	0.216	8.372	0.004	0.535	0.351~0.817
CBV	原值输入	-0.482	0.167	8.330	0.004	0.618	0.445~0.856
FED	原值输入	1.564	0.495	9.983	<0.001	4.778	1.811~12.604
PS	原值输入	0.568	0.154	10.045	<0.001	1.765	1.161~4.683
TTP	原值输入	0.684	0.221	9.579	<0.001	1.982	1.258~3.056

注:LVOS=大血管闭塞性卒中;HT=出血转化;NIHSS=美国国立卫生研究院卒中量表;CBF=脑血流量;CBV=脑血容量;FED=流量提取乘积;PS=表面通透性;TTP=达峰时间。

2.4 多因素Logistic回归预测模型的构建

ROC曲线显示,联合模型AUC为0.932,灵敏度为93.86%,特异度为84.78%,约登指数为0.786。其AUC高于各单一指标。见表4、图2。

基于多因素Logistic分析结果构建预测模型: $\text{logit}(P)=-7.682+0.841\times\text{磁敏感血管征阳性}(1=\text{阳性})-0.625\times\text{CBF}-0.482\times\text{CBV}+1.564\times\text{FED}+0.568\times\text{PS}+0.684\times\text{TTP}$ 。

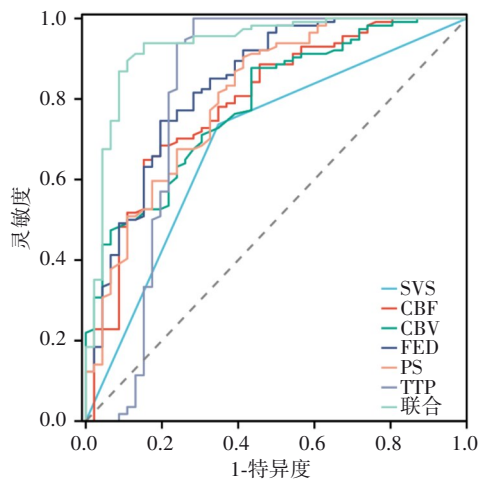
表4 各参数预测急性前循环LVOS患者静脉溶栓后HT发生的ROC曲线							
指标	AUC	灵敏度/%	特异度/%	约登指数	截断值	P值	95%CI
磁敏感血管征阳性率	0.695	73.68	65.22	0.389	—	<0.05	0.614~0.775
CBF	0.793	64.91	84.78	0.497	54.73/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)	<0.05	0.713~0.873
CBV	0.788	87.72	56.52	0.442	2.05/(mL/100g)	<0.05	0.713~0.863
FED	0.839	74.56	80.44	0.550	3.79/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)	<0.05	0.766~0.912
PS	0.807	90.35	58.70	0.490	1.83/(mL·100g ⁻¹ ·min ⁻¹)	<0.05	0.728~0.885
TTP	0.811	90.26	77.51	0.678	22.36/s	<0.05	0.705~0.916
联合模型	0.932	93.86	84.78	0.786	—	<0.05	0.883~0.981

注:LVOS=大血管闭塞性卒中;HT=出血转化;CBF=脑血流量;CBV=脑血容量;FED=流量提取乘积;PS=表面通透性;TTP=达峰时间。

3 讨论

本研究发现,HT组入院时NIHSS评分高于非HT组,但多因素Logistic回归分析中未进入最终模型。既往研究认为,NIHSS评分≥13分可使HT风险升高2.22倍^[8-9]。但本结果提示,在纳入影像学参数后,NIHSS评分的独立预测作用被削弱。可能原因:①NIHSS评分与磁敏感血管征阳性、CBF、CBV等影像学指标存在共线性,影像参数更直接地反映了脑灌注状态及血脑屏障损伤程度;②样本量有限(HT组46例),多因素Logistic分析效能不足;③NIHSS评分受年龄、基础病、侧支循环等多种因素影响,其部分预测效应可能通过影像学指标的间接作用实现。因此,在评估HT风险时,影像学参数可能较临床评分更具直接价值。

磁敏感血管征是磁共振加权成像上责任血管的走行区的低信号影,其形成机制为:急性缺血时脑组织缺氧,氧摄取分数升高,血栓内顺磁性脱氧血红蛋白含量增加^[10-11]。本研究单因素分析显示,HT组患者入院时NIHSS评分显著高于非HT组,但多因素Logistic回归分析



SVS:磁敏感血管征;CBF:脑血流量;CBV:脑血容量;FED:流量提取来源;PS:表面通透性;TTP:达峰时间。

图2 各参数预测急性前循环LVOS患者静脉溶栓后HT发生的ROC曲线

并未证实其为HT的影响因素。分析原因可能为:NIHSS评分与模型中纳入的磁敏感血管征阳性率、CBF及CBV等影像学指标存在显著相关性,其对HT的影响更多通过血管及灌注异常间接体现;在控制上述混杂因素后,NIHSS评分本身的独立效应较弱,未达到统计学显著水平。该结果提示,NIHSS评分可作为临床评估HT风险的辅助参考指标,但其独立预测价值弱于直接反映脑灌注状态的影像学指标^[12-13]。

脑CT灌注参数可定量评估脑血流动力学状态。本研究中HT组CBF、CBV显著降低,TTP延长,提示脑循环储备下降、局部微循环障碍^[14-15]。CBF和CBV每降低1个单位,HT风险分别下降46.5%和38.2%,表明低灌注状态是HT的重要促进因素。TTP延长反映了侧支循环代偿不足及缺血半暗带的持续低灌注^[16]。血脑屏障通透性评估对预测HT尤为关键。FED和PS是反映血管通透性的参数,本研究中HT组FED、PS均显著升高。机制可能为:缺血缺氧导致细胞毒性水肿,压迫周围毛细血管;溶栓后再灌注恢复及侧支开放,使脆弱的血管壁破裂,最终发生HT^[17-18]。

本研究的联合预测模型整合了磁敏感血管征阳性、CBF、CBV、FED、PS、TTP等参数,ROC曲线显示,AUC达0.932,灵敏度93.86%,特异度84.78%,显著优于任一单一指标。该模型的临床转化价值体现在:①于溶栓后24h内即可计算HT风险概率,辅助早期识别高危患者;②对高危患者可采取强化血压管理、延迟启动抗凝或调整抗血小板方案等干预措施,降低HT不良事件发生率;③模型参数均为临床常规采集指标,无需额外成本,便于在基层医院推广应用。

本研究存在以下局限性:第一,HT组仅46例,多因素

Logistic回归分析纳入7个自变量,存在过拟合风险,AUC可能被高估,后续需扩大样本量验证。第二,单中心回顾性设计,未进行外部验证,模型外推性有待多中心前瞻性研究证实。第三,ROI勾画虽采用双人盲法,仍难以完全避免主观偏差。第四,未纳入左心房容积指数、肾功能等可能影响HT的指标,有待进一步完善。

综上,基于磁敏感血管征与脑CT灌注参数的联合模型对急性前循环LVOS患者静脉溶栓后HT具有较高的预测效能,有助于早期识别高危患者,并指导个体化治疗决策。

参考文献

- [1] REDDY S T, FRIEDMAN E, WU T C, et al. Rapid infarct progression in anterior circulation large vessel occlusion ischemic stroke patients during inter-facility transfer[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2020, 29(12): 105308.
- [2] CHEN Y D, LÜ W D, LIU X H, et al. Development of a prediction model for hemorrhagic transformation after intravenous thrombolysis in patients with acute ischemic stroke: a retrospective analysis[J]. BMC Med Inform Decis Mak, 2025, 25(1): 227.
- [3] ARRARTE TERREROS N, STOLP J, BRUGGEMAN A A E, et al. Thrombus imaging characteristics to predict early recanalization in anterior circulation large vessel occlusion stroke[J]. J Cardiovasc Dev Dis, 2024, 11(4): 107.
- [4] JODAITIS L, LIGOT N, CHAPUSETTE R, et al. The hyperdense middle cerebral artery sign in drip-and-ship models of acute stroke management[J]. Cerebrovasc Dis Extra, 2020, 10(1): 36-43.
- [5] 谭洋. 磁敏感血管征对急性缺血性脑卒中预后的评估价值[D]. 通辽:内蒙古民族大学, 2024.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] HUANG P, YI X Y. Predictive role of admission serum glucose, baseline NIHSS score, and fibrinogen on hemorrhagic transformation after intravenous thrombolysis with alteplase in acute ischemic stroke[J]. Eur Rev Med Pharmacol Sci, 2023, 27(20): 9710-9720.
- [9] ZHANG Y Y, CHI L F, SHU H, et al. Safety of alteplase intravenous thrombolysis and influencing factors of clinical outcome in elderly patients with acute ischemic stroke[J]. BMC Neurol, 2024, 24(1): 464.
- [10] 李刚, 陆志前, 刘建光. 急性脑梗死磁共振弥散加权成像特征在血管内血栓切除术后颅内出血的预测价值[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2025, 52(4): 6-10.

- [11] CHENG Z Y, YANG L F, LIANG C H, et al. Advancing cerebral small vessel disease diagnosis: integrating quantitative susceptibility mapping with MRI-based radiomics[J]. Hum Brain Mapp, 2024, 45(13): e70022.
- [12] 耿悦,陈雨昂,张蜜,等. 磁敏感血管征在急性缺血性脑卒中疾病中的研究进展[J]. 磁共振成像, 2025, 16(5): 198-203.
- [13] ABDUL RASHID A M, MOHD YAAKOB M N, KAMIS M F A K, et al. The prominent hypointense vessel sign on susceptibility-weighted imaging (SWI) as a potential imaging biomarker for poor clinical outcome in acute ischemic stroke (AIS)[J]. Radiol Case Rep, 2022, 17(11): 4268-4271.
- [14] 方建欧,陈璨,喻科,等. 平扫计算机体层成像值变化对急性脑梗死发病时间的预测价值[J]. 国际神经病学神经外科学杂志, 2025, 52(6): 64-68.
- [15] LI Q Q, JIANG C J, QIAN L Q, et al. Prognostic value of multi-PLD ASL-based cerebral perfusion ASPECTS in acute ischemic stroke[J]. Front Neurol, 2024, 15: 1476937.
- [16] 刘姝姝,陈婷,郭大静,等. 全脑CT灌注联合 ABCD3 评分预测短暂性脑缺血发作继发脑梗死[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(6): 831-836.
- [17] ARBA F, PICCARDI B, PALUMBO V, et al. Blood-brain barrier leakage and hemorrhagic transformation: The Reperfusion Injury in Ischemic StroKe (RISK) study[J]. Eur J Neurol, 2021, 28(9): 3147-3154.
- [18] 陈媛慧,雷雨萌,盛芳婷. 多模态CT检查对急性脑梗死静脉溶栓治疗后出血性转化的预测价值研究[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2024, 30(5): 533-538.

责任编辑:龚学民